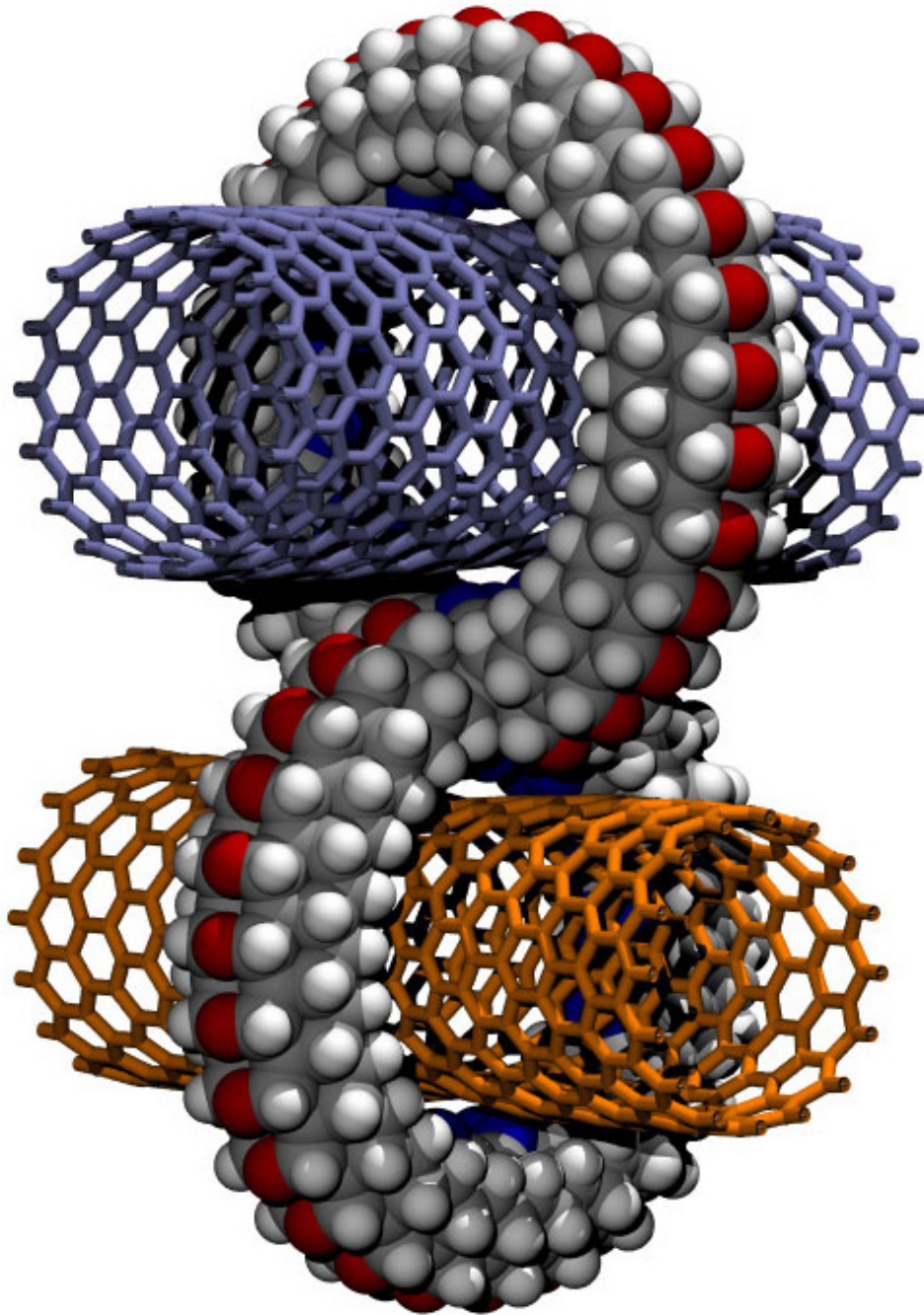


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ :

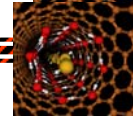
NANO



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΦΛΩΡΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

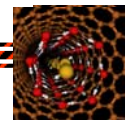
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΒΑΙΡΗΣ ΑΧΙΛΛΕΑΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2005



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Περιεχόμενα	2
2. Εισαγωγή.....	3
3. Τι είναι νανοεπιστήμη και νανοτεχνολογία.....	5
• <i>nanoscience και της nanotechnology</i>	
4. Νανομετρολογία.....	8
5. Γιατί κάνετε την νανοτεχνολογία	15
6. Λίγη ιστορία για την νανοτεχνολογία	17
7. Nanomaterials νανο-υλικά	20
8. Nano manufacturing και η βιομηχανική εφαρμογή των νανοτεχνολογιών.....	25
9.SOL-GEL τεχνολογία παραγωγής	32
10. εφαρμογές <i>nanomaterials</i>	36
• Τσιπ υπολογιστών παραγωγής	
• Καλύτερα υλικά μόνωσης	
• Φωσφόροι για την υψηλής ευκρίνειας οθόνες	
• Χαμηλού κόστους επίπεδες οθόνες	
• Πιο ανθεκτικά και σκληρότερα κοπτικά εργαλεία	
• Αποβολή των ρύπων	
• μπαταρίες υψηλής ενεργειακής πυκνότητας	
• <i>High-power magnets</i>	
• <i>High-sensitivity sensors</i>	
• Αυτοκίνητα με μεγαλύτερη αποδοτικότητα στα καύσιμα	
• Αεροδιαστημικά συστατικά με τα ενισχυμένα χαρακτηριστικά απόδοσης	
• Καλύτερες πλατφόρμες όπλων	
• Μεγαλύτερης διάρκειας δορυφόροι	
• Πιο μεγάλης διάρκειας ιατρικά μοσχεύματα	
• Όλκιμη , κατεργάσιμη κεραμική	
11. Nanomachines νανομηχανές	45
Τι είναι Nanomachines;	
Προκλήσεις που πρέπει να υπερνικηθούν	
Οι μεγάλοι κίνδυνοι έρχονται στις μικρές συσκευασίες	
12.Λεξικό και συντμήσεις.....	62
13.Περίλιψη.....	89
14.Πηγες βιβλιογραφία.....	91



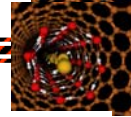
Εισαγωγή

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται σε ένα νέο και συνεχώς αναπτυσσόμενο κομμάτι της φυσικής και ηλεκτρονικής τεχνολογίας, που ασχολείται με την νανοτεχνολογία. Γίνεται προσπάθεια αναλύσεις με όσο το δυνατόν πιο κατανοητό και απλούστερο τρόπο, ένα θέμα τόσο περίπλοκο, άγνωστο ακόμα στους περισσότερους .

Με το κομμάτι της νανοτεχνολογίας ασχολούνται μεγάλα, καταξιωμένα ερευνητικά κέντρα, πανεπιστήμια και οργανισμοί.

Η νανοεπιστήμη (Nanoscience) είναι ακόμα σε νηπιακό στάδιο, με αρκετό χώρο για μελέτη ,έρευνες και ανακαλύψεις καθώς και ευρεσιτεχνίες.

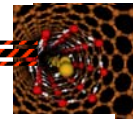
Οι νανοεπιστήμη και οι νανοτεχνολογίες παρουσιάζουν τεράστια δυνατότητα να φέρουν οφέλη σε τομείς όπως ανάπτυξη φαρμάκων, απολύμανση των υδάτων, τεχνολογίες ενημέρωσης και επικοινωνιών, παραγωγή ισχυρότερων και ελαφρύτερων υλικών. Επίσης, τώρα έχουμε τη δυνατότητα να οργανώσουμε το θέμα σε ατομική κλίμακα. Υπάρχουν ήδη πολυάριθμα προϊόντα, διαθέσιμα ως άμεσο αποτέλεσμα της γρήγορα αυξανόμενης δυνατότητάς μας να κατασκευάσουμε και να χαρακτηρίσουμε είδη και υλικά με λιγότερο από 100 NM. Οι καθρέφτες που δεν θολώνουν, το biomimetic χρώμα με μια οπτική γωνία κοντά στις 180°, τα τσιπ γονιδίων και οι λιποδιάλυτες βιταμίνες στα ποτά με βάση το νερό είναι μερικές



από τις πρώτες εκδηλώσεις της νανοτεχνολογίας. Μερικές από τις σημαντικές ανακαλύψεις στην πληροφορική και την ιατρική θα είναι η πραγματική δυνατότητα της νανοτεχνολογίας που θα μπορεί να επιτευχθεί πρώτα. Η πραγματοποίηση της νανοτεχνολογίας υπόσχεται να φέρει επαναστατικές ικανότητες. Σήμερα η επεξεργασία των nanomachines, των nanoelectronics και άλλων nanodevices θα λύσει αναμφισβήτητα ένα τεράστιο μέρος των προβλημάτων που αντιμετωπίζονται από την ανθρωπότητα

Η γρήγορη πρόοδος είναι προφανής από την αυξανόμενη εμφάνιση του προθέματος "νανο" στα επιστημονικά περιοδικά και τις ειδήσεις. Κατά συνέπεια, δεδομένου ότι αυξάνουμε τη δυνατότητα να κατασκευάσουμε τσιπ υπολογιστών, με τα μικρότερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και να βελτιώσουμε τη δυνατότητα να θεραπεύσουμε την ασθένεια στο μοριακό επίπεδο, η νανοτεχνολογία είναι εδώ.

Είναι επιστήμη που χαίρει πολλών επενδύσεων από κυβερνήσεις και από επιχειρήσεις, σε πολλά μέρη του κόσμου. Έχει υπολογιστεί ότι η συνολική επένδυση στην ανάπτυξη νέων νανοτεχνολογιών ανέρχεται περίπου στα 5 δισεκατομμύρια ευρώ, εκ των οποίων τα 2 δισεκατομμύρια προέρχονται από ιδιωτικές πηγές (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2000). Ο αριθμός δημοσιευμένων διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας στη νανοτεχνολογία τετραπλασιάστηκε από το 1995 (531 διπλώματα ευρεσιτεχνίας) έως 2001 (1976 διπλώματα ευρεσιτεχνίας).

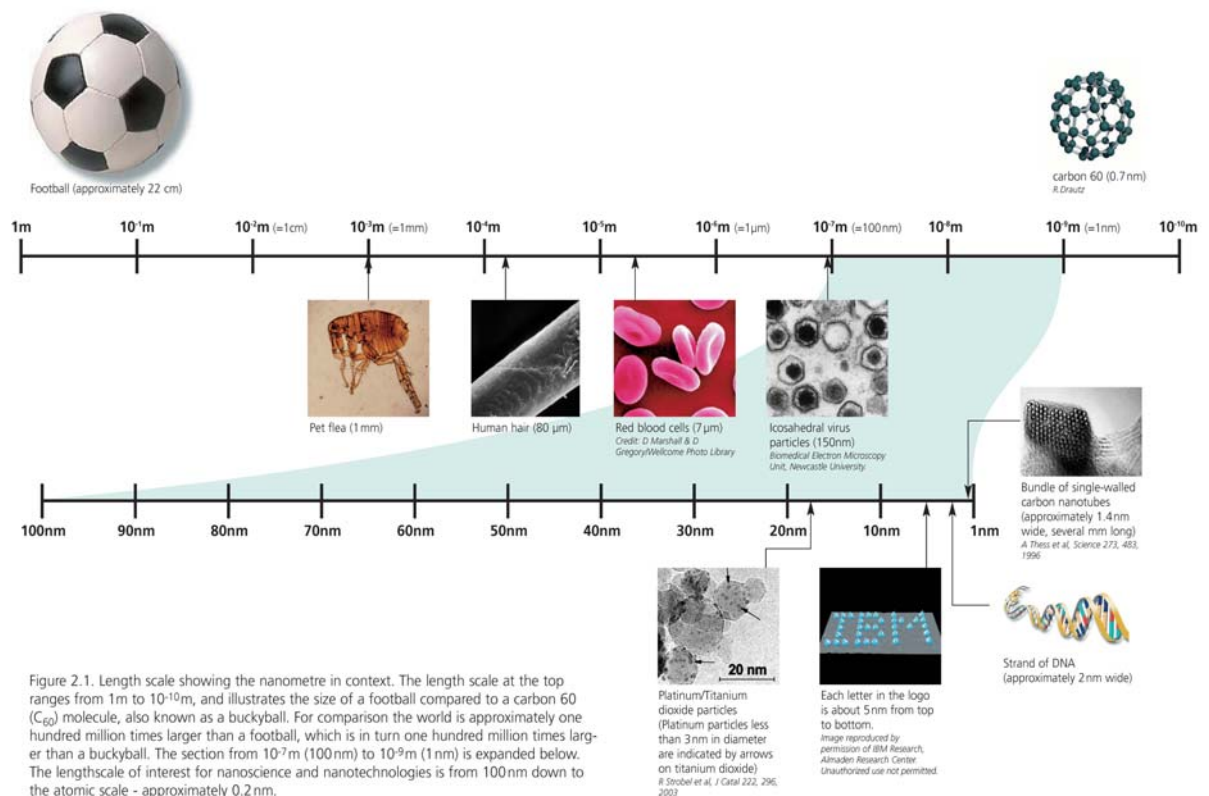


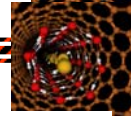
Τι είναι η νανοεπιστήμη και νανοτεχνολογία

Το πρόθεμα "νανο" προέρχεται από την ελληνική λέξη νάνος. Ένα nanometre (nm) είναι ίσο με το ένα-δισεκατομμυριοστό του μέτρου 10^{-9} m και είναι η μονάδα του μήκους που είναι γενικά η πιο κατάλληλη για την περιγραφή του μεγέθους των ενιαίων μορίων.

Μια ανθρώπινη τρίχα είναι περίπου 80.000 nm ευρύς και ένα κόκκινο κύτταρο αίματος περίπου 7000nm.

Το σχήμα 1 παρουσιάζει το nanometre σε σύγκριση με άλλες υποδιαιρέσεις του μέτρου. Τα άτομα είναι κάτω από ένα nanometre στο μέγεθος, ενώ πολλά μόρια, συμπεριλαμβανομένων μερικών πρωτεϊνών, κυμαίνονται από το 1 nanometre και πάνω.





ο όρος "νανοτεχνολογία" καλύπτει ένα ευρύ φάσμα των εργαλείων, των τεχνικών και των δυνατοτήτων για εφαρμογές, . Οι ορισμοί αναπτύχθηκαν μέσω των διαβουλεύσεων στη συνεδρίαση των εργαστηρίων με επιστήμονες και μηχανικούς μέσω των σχολίων και των μελετών τους.

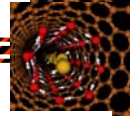
ορισμοί της nanoscience και της nanotechnology

- ***Nanoscience (νανοεπιστήμη)***

Ενδιαφέρεται για την κατανόηση των αποτελεσμάτων και την επιρροή του στις ιδιότητες του υλικό. Είναι η μελέτη των φαινομένων και χειρισμός των υλικών στις ατομικές, μοριακές και μακρομοριακές κλίμακες, όπου οι ιδιότητες διαφέρουν σημαντικά από εκείνους σε μια μεγαλύτερη κλίμακα μακροσκοπικά . Οι δύο κύριοι λόγοι για αυτήν την αλλαγή στη συμπεριφορά είναι η μορφή της επιφάνειας και η κυριαρχία των κβαντικών φαινομένων.

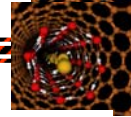
Η ***νανοεπιστήμη*** είναι ένας διεπιστημονικός τομέας που επιδιώκει να επιφέρει την ώριμη νανοτεχνολογία. Εστιάζοντας στη διατομή nanoscale των τομέων όπως η φυσική, η βιολογία, η εφαρμοσμένη μηχανική, η χημεία, η πληροφορική ,κ.τ.λ η νανοεπιστήμη επεκτείνεται γρήγορα.

- ***Οι (Nanotechnology) νανοτεχνολογίες*** είναι το σχέδιο, ο χαρακτηρισμός, η παραγωγή και η εφαρμογή των δομών των συσκευών και των συστημάτων με τον έλεγχο της μορφής και του μεγέθους στην κλίμακα nanometre.



Οι **νανοτεχνολογίες** στοχεύουν να εκμεταλλευτούν αυτά τα αποτελέσματα για να δημιουργηθούν δομές στις συσκευές και τα συστήματα με φανταστικές ιδιότητες και λειτουργίες λόγω του μεγέθους τους. Οι συσκευές με το ελάχιστο χαρακτηριστικό γνώρισμα που είναι λιγότερο από 100 nanometers (nm), θεωρούνται προϊόντα της νανοτεχνολογίας.

Ο όρος **nanoscale** (νανοκλίμακα) χαρακτηρίζει το νεφελώδες όριο μεταξύ των κλασσικών και κβαντικών μηχανικών κόσμων.



Nanometrology

Nanometrology, αποκαλείται η επιστήμη της μέτρησης στο nanoscale . Η δυνατότητα να μετρήσουμε και να χαρακτηρίσουμε τα υλικά (καθορίζοντας αρχικά το μέγεθος, τη μορφή και τις σωματικές ιδιότητες) στο nanoscale είναι ζωτικής σημασίας. Εάν τα nanomaterials και οι συσκευές πρόκειται να παραχθούν, ένας υψηλός βαθμός ακρίβειας και αξιοπιστίας πρόκειται να επικρατήσει στην δημιουργία εφαρμογών των νανοτεχνολογιών .

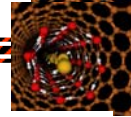
Το Nanometrology περιλαμβάνει τις μετρήσεις μήκους ή μεγέθους (όπου οι διαστάσεις δίνονται χαρακτηριστικά στα nanometres και η ακρίβεια μέτρησης είναι συχνά λιγότερο από 1 NM) αλλά και μέτρηση της δύναμης, της μάζας, και των ηλεκτρικών ιδιοτήτων.

Σαν τεχνικές για την πρόοδο στην ακρίβεια των μετρήσεων και την κατανόηση της συμπεριφορά στο nanoscale ,είναι η δυνατότητα βελτίωση των υλικών, των βιομηχανικών διαδικασιών και της αξιοπιστίας των κατασκευών μέτρησης και παραγωγής .

Η παραγωγή των μετρήσεων με την ακρίβεια nanoscale θέτει διάφορες σημαντικές δυσκολίες. Περιβαλλοντικές διακυμάνσεις ,όπως οι δονήσεις και η θερμοκρασία, έχουν μεγάλη επίδραση στο nanoscale. Παραδείγματος χάριν, οποιαδήποτε εξωτερική αλλαγή στις μεγάλες μηχανές που χρησιμοποιούνται για τη κατασκευή των τμημάτων μικροηλεκτρονικής ,έχουν επιπτώσεις στη δημιουργία των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων στο nanoscale.

Η δυνατότητα να μετρήσουμε αυτές τις επιρροές και να τις ελαχιστοποιήσουμε , είναι επομένως ζωτικής σημασίας.

Αυτήν την περίοδο, τα όργανα που είναι διαθέσιμα, μπορούν να κάνουν αρκετά ακριβείς μετρήσεις για να υποστηρίξουν την εργαστηριακή ερευνά . Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες αισθητήρων και όργανα για το nanometre, που συμπεριλαμβάνουν



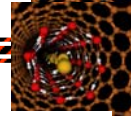
τον ελέγχου, την ανίχνευσης και την εικόνα μέσω των ηλεκτρονικών μικροσκοπίων . Εντούτοις, τα καθολικά πρότυπα μέτρησης δεν ήταν ακόμα καθιερωμένα. Στοιχεία που δημοσιεύονται πρόσφατα από το πανεπιστήμιο Bundesanstalt στη Γερμανία , δείχνουν αρκετά περίπλοκα. Ακόμη και των ίδιων χειροποίητων αντικειμένων οι χρήστες των ατομικών δυναμικών μικροσκοπίων μπορούν να παραγάγουν μεγάλες αποκλίσεις στις μετρήσεις τους. Χωρίς συμφωνηθέντα πρότυπα, τα εργαλεία ή οι μηχανές δεν μπορούν να είναι βαθμολογημένα στην κλίμακα nanometre. Δεν είναι επομένως ακόμα δυνατόν για τα εργαστήρια και τις εγκαταστάσεις κατασκευής να ανταλλάξουν και να συγκρίνουν στοιχεία από την διεξαγωγή των πειραμάτων τους. Επίσης, τα πρότυπα υγείας και ασφάλειας δεν μπορούν να καθορίσουν τις νομικές απαιτήσεις.

Μέτρηση μήκους

Αυτήν την περίοδο δεν υπάρχει ένα διεθνές πρότυπο που να μπορεί να εφαρμοστεί στην βαθμονόμηση.

Το εθνικό φυσικό εργαστήριο (NPL) στο Ενωμένο Βασίλειο έχει μια ιδιαίτερη φήμη στην επίσημη Νανομετρολογία και έχει κάνει πρόοδο για να αναπτύξει την δυνατότητα μέτρησης καθώς επίσης και να πάρει την ευθύνη για τα Βρετανικά εθνικά πρότυπα.

Έχει επίσης πραγματοποιήσει πρότυπο μέτρου nanoscale , κυρίως μέσω της οπτικής και των ακτινών Χ . Εντούτοις, οι συγκριτικές μέθοδοι γίνονται ατελέσφορες κατά την εργασία με τα πολύ μικρά αντικείμενα συγκρίσιμα με το μήκος κύματος που χρησιμοποιεί φωτόνια .



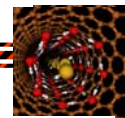
Ως εκ τούτου, δεν είναι ακόμα δυνατό να καθοριστούν ακριβώς οι διαστάσεις ή η μορφή σε όλους τους άξονες. Πολλοί εμφανίζουν τις μεθόδους χαρακτηρισμού (ειδικά για τις βιομηχανίες ηλεκτρονικής) άμεσα εκμεταλλεύσιμες. Είναι πιθανό ότι η πρακτική της μετρολογίας μήκους θα βελτιωνόταν μέσω των καλύτερων, εύχρηστων συστημάτων βαθμολόγησης και των βελτιωμένων οργάνων, σχετικά με τις τρέχουσες εμπορικές εκδόσεις. Αναμφισβήτητα βέβαια η καλύτερη εκπαίδευση στην πρακτική για το nanometrology εν μέρει θα αντιμετώπιζε αυτό το ζήτημα.

Μέτρηση δύναμης

Μαζί με τη μέτρηση μήκους, η μέτρηση δύναμης (που μετριέται σε Newtons (N)) είναι πιθανό να γίνει ένας σημαντικός τομέας του nanometrology.

Ο έλεγχος της ακαμψίας και της γεωμετρίας θα μπορεί να βελτιωθεί, εάν οι ποσοτικές μετρήσεις των μηχανικών ιδιοτήτων επιφάνειας μπορούν να γίνουν κατά τη μέτρηση βιολογικών και άλλων μαλακών υλικών.

Είναι επίσης πιθανό να υπάρξει μια αυξανόμενη ανάγκη να μετρηθεί ακριβώς η ελαστικότητα των μορίων πρωτεΐνης, για να καθορίσει τη δύναμη των δεσμών των μορίων και άλλες ιδιότητες των μορίων. Αυτήν την περίοδο, υπάρχει ένα μεγάλο κενό στην ικανότητα μέτρησης σε αυτόν τον τομέα. Υπάρχει μεγάλη ανάπτυξη, και ανάγκη για το χαρακτηρισμό δύναμης στο micronewton (10^{12} N). Αυτήν την περίοδο, καμία πλήρως ικανοποιητική τεχνική δεν είναι διαθέσιμη είτε για τα δευτεροβάθμια



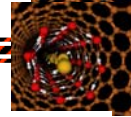
πρότυπα είτε για τα πρωτεύοντα αντικείμενα, αν και μερικά ερευνητικά προγράμματα είναι υπό εξέλιξη (NPL και το εθνικό ίδρυμα για τα πρότυπα και την τεχνολογία (NIST), ΗΠΑ, και τα δύο εξετάζουν τις μεθόδους που είναι βασισμένες στις ηλεκτροστατικές δυνάμεις). Διάφορες ομάδες, κυρίως υποστηριγμένες από τα εθνικά εργαστήρια (όπως NPL και το πανεπιστήμιο Warwick στο Ηνωμένο Βασίλειο, και NIST στις ΗΠΑ), ερευνούν τα συστήματα που αφορούν τη δύναμη τις ηλεκτρικές ιδιότητες και έτσι τα κβαντικά πρότυπα. Παρ'όλα αυτά, μέχρι τώρα όλοι τους παραμένουν πειραματικοί και απαιτείται πολύ περισσότερη εργασία επειγόντως στα θεμελιώδη πρότυπα μεταφοράς για τις δυνάμεις πολύ μικρότερες από το ένα millinewton.

Μερικά όργανα νανο-εγκοπών για τη μέτρηση σκληρότητας, χρησιμοποιούν το μικροϋπολογιστή με ηλεκτρομηχανικά συστήματα (MEMS), με γενικά παρόμοιες αποκλείσεις πέρα από την ανιχνευσιμότητα .

Μέτρηση των ενιαίων μορίων

Μακροπρόθεσμα αναμένεται ανάπτυξη στη μέτρηση της κλίμακα του ενιαίου μορίου. Οι μετρήσεις των ενιαίων οργανικών μορίων και οι δομές όπως τα single-wall nanotubes είναι ήδη γνωστά.

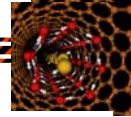
Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και AFM / STM βοηθούν να προσδιορίσουν τη μορφή. Είναι σχετικά στερεότυπη σε πολλά ερευνητικά εργαστήρια αυτή η διαδικασία . Όλο και περισσότερο ενδιαφέρον παρουσιάζετε για την ακαμψία μορίων. Στην πραγματικότητα σε μια δοκιμαστική καμπύλη, τα βήματα δείχνουν το σπάσιμο και το συμπέρασμα στη θέση των διάφορων τύπων ατομικών δεσμών.



Εφαρμογές

Η μετρολογία αποτελεί τη βάση της βιομηχανίας των ημιαγωγών και είναι υπό αυτήν τη μορφή πάρα πολύ προηγμένη. Η Διεθνής τεχνολογία Roadmap αναφέρεται στους ημιαγωγούς όπου επρόκειτο για μια σειρά από προκλήσεις για το nanometrology . Η οποία πρόκειται να κρατήσει το ρυθμό με τη μείωση του μεγέθους των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων των συσκευών ημιαγωγών. Στενεύοντας τα μεγέθη των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, ο αυστηρός έλεγχος της συσκευής ,οι ηλεκτρικές παράμετροι και ο νέος τρόπος διασύνδεσης υλικών, θα παράσχει τις κύριες προκλήσεις για τη φυσική μετρολογία . Για να επιτύχει το επιθυμητό αποτέλεσμα στις συσκευές νανομετρολογίας ,τα εργαλεία πρέπει να είναι ικανά για μέτρησης των ιδιοτήτων και των ατομικών αποστάσεων.

Η σύνθεση αυτών, είναι η αβέβαιη ανάπτυξη συσκευών που κάνει δύσκολο να προβλέψουμε τις ανάγκες μετρολογίας μακροπρόθεσμα και ειδικότερα την απαραίτητη μετρολογία για την κατασκευή αξιοπιστίας . Μια σημαντική ανάγκη είναι να ενσωματώσει στοιχεία μετρολογίας στη διαδικασία κατασκευής. Οι αναπτυσσόμενες ικανότητες των ημιαγωγών, είναι συνδυασμένες με τις τεχνικές ανάπτυξης για MEMS για να επιτρέψει την κατασκευή ηλεκτρομηχανικών συστατικών με υπό 100nm διαστάσεις. Η εκμετάλλευση αυτών των δομών στις νανο-ηλεκτρομηχανικές συσκευές συστημάτων (NEMS) έχουν παράγει μερικές ενδιαφέρουσες και συναρπαστικές εξελίξεις στον τομέα του nanometrology.



Αναφορικά ο Schwab και η ομάδα του (2000) δημιούργησαν μια συσκευή NEMS που επιτρέπει τη μέτρηση της θερμικής αγωγιμότητας.

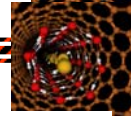
Μια άλλη ομάδα έχει δημιουργήσει ένα εξαιρετικά λεπτό NEMS με διακριτική ικανότητα (10^{-18}N).

Αυτές οι συσκευές έχουν πιθανές εφαρμογές για χαρακτηρισμό των ενιαίων ιδιοτήτων των μορίων και είναι παραδείγματα για το πώς ο τομέας NEMS αυξάνει τις ικανότητες του nanometrology.

Όργανα και τεχνικές που χρησιμοποιούνται στο nanometrology

a) Τεχνικές δεσμών ηλεκτρονίων

Το μικροσκόπιο μετάδοσης ηλεκτρονίων (TEM) χρησιμοποιείται για να ερευνήσει την εσωτερική δομή του μικροϋπολογιστή και των nanostructures. Λειτουργεί με τη διάβαση των ηλεκτρονίων μέσω του δείγματος και χρησιμοποιεί μαγνητικούς φακούς για να στρέψει την εικόνα της δομής, όπου το φως διαπερνά μέσω των υλικών στα συμβατικά μικροσκόπια. Επειδή το μήκος κύματος των ηλεκτρονίων είναι πολύ πιο σύντομο από αυτό του φωτός, η ανάλυση που επιτυγχάνεται είναι υψηλότερη απ'ότι σε ένα συμβατικό μικροσκόπιο. Το TEM μπορεί να αποκαλύψει τις λεπτότερες λεπτομέρειες της εσωτερικής δομής και σε μερικές περιπτώσεις σε μεμονωμένα άτομα. Τα δείγματα που χρησιμοποιούνται για TEM πρέπει να είναι πολύ λεπτά (συνήθως λιγότερο από 100nm), έτσι ώστε πολλά ηλεκτρόνια να μπορούν να

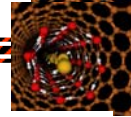


διαπεράσουν το δείγμα. Ακόμη μερικά υλικά όπως τα nanotubes, οι σκόνες nanocrystalline ή οι μικρές συστάδες μπορούν να αναλυθούν άμεσα από την απόθεση σε ένα πλέγμα TEM με μια ταινία υποστήριξης άνθρακα. Το TEM και η υψηλής ευκρίνειας μικροσκόπηση που προσφέρει, είναι μεταξύ των σημαντικότερων εργαλείων που χρησιμοποιούνται στην εικόνα και την εσωτερική δομή ενός δείγματος.

Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο ανίχνευσης (SEM), χρησιμοποιεί πολλές από τις βασικές τεχνολογίες που αναπτύσσονται για το TEM και αυτό για να παρέχει τις εικόνες χαρακτηριστικών γνωρισμάτων των επιφανειών σε ένα δείγμα. Εδώ μια ακτίνα ηλεκτρονίων σαρώνει ένα σημείο διαμέτρου περίπου 1 NM στην επιφάνεια του δείγματος και ανιχνεύεται στην επιφάνεια. Η τοπογραφία της επιφάνειας ενός δείγματος αποκαλύπτεται είτε από τα απεικονισμένα, διασκορπισμένα ηλεκτρόνια που παράγονται ή από τα ηλεκτρόνια που εκτινάσσονται από το δείγμα ως συναφή ηλεκτρόνια. Μια οπτική εικόνα, που αντιστοιχεί στο σήμα που παράγεται από την αλληλεπίδραση μεταξύ του σημείου πρόσκρουσης των ακτινών και του δείγματος, σε κάθε σημείο σύμφωνα με τη γραμμή ανίχνευσης, απεικονίζεται ταυτόχρονα σε ένα καθοδικό σωλήνα ακτινών. Η καλύτερη ανάλυση που επιτυγχάνεται αυτήν την περίοδο είναι της τάξης του 1 NM.

b) Scanning probe techniques

Η μικροσκόπηση ανίχνευσης (SPM), χρησιμοποιεί την αλληλεπίδραση μεταξύ μιας αιχμηρής άκρης και μιας επιφάνειας για να λάβει μια εικόνα. Η αιχμηρή άκρη κρατιέται πολύ κοντά στην επιφάνεια που εξετάζεται και σκανάρει την επιφάνεια του αντικειμένου. Το ανοιγμένο μικροσκόπιο ανίχνευσης (STM)

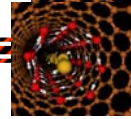


εφευρέθηκε το 1981 από τους Gerd Binnig και Heinrich Rohrer, οι οποίοι πήραν το βραβείο Νόμπελ φυσικής το 1986.

Η εφεύρεση του STM οδήγησε άμεσα στην ανάπτυξη άλλων μικροσκοπίων " ελέγχων ανίχνευσης" όπως το ατομικό μικροσκόπιο δύναμης. Το οποίο (AFM) χρησιμοποιεί μια αιχμηρή άκρη στο τέλος μιας εύκαμπτο ακτίνας. Δεδομένου ότι η άκρη ανιχνεύεται πέρα από το δείγμα, η μετατόπιση του τέλους cantilever μετριέται συνήθως μια ακτίνα λέιζερ. Αντίθετα από το STM, όπου το δείγμα πρέπει να είναι αγώγιμο, ένα AFM μπορεί να εξετάσει μη αγώγιμα υλικά

c) Optical tweezers (single beam gradient trap)

Τα οπτικά τσιμπιδάκια χρησιμοποιούν μια ενιαία ακτίνα λέιζερ (που στρέφεται από έναν υψηλής ποιότητας μικροσκόπιο) . Οι δυνάμεις πίεσης και κλίσης της ακτινοβολίας από το σημείο ,δημιουργούν μια "οπτική παγίδα" που είναι σε θέση να κρατήσει ένα μόριο στο κέντρο της. Οι μικρές διατομικές δυνάμεις και οι μετατοπίσεις μπορούν έπειτα να μετρηθούν. Σαν δείγματα που μπορούν να αναλυθούν είναι τα ενιαία άτομα ως και τα σκέλη του DNA και των ζωντανών κυττάρων. Τα οπτικά τσιμπιδάκια είναι τώρα μια τυποποιημένη μέθοδος χειρισμού και μέτρησης. Οι πολυάριθμες παγίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα με άλλες οπτικές τεχνικές, όπως τα χειρουργικά νυστέρια λέιζερ, τα οποία μπορούν να κόψουν το μόριο που μελετάται.

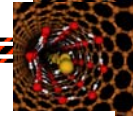


Γιατί κάνετε τη νανοτεχνολογία;

Κάποιος θα ρωτήσει, "ποιες είναι ακριβώς οι πιθανές χρήσεις της νανοτεχνολογίας;"

Στον περιορισμένο αριθμό ετών που γνωρίζουμε και μαθαίνουμε για την νανοτεχνολογία ένας μεγάλος αριθμός πιθανών απαντήσεων έχουν δοθεί σε αυτήν την ερώτηση .

Οι πιθανές απαντήσεις περιλαμβάνουν ,τους κβαντικούς υπολογιστές, τη μακροπρόθεσμη συντήρηση ζωής και ουσιαστικά όλα τα ενδιάμεσα προβλήματα της ανθρωπότητας . Φαίνεται ότι η νανοτεχνολογία θα μπορούσε ενδεχομένως να λύσει ακριβώς, οποιοδήποτε πρόβλημα το οποίο θα μπορούσαμε να σκεφτούμε, κατά συνέπεια, μια πιο ενδιαφέρουσα ερώτηση είναι, "ποια πραγματικά προβλήματα θα λυθούν πρώτα από την νανοτεχνολογία ;" Από τώρα φαίνεται ότι οι πρώτες επαναστατικές εφαρμογές της νανοτεχνολογίας θα είναι στην πληροφορική και την ιατρική. Πιθανότατα πρώτα θα επηρεαστούν αυτοί οι δύο τομείς ,δεδομένου ότι και οι δύο απαιτούν το μοριακό χειρισμό του θέματος στο εγγύς μέλλον.



Λίγη ιστορία για την νανοτεχνολογία

Υπό μερικές έννοιες, **νανοεπιστήμη** και **νανοτεχνολογία** δεν είναι κάτι νέο.

Πολλές χημικές ουσίες και διαδικασίες έχουν χαρακτηριστικά γνωρίσματα nanoscale (νανοεπιπέδου).

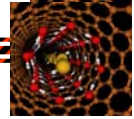
Παραδείγματος χάριν, οι βιομηχανίες έχουν κατασκευάσει τα πολυμερή, μεγάλα μόρια φτιαγμένα με μικροσκοπικές υπομονάδες.

ο φυσικός κόσμος περιέχει επίσης πολλά παραδείγματα που εμπίπτουν στο nanoscale .

Δομές, όπως το γάλα (ένα κολλοειδές nanoscale) και οι πρωτεΐνες που έχουν τον έλεγχο σε ένα φάσμα βιολογικών δραστηριοτήτων, όπως το λύγισμα των μυών, η απελευθέρωση της ενέργειας και η επισκευή των κυττάρων.

Ο όρος "νανοτεχνολογία" δεν χρησιμοποιήθηκε μέχρι το 1974, όταν Norio Taniguchi, ένας ερευνητής του πανεπιστημίου του Τόκιο, το χρησιμοποίησε για να αναφερθεί στη μηχανική δυνατότητα υλικών ακριβώς στο επίπεδο nanometre . (Taniguchi 1974).

Η αυγή της επιστήμης nanoscale έγινε από τον Richard Feynman, το 1959 στην ετήσια συνεδρίαση της αμερικανικής φυσικής κοινωνίας στο ίδρυμα τεχνολογίας της Καλιφόρνιας. Σε αυτήν την διάλεξη, Feynman πρότεινε ότι δεν υπάρχει κανένας θεμελιώδης λόγος να αποτραπεί ο ελεγχόμενος χειρισμός του

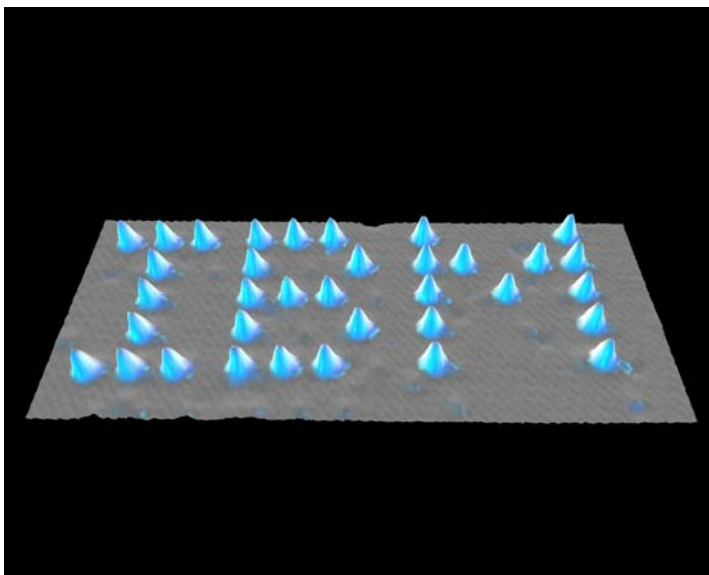


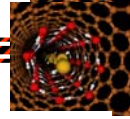
θέματος στην κλίμακα των μεμονωμένων ατόμων και των μορίων. Είκοσι ένα έτη αργότερα, ο Eigler και οι συνάδελφοι του κατασκεύασαν το πρώτο προκαλούμενο από τον άνθρωπο αντικείμενο σε κλίμακα νανο με την ενίσχυση ενός ανοιγόμενου μικροσκοπίου ανίχνευσης.

Η αρχική κατευθυντήρια δύναμη για τη μικρογράφηση εκείνη την περίοδο, προήλθε από την ηλεκτρονική βιομηχανία, η οποία στόχευε να αναπτύξει τα εργαλεία για να δημιουργήσει μικρότερες και επομένως γρηγορότερες και πιο σύνθετες ηλεκτρονικές συσκευές με τσιπ πυριτίου.

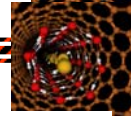
Πράγματι, στην IBM στις ΗΠΑ η αποκαλούμενη τεχνική λιθογραφίας με δέσμη ηλεκτρονίων ,χρησιμοποιήθηκε για να δημιουργήσει τα nanostructures ,συσκευές τόσο μικρές όπως 40-70 NM στις αρχές της δεκαετίας του '70

Το 1990, οι ερευνητές της IBM έδειξαν ότι είναι δυνατό να χειριστούν τα ενιαία άτομα. Τοποθέτησαν 35 άτομα xenon στην επιφάνεια ενός κρυστάλλου νικελίου συλλαβίζοντας τα γράμματα IBM χρησιμοποιώντας ένα **δυναμικό ατομικό μικροσκόπιο** .





Οι πρόοδοι στον τομέα έχουν επιταχύνει μετά από την εφεύρεση, των Binnig και Rohrer το 1981, του ανοίγομενου μικροσκοπίου ανίχνευσης. Αυτό το μικροσκόπιο και τα παράγωγά του, μας επιτρέπουν να έχουμε εικόνα και χειρίζομαστε άτομα, μόρια και συστάδες με ελεγχόμενο τρόπο. Είναι αυτό το εργαλείο που μας επιτρέπει μέσα σε ένα νανο-εργαστήριο, να δημιουργήσουμε και να χαρακτηρίσουμε μεμονωμένες δομές εκ των οποίων οι διαστάσεις είναι στην κλίμακα του nanometres.



Nanomaterials νανο-υλικά

Ο στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να δώσει μια επισκόπηση των ιδιοτήτων και προβλέψεις για εφαρμογές μερικών βασικών nanomaterials.

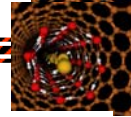
Ένας βασικός οδηγός στην ανάπτυξη των νέων και βελτιωμένων υλικών, από τους χάλυβες του 19ου αιώνα στα προηγμένα υλικά σήμερα, είναι η δυνατότητα να ελεγχθεί η δομή τους στις μικρότερες κλίμακες nanoscale .

Οι γενικές ιδιότητες των υλικών ,τόσο διαφορετικών αναμεταξύ τους όσο τα χρώματα και τα τσιπ πυριτίου ,καθορίζονται από τη δομή τους στο μικροϋπολογιστή .

Δεδομένου ότι η κατανόηση υλικών στο nanoscale και η δυνατότητά μας να ελέγξουμε τη δομή τους βελτιώνεται, θα υπάρξει μεγάλη δυνατότητα να δημιουργηθεί μια σειρά από υλικά με νέα χαρακτηριστικά, λειτουργίες και εφαρμογές .

Αν και είναι ένας ευρύς ορισμός, ταξινομούμε τα nanomaterials ως εκείνα που έχουν συστατικά με τουλάχιστον μια διάσταση λιγότερο από 100 NM.

Υλικά που έχουν μια διάσταση nanoscale (και επεκτείνεται στις άλλες δύο διαστάσεις) είναι στρώματα, όπως λεπτές ταινίες ή επιστρώματα επιφάνειας.



Μερικά από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα στα τσιπ υπολογιστή έρχονται σε αυτήν την κατηγορία.

Υλικά που είναι nanoscale σε δύο διαστάσεις (και εκτεταμένος σε μια διάσταση) περιλάβετε nanowires και nanotubes.

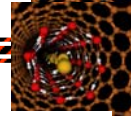
Υλικά που είναι nanoscale σε τρεις διαστάσεις είναι μόρια, παραδείγματος χάριν ιζήματα, κολλοειδή και κβαντικά σώματα (μικροσκοπικά μόρια από υλικό ημιαγωγού).

Υλικά Nanocrystalline, φτιαγμένα επάνω από τα ταξινομημένα κατά nanoscale υλικά, ανήκουν επίσης σε αυτήν την κατηγορία.

Μερικά από αυτά τα υλικά είναι διαθέσιμα για κάποιο χρόνο άλλα είναι πραγματικά νέα.

Δύο κύριοι παράγοντες προκαλούν τις ιδιότητες των nanomaterials για να διαφέρουν σημαντικά από άλλα υλικά: αυξανόμενη σχετική περιοχή επιφάνειας, και κβάντο αποτελέσματα.

Αυτοί οι παράγοντες μπορούν να αλλάξουν ή να ενισχύσουν τις ιδιότητες όπως η ικανότητα αμέσου αντιδράσεως, σε ερεθίσματα ηλεκτρικού φορτίο, πίεση, θερμοκρασία..

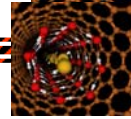


Δεδομένου ότι ένα μόριο μειώνεται στο μέγεθος, υπάρχει μεγαλύτερη αναλογία με άτομα που βρίσκονται στην επιφάνεια έναντι εκείνων μέσα στο σώμα του μορίου.

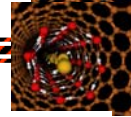
Παραδείγματος χάριν, ένα μόριο μεγέθους 30 NM έχει 5% άτομά στην επιφάνειά του, σε 10 NM 20% των ατόμων του, και σε 3 NM 50% των ατόμων του.

Οι αντιδράσεις και οι αλλαγές στα χαρακτηριστικά εμφανίζονται στις επιφάνειες, αυτό σημαίνει ότι μια δεδομένη μάζα από το υλικό θα είναι περισσότερο αντιδραστική, από ίδια μάζα υλικού φτιαγμένου με μεγαλύτερης κλίμακας μόρια.

Οι αντιδράσεις αυτές μπορούν να έχουν επιπτώσεις οπτικές, ηλεκτρικές και μαγνητικές στην συμπεριφορά των υλικών, Μια αύξηση στην περιοχή επιφάνειας (ανά μάζα μονάδων) θα οδηγήσει μια αντίστοιχη αύξηση στην ικανότητα άμεσης χημική αντίδρασης, Παράγονται μερικά nanomaterials χρήσιμα ως καταλύτες για να βελτιώσει την απόδοση των κυττάρων καυσίμων fuel cell και των μπαταριών.



Ο άνθρακας nanotubes, μακριοί, λεπτοί κύλινδροι άνθρακα, ανακαλύφθηκαν το 1991 από τον Iijima. Αυτά είναι μεγάλα μακρομόρια που είναι μοναδικά για το μέγεθος, τη μορφή, και τις αξιοπρόσεκτες σωματικές ιδιότητές τους. Μπορούν να θεωρηθούν κάπως σαν ένα φύλλο του γραφίτη (ένα εξαγωνικό δικτυωτό πλέγμα του άνθρακα) σε έναν κύλινδρο. Αυτές οι δομές έχουν προκαλέσει πολύ ενθουσιασμό στα πρόσφατα έτη και ένα μεγάλο ποσό έρευνας έχει αφιερωθεί στην κατανόησή τους. Αυτήν την περίοδο, οι σωματικές ιδιότητες ανακαλύπτονται ακόμα και συζητούνται. Αυτό που το καθιστά τόσο δύσκολο είναι ότι το nanotubes έχει μια πολύ ευρεία σειρά ηλεκτρονικών, θερμικών και δομικών ιδιοτήτων που αλλάζουν ανάλογα με τα είδη των nanotube που καθορίζεται από τη διάμετρο, το μήκος, και το chirality, ή τη συστροφή του. Να καταστήσει τα πράγματα πιο ενδιαφέροντα, εκτός από την κατοχή ενός ενιαίου κυλινδρικού τοίχου (SWNTs), το nanotubes μπορεί να έχει τους πολλαπλάσιους τοίχους (MWNTs) -- κύλινδροι μέσα στους άλλους κυλίνδρους. Αυτό το ισόχωρο είναι μια τρέχουσα προσπάθεια να παρασχεθεί στους ερευνητές και στους σπουδαστές, μια κεντρική θέση για την ανταλλαγή τρέχουσας γνώσης και πληροφοριών.

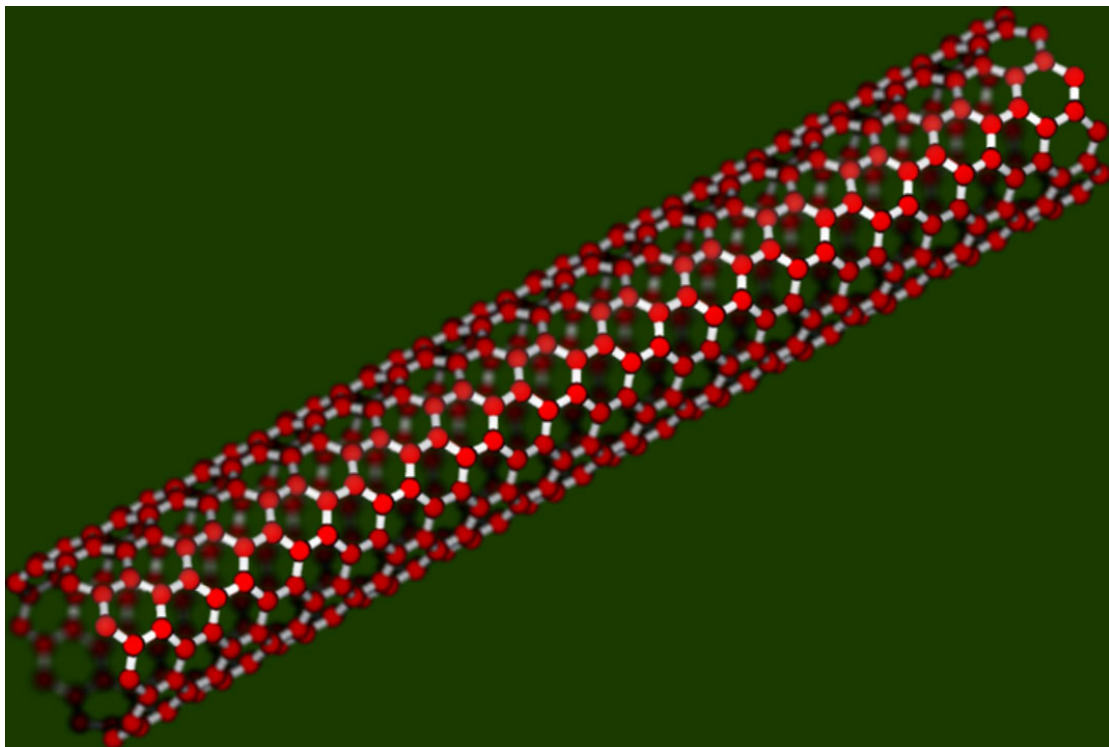


Και οι δύο είναι χαρακτηριστικά μερικά nanometres στη διάμετρο και μερικά micrometres ($10^6 \mu$).

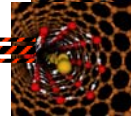
Τα CNTs έχουν διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στα πλαίσια των nanomaterials, εξαιτίας των νέων χημικές και σωματικών ιδιότητές τους.

Είναι μηχανικά πολύ ισχυρός 1 terapascal, καθιστώντας το CNTS τόσο δύσκαμπτο όσο το διαμάντι ακόμη μπορεί να διευθύνει την ηλεκτρική ενέργεια εξαιρετικά και να καθορίζει εάν το CNT είναι ένας ημιαγωγός ή μεταλλικό.

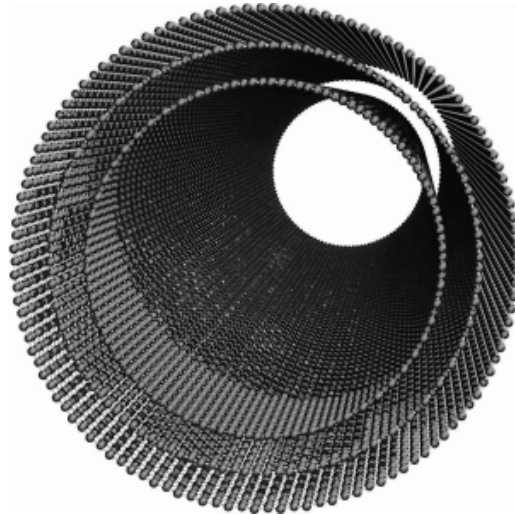
Όλες αυτές οι αξιοπρόσεκτες ιδιότητες δίνουν στα CNTs μια σειρά πιθανών εφαρμογών, παραδείγματος χάριν στα ενισχυμένο σύνθετα, τους αισθητήρες, το nanoelectronics και τις συσκευές βιντεοπροβολών .



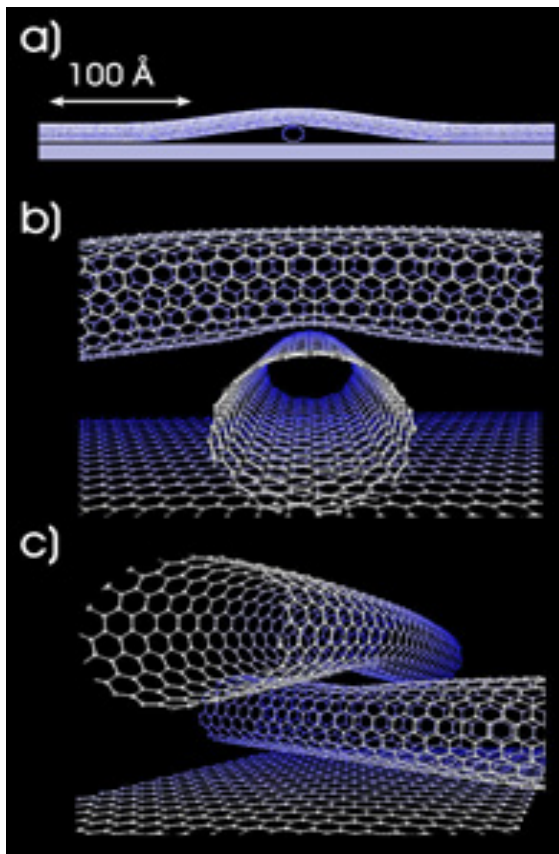
Μια σχηματική αναπαράσταση ενός ενιαίο-περιτοιχισμένου άνθρακα

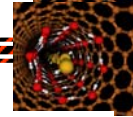


Σχηματική αναπαράσταση
ενός πολύ-περιτοιχισμένου
άνθρακα nanotube (MWNT)
nanotube (SWNT)



Τα CNTs είναι διαθέσιμα εμπορικά σε περιορισμένες ποσότητες και μπορούν να αυξηθούν από διάφορες τεχνικές. Εντούτοις, εκλεκτική και ομοιόμορφη παραγωγή CNTs με συγκεκριμένες διαστάσεις και σωματικές ιδιότητες, πρόκειται ακόμα να επιτευχθούν.





Nanomanufacturing και η βιομηχανική εφαρμογή των νανοτεχνολογιών

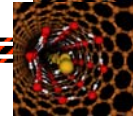
Στο προηγούμενο κεφάλαιο, είδαμε πολλά παραδείγματα του nanoscience και μερικές τρέχουσες και πιθανές εφαρμογές των νανοτεχνολογιών. Οι τρέχουσες βιομηχανικές εφαρμογές των νανοτεχνολογιών είναι κυρίως στο χαρακτηρισμό των υλικών, την παραγωγή των χημικών ουσιών και των υλικών, την κατασκευή ακρίβειας και τις ICT. Γενικά, αυτές οι εφαρμογές αντιπροσωπεύουν ένα μικρό και σχετικά αμελητέο μέρος των εφαρμογών. Σήμερα είναι πιθανό ότι πολλές διαδικασίες κατασκευής θα επηρεαστούν από τις νανοτεχνολογίες, ακριβώς όπως αυτοί είναι σήμερα από τις ICT.

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφουμε πώς οι νανοτεχνολογίες πραγματοποιούνται μέσα στην βιομηχανία και εστιάζουμε στις γενικές μεθόδους παραγωγής nanomaterial σε ποσοστά παραγωγής και χρήση σε μερικές εφαρμογές βασικής βιομηχανίας. Δείχνουμε πώς η νανοεπιστήμη και οι νανοτεχνολογίες προσκολλούν στη βιομηχανία μακροπρόθεσμα και πως μερικοί από τους παράγοντες έχουν επιπτώσεις στην εμπορευματοποίηση των νανοτεχνολογιών.

Χαρακτηρισμός

Ο χαρακτηρισμός των υλικών - ο προσδιορισμός της μορφής, του μεγέθους, της διανομής, των μηχανικών και χημικών ιδιοτήτων τους - είναι ένας σημαντικό μέρος της βιομηχανικής διαδικασίας. Εξυπηρετεί δύο ευρείς σκοπούς: ποιοτικό έλεγχο και ως τμήμα της έρευνας και της ανάπτυξης των νέων διαδικασιών, των υλικών και των προϊόντων.

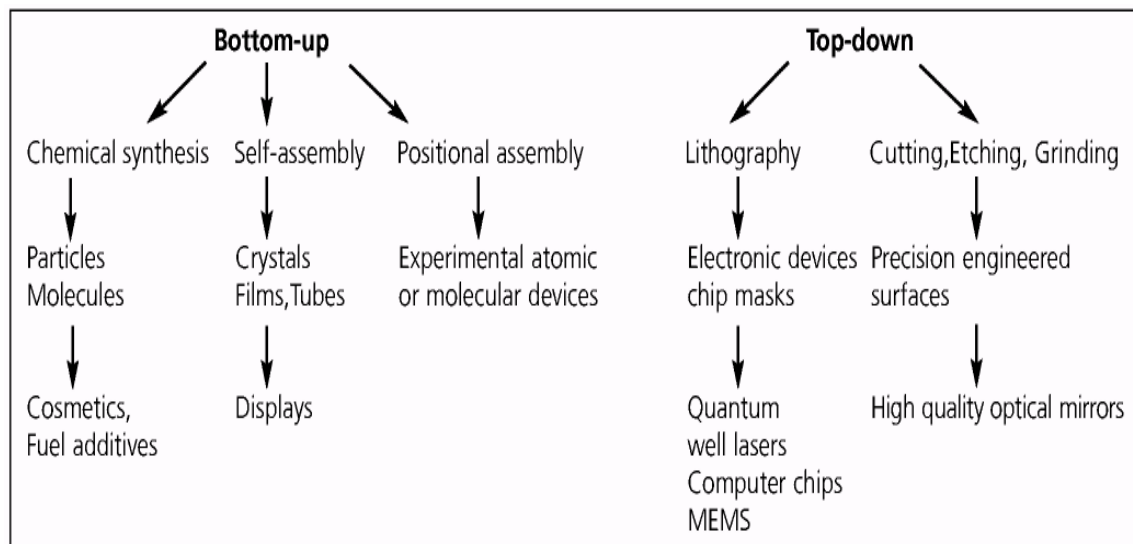
Τα στοιχεία που λήφθηκαν κατά τη διάρκεια ερευνών σε βιομηχανικά εργαστήρια μας έδειξαν ότι πολλοί τομείς της βιομηχανίας δεν θεώρησαν τις νανοτεχνολογίες νέες (παραδείγματος χάριν οι nanoscale δομές είναι σημαντικές στη βιομηχανία καταλυτών εδώ και 100 χρόνια). Εντούτοις, οι βιομηχανοί θεωρούν ότι μια σημαντική ανακάλυψη στα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για να παρατηρήσουν και να μετρήσουν τις ιδιότητες και τις διαδικασίες στο επίπεδο nanoscale. Περίπλοκα εργαλεία, όπως τα STM, AFM και TEM επιτρέπουν τον ενδιάμεσο χαρακτηρισμό των υλικών στο nanoscale,



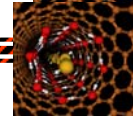
ξεχωρίζοντας μεμονωμένα άτομα που μπορούν να παρατηρηθούν και να αναλυθούν. Αυτό οδηγεί στη καλύτερη κατανόηση της σχέσης μεταξύ της μορφής και των ιδιοτήτων των υλικών διευκολύνει τον έλεγχο των διαδικασιών στο nanoscale . Εντούτοις, η εμπορευματοποίηση τέτοιων προηγμένων λειτουργικών υλικών απαιτεί να γίνουν με έναν προβλέψιμο, αξιόπιστο τρόπο, και σε επαρκείς ποσότητες. Έως ότου επιτευχθεί αυτό , η παραγωγή θα περιοριστεί σε ακαδημαϊκό επίπεδο και τα τμήματα ερευνάς και ανάπτυξης μέσα στη βιομηχανία.

Fabrication techniques

Υπάρχει μια ευρεία ποικιλία των τεχνικών νανο κατασκευής με διάφορους βαθμούς ποιότητας, ταχύτητας και κόστους. Αυτές οι διαφορετικές προσεγγίσεις κατασκευής εμπίπτουν σε δύο κατηγορίες : "Bottom-up", και "Top-down". Τα τελευταία χρόνια τα όρια κάθε προσέγγισης, από την άποψη του μεγέθους χαρακτηριστικών γνωρισμάτων και της ποιότητας που μπορούν να επιτευχθούν, έχουν αρχίσει να συγκλίνουν.



Η Bottom-up κατασκευή, περιλαμβάνει την οικοδόμηση των δομών, άτομο με άτομο ή μόριο με μόριο. Η ευρεία ποικιλία των προσεγγίσεων προς την επίτευξη αυτού του στόχου μπορεί να χωριστεί σε τρεις κατηγορίες: χημική σύνθεση, μονής περισυλλογής , και θεσιακής - περισυλλογής .



Η θεσιακή περισυλλογή (με τα πολλά πρακτικά μειονεκτήματά του ως εργαλείο κατασκευής) είναι η μόνη τεχνική στην οποία τα ενιαία άτομα ή τα μόρια μπορούν να τοποθετηθούν σκόπιμα ένα προς ένα. Πιο χαρακτηριστικά, οι μεγάλοι αριθμοί ατόμων ή μορίων χρησιμοποιούνται ή δημιουργούνται από χημική σύνθεση και τακτοποιούνται έπειτα μέσω των φυσικά εμφανιζόμενων διαδικασιών σε μια επιθυμητή δομή.

Χημική σύνθεση

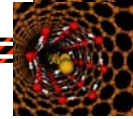
Η χημική σύνθεση είναι μια μέθοδος που οι πρώτες ύλες ή τα μόρια, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε άμεσα στα προϊόντα με μαζική διαταραγμένη μορφή, είτε ως δομικές μονάδες των πιο διαταγμένων δομικά υλικών.

Η φάση παραγωγής είναι, το υλικό που μπορεί να είναι σε οποιοδήποτε φυσική κατάσταση ή χημικά ανεξάρτητο σε μείγμα με άλλα συστατικά. Το πρώτο βήμα είναι η δημιουργία μιας νέας φάσης όπου η μορφή nanoparticles μπορεί να διαμορφωθεί από ένα χημικό βήμα. Με άλλα λόγια, η ίδια η αλλαγή φάσης θα μπορούσε να επιφέρει το σχηματισμό nanoparticle (σπάνιο αλλά πιθανό) αν και γενικά οι περιστάσεις δημιουργούνται με όποιο nanoparticles μπορεί να γίνει. Εντούτοις, είναι ακόμα σε εργαστηριακή κλίμακα και η σύνθεση γίνεται σε χιλιόγραμμα ανά ημέρα λειτουργίας ή ακόμα και λιγότερο.

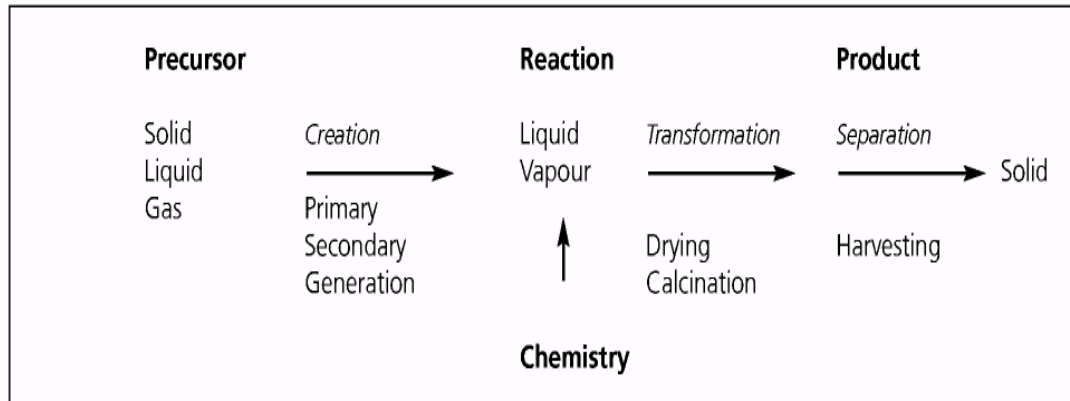
Τα μεταλλικά οξειδία, όπως το διοξείδιο τιτανίου, το οξείδιο ψευδάργυρου, το διοξείδιο πυριτίου, το οξείδιο αλουμινίου, η zirconia και το οξείδιο σιδήρου, είναι αυτήν την περίοδο τα πιο εμπορικά σημαντικά nanoparticles. Είναι διαθέσιμα ως ξηρές σκόνες ή σε υγρές μορφές. ,

Οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται αυτήν την περίοδο στους τομείς της αγοράς επιμετάλλωσης (διοξείδιο τιτανίου κλπ.) είναι σε ποσό 1.000-2.000 τόνους το χρόνο παγκοσμίως, με τα υλικά αξίας περίπου \$10 έως \$100.000 ανά τόνο. Αν και η παγκόσμια αγορά για τα nanoparticles αναμένεται να αυξηθεί κατά τη διάρκεια των επόμενων ετών, πρέπει να παρέχει σε συνολικό ποσοστό παραγωγής όλων των χημικών ουσιών περίπου 400 τόνοι το χρόνο (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2001), και έτσι οι χημικές ουσίες σε σχέση με μορφές nanoparticulate να αποτελούν ένα μικροσκοπικό μέρος του συνόλου (περίπου 0,01 %) εκείνη την περίοδο.

Το ανόργανο, μεταλλικό ή υλικό ημιαγωγών Nanoscalar συχνά θα έχει πολυχρηστική ιδιότητα, το οποίο θα επιτρέπει να



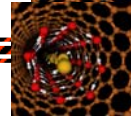
χρησιμοποιηθεί σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας. Το οξειδίο ψευδάργυρου, παραδείγματος χάριν, θα έχει περισσότερη εμπορική χρήση ως οπτικοηλεκτρονικό υλικό (για τις επιδείξεις ή τα προηγμένα ηλιακά και φωτοβολταϊκά κύτταρα) όπου θα καθορισθεί στο τελικό προϊόν, απ'οτι ως συστατικό για τα προϊόντα επιμετάλλωσης, όπου τα μόρια θα είναι ελεύθερα.



Self assembly

Η Self assembly είναι μια Bottom-up τεχνική παραγωγής στην οποία τα άτομα ή τα μόρια τακτοποιούνται στις διαταγμένες nanoscale δομές από τις φυσικές ή χημικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μονάδων. Ο σχηματισμός των αλκαλικών κρυστάλλων και χιονονιφάδων, με την περίπλοκη δομή τους, είναι παραδείγματα των διαδικασιών Self assembly. Αν και η Self assembly έχει εμφανιστεί στη φύση εδώ και χιλιάδες έτη, η χρήση της μόνης συνέλευσης στη βιομηχανία είναι σχετικά νέα. Υπάρχει ένα οικονομικό και περιβαλλοντικό συμφέρον για τις διαδικασίες μέσω των οποίων τα υλικά ή τα τμήματα προϊόντων διαμορφώνονται, δημιουργώντας τα λιγότερα απόβλητα και χρησιμοποιώντας λιγότερη ενέργεια. Εντούτοις, η τρέχουσα κατανόηση επεκτείνεται μόνο στη δημιουργία των πιο στοιχειωδών συστημάτων. Η βελτίωση και κατανόηση των θερμοδυναμικών και κινητικών διαδικασιών στο nanoscale, επιτράπηκε μέσω των προόδων στις τεχνικές χαρακτηρισμού και στη βελτιωμένη χρήση των υπολογιστών. Αυτό θα βοηθήσει στην ανάπτυξη πιο σύνθετων συστημάτων στο μέλλον.

Μια πιθανή τεχνική επεξεργασίας περιλαμβάνει τη χρήση μιας εξωτερικής δύναμης ή ενός τομέα (παραδείγματος χάριν, ηλεκτρικός ή μαγνητικός) για να επιταχύνει τη συχνά αργή διαδικασία Self assembly, η οποία είναι ελκυστική σε ένα βιομηχανικό πλαίσιο. Αυτό είναι γνωστό ως κατευθυνόμενη Self assembly.



Positional assembly

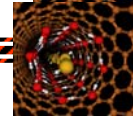
Η τελευταία Bottom-up τεχνική είναι Positional assembly, με την οποία τα άτομα ή τα μόρια χειρίζονται σκόπιμα και τοποθετούνται ένας προς ένα. Η Positional assembly είναι εξαιρετικά δύσκολη και δεν είναι αυτήν την περίοδο κατάλληλη ως βιομηχανική διαδικασία ατομικής-κλίμακας.

Το γεγονός ότι (αν και οι πολύ στοιχειώδεις) δομές μπορούν να είναι κατασκευασμένες άτομο προς άτομο έχει το προβάδισμα στην κερδοσκοπία ότι οι μικροσκοπικές μηχανές nanoscale θα μπορούσαν να γίνουν και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα για να κατασκευάσουν το άτομο προς άτομο υλικά. Η ιδέα είναι να κατασκευαστούν μια ή μερικές μηχανές (οι assembler) που θα έκαναν αρχικά τα αντίγραφα τους, και θα πήγαιναν έπειτα για να κάνουν τα υλικά παράλληλα, λύνοντας σε γενικές γραμμές το πρόβλημα της αργής ταχύτητας παραγωγής. Αυτή η κερδοσκοπία έχει οδηγήσει μερικά άτομα στους φόβους της ανεξέλεγκτης παραγωγής, γνωστούς ως "γκρίζο goo", Τέτοιες ανησυχίες ανήκουν αυτήν την περίοδο στη σφαίρα της επιστημονικής φαντασίας.

Top-down κατασκευή

Top-down κατασκευή περιλαμβάνει την έξης διαδικασία, αρχίζοντας από ένα μεγαλύτερο κομμάτι του υλικού και κάνοντας χρήση της χαρακτηριστικής, σκαλίζει ή επεξεργάζεται ένα nanostructure με την αφαίρεση του υλικού (παραδείγματος χάριν, στα κυκλώματα μικροτσιπ). Αυτό μπορεί να γίνει με τη χρησιμοποίηση των τεχνικών εφαρμοσμένη μηχανική και λιθογραφία ακρίβειας, έχει αναπτυχθεί και έχει καθοριστεί από τη βιομηχανία ημιαγωγών εδώ και 50 χρόνια.

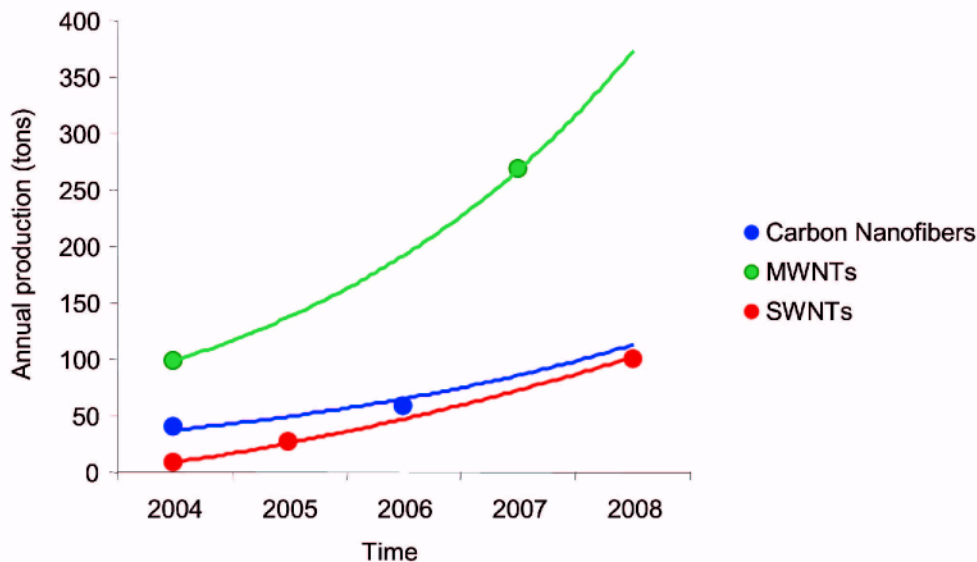
Οι Top-down μέθοδοι προσφέρουν την αξιοπιστία και την κατασκευή πολύπλοκων συσκευών, αν και είναι γενικά υψηλότερες στην ενεργειακή χρήση, και παράγουν περισσότερα απόβλητα από τις Bottom up μεθόδους. Η παραγωγή τωντσιπ υπολογιστών, παραδείγματος χάριν, δεν είναι ακόμα δυνατή μέσω των Bottom-up μεθόδων εντούτοις, υβριδικές τεχνικές είναι σε στάδια ανάπτυξης .



Εφαρμοσμένη μηχανική ακριβείας

Γενικά, η εφαρμοσμένη μηχανική ακριβείας υποστηρίζει ένα μεγάλο μέρος της βιομηχανίας μικροηλεκτρονικής σε πολλά στάδια παραγωγής των επίπεδων wafers ημιαγωγών, χαμηλής αστοχίας που χρησιμοποιούνται ως υποστρώματα για τα τσιπ υπολογιστών, στα μηχανικά στάδια που χρησιμοποιούνται για να τοποθετήσουν τα wafers, στην κατασκευή με οπτική ακρίβεια που χρησιμοποιείται για να τυπωθούν τα σχέδια στα wafers.

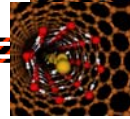
Επιπλέον, οι τεχνικές εφαρμοσμένης μηχανικής ακριβείας χρησιμοποιούνται σε ποικίλα καταναλωτικά προϊόντα όπως οι σκληροί δίσκοι υπολογιστών, οι συσκευές CD και DVD.



Lithography

Η λιθογραφία περιλαμβάνει τη διαμόρφωση μιας επιφάνειας μέσω της έκθεσης στο φως, τα ιόντα ή τα ηλεκτρόνια και έπειτα την χαρακτική ή και την απόθεση του υλικού προς την επιφάνεια για να παράγει την επιθυμητή συσκευή. Τα κύρια λιθογραφικά εργαλεία μπορούν να χωριστούν βολικά στις μεθόδους που χρησιμοποιούν μια ακτίνα των ηλεκτρονίων ή των ιόντων, για να γράψουν τα σχέδια και εκείνα που στηρίζονται στην προβολή του φωτός μέσω μιας μάσκας, για να καθορίσουν ένα σχέδιο πάνω σε ένα wafers ημιαγωγών.

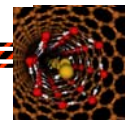
Βασισμένες μέθοδοι πάνω στα Ηλεκτρόνια και στα ιόντα- είναι σε θέση να παράγουν δομές κάτω από 10nm (με τη λιθογραφία δεσμών ηλεκτρονίων που έχει τη μέγιστη στερεότυπη ανάλυση) αλλά είναι πάρα πολύ αργοί για να χρησιμοποιηθούν άμεσα στην παραγωγή.



Η οπτική λιθογραφία χρησιμοποιείται για την παραγωγή των συσκευών ημιαγωγών. Αν και δεν έχει την ανάλυση των ακτινικών τεχνικών, παρέχει όμως καλύτερη ρυθμοαπόδοση και πιο οικονομική κατασκευή. Η λιθογραφία δεσμών ηλεκτρονίων χρησιμοποιείται πρώτιστα για να κατασκευάσουν τις μάσκες που χρησιμοποιούνται για την οπτική λιθογραφία και οι τεχνικές ιονικών ακτινών χρησιμοποιούνται συνήθως στις μάσκες επισκευής και για τις εφαρμογές ειδικών συσκευών.

Οι τεχνικές που αναπτύσσονται στη βιομηχανία μικροηλεκτρονικής έχουν επιτρέψει επίσης τη μικρογράφηση μηχανικών κινούμενων συσκευών MEMS, οι οποίες έχουν στη συνέχεια το προβάδισμα στην έρευνα σε NEMS. Η τεχνολογία MEMS επιδιώκει να εκμεταλλευτεί και να επεκτείνει τις ικανότητες που έχουν παρασχεθεί με την κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων πυριτίου. Μερικές τεχνολογίες MEMS αρχίζουν να επιτυγχάνουν την ωριμότητα στην κατασκευή (παραδείγματος χάριν, τα επιταχύνσιομετρα MEMS χρησιμοποιούνται ευρέως στους αισθητήρες αερόσακων). Εντούτοις, υπάρχουν αυτήν την περίοδο δυσκολίες στην πολυάριθμη κατασκευή πιο σύνθετων συστημάτων MEMS.

Μειώνοντας τις διαστατικές ανοχές (λιγότερο από 100nm) που παρέχονται από τις σύγχρονες λιθογραφικές τεχνικές διαμόρφωσης, επιτρέπουν τώρα την παραγωγή των δομών τέτοιων μικρών διατάξεων που γίνονται ένα μόνιμο μέρος των νανοτεχνολογιών.

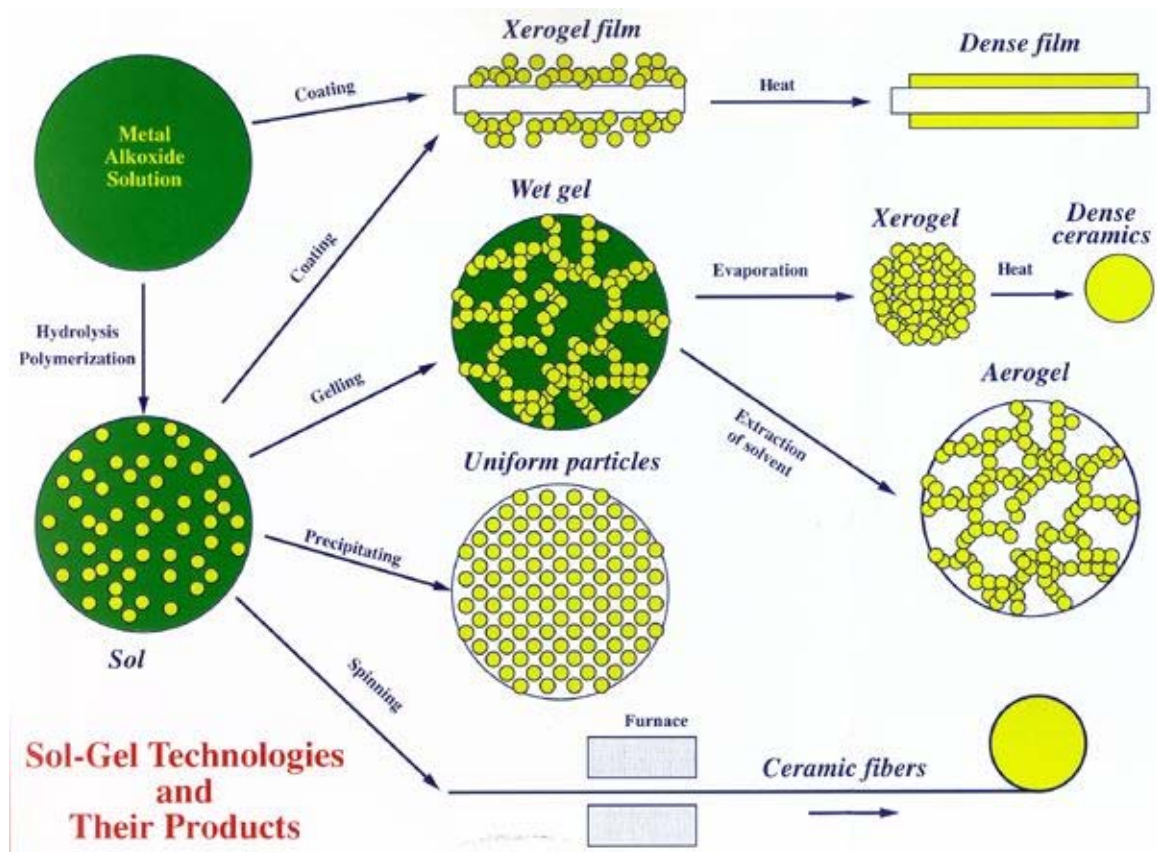
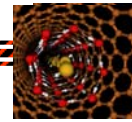


Sol-gel τεχνολογία παραγωγής

Η sol-gel διαδικασία είναι μια ευπροσάρμοστη διαδικασία για την παραγωγή κεραμικών και υλικών γυαλιού. Γενικά, η sol-gel διαδικασία περιλαμβάνει τη μετάβαση ενός συστήματος από ένα υγρό "κολλοειδές διάλυμα" (συνήθως κολλοειδής) σε μια στερεά φάση "πηκτωμάτων". Εφαρμόζοντας τη sol-gel διαδικασία, είναι δυνατό να κατασκευαστούν τα κεραμικά ή υλικά γυαλιού σε μια ευρεία ποικιλία μορφών: πολύ λεπτές ή σφαιρικές διαμορφωμένες σκόνες, επιστρώματα λεπτών ταινιών, κεραμικές ίνες, μικροπορώδες υλικά, ανόργανες μεμβράνες, μονολιθικά κεραμικά και γυαλιά ή εξαιρετικά πορώδη υλικά αεροτζέλ. Μια επισκόπηση της sol-gel διαδικασίας παρουσιάζεται σε μια απλή γραφική εικόνα παρακάτω.

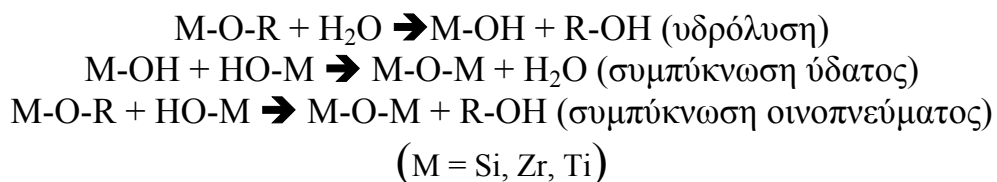
Τα αρχικά υλικά που χρησιμοποιούνται κατά την προετοιμασία του "κολλοειδούς διαλύματος" είναι συνήθως ανόργανα άλατα μετάλλων ή οργανικές ενώσεις μετάλλων όπως οξείδια μετάλλων.

Σε μια χαρακτηριστική sol-gel διαδικασία, τα υλικά υποβάλλονται σε μια σειρά υδρόλυσης και αντιδράσεων πολυμερισμού για να διαμορφωθεί μια κολλοειδής μάζα ή ένα "κολλοειδές διάλυμα". Η περαιτέρω επεξεργασία του κολλοειδούς διαλύματος αυτού επιτρέπει να διαμορφωθούν τα κεραμικά υλικά με διαφορετικές μορφές. Οι λεπτές ταινίες μπορούν να παραχθούν σε ένα κομμάτι του υποστρώματος με την περιστροφική-επένδυση ή την επένδυση εμβαπτήσεως. Όταν το "κολλοειδές διάλυμα" τοποθετηθεί σε μια φόρμα, από υγρό διάλυμα θα διαμορφωθεί σε στέρεο, με την περαιτέρω ξήρανση και τη θερμική επεξεργασία, Το υγρό μετατρέπεται σε πυκνά κεραμικά ή κρυστάλλους γυαλιού. Εάν το υλικό που υπάρχει στο διάλυμα για να το διατηρεί ρευστό αφαιρεθεί με βίαιο ή χημικό τρόπο το υλικό που δημιουργείτε αποκαλείται "αεροτζέλ" το οποίο είναι πορώδες και με εξαιρετικά χαμηλή πυκνότητα. Δεδομένου ότι το ιξώδες ενός "κολλοειδούς διαλύματος" μπορεί να ρυθμιστεί με κατάλληλες διεργασίες μπορούν να παραχθούν κεραμικές ίνες προερχόμενες από το "κολλοειδές διάλυμα". Οι πολύ λεπτές και ομοιόμορφες κεραμικές σκόνες διαμορφώνονται με την καθίζηση, την πυρόλυση με ψεκασμό, ή τις τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί για τα γαλακτώματα.

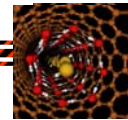


Η sol-Gel διαδικασία επιτρέπει να συνθέσει τα κεραμικά υλικά υψηλής αγνότητας και ομοιογένειας με τη βοήθεια των τεχνικών προετοιμασίας που διαφέρουν από την παραδοσιακή διαδικασία της τήξης των οξειδίων.

Αυτή η διαδικασία εφαρμόζεται στην υγρή μορφή των οργανικών μετάλλων, τα οποία, με τη βοήθεια της υδρόλυσης και των αντιδράσεων συμπύκνωσης, δημιουργείται μια νέα φάση (ΚΟΛΛΟΕΙΔΕΣ ΔΙΑΛΥΜΑ).

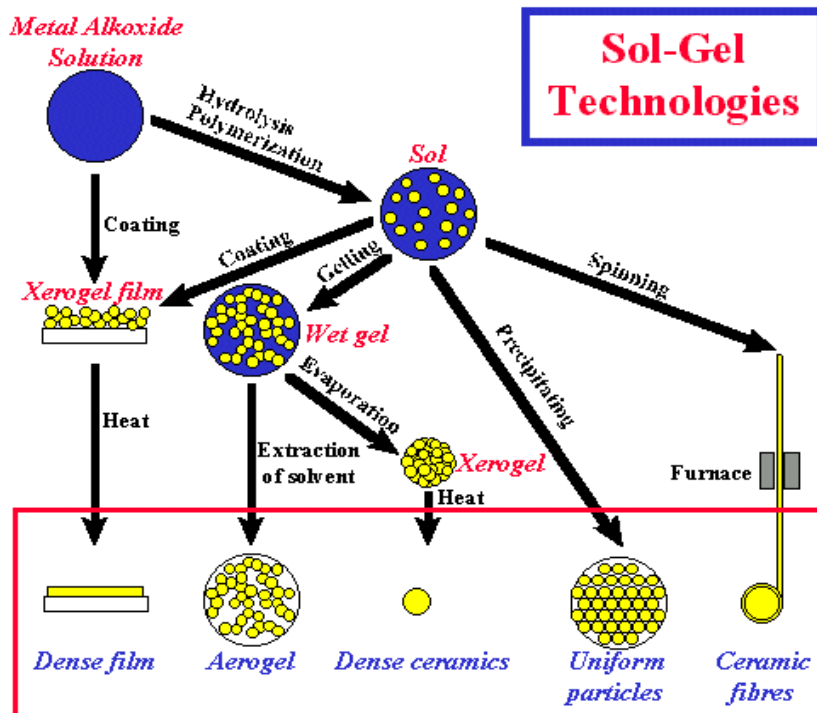


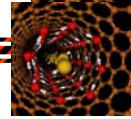
Το ΚΟΛΛΟΕΙΔΕΣ ΔΙΑΛΥΜΑ αποτελείται από τα στερεά μόρια μιας διαμέτρου λίγων εκατοστών του NM που αναστέλλεται σε μια υγρή φάση. Κατόπιν τα μόρια συμπυκνώνονται σε μια νέα φάση (ΠΗΚΤΩΜΑ) στην οποία ένα στερεό μακρομόριο βυθίζεται σε μια υγρή φάση (διαλύτης). Ξήρανση του ΠΗΚΤΩΜΑΤΟΣ με τη βοήθεια των επεξεργασιών χαμηλής θερμοκρασίας (25-100 C),



αυτό είναι δυνατό να λάβει τις πορώδεις στερεές μήτρες (XEROGELS).

Η σημαντική καινοτομία της solgel διαδικασίας είναι ότι είναι δυνατό να παραχθεί το κεραμικό υλικό σε μια θερμοκρασία κοντά στη θερμοκρασία δωματίου. Επομένως μια τέτοια διαδικασία άνοιξε τη δυνατότητα σε αυτά τα γυαλιά, τα μαλακά υλικά πρόσμιξης, όπως τα μόρια φθορισμού χρωστικών ουσιών και οργανικών χρωμοσφαιρών.



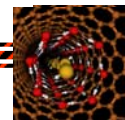


Εφαρμογές Nanomaterials

- **Τσιπ υπολογιστών παραγωγής**

Η βιομηχανία μικροηλεκτρονικής έχει χρησιμοποιήσει τη μικρογράφηση, με την οποία τα κυκλώματα, όπως οι κρυσταλλολυχνίες, αντιστάτες, πυκνωτές, μειώνονται στο μέγεθος. Με την επίτευξη μιας σημαντικής μείωσης του μεγέθους τους, οι μικροεπεξεργαστές, που περιέχουν αυτά τα συστατικά, μπορούν να τρέξουν πολύ γρηγορότερα, με αυτόν τον τρόπο επιτρέποντας υπολογισμούς με μεγαλύτερες ταχύτητες. Εντούτοις, υπάρχουν διάφορα τεχνολογικά εμπόδια σε αυτές τις προόδους, συμπεριλαμβανομένης της έλλειψης των πολύ λεπτών δομικών υλικών για να κατασκευάσουν αυτά τα συστατικά μικρή επιφάνεια επαγωγής θερμότητας που παράγεται από αυτούς τους μικροεπεξεργαστές λόγω των γρηγορότερων ταχυτήτων, μεγάλος μέσος όρος με ελαττωματικά εξαρτήματα (φτωχή αξιοπιστία παραγωγής), κ.λπ....

Τα Nanomaterials βοηθούν στην επίλυση αυτών των εμποδίων, με την παροχή στους κατασκευαστές πρώτες ύλες όπως nanocrystalline, υπερβολικά υψηλής καθαρότητας υλικά, υλικά με καλύτερη θερμική αγωγιμότητα, και μεγαλύτερο κύκλο ζωής και ανθεκτικές διασυνδέσεις (συνδέσεις μεταξύ των διάφορων συστατικών στους μικροεπεξεργαστές).

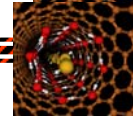


- **Καλύτερα υλικά μόνωσης**

Τα υλικά Nanocrystalline αεροτζέλ που συντίθενται από τη sol-gel είναι πορώδη και εξαιρετικά ελαφριά ακόμα, μπορούν να αντισταθούν 100 φορές το βάρος τους. Τα αεροτζέλ αποτελούνται από τα τρισδιάστατα, συνεχή δίκτυα μορίων με τον αέρα (ή οποιοδήποτε ρευστό, η ένα αέριο) που παγιδεύεται στις νανοκυψελές του. Δεδομένου ότι είναι πορώδεις και ο αέρας είναι παγιδευμένος, τα αεροτζέλ χρησιμοποιούνται αυτήν την περίοδο για τη μόνωση στα γραφεία, τα σπίτια, κ.λπ.... Με τη χρησιμοποίηση των αεροτζέλ για τη μόνωση, οι λογαριασμοί θέρμανσης και ψύξης μειώνονται δραστικά, με αυτόν τον τρόπο γίνεται δυνατή η αποταμίευση και μείωση της συνολικής περιβαλλοντικής ρύπανσης. Χρησιμοποιούνται επίσης ως υλικά για τα "έξυπνα" παράθυρα, τα οποία σκουραίνουν όταν ο ήλιος είναι πάρα πολύ φωτεινός (ακριβώς όπως στους μεταβλητούς φακούς στα θεάματα και τα γυαλιά ηλίου photo gray)

- **Φωσφόροι για την υψηλής ευκρίνειας οθόνες**

Η ψηφιακή ανάλυση μιας τηλεόρασης ή ενός οργάνου ελέγχου, εξαρτάται πολύ από το μέγεθος του εικονοκυττάρου. Αυτά τα εικονοκύτταρα αποτελούνται ουσιαστικά από υλικά η παράγωγα φωσφόρου που καίγονται όταν χτυπιέται από μια δέσμη ηλεκτρονίων προερχόμενη από ένα πυροβόλο ηλεκτρονίων μέσα στο καθοδικό σωλήνα ακτινών (CRT). Η ψηφιακή ανάλυση βελτιώνεται με τη μείωση του μεγέθους του εικονοκυττάρου ή του φωσφόρου. Το σεληνίδιο ψευδάργυρου Nanocrystalline, το σουλφίδιο ψευδάργυρου, το σουλφίδιο καδμίου και telluride μολύβδου που συντίθεται από τη sol-gel είναι υποψήφιοι για τη βελτίωση της ψηφιακής ανάλυση των οθονών. Η χρήση των nanophosphors προβλέπεται για να μειώσει το κόστος αυτών των επικαλύψεων ώστε να δοθεί η δυνατότητα για να αγοραστεί από μια μέση οικογένεια μια υψηλής ευκρίνειας τηλεόραση (HDTV).



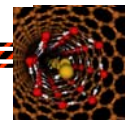
- **Χαμηλού κόστους επίπεδες οθόνες**

Οι χαμηλού κόστους επίπεδες οθόνες αντιπροσωπεύουν μια τεράστια αγορά στη βιομηχανία υπολογιστών lap-top. Εντούτοις, η Ιαπωνία οδηγεί αυτήν την αγορά, λόγω των προσπαθειών πάνω σε έρευνες ανάπτυξης στα υλικά για τέτοιες συσκευές. Με τη σύνθεση των φωσφόρων nanocrystalline, η ανάλυση αυτών των συσκευών μπορεί να ενισχυθεί πολύ και το κόστος παραγωγής μπορεί να μειωθεί σημαντικά. Επίσης, οι χαμηλού κόστους επίπεδες οθόνες που κατασκευάζονται από τα nanomaterials κατέχουν την υψηλότερη φωτεινότητα και αντιπαραβάλλουν από τις συμβατικές εξ αιτίας των ενισχυμένων ηλεκτρικών και μαγνητικών ιδιοτήτων τους.

- **Πιο ανθεκτικά και σκληρότερα κοπτικά εργαλεία**

Τα κοπτικά εργαλεία φτιαγμένα από υλικά nanocrystalline, όπως το καρβίδιο βολφραμίου, το καρβίδιο τανταλίου, και το καρβίδιο τιτανίου, είναι πολύ σκληρά, ανθεκτικά στην κόπωση, ανθεκτικά στη διάβρωση, σε σχέση με τα αντίστοιχα συμβατικά τους.

Επιτρέπουν επίσης στον κατασκευαστή να επεξεργαστούν τα διάφορα υλικά στη μηχανή πολύ γρηγορότερα, με αυτόν τον τρόπο αυξάνοντας την παραγωγικότητα και μειώνοντας σημαντικά το κόστος παραγωγής. Επίσης, για τη μικρογραφία των μικροηλεκτρονικών κυκλωμάτων, η βιομηχανία χρειάζεται microdrills (τρυπάνια με διάμετρο λιγότερο από το πάχος μιας μέσης ανθρώπινης τρίχας ή 100 nm) με ενισχυμένη διατήρηση ακρών και καλύτερη αντοχή. Δεδομένου ότι τα καρβίδια nanocrystalline είναι πολύ πιο ισχυρά, σκληρότερα, και ανθεκτικά χρησιμοποιούνται αυτήν την περίοδο σε αυτά τα microdrills.



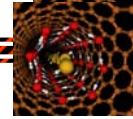
- **Αποβολή των ρύπων**

Τα υλικά Nanocrystalline κατέχουν εξαιρετικά μεγάλη επιφάνεια σχετικά με το μέγεθος τους. Ως εκ τούτου, τα nanomaterials είναι πολύ ενεργά από την άποψη των χημικών, φυσικών, και μηχανικών ιδιοτήτων τους. Λόγω της ενισχυμένης χημικής δραστηριότητάς τους, τα nanomaterials μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καταλύτες για να αντιδράσουν με τέτοια επιβλαβή και τοξικά αέρια όπως το μονοξείδιο άνθρακα και το οξείδιο αζώτου στους καταλυτικούς μετατροπείς των οχημάτων και στις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για να αποτρέψουν την περιβαλλοντική ρύπανση από το κάψιμο της βενζίνης και του άνθρακα.

- **Μπαταρίες υψηλής ενεργειακής πυκνότητας**

Οι συμβατικές και επαναφορτιζόμενες μπαταρίες χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλες τις εφαρμογές που απαιτούν ηλεκτρική ενέργεια. Αυτές οι εφαρμογές περιλαμβάνουν τα αυτοκίνητα, τους υπολογιστές lap-top, τα ηλεκτρικά οχήματα, τα ηλεκτρικά οχήματα μελλοντικής-παραγωγής (NGEV) για να μειώσουν την περιβαλλοντική ρύπανση, τα προσωπικά στερεοφωνικά συγκροτήματα, τα κυψελοειδή τηλέφωνα, τα ασύρματα τηλέφωνα, τα παιχνίδια και τα ρολόγια. Η ενεργειακή πυκνότητα (ικανότητα αποθήκευσης) αυτών των μπαταριών είναι αρκετά χαμηλή απαιτώντας τη συχνή επαναφόρτιση. Η ζωή των συμβατικών και επαναφορτιζόμενων μπαταριών είναι επίσης χαμηλή.

Τα υλικά Nanocrystalline που συντίθενται είναι υποψήφια για χρήση σε μπαταρίες λόγω της αφρώδους δομής τους, η οποία μπορεί να κρατήσει περισσότερη ενέργεια από τις συμβατικές. Επιπλέον, οι μπαταρίες υδριδίων νικέλιο-μετάλλων (NI-MI) φτιαγμένες από υδρίδια νικελίου και μετάλλων nanocrystalline είναι κατασκευασμένες για να απαιτούν λιγότερο συχνή επαναφόρτιση και για να διαρκούν πολύ περισσότερο λόγω ενισχυμένων φυσικών, χημικών, και μηχανικών ιδιοτήτων τους.

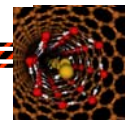


- **High-power magnets**

Η δύναμη ενός μαγνήτη μετριέται με τιμές μαγνήτισης και κορεσμού. Αυτές οι τιμές αυξάνονται με μια μείωση στο μέγεθος του μοριακού πλέγματος και μια αύξηση στη συγκεκριμένη περιοχή επιφάνειας (περιοχή επιφάνειας ανά όγκο μονάδων). Έχει αποδειχθεί ότι οι μαγνήτες φτιαγμένοι από yttrium-samarium-cobalt nanocrystalline κατέχουν ασυνήθιστες μαγνητικές ιδιότητες λόγω της εξαιρετικά μεγάλης επιφάνειάς τους. Οι χαρακτηριστικές εφαρμογές για αυτούς τους υψηλής ισχύος rare-earth μαγνήτες περιλαμβάνουν τα πιο αθόρυβα υποβρύχια, τους αυτοκινητικούς εναλλάκτες, τις επίγειες γεννήτριες, τις μηχανές για τα σκάφη, τα υπερευαίσθητα αναλυτικά όργανα, και την απεικόνιση μαγνητικής αντήχησης (MRI) στα ιατρικά διαγνωστικά.

- **High-sensitivity sensors**

Οι αισθητήρες υιοθετούν την ευαισθησία τους στις αλλαγές στις διάφορες παραμέτρους που σχεδιάζονται στο μέτρο. Οι μετρημένες παράμετροι περιλαμβάνουν την ηλεκτρική ειδική αντίσταση, τη χημική δραστηριότητα, τη μαγνητική διαπερατότητα, τη θερμική αγωγιμότητα,. Όλες αυτές οι παράμετροι εξαρτώνται πολύ από τη μικροδομή των υλικών που χρησιμοποιούνται στους αισθητήρες. Μια αλλαγή στο περιβάλλον του αισθητήρα φανερώνεται από τα χημικά, φυσικά, ή μηχανικά χαρακτηριστικά του υλικού του αισθητήρα, το οποίο αξιοποιείται για την ανίχνευση. Παραδείγματος χάριν, ένας αισθητήρας μονοξειδίου άνθρακα φτιαγμένος από οξειδίο ζirkονίου (zirconia) χρησιμοποιεί τη χημική σταθερότητά του για να ανιχνεύσει την παρουσία μονοξειδίου άνθρακα. Σε περίπτωση παρουσίας του μονοξειδίου άνθρακα, τα άτομα οξυγόνου στο οξειδίο ζirkονίου αντιδρούν με τον άνθρακα στο μονοξειδίο άνθρακα για να μειώσουν μερικώς το οξειδίο ζirkονίου. Αυτή η αντίδραση προκαλεί μια αλλαγή στα χαρακτηριστικά του αισθητήρα, όπως η αγωγιμότητα (ή η ειδική αντίσταση). Ως εκ τούτου, οι αισθητήρες που γίνονται τα υλικά nanocrystalline είναι εξαιρετικά ευαίσθητοι στην αλλαγή στο περιβάλλον τους. Οι χαρακτηριστικές αιτήσεις για τους αισθητήρες που υποβάλλονται από τα υλικά nanocrystalline είναι ανιχνευτές καπνού, ανιχνευτές



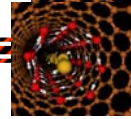
πάγου στα φτερά αεροσκαφών, αυτοκινητικός αισθητήρας απόδοσης μηχανών, κ.λπ.

- **Αυτοκίνητα με μεγαλύτερη αποδοτικότητα στα καυσίμα**

Αυτήν την περίοδο, οι μηχανές σπαταλούν μη αμελητέα ποσά βενζίνης, με αυτόν τον τρόπο συμβάλουν στην περιβαλλοντική μόλυνση, Αυτό το πρόβλημα δημιουργείται από τα ελαττωματικά ή καταπονημένα ηλεκτρόδια των σπινθηριστών (μπουζί). Δεδομένου ότι τα nanomaterials είναι ισχυρότερα, σκληρότερα, και ανθεκτικά στην κόπωση και ανθεκτικά στη διάβρωση, προβλέπονται προς το παρόν για να χρησιμοποιηθούν ως ηλεκτρόδια σπινθηριστών. Αυτά τα ηλεκτρόδια καθιστούν τα μπουζί ανθεκτικότερα καίγοντας τα καύσιμα πολύ αποτελεσματικότερα και εντελώς. Ένα ριζικά νέο σχέδιο σπινθηριστών αποκαλούμενο "railplug" είναι επίσης στα στάδια πρωτοτύπων, τα railplugs παράγουν τους ισχυρότερους σπινθήρες (με μια ενεργειακή πυκνότητα περίπου 1 kJ/mm^2). Εντούτοις, railplugs φτιαγμένα από nanomaterials γίνονται πολύ μακρύτερα ακόμη και από τα συμβατικά ηλεκτρόδια σπινθηριστών. Τα αυτοκίνητα σπαταλούν σημαντικά ποσά ενέργειας με την απώλεια της θερμικής ενέργειας που παράγεται από τη μηχανή. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στην περίπτωση των μηχανών diesel. Ως εκ τούτου, οι κύλινδροι των μηχανών προβλέπονται να επενδυθούν με κεραμική επιστρώσει, όπως το zirconia και αλουμίνα, έτσι ώστε να διατηρούν τη θερμότητα αποτελεσματικότερα και να οδηγήσουν στην πλήρη και αποδοτική καύση των καυσίμων.

- **Αεροδιαστημικά συστατικά με τα ενισχυμένα χαρακτηριστικά απόδοσης**

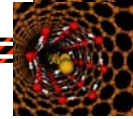
Λόγω των κινδύνων που περιλαμβάνονται στην πτήση, οι κατασκευαστές αεροσκαφών προσπαθούν να καταστήσουν τα αεροδιαστημικά συστατικά ισχυρότερα, πιο σκληρά, και να αντέχουν στο χρόνο χωρίς να χάνουν της ιδιότητες τους. Μια από τις βασικές ιδιότητες που απαιτούνται από τα



τμήματα αεροσκαφών είναι η κόπωση που παρουσιάζετε, η οποία μειώνεται με τη ηλικία του υλικού. Με την κατασκευή των συστατικών από τα ισχυρότερα υλικά, η ζωή των αεροσκαφών αυξάνεται πολύ. Τα Nanomaterials παρέχουν μια σημαντική μείωση του μεγέθους των εξαρτημάτων αυξάνοντας παράλληλα την αντοχή στην κόπωση του υλικού κατά μέσο όρο 200-300%. Επιπλέον, τα συστατικά φτιαγμένα από nanomaterials είναι ισχυρότερα και μπορούν να λειτουργήσουν σε υψηλότερες θερμοκρασίες, έτσι τα αεροσκάφη μπορούν να πετάξουν γρηγορότερα και αποτελεσματικότερα (με ίδια ποσότητα καυσίμων). Στα διαστημικά-οχήματα, η αντοχή του υλικού στη θερμοκρασία είναι κρίσιμη, επειδή τα συστατικά (όπως οι μηχανές πυραύλων, οι προωθητες, και τα ακροφύσια καθοδήγησης) λειτουργούν σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τα αεροσκάφη. Τα Nanomaterials είναι οι τέλει υποψήφιοι για τις εφαρμογές διαστημικών σκαφών.

- **Καλύτερες πλατφόρμες όπλων**

Τα συμβατικά πυροβόλα όπλα, όπως τα πυροβόλα, τα ολμοβόλα 155 εκ., και το σύστημα πυραύλων, χρησιμοποιούν τη χημική ενέργεια που παράγεται με την ανάφλεξη μιας χημικής ουσίας. Η μέγιστη ταχύτητα στην οποία μπορούν να ωθηθούν τα βλήματα είναι περίπου 1.5-2.0 KM/SEC. Αφ' ετέρου, οι ηλεκτρομαγνητικοί προωθητες (πυροβόλα όπλα EML), χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια, και το συνακόλουθο μαγνητικό πεδίο, για να ωθήσουν τα βλήματα σε ταχύτητες μέχρι 10 KM/SEC. Αυτή η αύξηση στην ταχύτητα οδηγεί στη μεγαλύτερη κινητική ενέργεια για την ίδια μάζα βλημάτων. Όσο μεγαλύτερη η ενέργεια, τόσο μεγαλύτερη είναι η ζημιά που επιβάλλεται στο στόχο. Γι' αυτό και οι ένοπλες δυνάμεις των διαφόρων χωρών έχουν πραγματοποιήσει εκτενή έρευνα για αυτά τα συστήματα. Δεδομένου ότι τα railgun λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια, οι ράγες πρέπει να είναι πολύ καλοί αγωγοί της ηλεκτρικής ενέργειας, επίσης, πρέπει να είναι ισχυροί και άκαμπτοι. Η προφανής επιλογή για την υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι ο χαλκός. Εντούτοις, railguns που γίνονται από χαλκό είναι πάρα πολύ αναξιόπιστα και αυτό οφείλεται στη διάβρωση των ραγών από την ταχύτητα των βλημάτων και την υψηλή θερμοκρασία που αναπτύσσεται. Προκειμένου να ικανοποιηθούν αυτές οι



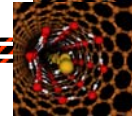
απαιτήσεις, ένα σύνθετο υλικό nanocrystalline φτιαγμένο από βολφραμίο, χαλκό, και το diboride τιτανίου αξιολογούνται ως πιθανός υποψήφιος. Αυτό το nanocomposite κατέχει την απαραίτητη ηλεκτρική αγωγιμότητα, την επαρκή θερμική αγωγιμότητα, την άριστη μηχανική αντοχή, την υψηλή ακαμψία, τη σκληρότητα, και την αντίσταση στη διάβρωση. Αυτό οδηγεί σε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στα railguns, τα οποία μπορούν να λειτουργούν συχνότερα από τα αντίστοιχά τους.

- **Μεγαλύτερης διάρκειας δορυφόροι**

Οι δορυφόροι χρησιμοποιούνται και για την υπεράσπιση και για τις πολιτικές εφαρμογές. Αυτοί οι δορυφόροι χρησιμοποιούν προωθητές για να παραμείνουν μέσα ή να αλλάξουν τις τροχιές τους λόγω ποικίλων παραγόντων συμπεριλαμβανομένης της επιρροής των δυνάμεων βαρύτητας που ασκούνται από τη γη. Ως εκ τούτου, αυτοί οι δορυφόροι επανατοποθετούνται χρησιμοποιώντας αυτούς τους προωθητές. Η ζωή αυτών των δορυφόρων σε μεγάλο βαθμό καθορίζεται από το ποσό καυσίμων που μπορούν να φέρουν εν πτήση. Στην πραγματικότητα, το περισσότερο από το 1/3 των καυσίμων που φέρονται στο σώμα από τους δορυφόρους σπαταλιέται από αυτούς στην εκκίνηση των προωθητών, λόγω της ελλιπούς και ανεπαρκούς καύσης των καυσίμων, όπως η υδροζίνη. Ο λόγος για την ελλιπή και ανεπαρκή καύση είναι ότι στην εν πτήση εκκινήσει φθείρονται γρηγορότερα και παύουν να αποδίδουν αποτελεσματικά. Τα Nanomaterials, όπως το σύνθετο tungsten-titanium diboride-copper, είναι πιθανοί υποψήφιοι για την ενίσχυση των εκκινήτων.

- **Πιο μεγάλης διάρκειας ιατρικά μοσχεύματα**

Αυτήν την περίοδο, τα ιατρικά μοσχεύματα, όπως τα ορθοπεδικά μοσχεύματα και οι βαλβίδες καρδιών, αποτελούνται από τα κράματα τιτανίου και ανοξείδωτου χάλυβα. Αυτά τα κράματα χρησιμοποιούνται αρχικά στους ανθρώπους επειδή είναι βιοσυμβατά, δηλαδή, αυτά δεν αντιδρούν με τον ανθρώπινο ιστό. Στην περίπτωση των ορθοπεδικών μοσχευμάτων (τεχνητά κοκάλια για το ισχίο, κ.λπ.), τα υλικά αυτά είναι σχετικά μη πορώδη. Για ένα μόσχευμα που πρέπει να αντικαταστήσει αποτελεσματικά ένα

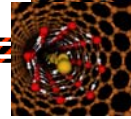


φυσικό ανθρώπινο κόκαλο, ο περιβάλλον ιστός πρέπει να διαπεράσει τα μοσχεύματα, με αυτόν τον τρόπο ενώνεται πραγματικά το μόσχευμα με τον οργανισμό. Δεδομένου ότι αυτά τα υλικά είναι σχετικά αδιαπέραστα, ο ανθρώπινος ιστός δεν διαπερνά τα μοσχεύματα και με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η αποτελεσματικότητά τους. Επιπλέον, αυτά τα κράματα μετάλλων φθείρονται γρήγορα και απαιτούν συχνές και μερικές φορές ακριβές, χειρουργικές επεμβάσεις. Εντούτοις, το zirconia (οξείδιο ζirkονίου) κεραμικό είναι σκληρό, ανθεκτικό στην κόπωση, αντιδιαβρωτικό, και βιοσυμβατό. Τα Nanoceramics μπορούν επίσης να γίνουν πορώδεις σαν αεροτζέλ (τα αεροτζέλ μπορούν να αντισταθούν μέχρι 100 φορές το βάρος τους). Αυτό οδηγεί σε λιγότερο συχνές αντικαταστάσεις μοσχευμάτων, και ως εκ τούτου, μια σημαντική μείωση των χειρουργικών δαπανών. Το καρβίδιο του πυριτίου Nanocrystalline (SiC) είναι ένα υλικό υποψηφίων για τις τεχνητές βαλβίδες καρδιών που οφείλονται πρώτιστα στο χαμηλό βάρος, την υψηλή αντοχή, την ακραία σκληρότητα, την αντοχή, την αδράνειά του (SiC δεν αντιδρά με τα βιολογικά ρευστά), και την αντίσταση στη διάβρωση.

- **Όλκιμη, κατεργάσιμη κεραμική**

Τα κεραμικά υλικά, αυτά καθ' αυτά, είναι πολύ σκληρά, εύθραυστα, και σκληρά στην μηχανική κατεργασία. Αυτά τα χαρακτηριστικά των κεραμικών έχουν αποθαρρύνει τους χρήστες από την εκμετάλλευση των ευεργετικών ιδιοτήτων τους. Εντούτοις, με μια μείωση του κρυσταλλικού πλέγματος, αυτά τα κεραμικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλο και περισσότερο. Το Zirconia, σκληρό, εύθραυστο κεραμικό, έχει καταστεί ακόμη και υπερπλαστικό, δηλαδή, μπορεί να παραμορφωθεί σε μεγάλα μήκη (μέχρι 300% του αρχικού μήκους του).

Στην πραγματικότητα, τα κεραμικά nanocrystalline, όπως το νιτρίδιο πυριτίου (Si_3N_4) και το καρβίδιο του πυριτίου (SiC), έχει χρησιμοποιηθεί σε κάποιες εφαρμογές στην αυτοκινητοβιομηχανία όπως τα υψηλής αντοχής ελατήρια, τους ένσφαιρους τριβείς και τα όστρια βαλβίδων, Χρησιμοποιούνται επίσης ως συστατικά στους υψηλής θερμοκρασίας φούρνους. Τα κεραμικά Nanocrystalline μπορούν να πιεστούν και να συμπυκνωθούν σε διάφορες μορφές σε σημαντικά χαμηλότερες θερμοκρασίες.

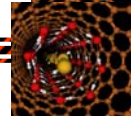


NANOMACHINES

Τα Nanomachines είναι συσκευές που χτίζονται από τα μεμονωμένα άτομα. Μερικοί ερευνητές θεωρούν ότι τα nanomachines μια ημέρα θα είναι σε θέση να εισάγουν τα ζωντανά κύτταρα για να παλέψουν την ασθένεια. Ελπίζουν επίσης ότι μια ημέρα θα κατασκευαστούν nanomachines που θα είναι σε θέση να ρυθμίζουν εκ νέου τα άτομα προκειμένου να κατασκευάζουν νέα αντικείμενα. Εάν πετύχουν, τα nanomachines θα μπορούν να χρησιμοποιούνται για να μετατρέψουν ρύπους σε τρόφιμα και να εξαλειφτεί το πρόβλημα του μέλλοντος η πεινά και η έλλειψη τροφής .

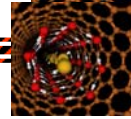
Σε αυτό το άρθρο θα περιγράψουμε μερικές από τις πιθανές χρήσεις των nanomachines. Θα αξιολογήσω έπειτα μερικά από τα προβλήματα που περιλαμβάνονται στην παραγωγή τέτοιων μηχανών. Ένα από τα προβλήματα που θα εξεταστεί είναι αυτός της παραγωγής των μηχανών αυτό-αναπαραγωγής .

Ένα ερώτημα που πλανάτε είναι <<Αυτές οι μηχανές θα είναι ελέγξιμες;>> Ή η αναπαραγωγή τους θα κλιμακώσει εκθετικά, βάζοντας κατά συνέπεια ολόκληρο τον πλανήτη μας στον κίνδυνο. Το συμπέρασμά μου θα είναι ότι τα nanomachines προσφέρουν ελπίδα στην ανθρωπότητα για το μέλλον, έτσι η έρευνα πρέπει να συνεχισθεί. Εντούτοις, θα προτείνουμε ότι οι κίνδυνοι που περιλαμβάνονται στην παραγωγή των μηχανών αυτό-αναπαραγωγής σβήνουν τα πιθανά κέρδη και για αυτόν τον λόγο, η αυτό-αναπαραγωγή των μηχανών δεν πρέπει να εξελιχθεί .



Τι είναι Nanomachines;

Όπως υπονοεί η ορολογία, τα nanomachines είναι εξαιρετικά μικρές συσκευές. Το μέγεθός τους μετρείται στα nanometers και χτίζονται από τα μεμονωμένα άτομα. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '80 και της δεκαετίας του '90, ο Κ. Eric Drexler διέδωσε τη δυνατότητα των nanomachines. Για τον Drexler, ο τελευταίος στόχος της τεχνολογίας nanomachine είναι η παραγωγή της "assembler". Η assembler είναι ένα nanomachine με σκοπό να χειριστεί το θέμα, στο ατομικό επίπεδο. Θα χτιστεί με τις εξαιρετικά μικρές "τανάλιες" (τόσο μικρός όσο μια αλυσίδα των ατόμων) που θα χρησιμοποιηθούν για να κινήσουν τα άτομα από τα υπάρχοντα μόρια στις νέες δομές. Η ιδέα είναι ότι η assembler θα είναι σε θέση να ρυθμίσει εκ νέου τα άτομα από την πρώτη ύλη προκειμένου να παραχθούν τα χρήσιμα στοιχεία. Θεωρητικά, κάποια θα μπορούσαν να ξεκαθαρίσουν ρύπος σε μια δεξαμενή και μια άλλη ομάδα assembler nanomachine να περιμένει να μετατρέψει το ρύπο σε ένα μήλο, μια καρέκλα, ή ακόμα και έναν υπολογιστή. Οι μηχανές στη δεξαμενή θα είχαν μια μοριακή σχηματική αναπαράσταση του αντικειμένου που χτίζεται κωδικοποιημένος "στη μνήμη τους". Έπειτα συστηματικά θα ρύθμιζαν εκ νέου τα άτομα που περιλαμβάνονται στο ρύπο για να αναπαράγουν το επιθυμητό στοιχείο.

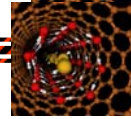


Αυτό είναι μια αντιπροσώπευση ενός nanomachine. Οι χρωματισμένες σφαίρες αντιπροσωπεύουν τα μεμονωμένα άτομα που περιλαμβάνουν τη μηχανή. (Η εικόνα από Twibell (2000), βλέπει τις αναφορές.)

Ένας άλλος στόχος της νανοτεχνολογίας είναι να σχεδιαστούν nanomachines που μπορούν να φτιάξουν αντίγραφα τους. Η σκέψη είναι ότι εάν μια μηχανή μπορεί να ρυθμίσει εκ νέου τα άτομα προκειμένου να φτιάξει νέα υλικά, πρέπει να είναι σε θέση να φτιάξει αντίγραφα της.



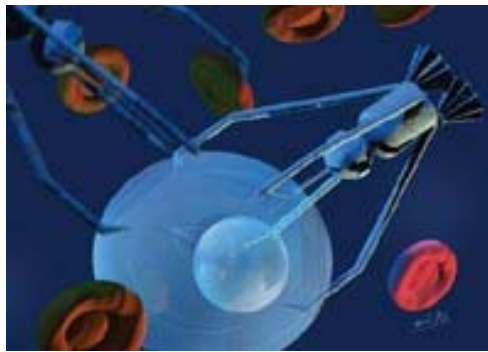
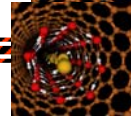
"Η ομίχλη διαβίωσης" όπως προβλέπεται από τον Storrs Hall ή εναλλακτικά Eric Drexler's. Αυτό το έργο τέχνης θα μπορούσε να επεξηγήσει μια ομίχλη διαβίωσης που έγινε από τα δισεκατομμύρια της αντιγραφής nanorobots μετασχηματίζοντας κάθε ενιαίο μόριο στη γη σε ένα τέλειο αντίγραφο του...



Εάν αυτός ο στόχος επιτυγχάνεται, τα προϊόντα που παράγονται από τα nanomachines θα είναι πραγματικά ανέξοδα. Αυτό είναι ωφέλιμο επειδή δεν θα απαιτηθούν τα συγκεκριμένα υλικά ξανά, τα οποία είναι σπάνια και επομένως επενδυμένα χρήματα. Αρθούρος C. Clarke έχει προβλέψει ότι η νανοτεχνολογία θα δώσει ένα τέλος στα συμβατικά νομισματικά συστήματα.

Εάν οι επιστήμονες κατορθώσουν να χτίσουν nanomachines που μπορούν να ρυθμίσουν εκ νέου τα άτομα, ένας κόσμος νέων δυνατοτήτων θα ανοίξει.

Ο σκοπός είναι επίσης να σχεδιαστούν nanomachines τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παρέχουν θεραπείες για πολλές ασθένειες. Τα ιατρικά nanomachines που προγραμματίστηκαν για να αναγνωρίσουν και να αποσυνθέσουν τα καρκινώδη κύτταρα θα μπορούσαν να εισχωρήσουν στην κυκλοφορία του αίματος του ατόμου που υποφέρει από καρκίνου, παρέχοντάς του κατά συνέπεια μια γρήγορη και αποτελεσματική θεραπεία για όλους τους τύπους καρκίνων. Τα Nanomachines θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε χαλασμένους ιστούς και οστά, τα οποία χρήζουν θεραπείας. Θα μπορούσαν ακόμη και να χρησιμοποιηθούν για να ενισχύσουν τα οστά και τον ιστό των μυών. Με τη δυνατότητα να χειριστεί τα ανθρώπινα κύτταρα στο ατομικό επίπεδο, η ιατρική επιστήμη θα επινοήσει γρήγορα τις επεξεργασίες για τις περισσότερες ανθρώπινες ασθένειες. Και δεδομένου ότι τα nanomachines έχουν ως σκοπό να κάνουν τα αντίγραφα τους, αυτές οι επεξεργασίες θα είναι ανέξοδες και διαθέσιμες σε ολόκληρο τον πληθυσμό.

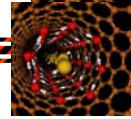


"Stinger" συμμετέχει σε μια λεπτή χειρουργική λειτουργία για να αφαιρέσει έναν όγκο καρκίνου. Stinger nanorobot μπορεί να έγχυση μια τοξίνη ή ένα φάρμακο της επιλογής μας.



" Τα τρυπάνια, stingers " συμμετέχουν σε μια λεπτή χειρουργική λειτουργία για να αφαιρέσουν έναν όγκο καρκίνου. Ενώ stingers εγχέουν μια τοξίνη, τα τρυπάνια κόβουν βαθιά στον όγκο.

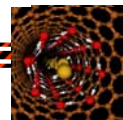
Οι ελλείψεις και ο λιμός για τα τρόφιμα θα είναι ένα πρόβλημα του παρελθόντος εάν η νανοτεχνολογία τελειοποιηθεί. Τα Nanomachines θα είναι σε θέση να μετατρέψουν οποιοδήποτε υλικό σε τρόφιμο, και αυτά τα τρόφιμα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να ταΐσουν τα εκατομμύρια των ανθρώπων παγκοσμίως, δεδομένου πάλι ότι η τεχνολογία της αυτό-αναπαραγωγής και τα τρόφιμα που παράγονται από τα nanomachines θα έχουν χαμηλότερο κόστος .



Όπως και για τα τρόφιμα, τα nanomachines θα είναι σε θέση να φτιάξουν άλλα στοιχεία για να ικανοποιήσουν τα αιτήματα του αυξανόμενου πληθυσμού μας. Ο ιματισμός, τα σπίτια, τα αυτοκίνητα, οι τηλεοράσεις, και οι υπολογιστές θα είναι εύκολα διαθέσιμοι με ουσιαστικά μηδενικό κόστος.

Επιπλέον, δεν θα υπάρξει καμία ανησυχία για τα απορρίμματα που παράγονται από τη κοινωνία, επειδή τα nanomachines θα τα μετατρέπουν όλα πίσω σε νέα αναλώσιμα αγαθά.

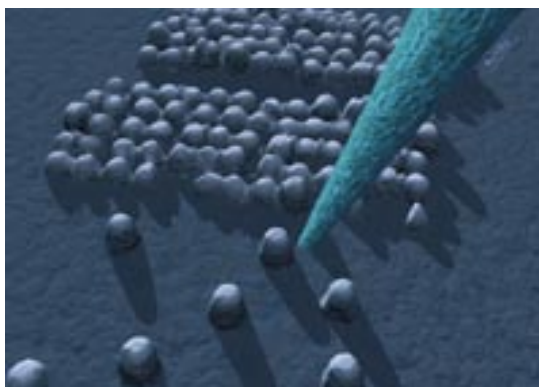
Τα περιβαλλοντικά προβλήματα όπως η μείωση του όζοντος και η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου θα μπορούσαν να λυθούν με τη νανοτεχνολογία. Τα σμήνη των nanomachines θα μπορούσαν να απελευθερωθούν στην ανώτερη ατμόσφαιρα. Εκεί θα μπορέσουν συστηματικά να παράγουν το όζον μειώνοντας τους χλωροφλωροάνθρακες (CFCs) και να κατασκευάσουν νέα μόρια όζοντος από το ύδωρ (OH_2) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Το όζον (O_3) χτίζεται από 3 άτομα οξυγόνου και δεδομένου ότι το ύδωρ και το διοξείδιο του άνθρακα περιέχουν το οξυγόνο, η ατμόσφαιρα περιέχει έναν άφθονο ανεφοδιασμό ατόμων οξυγόνου. Ενώ οι ομάδες κατασκευής όζοντος θα έχουν εργασία στην ανώτερη ατμόσφαιρα, οι ομάδες των εξειδικευμένων nanomachines θα μπορούσαν να απασχοληθούν για να καταστρέψουν το υπερβολικό CO_2 στη χαμηλότερη ατμόσφαιρα. Το CO_2 είναι ένα αποθηκευτικό αέριο θερμότητας, το οποίο έχει προσδιοριστεί ως ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η αφαίρεση του υπερβολικού CO_2 θα μπορούσε να βοηθήσει να σταματήσει την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου και να φέρει το οικοσύστημα του πλανήτη πίσω στην ισορροπία. Αυτό θα ωφελήσει όλα τα είδη στη γη.



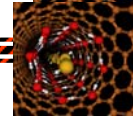
Η τελειότητα της νανοτεχνολογίας και της παραγωγής των nanomachines θα μπορούσε να δώσει μια νέα γενιά για την ανθρωπότητα. Ο λιμός, η ασθένεια, και τα περιβαλλοντικά προβλήματα θα μπορούσαν γρήγορα να τερματιστούν. Αλλά πόσο ρεαλιστικοί είναι οι στόχοι της νανοτεχνολογίας; Θα είναι δυνατό να παραχθούν οι μηχανές στο μέγεθος των ατόμων; Και σε αυτή την περίπτωση, πόσο εφικτό είναι αυτό για να χτιστούν nanomachines που μπορούν να φτιάξουν αντικείμενα από το άτομο ; Είναι δυνατό για τα nanomachines να μπορούν να δημιουργήσουν αντίγραφα τους;

Προκλήσεις που πρέπει να υπερνικηθούν

Μια σημαντική πρόκληση από εφαρμοσμένης μηχανική είναι αυτό που πρέπει να υπερνικήσουν οι επιστήμονες. Πώς μπορούμε να φτιάξουμε τις μηχανές από τα άτομα; Η εκ νέου ρύθμιση των ατόμων σε νέες μορφές επιτρέπουν να φτιαχτούν μόρια (τα nanomachines καλούνται μερικές φορές "μοριακές μηχανές") και αυτό δεν είναι εύκολος στόχος. Η χρησιμοποίηση της σύγχρονης τεχνολογίας για να ρυθμίσει εκ νέου τα άτομα έχει ειπωθεί ανάλογη με τους φραγμούς των LEGO φορώντας χοντρά γάντια. Είναι ουσιαστικά αδύνατο να χωριστούν απότομα μεμονωμένα άτομα από το σύνολο των μορίων εξαιτίας των ατομικών και μοριακών δυνάμεων.



Σε αυτήν την εικόνα τα άτομα κινούνται από μια ενιαία άκρη ατόμων ενός δυναμικού ατομικού μικροσκοπίου (AFM).



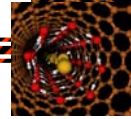
Οι επιστήμονες ελπίζουν ότι μόλις υπερνικηθεί αυτή η αρχική πρόκληση, τα nanomachines θα ξεκινήσουν άμεσα μια νέα γενιά της μοριακής εφαρμοσμένης μηχανικής και τα προηγούμενα προβλήματα θα είναι παρελθόν.

Τα νέα nanomachines θα επιτρέψουν στους επιστήμονες να χτίσουν ουσιαστικά οποιοδήποτε μόριο (μέσα στους νόμους της φυσικής, φυσικά).

Αυτό είναι “ωραίο” να ακούγεται σε γενικές γραμμές, αλλά το θέμα για το πώς να φτιαχτούν τα πρώτα nanomachines παραμένει. Η νανοτεχνολογία σκέφτεται ότι θα είναι αδύνατο να φτιαχτούν τα πρώτα nanomachines με τη χρησιμοποίηση του εξοπλισμού μεγάλης κλίμακας (Chen C. 2000). Αν και πρόοδος σημειώνεται στη μικρογράφηση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και στην υψηλής ποιότητας οπτικών συστατικών, η τεχνολογία μεγάλης κλίμακας που χρησιμοποιείται δεν βοηθάει στην επίλυση του προβλήματος. Η έξοχη στίλβωση φακών είναι ένα θέμα επιλύσιμο αλλά η κίνηση μεμονωμένων ατόμων είναι κάτι άλλο.

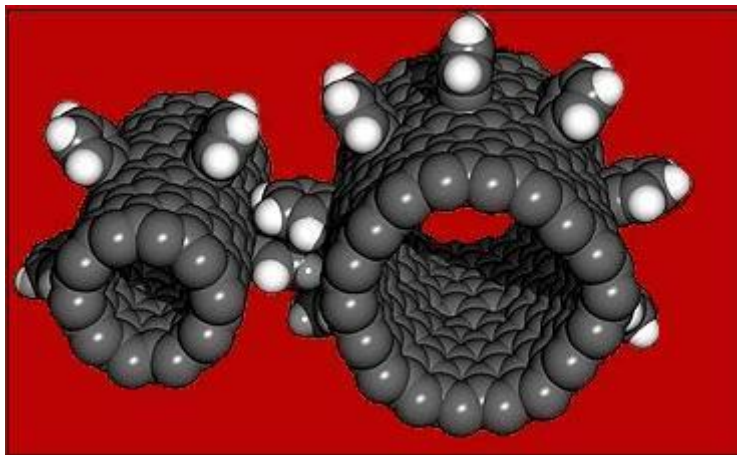
Ένας τρόπος να εργαστεί είναι να πειραματιστεί υπομονετικά με τη χημική σύνθεση. Η ιδέα είναι να χτιστούν τα μόρια της αυξανόμενης πολυπλοκότητας με την άδεια των ατόμων για να συγκεντρώσει ή να ρυθμίσει εκ νέου ένα Nanomachines με τους φυσικούς τρόπους. Όταν τα μόρια αναμιγνύονται, διαμορφώνουν φυσικά τα νέα μόρια. Μέσω του εκτενούς πειραματισμού, περισσότερος έλεγχος μπορεί να κερδισθεί για το πώς τα μόρια διαμορφώνονται. Εγκαίρως, είναι κατανοητό ότι οι φαρμακοποιοί θα είναι σε θέση να τοποθετήσουν τα μεμονωμένα άτομα με τη χρησιμοποίηση μιας σειράς των τεχνικών, που αναπτύσσονται στη χημική σύνθεση.

Μια από αυτές τις τεχνικές περιλαμβάνει την αφαίρεση και τον επανεντοπισμό των ατόμων υδρογόνου. Αυτή η τεχνική θα μπορούσε να αναπτυχθεί με τη γνώση για το πώς τα άτομα υδρογόνου αλληλεπιδρούν με άλλα άτομα. Παραδείγματος χάριν, είναι γνωστό ότι το C_3H_3 (που γίνεται από 3 άτομα άνθρακα και 3 άτομα υδρογόνου) "προσελκύεται" από το υδρογόνο. Από τη μία πλευρά υπάρχει ένας ιδιαίτερα αντιδραστικός διαχωριστής, ενώ στο άλλο τέλος υπάρχει σταθερός άνθρακας. Αυτό το

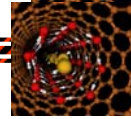


χαρακτηριστικό γνώρισμα σημαίνει ότι οι φαρμακοποιοί μπορούν να είναι σε θέση να συνθέσουν ένα μεγαλύτερο μόριο με το διαχωριστή *propynyl* από τη μία πλευρά (το υπόλοιπο του μορίου θα χιζόταν από το σταθερό άνθρακα). Εάν αυτό το μεγαλύτερο μόριο αποθηκευτεί σε μια συσκευή, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να εξαγάγει το υδρογόνο με μια σειρά από διαφορετικά μόρια με τη διάσπαση του από τον αντιδραστικό διαχωριστή (Merkle R.C. 1993).

Η χημική σύνθεση είναι ελπιδοφόρος. Στις προσομοιώσεις υπολογιστών, *molecularly* σταθερά εργαλεία και μηχανισμοί έχουν διαμορφωθεί μέσω της χημικής σύνθεσης.



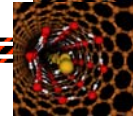
Αντιπροσώπευση των nanogears που γίνονται από δισεκατομυρια graphitetubes. (Η εικόνα από το NanoGallery)



Εάν οι φαρμακοποιοί και οι μηχανικοί πετύχουν στα nanomachines , η ελπίδα είναι ότι αυτές οι μηχανές θα είναι σε θέση να χτίσουν ολόκληρη σειρά νέων μορίων από άτομα .

Προκειμένου να γίνουν τα νέα μόρια, ένα nanomachine πρέπει κάπως "να αρπάξει" τα μεμονωμένα άτομα με τις τανάλιές του και να τα κινήσουν στις νέες θέσεις ή να τα συνδέσει με άλλα μόρια. Αυτό φαίνεται να είναι αρκετά απλό αλλά όπως επισημαίνει ο George M. Whitesides (2001), υπάρχουν σοβαρά προβλήματα που πρέπει να υπερνικηθούν. Αναλογιστείτε , παραδείγματος χάριν, το γεγονός ότι οι τανάλιες ενός nanomachine θα γίνουν από διάφορα άτομα και επομένως θα είναι μεγαλύτερες από τα μεμονωμένα άτομα που πρέπει να κινήσει . Αυτό σημαίνει ότι η πολυπλοκότητα και η ακρίβεια της μετακίνησης του nanomachine θα περιοριστεί αρκετά, θα είναι αδύνατο. Η συγκέντρωση των ατόμων θα ήταν δύσκολη όπως η προσπάθεια να συναρμολογηθεί ένας μηχανισμός watch με τα δάχτυλά μας παρά με μικρά τσιμπίδια.

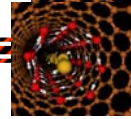
Ένα άλλο πρόβλημα προκύπτει από το γεγονός ότι τα μεμονωμένα άτομα αναγκάζονται "να συνδεθούν" με άλλα άτομα. Μερικοί ατομικοί δεσμοί μπορούν να είναι εξαιρετικά ισχυροί (ειδικά με τα άτομα άνθρακα), έτσι τραβώντας τους χώρια θα απαιτήσουν μεγάλα ποσά ενέργειας. Ο μόνος τρόπος να αφαιρεθούν θα μπορούσε να είναι , να κινηθούν προς τα μόρια που προσελκύονται εντονότερα. Αλλά έπειτα υπάρχει η δυνατότητα ότι ολόκληρο το nanomachine θα κολλήσει στο μόριο. Η κατάσταση είναι ανάλογη με την προσπάθεια να συναρμολογήσεις ένα watch με μαγνητισμένα τσιμπίδια και κατσαβίδια. Δεν μπορεί να γίνει επειδή τα επιμέρους συστατικά κολλούν στα εργαλεία.



Drexler και λοιποί (2001) ψάχνουν λύσεις για αυτά τα προβλήματα. Προτείνουν ότι τέτοιες ανησυχίες προκύπτουν από μια παρανόηση για το πώς τα nanomachines λειτουργούν. Παραδείγματος χάριν, η ιδέα ότι τα nanomachines χρησιμοποιούν "δαγκάνες" για να κινήσουν τα αντικείμενα δεν είναι τίποτα περισσότερο από μια φτωχή μεταφορά. Στην πραγματικότητα, τα nanomachines που περιέχουν μια ενεργό άκρη, που δεν είναι μεγαλύτερος από το άτομο που έχει ως σκοπό να χειριστεί.

Έτσι οι ανησυχίες για το μέγεθος των ταναλιών ενός nanomachine απαντιούνται εύκολα. Εντούτοις, οι ανησυχίες του για τη σύνδεση των ατόμων άνθρακα στα nanomachines φαίνονται δυσκολότερο να απαντηθούν. Το Drexler προσπαθεί να θάψει το πρόβλημα με την αναφορά της θεωρητικής εργασίας που γίνεται με το εργαλείο εξαγωγής υδρογόνου και με την αναφορά στην πειραματική εργασία που γίνεται με τα άτομα υδρογόνου. Δεν εξετάζει άμεσα τις ανησυχίες για το χειρισμό των ατόμων άνθρακα. Αυτό είναι σημαντικό, επειδή ο άνθρακας είναι ένα από τα πιο κοινά άτομα που βρίσκονται στη γη και αναμφισβήτητα θα περιληφθεί, εάν τα nanomachines χρησιμοποιούνται για να χτίσουν τα νέα μόρια.

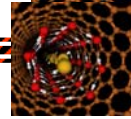
Ο Drexler, εντούτοις, αναφέρει κάποια πολύ ελπιδοφόρο εργασία από τους Wilson Ho και Hyojune Lee. Σε ένα πείραμα, "... χρησιμοποίησε μια άκρη STM για να εντοπίσει πρώτα δύο μόρια μονοξειδίου άνθρακα (CO) και ένα άτομο σιδήρου (Fe) που προσκόλλησαν σε μια ασημένια επιφάνεια στο κενό, χαμήλωσαν την άκρη πάνω από το ένα μόριο κοβαλτίου και αύξησαν την τάση του οργάνου για να πάρουν το μόριο. Κατόπιν κίνησαν το συνδεδεμένο μόριο πέρα από το συνδεδεμένο άτομο Fe και αντέστρεψαν την τρέχουσα ροή, αναγκάζοντας το μόριο κοβαλτίου για να συνδεθεί με το άτομο Fe, διαμορφώνοντας ένα μόριο FeCO καρβονυλίων σιδήρου στην επιφάνεια. Τέλος, οι ερευνητές επανέλαβαν τη διαδικασία, που επιστρέφει στην ακριβή



περιοχή του πρώτου $FeCO$ και που προσθέτει ένα δεύτερο μόριο κοβαλτίου στο $FeCO$, διαμορφώνοντας ένα μόριο του $FeCO_2$, το οποίο στις επόμενες εικόνες της επιφάνειας εμφανίστηκε καθώς σαν μικροσκοπικά αυτιά "κουνελιών". Η ομάδα του Ho έχει καταδείξει επίσης την αφαίρεση υδρογόνου ενιαίος-ατόμων πειραματικά, χρησιμοποιώντας ένα *STM* " (Drexler et al. 2001).

Αυτός ο τύπος εργασίας θα οδηγήσει ενδεχομένως στον πιο σύνθετο χειρισμό των ατόμων, και αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει στην ανάπτυξη των εργαλείων "επιλέξτε και τοποθετήστε" τα άτομα άνθρακα.

Δεδομένου ότι οι τεχνολογικές ικανότητές μας αναπτύσσονται, η υπόσχεση της τεχνολογίας nanomachine γίνεται περισσότερο μια πραγματικότητα. Μπορούμε μια ημέρα να δούμε την επιτυχή δημιουργία των assembler nanomachine. Αυτές οι μηχανές θα μπορούσαν να τελειώσουν την πείνα και να φέρουν σε μια νέα ηλικία την προόδο για την ανθρωπότητα. Η νανοτεχνολογία μας προσφέρει τις μεγάλες υποσχέσεις σε μια μικρή συσκευασία. Εντούτοις, τα πλεονεκτήματα αυτά και οι υποσχέσεις δεν έρχονται δωρεάν. Έρχονται με μερικούς πολύ μεγάλους κινδύνους.

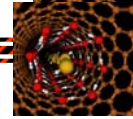


Οι μεγάλοι κίνδυνοι έρχονται στις μικρές συσκευασίες

Η τεχνολογία μπορεί να πάρει αρκετό χρόνο για την εφαρμογή της στον εμπορικό κόσμο. Εντούτοις, υπάρχει μια θέση στην οποία πιάνει πολύ γρήγορα: Οι στρατιωτικοί κατά τη διάρκεια της ιστορίας της ανθρωπότητας, η τεχνολογική έρευνα έχει κινηθεί γρηγορότερα όταν υπάρχει μια πιθανή στρατιωτική εφαρμογή. Ο κίνδυνος είναι ότι αυτή η τάση θα συνεχιστεί με τη νανοτεχνολογία. Φανταστείτε τις πιθανές χρήσεις των nanomachines στην εχθροπραξία. Τα μόνα nanomachines αντιγραφής που σχεδιάζονται στο στόχο και καταστρέφουν το οργανικό υλικό θα μπορούσαν να απελευθερωθούν στο εχθρικό έδαφος και να καταστρέψουν τα πάντα μέσα σε λίγες ώρες. Εάν αυτές οι μηχανές σχεδιάστηκαν για να καταστρέψουν η μια την άλλη μετά από (πέστε) 24 ώρες, η χώρα του εχθρού θα αφηνόταν κενή και ασφαλής να πατηθεί από τις στρατιωτικές δυνάμεις. Η βιολογική εχθροπραξία θα ήταν ένα πράγμα του παρελθόντος δεδομένου ότι η εχθροπραξία nanomachine θα ήταν τόσο πολύ ασφαλέστερη

Ο μόνος τρόπος να αποτραπεί αυτή η χρήση των nanomachines θα ήταν μέσω των διεθνών συμφωνιών. Δυστυχώς, δεν είναι όλες οι χώρες πρόθυμες να υπογράψουν τέτοιες συμφωνίες και εκείνοι που υπογράφουν μπαίνουν στον πειρασμό για να αναπτύξουν την τεχνολογία στα μυστικά αφού και ο εχθρός κάνει το ίδιο πράγμα. Ίσως οι πιο πολύ θα μπορούσαμε να ελπίζουμε ότι θα ήταν μια κατάσταση αδιεξόδου όπως αυτή μεταξύ των Ηνωμένων Πολιτειών και του U.S.S.R κατά τη διάρκεια του ψυχρού πολέμου. Εάν και οι δύο πλευρές έχουν την τεχνολογία, θα είναι πάρα πολύ νευρικές για να την χρησιμοποιήσουν, δεδομένου ότι ξέρουν ότι η άλλη πλευρά θα εκδικηθεί.

Ένας σοβαρότερος κίνδυνος της τεχνολογίας nanomachine περιλαμβάνει τη δυνατότητα αυτοαναπαραγωγής. Φανταστείτε ότι ένα nanomachine έχει τη δυνατότητα να κάνει ένα αντίγραφο του με την εκ νέου ρύθμιση των ατόμων που περιλαμβάνονται σε οποιοδήποτε κοντινό θέμα. Δεδομένου ότι παράγει ένα ακριβές αντίγραφο του, είναι πιθανό ότι η μηχανή "απογόνου" θα είναι σε θέση να αναπαραχθεί ξανά. Αυτό είναι, τελικά, ο τρόπος με τον οποίο σκοπεύουν να κρατήσουν το κόστος των nanomachines χαμηλά.



τώρα έχουμε 2 nanomachines που μπορούν να διπλασιαστούν. παράγονται 2 , τα οποία συνολικά γίνονται 4.

Τα 4 γίνονται 8.

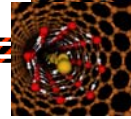
8 γίνονται 16,

16 γίνονται 32, και τα λοιπά

Μετά από μόνο 27 γενεές θα είχαμε πάνω από 134 εκατομμύριο nanomachines σε ετοιμότητα για μας. Δεδομένου ότι είναι μοριακοί, ένας μεγάλος αριθμός δεν φαίνεται . Αλλά ο αριθμός θα μπορούσε να συνεχίσει. Μετά από 39 γενεές θα υπήρχαν πάνω από 549 δισεκατομμύριο nanomachines στον πλανήτη. Το σημείο είναι προφανές. Χωρίς έναν τρόπο ελέγχου της αναπαραγωγή των nanomachines, ο πλανήτης είναι σε κίνδυνο . Επιπλέον, δεδομένου ότι τα nanomachines χρησιμοποιούν τους πόρους του πλανήτη ως πρώτη ύλη με την οποία θα διπλασιαστούν ξανά, ο κίνδυνος είναι ότι ο πλανήτης θα μπορούσε τελικά να μετασχηματιστεί σε μια συνταραγμένη μάζα nanomachines.

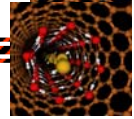
Ο Whitesides (2001) αποκρίνεται σε αυτό το πρόβλημα με την επισήμανση ότι η γη έχει ερημωθεί ήδη από τις μοριακές μηχανές -- συγκεκριμένα, βιολογικά κύτταρα. Αυτό ισχύει καθώς , η γη ήταν πολύ διαφορετική 3,5 δισεκατομμύρια έτη πριν από την εμφάνιση της ζωής. Τα μόνα κύτταρα, πάνω από 3,5 δισεκατομμύρια έτη, έχουν μετασχηματίσει εντελώς τον πλανήτη. Έχουν αλλάξει τον πλανήτη από έναν κόσμο ανόργανων μεταλλευμάτων με μια πλούσια ατμόσφαιρα του CO₂, σε έναν κόσμο που είναι τέλειος για τη βιολογική ζωή.

Αλλά αυτό το γεγονός δεν αρνείται τον κίνδυνο στη δημιουργία των nanomachines αυτοαναπαραγωγής. Στην πραγματικότητα, ο Whitesides έχει υπενθυμίσει σε μας ότι είναι δυνατό για τις μοριακές μηχανές να διπλασιαστούν εκθετικά και να μετασχηματιστεί ο πλανήτης. Εάν τα nanomachines αυτοαναπαραγωγής μείνουν εκτός ελέγχου, θα μπορούσαν να αλλάξουν τον πλανήτη σε τέτοιο βαθμό ώστε δεν είναι πλέον κατάλληλο για τη βιολογική ζωή.



Μια πιθανή λύση στο πρόβλημα είναι να περιοριστούν οι δυνατότητες αντιγραφής των nanomachines. Παραδείγματος χάριν, ένας μηχανισμός θα μπορούσε να αναπτυχθεί από τον οποίο τα νέα nanomachines παράγονται με έναν αριθμό σειράς. Αυτός ο αριθμός θα μπορούσε να αντιπροσωπεύσει τη γενεά τους. Έτσι, ένα nanomachine επωνομαζόμενο " GEN 2" θα παρήγε τον επωνομαζόμενο απόγονο "GEN 3", και ο απόγονός τους θα ονομαζόταν " GEN 4". Ο αλγόριθμος αντιγραφής θα μπορούσε να έχει ως σκοπό να λειτουργήσει μόνο εάν ο αριθμός παραγωγής είναι λιγότερο από 4. Επίσης, τα nanomachines με έναν αριθμό παραγωγής υψηλότερο από 1 θα μπορούσαν να κωδικοποιηθούν με μια λειτουργία που περιορίζει τον αριθμό αναπαραγωγικών κύκλων που μπορούν να εκτελέσουν. Με το να ενσωματώσουμε αυτά τα μέτρα προστασίας, μπορούμε να είμαστε σε θέση να ελέγξουμε τον πληθυσμό των nanomachines συγχρόνως επιτρέποντας την ύπαρξη ενός αριθμού απαραίτητου να διευκολύνει μερικά από τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν νωρίτερα.

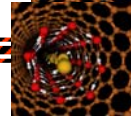
Εντούτοις, αυτά τα μέτρα προστασίας μπορούν να μην είναι αρκετά. Ο βιολογικός κόσμος μας έχει παρουσιάσει ότι εξέλιξη εμφανίζεται και δεν μπορεί να σταματήσει. Το ίδιο πράγμα μπορεί να ισχύει για το νανο-κόσμο. Εξετάστε την ιδέα ότι κάθε φορά που κάνει ένα nanomachine ένα αντίγραφο του, υπάρχει μια δυνατότητα ότι ένα λάθος θα μπορούσε να γίνει κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αντιγραφής. Τέτοια λάθη θα μπορούσαν να είναι πολύ μικρά -- ίσως όχι μεγαλύτερα από ένα ενιαίο "κομμάτι" των πληροφοριών. Τώρα φανταστείτε τι θα συνέβαινε εάν ένα λάθος εμφανίστηκε ενώ ένα nanomachine έχτιζε το μηχανισμό αντιγραφής του απογόνου του. Για να είστε πιο συγκεκριμένος, φανταστείτε ότι ένα ενιαίο λάθος "κομματιών" εμφανίστηκε κατά την κωδικοποίηση της λειτουργίας που περιορίζει τις αναπαραγωγικές δυνατότητες της μηχανής. Έτσι, αντί του ελέγχου ότι ο αριθμός παραγωγής της μηχανής είναι λιγότερο από 4, ελέγχει για να δει ότι είναι λιγότερο από 40. Όταν αυτό το λάθος μεταφέρεται προς τον απόγονο της μηχανής, δεδομένου ότι το λάθος θα μεταφερθεί προς κάθε επόμενη γενεά, θα υπάρξει μια ουσιαστική έκρηξη στον πληθυσμό nanomachine. Ένα ενιαίο λάθος θα μπορούσε να έχει τη δυνατότητα να στείλει τον πληθυσμό nanomachine εκτός ελέγχου.



Ο μόνος τρόπος να αποφευχθεί το πρόβλημα της ανεξέλεγκτης αναπαραγωγής είναι να αφαιρεθεί η δυνατότητα αυτή από τα nanomachines. Μπορεί να είναι αλήθεια ότι οι μηχανές αυτοαναπαραγωγής είναι ο μόνος τρόπος να εξασφαλιστεί ένας φτηνός τρόπος λειτουργίας αλλά οι πιθανοί κίνδυνοι αντισταθμίζουν τα οφέλη.

Εάν τα nanomachines χτίζονται χωριστά στα εργαστήρια, θα είναι χρήσιμα να θεραπεύσουν την ασθένεια και θα είναι ακόμα ενδεχομένως χρήσιμα για τα μόρια για να χτίσουν νέα αντικείμενα όπως τα τρόφιμα. Το μόνο μειονέκτημα είναι ότι κανένα από αυτά δεν θα γίνει δωρεάν. Κάποιος θα πρέπει ακόμα να πληρώσει για την κατασκευή των μηχανών, και αυτό σημαίνει ότι τα προϊόντα τους θα πρέπει να πληρωθούν από τους καταναλωτές, έτσι η πεινά δεν θα ξεριζωθεί.

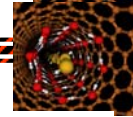
Εντούτοις, θα μπορούσε να είναι δυνατόν η παραγωγή των τροφίμων με τα nanomachines είναι γρηγορότερη και φτηνότερη από τα συμβατικά μέσα, τα οποία θα σημάνουν ότι η πεινά μπορεί να διευκολυνθεί λίγο. Επιπλέον, εάν οι κυβερνήσεις είναι πρόθυμες να επενδύσουν στην τεχνολογία, τα nanomachines μπορούν να είναι σε θέση να χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν μερικά από τα περιβαλλοντικά προβλήματά μας με την αποκατάσταση της ζημίας που έχουμε κάνει στην ατμόσφαιρα. Έτσι η έρευνα αξίζει.



Συμπέρασμα

Ελπίδα της ανθρωπότητας για τα Nanomachines είναι προσφοράς για το μέλλον. Η ιδέα ότι θα μπορούσαμε να θεραπεύσουμε ασθένειες σε μια μέρα, να καθαρίσουμε την ατμόσφαιρα και να μειωθεί η πεινά στον κόσμο ,είναι ρομαντική. Εάν οι επιστήμονες μπορούν να υπερνικήσουν τις τεχνικές δυσκολίες που οφείλονται στην παραγωγή των nanomachines ,ικανών για αυτούς τους στόχους. Οι καρποί των προσπαθειών τους θα μας ωφελήσουν όλους. Εντούτοις, πρέπει να είμαστε προσεκτικοί. Ο πειρασμός της αυτοαναπαραγωγής των μηχανών είναι ισχυρός, δεδομένου ότι θα μας δώσει έναν ατελείωτο ανεφοδιασμό των νέων nanomachines με κανένα κόστος αλλά διπλασιάζοντας τις μηχανές υπάρχει πιθανότητα να φτάσει εκτός ελέγχου.

Τα οφέλη των nanomachines οικοδόμησης που μπορούν να χειριστούν το θέμα είναι πραγματικά και δεν μπορούν να αγνοηθούν, έτσι η τεχνολογία πρέπει να ακολουθηθεί με σθένος. Πρέπει να στρέψουμε τις προσπάθειές μας στην τελειοποίηση των μηχανών που μπορούν να παραγάγουν τα οφέλη που περιγράφονται σε αυτό το άρθρο χωρίς τις μηχανές που μπορούν να κάνουν τα αντίγραφα τους.



Αρκτικόλεξα και συντμήσεις

Μερικές από τις νέες ορολογίες που μπορούμε να συναντήσουμε κατά την ενασχόληση μας με την νανοτεχνολογία.

AFM

ατομικό δυναμικό μικροσκόπιο

AHRB

ερευνητικός πίνακας τεχνών και ανθρωπότητας

BRTF

καλύτερη ομάδα εργασίας (UK)
κανονισμού

CNT

άνθρακας nanotube

Cvd

απόθεση χημικού ατμού

DAMs

κατευθυνόμενη συνέλευση
monolayers

DEFRA

τμήμα για τα τρόφιμα
περιβάλλοντος και τις αγροτικές
υποθέσεις

DNA

δεσοξυριβονουκλεϊνικό οξύ

DH

τμήμα υγείας

DTI

τμήμα εμπορίου και βιομηχανίας

Ea

αντιπροσωπεία περιβάλλοντος

EBL

λιθογραφία δεσμών ηλεκτρονίων

EK

Ευρωπαϊκή Επιτροπή

EINECS

ευρωπαϊκός κατάλογος των
υπάρχων εμπορικών ουσιών

EPSRC

Εφαρμοσμένης μηχανικής και
φυσικό ερευνητικό Συμβούλιο
επιστημόνων

EE

Ευρωπαϊκή Ένωση

FDA

διοίκηση τροφίμων και φαρμάκων
(ΗΠΑ)

FIB

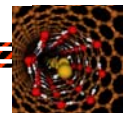
ιονική ακτίνα

ΑΕΠ

ακαθάριστο εγχώριο προϊόν

GM

γενετικά τροποποιημένος



HRTEM

υψηλής ευκρίνειας
μικροσκοπικής μετάδοσης
ηλεκτρονίων

HSE

υγεία και ασφάλεια εκτελεστικό
όργανο (UK)

ICT

τεχνολογία ενημέρωσης και
επικοινωνιών

ΤΠ

τεχνολογία πληροφοριών

ITRS

διεθνής τεχνολογία Roadmap για
τους ημιαγωγούς

MEMS

μικρο- ηλεκτρομηχανικά
συστήματα

MOCVD

απόθεση χημικού ατμού
μεταλλικών οξειδίων

MRI

απεικόνιση μαγνητικής
αντήχησης

MWNT

πολύ-περιτοιχισμένος άνθρακας
nanotube

NEMS

νανο-ηλεκτρομηχανικά
συστήματα

MKO

μη κυβερνητική οργάνωση

NIST

εθνικό ίδρυμα για τα πρότυπα και
την τεχνολογία (ΗΠΑ)

Npl

εθνικό φυσικό εργαστήριο (UK)

nm

Nanometre

NONS

ανακοίνωση των νέων ουσιών

NSF

εθνικό ίδρυμα επιστήμης (ΗΠΑ)

Oel

όριο επαγγελματικής έκθεσης

OLED

φωτοεκπεμπουσα οργανική
δίοδος

OST

γραφείο της επιστήμης και της
τεχνολογίας

PV

φωτοβολταϊκός

E&A

έρευνα και ανάπτυξη

RCUK

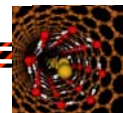
τα ερευνητικά Συμβούλια UK

RFID

προσδιορισμός ραδιοσυχνότητας

RIE

αντιδραστική ιονική χαρακτηριστική

**SCCNFP**

επιστημονική Επιτροπή των καλλυντικών προϊόντων και των μη φαγώσιμων προϊόντων προοριζόμενων για τους καταναλωτές

SCENIHR

επιστημονική Επιτροπή της ανάδειξης των πρόσφατα προσδιορισμένων κινδύνων υγείας

SEM

μικροσκοπική ανίχνευσης ηλεκτρονίων

SPM

μικροσκοπικός έλεγχος ανίχνευσης

STM

ανιχνευτικό ανοιγμένο μικροσκόπιο

SWNT

ενιαίος-περιτοιχισμένος άνθρακας nanotube

TBT tributyl κασσίτερος

TEM μικροσκόπηση

ηλεκτρονίων μετάδοσης

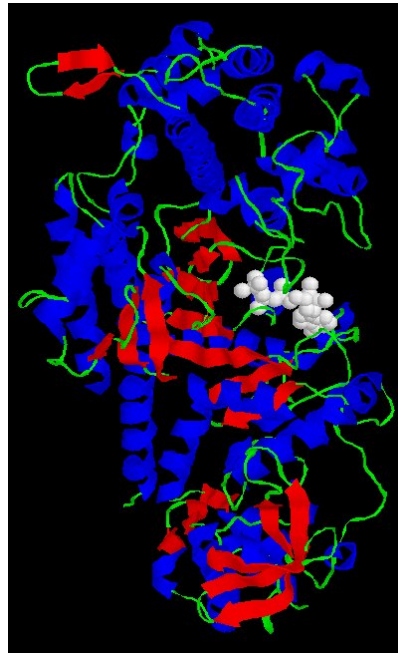
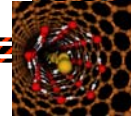
UV υπεριώδης ακτίνα

ACE Paste: αλοιφή ατμοσφαιρικής αφαίρεσης αεριού

άνθρακα. Συλλέγει τα μοριά άνθρακα από την ατμόσφαιρα, και χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία diamondoid. Μια καλά σχεδιασμένη κόλλα θα μπορούσε να συγκομίσει 100 φορές ή και περισσότερο το βάρος της .Η κόλλα ACE μπορεί να μην είναι απαραίτητη, επειδή οι μεγάλες σταθερές εγκαταστάσεις είναι αποδοτικότερες

Adensoine Triphosphate [ATP]: Μια χημική ένωση που

λειτουργεί ως καύσιμα για τη βιομοριακή νανοτεχνολογία που έχει τον τύπο, $C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$. Το σχίσιμο μιας ομάδας φωσφορικού άλατος από το ATP οδηγεί στην απελευθέρωση ενέργεια που τα βιομοριακά μηχανήματα χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας. Το (ADP) περιέχει μόνο δύο ομάδες φωσφορικού άλατος, αλλά μπορεί έπειτα να επαναφορτιστεί στο ATP με τη βοήθεια του synthase ATP.

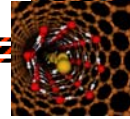


Assembler: Μια γενικής χρήσης συσκευή για τη μοριακή κατασκευή. Μια μοριακή μηχανή που μπορεί να προγραμματιστεί για να χτίσει ουσιαστικά οποιαδήποτε μοριακή δομή ή συσκευή από τις απλούστερες χημικές δομικές μονάδες.

Atomic Force Microscope (AFM) Ένα όργανο ικανό για επιφανειακές εικόνες με μοριακή ακρίβεια. Με μηχανικά εξαρτήματα μπορεί να εξετάσει τα περιγράμματα επιφάνειάς των μορίων του αντικειμένου

Manipulation: Χωρισμένα άτομα, με την άκρη ενός STM.

Atomistic Simulations: ατομικές προσομοιώσεις σε υπολογιστές με κίνηση των μακρομοριακών συστημάτων γίνονται όλο και περισσότερες. ένα ουσιαστικό μέρος της επιστήμης και της νανοτεχνολογίας υλικών. Οι πρόσφατες πρόοδοι στις τεχνικές προσομοίωσης υπερυπολογιστών παρέχουν τα απαραίτητα εργαλεία για τους υπολογισμούς στο nanoscale



Ballistic Magnetoresistance: (BMR) είναι ακόμα ένας τρόπος με τον οποίο ο προσανατολισμός περιστροφής, που κωδικοποιεί τις πληροφορίες για ένα μέσο αποθήκευσης όπως ένας σκληρός δίσκος, μπορεί να τροποποιήσει την ηλεκτρική αντίσταση σε ένα κοντινό κύκλωμα.

Bio-assemblies or Biomolecular Assemblies: προσδιορισμός διάφορων πρωτεϊνικών μονάδων, βρόχοι DNA, λιπίδια, κτλ

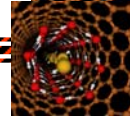
Biochauvinism: Η προκατάληψη ότι τα βιολογικά συστήματα έχουν μια εγγενή ανωτερότητα που θα τους δώσει ένα μονοπώλιο στην αυτό-αναπαραγωγή και τη νοημοσύνη.

BioMEMS -- MEMS χρησιμοποιημένα στην ιατρική, τα μικροσίπ.

BioNEMS – βίο -λειτουργήσιμα νανο-ηλεκτρομηχανικά συστήματα.

Biomimetic: Μίμηση, αντιγραφή, ή εκμάθηση από τη φύση. Η νανοτεχνολογία υπάρχει ήδη στη φύση ,επομένως οι nano επιστήμονες έχουν μια ευρεία ποικιλία των συστατικών και των τεχνασμάτων που είναι ήδη διαθέσιμα.

Biomimetics: μελέτη της δομής και της λειτουργίας των βιολογικών ουσιών για να κάνει τα τεχνητά προϊόντα που μιμούνται τα φυσικά.



Biomimetic Chemistry: Η γνώση της βιοχημείας, της αναλυτικής χημείας, της πολυμερούς επιστήμης, και της biomimetic χημείας είναι συνδεδεμένη και εφαρμοσμένη στην έρευνα στο σχεδιασμό των νέων μορίων, των μοριακών ενώσεων, και των μακρομορίων που έχουν τις biomimetic λειτουργίες.

Biomimetic Materials: Τα υλικά που μιμούνται, αντιγράφουν, ή μαθαίνουν από τη φύση.

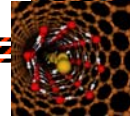
Biopolymeroptoelectromechanical Systems [BioPOEMS]: συνδυασμός της οπτικής και των microelectromechanical συστημάτων, που χρησιμοποιούνται στις βιολογικές εφαρμογές.

Blue Goo - αντίθετο **Grey goo**. Τεχνολογία Benificial, ή "αστυνομία" nanobots.

Bogosity Filter: Ένας μηχανισμός για τις ψευδείς ιδέες και τις προτάσεις.

Born-Oppenheimer Approximation: επιτρέπει τη χρήση των κλασσικών μηχανικών στη διαμόρφωση και τη σκέψη για τις μοριακές και ατομικές κινήσεις.

Bottom Up: Οικοδόμηση των μεγαλύτερων αντικειμένων από τις μικρότερες δομικές μονάδες. Η νανοτεχνολογία επιδιώκει να χρησιμοποιήσει τα άτομα και τα μόρια ως εκείνες τις δομικές μονάδες. Το πλεονέκτημα του από κάτω προς τα πάνω σχεδίου



είναι ότι οι ομοιοπολικοί δεσμοί που διατηρούν τη συνοχή ενός ενιαίου μορίου είναι πολύ ισχυρότεροι .

Brownian Motion: Κίνηση ενός μορίου σε ένα ρευστό εξ αιτίας της θερμικής αναταραχής, που παρατήρησε το 1827 ο Robert Brown.

Bulk technology: Τεχνολογία στην οποία τα άτομα και τα μόρια χειρίζονται σε μεγάλη ποσότητα, παρά χωριστά.

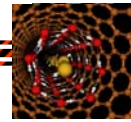
Buckminsterfullerene: Ένας ευρύς όρος που καλύπτει την ποικιλία των buckyballs και του άνθρακα nanotubes που υπάρχουν.

Bucky Balls τα μόρια φτιαγμένα με πάνω από 60 άτομα άνθρακα τακτοποιημένα σε μία σειρά εξαγωνικών μορφών

Cellular Automata: μια σειρά όμοιων κύτταρων που αλληλεπιδρούν το ένα με το άλλο.

Cell pharmacology: Παράδοση των φαρμάκων από τα ιατρικά nanomachines

Cell Repair Machine: Μοριακός και nanoscale μηχανές με τους αισθητήρες, nanocomputers και εργαλεία, που προγραμματίζονται για να ανιχνεύσουν και να αποκαταστήσουν τη ζημία στα κύτταρα και τους ιστούς,



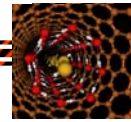
Chemical Vapour Deposition (CVD): μια τεχνική που χρησιμοποιείται για να εναποθέσει επιστρώματα. οι χημικές ουσίες ατμοποιούνται αρχικά, και εφαρμόζονται έπειτα χρησιμοποιώντας ένα αδρανές αέριο ,όπως το άζωτο.

Cobots: Συνεργάσιμα ρομπότ με σκοπό να εργαστούν παράλληλα με τους ανθρώπινους χειριστές. Το πρωτότυπο cobots χρησιμοποιείται στις αυτοκινητοβιομηχανίες για να βοηθήσει τα βαριά συστατικά όπως τα καθίσματα και τα ταμπλό στην συναρμολόγησή τους.

Computational Nanotechnology: επιτρέπει τον υπολογισμό , τη διαμόρφωση και την προσομοίωση των σύνθετων δομών.

Dendrimers: Από το την ελληνική λέξη δέντρο, ένα dendrimer είναι πολυμερές σώμα που διακλαδίζεται "... μια μικροσκοπική μοριακή δομή που αλληλεπιδρά με τα κύτταρα,

Diamondoid: Structures που μοιάζει με το διαμάντι γενικά, ισχυρές δύσκαμπτες δομές που περιέχουν πυκνά, τρία διασταλτικά δίκτυα των ομοιοπολικών δεσμών, που διαμορφώνονται κυρίως από την πρώτη και την δεύτερη σειρά ατόμων με ένα σθένος τριών ή περισσότερων. Πολλές από τις πιο χρήσιμες δομές diamondoid ενδεχομένως να χρησιμοποιηθούν για να χτιστούν ισχυρότεροι και ελαφρύτεροι πύραυλοι και τα διαστημικά συστατικά ή ποικίλα άλλα συνδεδεμένα υλικά για τους οποίους το βάρος και η δύναμη είναι αντίστροφος ανάλογα απαραίτητα.



Disassembler : Ένα όργανο ικανό να πάρει μερικά άτομα. Αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αντιγραφή σε αντικείμενα.

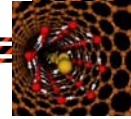
Disruptive Technology: Τεχνολογία που είναι σημαντικά φτηνότερη από την τρέχουσα, έχει τη μεγαλύτερη λειτουργικότητα, και είναι συχνά καταλληλότερη να χρησιμοποιηθεί. Θα ξεσηκώσει τις αγορές με την εκτόπιση της υπάρχουσας τεχνολογίας.

DNA Chip: Ένας σκοπός που κατασκευάστηκε το μικροσίπ και που χρησιμοποιήθηκε για να προσδιορίσει τις μεταλλαγές ή τις αλλαγές στο DNA ενός γονιδίου.

Ecosystem protector: Ένα nanomachine να απομακρύνει τα επιλεγμένα εισαγόμενα είδη από ένα οικοσύστημα για να προστατεύσει τα εγγενή είδη

Electrical Bistability: ένα φαινόμενο στο οποίο ένα αντικείμενο εκθέτει δύο καταστάσεις της διαφορετικής αγωγιμότητας στην ίδια εφαρμοσμένη τάση.

Appearance: ένα σύνθετο σύνολο που δημιουργείται από τα απλά μέρη, όπως στον εγκέφαλο όπου τα δισεκατομμύρια των νευρώνων λειτουργούν χωριστά αλλά συλλογικά αποτελεί τη συνείδησή και μας δίνει τη δυνατότητα να σκεφτόμαστε, να οργανώνουμε ορθολογικά, και να δημιουργούμε.



EI - Emergent Intelligence: Ένα ευφυές σύστημα που προκύπτει βαθμιαία από απλούστερα συστήματα.

Emulation: Μια απολύτως ακριβής προσομοίωση έτσι εξαναγκάζει ότι είναι ισοδύναμο με τον αρχικό, παραδείγματος χάριν πολλοί υπολογιστές μιμούνται τους ξεπερασμένους υπολογιστές για να τρέξουν τα προγράμματά τους.

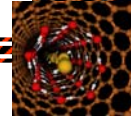
Enabling science and technologies: Τομείς της έρευνας σχετικοί με έναν στόχο, όπως η νανοτεχνολογία . Η τεχνολογία που "επιτρέπει" σε άλλη τεχνολογία για να προωθηθεί, όπως η κρυσταλλολυχνία που επιτρέπεται την επανάσταση τσιπ υπολογιστών, όπως φωτολιθογραφία.

Entropy: Ένα μέτρο της αναταραχής ενός κλειστού συστήματος.

Evolution: Μια διαδικασία στην οποία ένας πληθυσμός της αυτο-αντιγραφής των οντοτήτων υποβάλλεται στην παραλλαγή, με τις επιτυχείς παραλλαγές που διαδίδουν και που γίνονται η βάση για την περαιτέρω παραλλαγή.

Exploratory engineering: Σχέδιο και ανάλυση των συστημάτων που είναι θεωρητικά δυνατά αλλά δεν μπορούν να χτιστούν ακόμα, εξ αιτίας των περιορισμών στα διαθέσιμα εργαλεία.

Femtometer: fm μια μονάδα κατάλληλη να εκφράσει το μέγεθος των ατομικών πυρήνων. Ένα τετρακομηριοστο (10 στην μείον 15) ενός μετρητή.



Femtosecond: είναι ένα τετρακομηριοστό δευτερολέπτου.

Femtototechnology: η τέχνη του χειρισμού των υλικών στην κλίμακα των στοιχειωδών μορίων (leptons, hadrons, και θεωρητικά και υποατομικά σωματίδια). το επόμενο βήμα μικρότερο μετά από την picotechnology, το οποίο είναι το επόμενο βήμα μικρότερη μετά από τη νανοτεχνολογία.

Foglet: Μια μηχανή mesoscale. Ένα διακριτό συστατικό

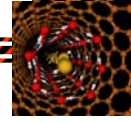
Fractal: Ένα μαθηματικό κατασκεύασμα που έχει μια κλασματική διάσταση

Fractal Robots: Είναι προγραμματιζόμενες μηχανές που μπορούν να κάνουν τους απεριόριστους στόχους στο φυσικό κόσμο, ο κόσμος του θεάματος. Φορτώστε το σωστό λογισμικό και οι ίδιες "μηχανές" μπορούν να σκουπίσουν τον τάπητα με ηλεκτρική σκούπα, να χρωματίσουν το αυτοκίνητό σας, ή να κατασκευάσουν ένα κτήριο γραφείων

FUD: Φόβος, αβεβαιότητα, αμφιβολία.

Golden Goo: Ένα άλλο μέλος της γκρίζας οικογένειας goo των σεναρίων καταστροφής νανοτεχνολογίας.

GNR technologies (Genetic Engineering, Nanotechnology, and Robotics)



Gray Goo or Grey Goo

καταστρεπτικά **nanobots** "γκρίζα σκόνη".

αντίθετο **μπλε Goo**. Απέραντες λεγεώνες των καταστρεπτικών nanites, ανεξέλεγκτα θα μετατρέψουν βασικά ότι έρχονται σε επαφή σε όμοια τους, και θα καταναλώσουν τα πάντα.

Green Goo: Nanomachines ή βίο-κατασκευασμένοι οργανισμοί που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο πληθυσμών ανθρώπων είτε από τις κυβερνήσεις είτε τις έθνος-τρομοκρατικές ομάδες. Θα εργαζόταν πιθανότατα με την αποστείρωση των ανθρώπων μέσω των ειδήλλως αβλαβών μολύνσεων.

Heisenberg Uncertainty Principle: Μια κβαντικός-μηχανική αρχή με τη συνέπεια ότι η θέση και η ορμή ενός αντικειμένου δεν μπορούν να καθοριστούν ακριβώς.

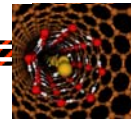
Heteronuclear: σύσταση από τα διαφορετικά στοιχεία.

IA: Intelligence Amplification: Τεχνολογίες που επιδιώκουν να αυξήσουν τις γνωστικές δυνατότητες των ανθρώπων.

Immune Machines: Ιατρικά nanomachines που σχεδιάζονται για εσωτερική χρήση, ειδικά στην κυκλοφορία του αίματος και την πεπτική οδό, ικανές να προσδιορίσουν και να θέσουν εκτός λειτουργίας τους εισβολείς όπως τα βακτηρίδια και ιοί.

IMP: Ηλεκτρονικό μόσχευμα, ειδικά στον εγκέφαλο.

Khaki Goo: Στρατιωτική νανοτεχνολογία



Langmuir-Blodgett: Το όνομα μιας nanofabrication τεχνικής που χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει τις ultrathin ταινίες (monolayers και απομονωμένα μοριακά στρώματα), το τελικό αποτέλεσμα των οποίων καλείται «Langmuir-Blodgett film».

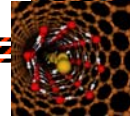
LCD (Η υγρή οθονη κρυστάλλων) είναι η κυρίαρχη τεχνολογία που χρησιμοποιείται στις επίπεδες οθόνες.

LEDs (Light Emitting Diodes) Παραδοσιακά LEDs δημιουργούνται από δύο ημιαγωγούς. Με τη ροή του ρεύματος σε μια κατεύθυνση πέρα από τον ημιαγωγό εκπέμπουν το φως μιας ιδιαίτερης συχνότητας (ως εκ τούτου ένα ιδιαίτερο χρώμα) ανάλογα με τα φυσικά χαρακτηριστικά του χρησιμοποιούμενου ημιαγωγού. Ο ημιαγωγός καλύπτεται με ένα κομμάτι του πλαστικού που στρέφει το φως και αυξάνει τη φωτεινότητα. Αυτοί οι ημιαγωγοί είναι πολύ ανθεκτικοί, δεν υπάρχει καμία ίνα,

OLED or Organic LED δεν αποτελείται από ημιαγωγούς. Είναι από άνθρακοβασικά μόρια. Τα άνθρακοβασικά μόρια είναι πολύ μικρότερα. Χρειάζονται επίσης λιγότερη ισχύς να δουλέψουν, να προσφέρουν υψηλότερη αντίθεση.

Limited Assembler: Assembler ικανός μόνο για ορισμένα προϊόντα.

Low-dimension Structures: κβαντικά φρεάτια, κβαντικό καλώδιο και κβαντικά σημεία.



Matter as Software: "Τα αυτόνομα, motile microdevices είναι σαφώς στον ορίζοντα. Μπορούν να θεωρηθούν ως πρώτο βήμα στην εξέλιξη μιας τεχνολογίας για "τον προγραμματισμό" της δομής και των ιδιοτήτων των υλικών αντικειμένων στα μικροσκοπικά και υπομικροσκοπικά επίπεδα. Καθώς αυτή η εξέλιξη προχωρεί, *οι φυσικές και οικονομικές ιδιότητες τέτοιου προγραμματισμού θέματος είναι πιθανό να γίνουν σαν εκείνους του παρόντος λογισμικού*

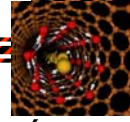
Meat Machine: Ένα κιβώτιο που περιέχει τις assembler και την πρώτη ύλη, μέσα στις οποίες είναι διαμορφωμένο κρέας ή οτιδήποτε άλλο αυτό ήταν προγραμματισμένο για να κάνει

Mechanosynthesis: τα μοριακά εργαλεία με τις χημικά συγκεκριμένες δομές ακρών μπορούν να χρησιμοποιηθούν, διαδοχικά, για να τροποποιήσουν ένα κομμάτι και να χτίσουν ένα ευρύ φάσμα μοριακών δομών .

MEMS--MicroelectroMechanical Systems: γενικός όρος για να περιγράψει τις ηλεκτρικές μηχανικές συσκευές κλίμακας μικρού.

Mesoscale: Μια συσκευή ή μια δομή μεγαλύτερη από το nanoscale (10-9 μ) και μικρότερη από το megascale

Molecular Assembler: Επίσης γνωστή ως assembler, μια μοριακή assembler είναι μια μοριακή μηχανή που μπορεί να χτίσει μια μοριακή δομή από τις συστατικές δομικές μονάδες της



Molecular Integrated Microsystems (MIMS): τα μικροσυστήματα στα οποία οι λειτουργίες βρήκαν σε βιολογικό nanoscale τα συστήματα συνδυάζονται με manufacturable υλικά.

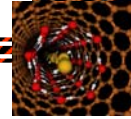
Molecular Electronics (ME) [moletronics] Οποιοδήποτε σύστημα με ατομικά ακριβείς ηλεκτρονικές συσκευές διαστάσεων nanometer,

Molecular Manipulator: Μια συσκευή που συνδυάζει έναν κεντρικό μηχανισμό ελέγχων για τον ατομικά ακριβή προσδιορισμό θέσης με μια περιοχή συνδέσεων μορίων στην άκρη μπορεί να χρησιμεύσει ως βάση για τις σύνθετες. [NTN]

MOLECULAR manufacturing: Η αυτοματοποιημένη οικοδόμηση των προϊόντων από το κατώτατο σημείο μόριο, με ατομική ακρίβεια. Αυτό θα κάνει τα προϊόντα εξαιρετικά ελαφριά, εύκαμπτα, ανθεκτικά, και ενδεχομένως πολύ "έξυπνα".

GENERAL-PURPOSE molecular manufacturing: Μια τεχνολογία κατασκευής που θα βρει πολλές εφαρμογές σε πολλά τμήματα της κοινωνίας. Η ακραία ευελιξία, η ακρίβεια, η υψηλή ικανότητα, και το χαμηλότερο κόστος της θα προκαλέσουν τη γρήγορη υιοθέτηση σχεδόν παντού, και επομένως θα έχουν τα αποδιοργανωτικά αποτελέσματα σε πολλές βιομηχανίες.

Molecular Medicine: Μελέτη των μορίων που αφορούν την υγεία την ασθένεια, και το χειρισμό εκείνων των μορίων για να βελτιώσουν τη διάγνωση, την πρόληψη, και τη θεραπεία της



ασθένειας.

Molecular Nanotechnology (MNT): Λεπτομερής, ανέξοδος έλεγχος της δομής του σώματος βασισμένης στον έλεγχο μόριο προς μόριο των προϊόντων και των υποπροϊόντων. Τα προϊόντα και οι διαδικασίες της μοριακής κατασκευής, συμπεριλαμβανομένων των μοριακών μηχανημάτων.

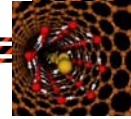
Molecular Systems Engineering: Σχέδιο, ανάλυση, και κατασκευή των συστημάτων των μοριακών μερών που λειτουργούν μαζί για να πραγματοποιηθούν σε έναν χρήσιμο σκοπό.

Molecular Wire: Ένα μοριακό καλώδιο - το απλούστερο ηλεκτρονικό συστατικό.

Monomer: οι μονάδες από τις οποίες κατασκευάζεται ένα πολυμερές σώμα.

Monomolecular Computing: η εμφύτευση μέσα σε ένα ενιαίο μόριο ΟΛΩΝ των λειτουργικών ομάδων ή των κυκλωμάτων για να πραγματοποιήσει έναν υπολογισμό, χωρίς οποιαδήποτε βοήθεια από τα εξωτερικά τεχνάσματα όπως ο επανασχηματισμός, ο υπολογισμός που μοιράζονται μεταξύ του χρήστη και της μηχανής.

Nanarchist: Κάποιος που παρακάμπτουν τον κυβερνητικό έλεγχο για να χρησιμοποιήσουν τη νανοτεχνολογία, ή κάποιος που υποστηρίζουν αυτό.



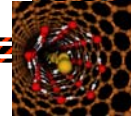
Nanarchy: Η χρήση της αυτόματης νόμο-επιβολής από τα nanomachines ή τα ρομπότ, χωρίς οποιοδήποτε ανθρώπινο έλεγχο.

Nanite: Μηχανές με τμήματα ατομικής-κλίμακας.

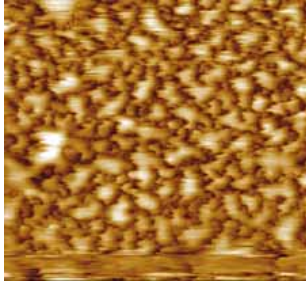
Nanoassembler: η αφρόκρεμα της νανοτεχνολογίας μόλις τελειοποιηθεί ο nanoassembler , η οικοδόμηση οπουδήποτε συστατικού είναι δυνατό, με τη φυσική και τη φαντασία ο μόνος περιορισμός (φυσικά κάθε στοιχείο θα έπρεπε να σχεδιαστεί πρώτα, το οποίο είναι ένα άλλο μικρό εμπόδιο).

Nanobeads: Πολυμερείς χάντρες με τις διαμέτρους μεταξύ 0,1 έως 10 μικρομέτρων. Επίσης αποκαλούμενο nanodots, nanocrystals και κβαντικές χάντρες. Η γονιμοποίηση των τσιπ κρυστάλλου σε αυτές τις χάντρες επιτρέπει την ταυτόχρονη μέτρηση χιλιάδων βιολογικών αλληλεπιδράσεων,

Nanobiotechnology: εφαρμόζοντας τα εργαλεία και τις διαδικασίες του MNT για να χτίσει τις συσκευές για τα βιοσυστήματα, προκειμένου να μαθευτεί από τη βιολογία πώς να δημιουργήσει τις καλύτερες συσκευές nanoscale. Πρέπει να επιταχύνουν τη δημιουργία των χρήσιμων συσκευών μικροϋπολογιστών που μιμούνται τα βιολογικά συστήματα διαβίωσης.



Nanobubbles: μικροσκοπικές αεροφουσαλίδες στις επιφάνειες κολλοειδών. Η σκέψη για να μειώσει την έλξη, όπως θα ωφελούσε τους κολυμβητές που φορούν ένα κοστούμι covered σε τους.

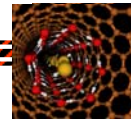


Nanochips: πλησιάζουμε τα όρια της τυποποιημένης τεχνολογίας μικροσίπ κατά συνέπεια, το "nanochip" -- ένα επόμενης γενιάς μικροσίπ. σημαντικά υψηλότερης πυκνότητας, με τη μεγαλύτερη ταχύτητα, και πολύ χαμηλότερο κόστος.

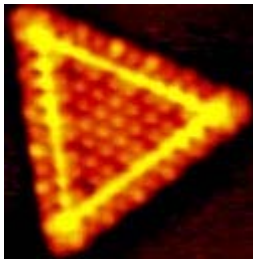
Nanocomputer: Ένας υπολογιστής απο συστατικά (μηχανικός, ηλεκτρονικός) στην κλίμακα nanoscale. Αυτοί οι υπολογιστές θα μπορούσαν να είναι γρηγορότεροι από τους σημερινούς, αυτό θα επιτρέψει στο λογισμικό να κάνει τα ανάλογα άλματα.

Nanochondria: Nanomachines που ζουν μέσα στα ζωντανά κύτταρα, και συμμετέχουν στη βιοχημεία τους (όπως τα μιτοχόνδρια)

Nanocontainers: είναι nanoscale πολυμερή εμπορευματοκιβώτια που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να παραδώσουν επιλεκτικά υδροφοβικό φάρμακα στις συγκεκριμένες περιοχές μέσα σε μεμονωμένα κύτταρα. .



Nanocrystals: επίσης γνωστός ως nanoscale κρύσταλλα ημιαγωγών. "Nanocrystals είναι σύνολα από οποιαδήποτε άτομα που συνδυάζονται σε μια κρυστάλλινη μορφή σώματος γνωστή ως " συστάδα." Χαρακτηριστικά περίπου δέκα nanometers στη διάμετρο.



Nano Cubic Technology: ένα ultra-thin επίστρωμα που οδηγεί στο υψηλότερο ψήφισμα για την καταγραφή των ψηφιακών στοιχείων, του υπερβολικά χαμηλού θορύβου και των υψηλών σήματος προς θόρυβο αναλογιών που είναι ιδανικοί για τα magneto-resistive.

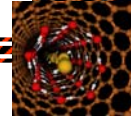
NEMS - nanoelectromechanical systems: Ένας γενικός όρος για να περιγράψει τις νανο ηλεκτρικές μηχανικές συσκευές

Nanoelectronics: Ηλεκτρονική σε κλίμακα nanometer.

Nanofabrication: η κατασκευή των στοιχείων που γίνονται μέσω assembler

Nanofacture: Η επεξεργασία των αγαθών που χρησιμοποιούν τη νανοτεχνολογία

Nanofilters: τα φίλτρα nanoscale είναι για το χωρισμό των μορίων, όπως οι πρωτεΐνες ή το DNA, για την έρευνα.



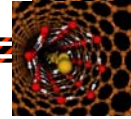
Nanofluidics: νανο-κλίμακας ρευστά

Nanogate: Μια συσκευή που μετρά ακριβώς τη ροή των μικροσκοπικών ποσών ρευστού.

Nanogypsy: κάποιος που εκφράζει τη θέση του διαδίδοντας τη λέξη "νανο". Συνήθως ένα πρόσωπο που υποστηρίζει την πιό αισιόδοξη άποψη.

Nanohorns: Ένας από τους (ενιαίος περιτοιχισμένος άνθρακας nanotube) τύπους SWNT, με μια ανώμαλη κέρατομορφή, η οποία μπορεί να είναι ένα κρίσιμο συστατικό μιας νέας γενεάς των κυττάρων καυσίμων. *"Το κύριο χαρακτηριστικό του άνθρακα nanohorns είναι ότι όταν συγκεντρώνουν πολλά nanohorns ανά σύνολο (ένα δευτεροβάθμιο μόριο) περίπου 100 nanometers δημιουργείται. Το πλεονέκτημα είναι, όταν χρησιμοποιείται ως ηλεκτρόδιο για ένα κύτταρο καυσίμων, όχι μόνο είναι η περιοχή επιφάνειας εξαιρετικά μεγάλη, αλλά και, είναι εύκολο για το αέριο και το υγρό να διαπεράσουν στο εσωτερικό. Επιπλέον, έναντι των κανονικών nanotubes, επειδή τα nanohorns προετοιμάζονται εύκολα με την υψηλή αγνότητα αναμένεται για να γίνει μια χαμηλού κόστους πρώτη ύλη*

Nanoimprinting: Μερικές φορές αποκαλούμενη μαλακή λιθογραφία. Μια τεχνική που είναι πολύ απλή στην έννοια, και συνολικά ανάλογος με την παραδοσιακή φόρμα ,μορφή-βασισμένη στην τεχνολογία εκτύπωσης, αλλά που χρησιμοποιεί τις φόρμες με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα nanoscale.



Nanoimprint Machine: μια μορφή μαλακής λιθογραφίας

Nanohacking: περιγράφει ποιο MNT είναι περίπου χαράσσοντας στο μοριακό επίπεδο.

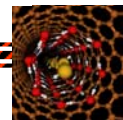
Nanoindentation: Το Nanoindentation είναι παρόμοιο με τη συμβατική δοκιμή σκληρότητας που εκτελείται σε μια πολύ μικρότερη κλίμακα. Η δύναμη που απαιτείται για να πιέσει αιχμηρό indenter διαμαντιών σε ένα υλικό μετριέται το βάθους των εγχοπών. Δύο ποσότητες που μπορούν να εξαχθούν εύκολα από τα πειράματα nanoindentation είναι ή ακαμψία και η σκληρότητά του. Το Investegators έχει χρησιμοποιήσει επίσης στο nanoindentation στην μελέτη ερπυσμού, την πλαστική ροή και το σπάσιμο των υλικών.

Nanolithography: Γράψιμο στο nanoscale. Από τα ελληνικά οι λέξεις νάνος , λίθος και αυτή η λέξη σημαίνει κυριολεκτικά το "μικρό γράψιμο στους βράχους

Nanomachine: Μια τεχνητή μοριακή μηχανή που γίνεται με μοριακή κατασκευή.

Nanomachining: όπως την παραδοσιακή κατεργασία, όπου η δομή αφαιρείται ή τροποποιείτε σε nanoscale.

Nanomanipulation: Η διαδικασία τα στοιχεία σε μια ατομική ή μοριακή κλίμακα προκειμένου να παραχθούν οι ακριβείς δομές.



Nanomaterials: υποδιαιρούνται στα nanoparticles, nanofilms και nanocomposites. Η εστίαση των nanomaterials είναι ένα μικρό σημείο επάνω στην προσέγγιση των δομών και τα λειτουργικά αποτελέσματα με το οποίο οι δομικές μονάδες των υλικών σχεδιάζονται και συγκεντρώνονται με ελεγχόμενους τρόπους.

Nano-Optics: Η αλληλεπίδραση του φωτός και το θέμα στο nanoscale.

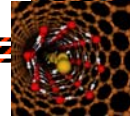
Nanopens & Nanopencils: Επιτρέπει το σχεδιασμό των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων χίλιες φορές μικρότερα από τις τρέχουσες τεχνολογίες.

Nanopharmaceuticals: nanoscale μόρια που χρησιμοποιούνται για να διαμορφώσουν τη μεταφορά φαρμάκων για τις εφαρμογές λήψης και παράδοσης φαρμάκων.

Nanoplotter: Μια συσκευή που μπορεί να σχεδιάσει μικροσκοπικές γραμμές ακριβώς 30 μόρια πυκνά και ένα μόριο υψηλό. Παράγουν οκτώ ίδια σχέδια αμέσως και επεκτείνουν την nanolithography παράγοντας nanoscale συσκευές και κυκλώματα.

Nanoprobe: Μηχανές Nanoscale που χρησιμοποιούνται για να εντοπίσουν και να θεραπεύσουν την ασθένεια μέσα στο σώμα.

Pico Technology: (τρισεκατομμυριοστό μιας μονάδας) -- το επόμενο βήμα μικρότερο μετά από τη νανοτεχνολογία. Η τέχνη του χειρισμού των υλικών σε κβαντική κλίμακα.



Polysilicon: Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο, που χρησιμοποιείται στην κατασκευή των τσιπ υπολογιστών.

Posthuman: Πρόσωπα με πρωτοφανής φυσικής, διανοητικής, και ψυχολογικής ικανότητας,

Positional Controlled Chemical Synthesis or Positional Synthesis: Έλεγχος των χημικών αντιδράσεων η βασική αρχή των assembler.

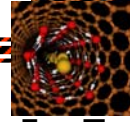
Positional Assembly: Κατασκευάζοντας τα υλικά ένα άτομο ή ένα μόριο σε έναν χρόνο

Post Monetary Economy: Μετά από την εμφάνιση της ώριμης νανοτεχνολογίας, είναι πιθανό ότι η οικονομική πραγματικότητά μας θα αλλάξει, ενδεχομένως στην έκταση της εξάλειψης του νομίσματος δεδομένου ότι το ξέρουμε σήμερα.

Protein Design, Protein Engineering: Το σχέδιο και η κατασκευή των νέων πρωτεϊνών μια επιτρεπόμενη τεχνολογία για τη νανοτεχνολογία.

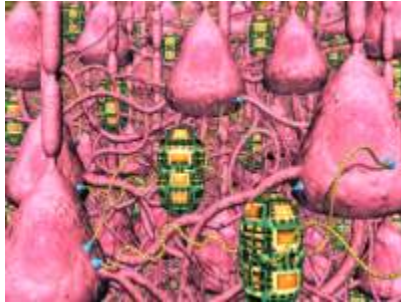
Proteomics: Ο όρος proteome αναφέρεται σε όλες τις πρωτεΐνες που εκφράζονται από ένα γονιδίωμα, και έτσι το proteomics περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των πρωτεϊνών στο σώμα και τον προσδιορισμό του ρόλου τους στις φυσιολογικές και παθοφυσιολογικές λειτουργίες

QuantumBrain: [theoretical] ας δούμε τον εγκέφαλο μας. Τώρα,



ας δούμε τον εγκέφαλό μας αποδίδοντας σε ανώτερα επίπεδα. Τα Nanobots θα γίνει μια προσθήκη στους υπάρχοντες νευρώνες μας, που θα επεκτείνουν τις διανοητικές ικανότητές σας περαιτέρω

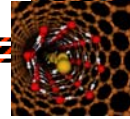
Brain Cell Enhancer



Quantum Computer: Ένας υπολογιστής που εκμεταλλεύεται τις κβαντικές μηχανικές ιδιότητες όπως το superposition. Οι κβαντικοί υπολογιστές μπορούν να ξεσηκώσουν τη βιομηχανία υπολογιστών στο άμεσο μέλλον.

Quantum Mechanics: Μια κατά ένα μεγάλο μέρος υπολογιστική φυσική θεωρία που εξηγεί τη συμπεριφορά των κβαντικών φαινομένων, η οποία ενσωματώνει τη θεωρία της ειδικής σχετικότητας. Παρά τις προσπάθειες, η γενική σχετικότητα δεν έχει ενσωματωθεί επιτυχώς στους κβαντικούς μηχανικούς.

Quantum Mirage: Μια ιδιότητα στο nanoscale που μπορεί να επιτρέψει την μεταφορά πληροφοριών με τη χρήση κυμάτων των ηλεκτρονίων. Κατά συνέπεια, οι κβαντικοί υπολογιστές να μην απαιτούν καλώδια δεδομένων όπως τα ξέρουμε.



Quantum Tunneling: Όταν τα ηλεκτρόνια περνούν μέσω ενός εμποδίου, χωρίς υπερνίκηση του ή σπάσιμο του.

Quantum Well: Μια σύνδεση PNP στην οποία το στρώμα "N" είναι ~10 NM (όπου η παραδοσιακή φυσική σταματά και αναλαμβάνουν τα κβαντικά αποτελέσματα) και μια "παγίδα ηλεκτρονίων" δημιουργείται. "Εάν κάποιος κάνει μια ετερόδομη σε λεπτά στρώματα, τα κβαντικά αποτελέσματα αρχίζουν να εμφανίζονται κυρίως στην κίνηση των ηλεκτρονίων.

Quantum Wire: Μια άλλη μορφή κβαντικού σημείου,

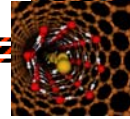
Replicator: Ένα σύστημα ικανό να χτίσει τα αντίγραφα του όταν παρέχοντε πρώτες ύλες και ενέργεια.

Scanning Near Field Optical Microscopy: Μια μέθοδος φωτογράφισης για τις τοπικές οπτικές ιδιότητες μιας επιφάνειας που μπορεί να είναι μικρότερες από το μήκος κύματος του φωτός χρησιμοποιείτε.

Scanning Thermal Microscopy: Μια μέθοδος φωτογραφίσεις για τις τοπικές εστίες θερμοκρασίας .

Scanning Tunnelling Microscope (STM): Ένα όργανο ικανό να διευθύνει τις επιφάνειες με ατομική ακρίβεια.

Shape Memory Alloys: (SMA's) είναι μια μοναδική κατηγορία κραμάτων που είναι σε θέση "να θυμηθούν" τη μορφή τους και είναι σε θέση να επιστρέψουν σε εκείνη την μορφή ακόμα και μετά



από την κάμψη. Η δυνατότητα είναι γνωστή ως επίδραση μνήμης μορφής.

Smart Materials: υλικά και προϊόντα ικανά για σχετικά σύνθετη συμπεριφορά λόγω της ενσωμάτωσης των nanocomputers και των nanomachines. Επίσης εφαρμόσιμα σε προϊόντα που έχουν δυνατότητα να αποκριθεί στο περιβάλλον.

Superconductor: Ένα αντικείμενο ή μια ουσία που διευθύνει την ηλεκτρική ενέργεια με μία αντίσταση.

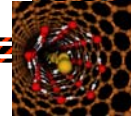
Superposition: Κβαντικά μηχανικά φαινόμενα στα οποία ένα αντικείμενο υπάρχει ταυτόχρονα σε περισσότερα από ένα σημεία.

Technocyte: Μια τεχνητή συσκευή nanoscale στην κυκλοφορία του αίματος που χρησιμοποιείται για τη θεραπεία και προστασία από τον καρκίνο, ως τεχνητό ανοσοποιητικό σύστημα.

Technofobics: Εκείνοι που έχουν μια φοβία στην τεχνολογία, ή και στην πρόοδο της τεχνολογίας.

Thermal Noise: η δόνηση και η κίνηση των ατόμων και των μορίων που προκαλείται από το γεγονός ότι έχουν μια θερμοκρασία επάνω από απόλυτο μηδέν.

Top Down Molding: μηχανική νανοτεχνολογία που χαράζει και κατασκευάζει τα μικρά υλικά και τα συστατικά με τη χρησιμοποίηση μεγαλύτερων αντικειμένων όπως τα χέρια μας, εργαλεία και λέιζερ.



Transistor: το βασικό στοιχείο σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα. Υπάρχουν δύο είδη κρυσταλλολυχνίας, της διπολικής κρυσταλλολυχνίας (επίσης αποκαλούμενης κρυσταλλολυχνία συνδέσεων), και της κρυσταλλολυχνίας επίδρασης τομέων (FET).

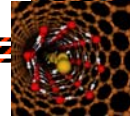
Tribology: μελέτη της τριβής, και της λίπανσης των αλληλεπιδρώντων επιφανειών

Tubeologist: Κάποιος που ξέρει τα nanotubes από έξω και ανακατωτά.

Universal Assembler: Χρησιμοποιεί τα ακατέργαστα άτομα και τα μόρια για να κατασκευάσει τα καταναλωτικά αγαθά,

Vasculoid: Το vasculoid είναι ένα ενιαίο, σύνθετο nanotechnological ιατρικό ρομποτικό σύστημα ικανό όλες τις ουσιαστικές θερμικές και βιοχημικές λειτουργίες του αίματος, συμπεριλαμβανομένης της κυκλοφορίας των αναπνευστικών αερίων, της γλυκόζης, των ορμονών, των προϊόντων προς αποβολή, και των κυψελοειδών συστατικών.

Wet Nanotechnology: η μελέτη των βιολογικών συστημάτων που υπάρχουν σε ένα περιβάλλον ύδατος . Οι λειτουργικές δομές νανο-ενδιαφέροντος, είναι εδώ το γενετικό υλικό, μεμβράνες, ένζυμα και άλλα κυψελοειδή συστατικά.



Πηγές βιβλιογραφίας.

Στην εργασία αυτή οι πληροφορίες και τα επιστημονικά άρθρα είναι κατά κύριο λόγο από το διαδίκτυο καθώς και από βιβλία και παρουσιάσεις που αυτό μας παραπέμπει.

Παρακάτω παραθέτουμε μερικές από τις σημαντικότερες ιστοσελίδες του διαδικτύου όπου μπορεί κανείς να παρακολουθεί τις εξελίξεις παλιές και νέες.

Υπάρχουν χώροι και forums(δωμάτια συζητήσεων) για το θέμα της νανοτεχνολογίας , όπου μπορεί ο καθένας χωρίς κόστος να αντλήσει τεράστια ποσά πληροφοριών.

Ευχαριστούμε πολύ τους υπεύθυνους για τις κάτωθι δικτυακές τοποθεσίες και τις πληροφορίες που μας παρείχαν.

<http://www.zyvex.com/nano/>

<http://www.nanotech-now.com/nanotechnology-glossary-A-C.htm>

<http://stm2.nrl.navy.mil/how-afm/how-afm.html>

<http://www.chem.northwestern.edu/~mkngrp/dpn.htm>

<http://www.che.utoledo.edu/nadarajah/webpages/whatsafm.html>

<http://www.nanosysinc.com/tech/core.html>

http://www.nanomat.com/services_applications_14.html

<http://www.def-logic.com/articles/nanomachines.html>

<http://www.memagazine.org/supparch/nanosept04/ewolimit/ewolim.html>

<http://www.inex.org.uk/page.asp?pageid=25>

<http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>

<http://www.all4one.com/nano-technology-pdf.htm>

<http://www.nano.org.uk/courses.htm>