

COMPITI E SUDDIVISIONE FONDI TRA LE UNITÀ DI RICERCA
prot. 2005029070

Coordinatore Scientifico	Maurizio DE CRESCENZI
Ateneo	Università degli Studi di ROMA "Tor Vergata"
Titolo della Ricerca	Nanodispositivi elettronici ed optoelettronici a base di nanotubi di carbonio
Finanziamento assegnato	Euro 147.000
Durata	24 Mesi

Obiettivo della Ricerca

In questo progetto ci si propone di realizzare e studiare nano-dispositivi elettronici ed optoelettronici basati sui nanotubi di carbonio ottenuti seguendo approcci innovativi di tipo ibrido.

I nanotubi di carbonio verranno sintetizzati con la tecnica nota come Chemical Vapour Deposition (CVD) e la loro crescita avverrà direttamente tra i terminali dei nanoelettrodi opportunamente patternati con tecniche di litografia elettronica.

Nello specifico gli obiettivi che ci si propone di raggiungere sono i seguenti:

- Realizzazione di transistor ad effetto di campo e a singolo elettrone utilizzando nanotubi di carbonio come elemento attivo.

- Realizzazione di nano-fotodiodi ottenuti rivestendo i nanotubi di carbonio con molecole organiche quali porfirine e ftalocianine allo scopo di evidenziare le proprietà optoelettroniche di dispositivi così funzionalizzati.

Le proprietà strutturali, elettroniche e di trasporto delle nanostrutture e dei nanodispositivi saranno caratterizzate in maniera approfondita con tecniche di microscopia elettronica, microscopie a scansione di sonda, misure di conducibilità elettrica.

L'investigazione di queste proprietà fisiche servirà a realizzare nanodispositivi particolarmente innovativi in termini di modalità di funzionamento, tempi di risposta e potenza dissipata. Ci si aspetta inoltre che i dispositivi funzionalizzati con molecole organiche presentino un'alta efficienza di conversione della luce visibile.

Scopo delle nostre attività è la comprensione dettagliata delle proprietà fisiche di questi sistemi e dei meccanismi di trasporto sulla nanoscala, in cui si manifestano una varietà di effetti quantistici (interferenza delle funzioni d'onda, confinamento quantistico, trasporto balistico, bloccaggio Coulombiano) che ne determinano il funzionamento.

Lo studio dell'interazione delle molecole organiche sui nanotubi rappresenta una sfida altamente interessante, così come lo studio del nanodispositivo fotovoltaico per capirne le basi fisico-chimiche del suo funzionamento. Esso ha inoltre una notevole valenza applicativa per la possibilità di costruire dei nano-foto-conduttori azionati dalla radiazione visibile e per poter disporre di sorgenti di energia sulla stessa scala dei dispositivi nanometrici che si vogliono costruire.

L'attività sperimentale sarà accompagnata da una vasta attività di tipo teorico volta alla simulazione numerica delle proprietà opto-elettroniche e di conduzione delle strutture realizzate nell'ambito del progetto. Lo scopo sarà quello di sviluppare una serie di modelli applicabili alle diverse tipologie di nanostrutture e nanodispositivi ottimizzando sia l'efficienza che la conoscenza del meccanismo molecolare attraverso il quale il dispositivo opera.

Innovazione rispetto allo stato dell'arte nel campo

Negli ultimi anni un grande interesse è stato dedicato alle attività di ricerca volte alla sperimentazione di nuovi dispositivi elettronici nanometrici e allo studio della chimica e della fisica che si manifestano alla nanoscala. Dal punto di vista applicativo questi dispositivi rappresentano potenziali candidati per le future generazioni di circuiti ad altissima integrazione. In tale ambito le nanostrutture unidimensionali sono particolarmente promettenti, perché possono funzionare contemporaneamente sia da dispositivi che da connessioni per l'accesso al dispositivo stesso.

Dal punto di vista della ricerca di base, tali nanomateriali giocano un ruolo chiave potendo essere considerati sistemi modello per mettere in evidenza nuovi effetti quantistici dovuti alla ridotta dimensione delle strutture.

In questo scenario, un ruolo estremamente importante è rivestito dai nanotubi di carbonio (CNTs), sia a parete singola (SWNT) che a parete multipla (MWNT). Queste strutture quasi monodimensionali hanno riscosso un estremo interesse a causa delle loro uniche proprietà elettriche, elettroniche e meccaniche. I nanotubi di carbonio a seconda della loro chiralità possono avere caratteristiche metalliche o semiconduttive. I nanotubi metallici presentano densità di corrente comparabili o addirittura migliori dei metalli, quali il rame. I nanotubi semiconduttori, mostrano generalmente un comportamento p-type con un'alta mobilità delle buche, simile a quella del silicio.

Lo scopo finale è la realizzazione di dispositivi nei quali sfruttare al massimo la caratteristica principale dei nanotubi: la dimensione nanometrica del loro diametro. Questa caratteristica indica, ad esempio, la possibilità di realizzare dispositivi ad altissima densità di nanotubi ma anche quella di utilizzare gli effetti quantistici dovuti proprio alla ridotta dimensionalità della struttura.

Un'altra fondamentale problematica dell'inserimento dei CNTs in nanodispositivi elettronici è il controllo delle loro proprietà elettroniche e quindi l'utilizzo della nano-manipolazione o il controllo a livello atomico, fin dalle fasi di crescita, sulla struttura dei nanotubi.

Una grande innovazione per ridurre il disordine orientazionale dei singoli oggetti cresciuti in modo casuale è stato ottenuta utilizzando metodi di deposizione da fase vapore assistiti con utilizzo di plasma.

a) Stato dell'arte per lo studio di un dispositivo elettronico a base di nanotubi di carbonio.

A partire da nanotubi di carbonio sono stati realizzati dispositivi con diverse architetture, che contemplano sia tipologie basate sulla logica dell'elettronica convenzionale quali transistor a effetto campo e NOT gate, sia configurazioni innovative, quali transistor a singolo elettrone e valvole di spin. E' opportuno notare che nell'ambito della nanoelettronica la miniaturizzazione dei dispositivi mediante un approccio "top-down" ha evidenziato i limiti intrinseci dell'utilizzo delle tecniche litografiche convenzionali. Pertanto stanno rivestendo un ruolo sempre più importante gli approcci di tipo "bottom-up" in cui i costituenti base del dispositivo sono delle nanostrutture dotate di opportune proprietà funzionali per le applicazioni in nanoelettronica. In questo contesto i metodi finora utilizzati per l'integrazione dei CNTs nei dispositivi hanno previsto forme di nano-manipolazione e posizionamento delle nanostrutture all'interno dell'architettura del dispositivo utilizzanti, ad esempio, sonde a scansione, campi elettrici, dispersione in soluzione, deposizione dei contatti elettrici successiva all'individuazione dei CNTs sul substrato. In dettaglio dispositivi a due o più terminali sono stati ottenuti depositando contatti metallici di polarizzazione "source-drain" e di "gate" mediante litografia ottica/elettronica su singoli CNT dispersi sul substrato o su nanotubi cresciuti tra isole di materiale catalizzatore disposte a distanze di alcuni micron (macroscopiche rispetto alla scala nanometrica del diametro dei CNTs). Mediante manipolazioni locali con sonda AFM su nanotubi di carbonio sono state indotte barriere intramolecolari (difetti geometrici controllati), portando alla realizzazione di un transistor a singolo elettrone funzionante fino a temperatura ambiente. Da queste considerazioni si comprende come il pieno successo dell'implementazione dei CNTs nell'architettura del dispositivo dipende criticamente dalla capacità di controllo del loro posizionamento in fase di crescita, cioè la nucleazione dei nanotubi in siti predeterminati localizzati spazialmente e definiti sulla scala nanometrica. In questo modo sarebbe possibile definire l'architettura del dispositivo fin dalla fase di preparazione dei substrati sui quali depositare le nanostrutture, ed utilizzare gli agenti catalizzatori metallici come interconnessione fra il nanotubo e i contatti micro/macrosopici del dispositivo stesso. A tal scopo risulta quindi necessario e vantaggioso un approccio ibrido che associ alla crescita bottom-up dei CNTs l'utilizzo di tecniche top-down per la definizione dei siti di crescita, operando con tecniche e tecnologie litografiche convenzionali e non convenzionali all'avanguardia ed ottimizzate per applicazioni alle nanotecnologie.

E' importante notare che quest'ultima strada prevede, non solo la necessita' di sintetizzare nanotubi allineati parallelamente al substrato e posizionati tra i due nanoelettrodi ma di fabbricarli tutti caratterizzati da specifiche proprietà morfologiche ed elettroniche (diametro, numero di pareti interne, chiralità, difetti). I difetti strutturali nell'ambito di uno stesso nanotubo giocano, infatti, un ruolo fondamentale nel variare le proprietà elettriche, come la resistività o la larghezza della banda di energia proibita. Questo implica che tali punti possono funzionare come giunzioni metallo-semiconduttore intramolecolari.

b) Stato dell'arte per lo studio di un dispositivo optoelettronico a base di nanotubi di carbonio funzionalizzati con molecole organiche.

Un notevole interesse riguarda le future applicazioni dei nanotubi di carbonio per l'optoelettronica molecolare. E' stata fatta una enorme mole di lavoro per funzionalizzare sia le terminazioni che le pareti dei nanotubi in modo da modificare le loro proprietà intrinseche con la deposizione sulla loro superficie di opportuni composti organici o inorganici. Le ftalocianine e le porfirine sono tra i maggiori candidati per tale scopo. Le ftalocianine, con catene alchiliche (C_nH_{2n}) attaccate in periferia, si assorbono fortemente sulla grafite HOPG (Highly Oriented Pyrolytic Graphite) formando reticoli ben ordinati. Materiali composti così derivati sono interessanti dal punto di vista tecnologico ed utilizzabili come LED organici (OLED) e celle solari. La separazione della carica avviene all'interfaccia attraverso l'iniezione di elettroni fotoindotti dalle molecole organiche nella banda di conduzione della nanostruttura stessa. I portatori sono trasportati nella banda di conduzione del semiconduttore al collettore di carica. Questi meccanismi hanno portato ad ottenere efficienze molto alte (fino al 10%) nella conversione di luce in corrente. Analoghe proprietà opto-elettroniche sono state ottenute dalla funzionalizzazione del C60 (fullerene) con porfirine metalliche (Zn). Questo procedura ha evidenziato un'alta efficienza di conversione e ha permesso di ottenere un dispositivo nuovo aprendo la strada alla fabbricazione di nanofotodiodi ultraveloci. Ci aspettiamo che questo risultato possa venire replicato e migliorato utilizzando nanotubi di carbonio funzionalizzati con tali molecole organiche.

Criteri di verificabilità

I criteri di valutazione del presente programma di ricerca potranno basarsi sulle realizzazioni delle seguenti attività di seguito elencate:

Fase 1:

- 1) Realizzazione di nanoelettrodi;
- 2) Sintesi di nanotubi di carbonio per CVD (Chemical Vapour Deposition);
- 3) Caratterizzazione strutturale, elettronica ed elettrica;

Attività 1) : Realizzazione di nanoelettrodi (Unità coinvolta Roma3)

Si metteranno a punto le tecnologie e tecniche per la definizione di un pattern litografico di nanoelettrodi metallici atti ad incorporare ai loro estremi materiale in grado di catalizzare la crescita dei nanotubi di carbonio al fine di localizzarla spazialmente.

Gli elettrodi avranno la sagoma di coppie di punte affacciate, con una gap di separazione variabile, da frazioni di micrometri fino a distanze minime dell'ordine dei nanometri. Verranno inoltre sperimentate diverse geometrie e dimensioni per gli elettrodi, la cui combinazione con opportune scelte per i parametri della crescita effettuata dalle altre due Unità, permetterà di selezionare i pattern che meglio guidino la crescita orizzontale dei nanotubi, la loro tipologia (single- o multi-walled), e le loro dimensioni laterali.

Attività 2) : Sintesi di nanotubi di carbonio per CVD (Chemical Vapour Deposition);

a) Crescita e caratterizzazione di nanotubi di carbonio su substrati piani (Unità coinvolta L'Aquila).

La prima parte dell'attività 2), svolta in parallelo con l'attività 1), sarà dedicata alla crescita e caratterizzazione di nanotubi a multiparete (MWNT) cresciuti su substrati piani. Come substrato sarà utilizzato SiO_2 , sul quale sono stati già ottenuti risultati incoraggianti. I nanotubi saranno cresciuti mediante CVD (Chemical Vapour Deposition) usando acetilene (C_2H_2) come sorgente di atomi di carbonio. I nanotubi così formati verranno caratterizzati mediante SEM (Scanning Electron Microscopy) e TEM (Transmission Electron Microscopy).

b): Sintesi e posizionamento di nanotubi di carbonio tra due nano-elettrodi (Unità coinvolte Roma Tor Vergata e L'Aquila)

L'Unità di Roma Tor Vergata si focalizzerà sullo studio dell'interazione dei gas di idrocarburi (C_2H_2 , acetilene) con le superfici di silicio ossidato opportunamente patternate con nanoelettrodi a punta metallica preparati, attraverso nanolitografia elettronica, dalla unità di ricerca di Roma3. Nei primi sei mesi del progetto cercheremo di chiarire quale tra le forme geometriche delle punte dei nanoelettrodi porta alla formazione di un singolo nanotubo che le connetta.

Attività 3) Caratterizzazioni strutturali, elettronica ed elettrica dei nanotubi sintetizzati (Unità coinvolte Roma Tor Vergata, L'Aquila e Roma3).

Ci proponiamo di misurare con STM se in nanotubi ottenuti con CVD risultano attorcigliati o dritti e in questo ultimo caso verificarne la chiralità con lo scopo di individuarne le condizioni di sintesi migliori per i nostri dispositivi. Le proprietà elettroniche verranno sondate attraverso tecniche di fotoemissione X (XPS) e ultravioletta (UPS) per mettere in risalto le densità degli stati in vicinanza del livello di Fermi e dei livelli atomici interni. Le proprietà di trasporto sui nanotubi cresciuti tra i due nanoelettrodi saranno indagate, dall'Unità di Roma3, mediante caratterizzazioni di tensione-corrente a temperatura variabile, da 300 mK a temperatura ambiente.

Fase 2

Durata Mesi 12

Nel secondo anno di attività si realizzeranno e ottimizzeranno i dispositivi obiettivo del presente progetto: nano-transistor e nano-diodi.

Sono previste quattro linee di attività:

- 1) Fabbricazione dei nanodispositivi.
- 2) Caratterizzazione elettrica.
- 3) Funzionalizzazione dei nanotubi mediante molecole organiche.
- 4) Studio teorico delle proprietà elettroniche ed ottiche dei nanotubi funzionalizzati.

Attività 1): Fabbricazione dei nanodispositivi (Unità coinvolta Roma3).

Una volta ottenuta la crescita localizzata dei nanotubi fra gli elettrodi si prevede la realizzazione di un elettrodo di gate sul dispositivo. Si studieranno tre differenti architetture per la fabbricazione dell'elettrodo di controllo al fine di ottimizzare l'efficienza di modulazione sulla conduzione del nanotubo e la compatibilità della metodologia di fabbricazione con la presenza di nanotubi di carbonio nel dispositivo.

Attività 2) Caratterizzazione elettrica (Unità coinvolta Roma3)

L'Unità di Ricerca di Roma3 si occuperà della caratterizzazione elettrica e dello studio delle proprietà di trasporto dei dispositivi a due e a tre terminali che verranno realizzati. Inoltre nel corso del programma di ottimizzazione del processo fabbricativo e di realizzazione dei dispositivi, verranno caratterizzati elettricamente i singoli costituenti di base utilizzati, quali gli ossidi per l'implementazione di elettrodi di controllo e i contatti elettrici sulle nanostrutture.

Attività 3) Funzionalizzazione dei nanotubi mediante molecole organiche (Unità coinvolte Roma Tor Vergata, L'Aquila e Roma3).

Il nostro programma prevede di funzionalizzare i nanotubi di carbonio con porfirine metalliche, con atomo centrale costituito da Zn, (Unità di Ricerca di Roma Tor Vergata) e con ftalocianine metalliche (a base Cu) (Unità di ricerca dell'Aquila) per studiare come le singole molecole si ancorano alla superficie del nanotubo in funzione della sua chiralità e della sua morfologia (dritta o attorcigliata) e del suo diametro. La funzionalizzazione avverrà principalmente mediante evaporazione termica in condizioni di ultra alto vuoto, per garantire un'alta purezza del materiale depositato. La funzionalizzazione avverrà inizialmente su nanotubi cresciuti su substrati non patternati, per permettere lo studio dell'interazione molecola organica-nanotubi mediante tecniche di spettroscopia di fotoemissione (XPS e UPS) che saranno eseguite dall'unità di ricerca dell'Aquila.

Inoltre studi di Energy Loss in riflessione saranno condotti per evidenziare gli assorbimenti tra gli stati leganti ed antileganti presenti nelle molecole organiche e che danno luogo alle bande ottiche di Soiret (Unità di ricerca di Roma Tor Vergata). Infine i campioni ottenuti saranno studiati presso le Unità di ricerca di Tor Vergata mediante microscopia STM e spettroscopia STS.

Una volta individuate le migliori condizioni di adsorbimento delle molecole organiche sui nanotubi, il programma di ricerca prevede lo studio della deposizione di tali molecole organiche sui nanotubi precedentemente cresciuti tra i due nanoelettrodi in stretta connessione con l'unità di Roma3 e con l'Unità dell'Aquila che modellerà teoricamente il meccanismo fisico alla base del dispositivo che vogliamo realizzare.

Attività 4) Studio teorico delle proprietà elettroniche ed ottiche dei nanotubi funzionalizzati con molecole organiche (Unità di ricerca dell'Aquila).

I risultati sperimentali ottenuti nell'attività 3) saranno confrontati con calcoli teorici che saranno ottenuti partendo da tecniche a principi primi.

Verranno inoltre studiate ed analizzate le proprietà strutturali dei vari sistemi con particolare riguardo ai siti energeticamente favorevoli per l'adsorbimento della macromolecola sul nanotubo e sulla relazione tra proprietà strutturali e proprietà elettroniche,

al fine di poter monitorare la struttura più adatta per applicazioni tecnologiche.

Gli effetti sulle proprietà elettroniche delle 2 entità separate (nanotubi di carbonio e macromolecole) dovuti alla mutua interazione possono essere studiati dall'analisi delle variazioni sulle densità degli stati, sulla distribuzione energetica e spaziale degli stati vuoti ed occupati di legame nanotubo-macromolecola, ed infine sarà messa in evidenza la presenza di eventuali stati di interfaccia (dannosi per il trasferimento di carica). Da questa base sarà possibile ottenere informazioni sulle proprietà ottiche e di conduzione di tutto il sistema.

Elenco delle Unità di Ricerca

Sede dell'Unità	Università degli Studi di ROMA "Tor Vergata"
Responsabile Scientifico	Maurizio DE CRESCENZI
Finanziamento assegnato	Euro 52.300

Compito dell'Unità

Il ruolo dell'unità di Roma Tor Vergata sarà quello di investigare i meccanismi di sintesi e di crescita dei nanotubi di carbonio localizzati tra i nanoelettrodi da fornire alle altre unità coinvolte nel presente progetto. In particolare nanotubi di carbonio cresciuti su substrati patternati saranno forniti all'unità di Roma3 che dovrà misurarne le proprietà di trasporto e provvedere alla realizzazione del dispositivo vero e proprio. La sintesi dei nanotubi avverrà con la tecnica CVD, utilizzando gas di idrocarburi quali acetilene. L'unità è già operativa nella sintesi di nanotubi su superfici piane di ossido di silicio e a questo riguardo ha sfruttato in maniera proficua il bagaglio scientifico e tecnologico accumulato negli anni passati in cui si è dedicata alla crescita del carburo di silicio attraverso l'uso dell'acetilene. Il valore aggiunto dell'unità di Roma Tor Vergata risiede nella sua esperienza decennale di caratterizzazione con l'STM e con le tecniche di spettroscopia elettronica che serviranno a studiare la morfologia e le proprietà elettroniche dei nanotubi sintetizzati.

L'STM, infatti serve per rivelare direttamente la struttura atomica nello spazio reale dei nanotubi caratterizzati da varie chiralità. Le immagini nello spazio reale che riflettono la correlazione tra l'arrangiamento atomico del nanotubo e la densità locale degli stati, possono essere registrate da misure della corrente in funzione del voltaggio di bias. Recentemente l'unità di ricerca ha studiato la morfologia, le proprietà strutturali ed elettroniche di diversi tipi di nanotubi utilizzando l'STM e le misure STS hanno permesso di ottenere il comportamento elettronico localizzato lungo il tubo.

L'unità di Tor Vergata si sta avvalendo di un apparato di misure di micro-Raman che è una tecnica fondamentale per distinguere in maniera univoca la presenza di nanotubi a parete singola o multipla e determinarne il loro diametro medio. Infatti l'analisi dei "breathing modes" permette di ottenere dettagliate informazioni sul diametro del nanotubo con una precisione di pochi decimi di nanometro. L'utilizzo di queste tecniche risulta fondamentale nell'ambito di questo progetto e serviranno come informazione alle altre unità di ricerca per indirizzare i loro processi di crescita e di caratterizzazione.

L'unità ha raggiunto un buon livello di esperienza per quanto riguarda la deposizione di porfirine da fase solida e preparate presso il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche dell'Università di Roma Tor Vergata. Le suddette molecole organiche fanno parte di un bagaglio di conoscenze che alcuni componenti il gruppo proponente stanno studiando da diversi anni in interazione con il silicio cristallino.

Sede dell'Unità	Università degli Studi de L'AQUILA
Responsabile Scientifico	Luca LOZZI
Finanziamento assegnato	Euro 42.900

Compito dell'Unità

Il ruolo dell'unità di ricerca dell'Aquila sarà dedicato principalmente alla crescita e caratterizzazione elettronica e morfologica dei nanotubi di carbonio. Il gruppo è stato uno dei primi in Italia a crescere tali nanostrutture su substrati piani di SiO₂, sui quali sono stati già ottenuti risultati incoraggianti per l'utilizzo dei nanotubi come sensori di gas. I nanotubi formati nell'ambito del presente progetto verranno caratterizzati mediante tecniche SEM (Scanning Electron Microscopy) e TEM (Transmission Electron Microscopy) che forniranno fondamentali informazioni relativamente alla morfologia, al numero di pareti e alla presenza di difetti e serviranno anche per caratterizzare i campioni cresciuti presso l'altra unità di ricerca coinvolta (Roma Tor Vergata). L'unità di ricerca dell'Aquila può vantare una decennale esperienza nell'ambito delle spettroscopie di fotoemissione UPS e XPS che saranno utilizzate per l'analisi elettronica in vicinanza del livello di Fermi per determinare il carattere metallico o isolante dei nanotubi e per il controllo della loro purezza. I campioni prodotti saranno forniti all'unità di ricerca di Roma3 per le caratterizzazioni elettriche e di trasporto e all'unità di Roma Tor Vergata per l'analisi strutturale con microscopia e spettroscopia ad effetto tunnel (STM e STS) e spettroscopia Raman.

Particolare contributo da parte dell'unità dell'Aquila verrà dalla funzionalizzazione dei nanotubi di carbonio con ftalocianine metalliche (a base Cu) per studiare come le singole molecole si ancorano alla superficie del nanotubo in funzione della sua chiralità, della sua morfologia e del suo diametro. Recentemente il gruppo di ricerca dell'Aquila ha studiato l'interazione di

nanotubi di carbonio con piccole molecole (NO₂, O₃, CO), sia dal punto di vista teorico che sperimentale. Questo studio ha permesso la realizzazione e la caratterizzazione di un sensore di gas a base di nanotubi di carbonio, ma soprattutto la spiegazione dal punto di vista teorico del funzionamento di questo. La funzionalizzazione avverrà inizialmente su nanotubi cresciuti su substrati non patternati, per permettere lo studio dell'interazione molecola organica-nanotubi mediante tecniche di spettroscopia di fotoemissione (XPS-UPS) che saranno eseguite dall'unità di ricerca dell'Aquila. Queste tecniche permetteranno di studiare gli effetti dell'interazione tra molecola organica e nanotubi sulla densità degli stati (UPS) in vicinanza del livello di Fermi e sui livelli atomici profondi (XPS). Questi effetti sono dovuti principalmente al trasferimento di carica che avviene all'interfaccia e alla formazione di nuovi legami. Successivamente la funzionalizzazione avverrà anche sui campioni patternati.

I risultati sperimentali ottenuti dall'unità di ricerca saranno confrontati con calcoli teorici che saranno ottenuti partendo da tecniche a principi primi. Queste tecniche numeriche hanno evidenziato il non trascurabile trasferimento di carica dal nanotubo alla molecola conseguente a stati di interfaccia in prossimità del livello di Fermi indotti dall'interazione.

Pertanto, avendo una già consolidata esperienza sia sullo studio dell'interazione tra nanotubi/gas che sulle macromolecole di interesse, il ruolo dell'unità di ricerca sarà quello di esplorare le interazioni tra nanotubo e le macromolecole considerate nell'ambito della collaborazione. Verranno inoltre studiate ed analizzate le proprietà strutturali dei vari sistemi con particolare riguardo ai siti energeticamente favorevoli per l'adsorbimento della macromolecola sul nanotubo e sulla relazione tra proprietà strutturali e proprietà elettroniche, al fine di poter monitorare la struttura più adatta per applicazioni tecnologiche.

Sede dell'Unità	Università degli Studi ROMA TRE
Responsabile Scientifico	Luciana DI GASPARÈ
Finanziamento assegnato	Euro 51.800

Compito dell'Unità

In questo progetto, in cui ci si propone di realizzare e studiare nanodispositivi elettronici ed optoelettronici ottenuti seguendo approcci innovativi di tipo ibrido "bottom-up/top-down", il ruolo dell'unità di ricerca di Roma3 è fondamentale. Tale unità è riconosciuta internazionalmente come tra le più capaci di realizzare nanostrutture e nanodispositivi particolarmente innovativi in termini di modalità di funzionamento, tempi di risposta, potenza dissipata.

In particolare, l'unità di Ricerca ha acquisito notevoli competenze in merito ai processi di nanofabbricazione mediante tecniche convenzionali di litografia elettronica ed assistita da sonda a scansione, per la realizzazione di nanostrutture unidimensionali e nanodispositivi completi con gates in architetture di tipo MOS.

Inoltre l'unità di Ricerca si occuperà della caratterizzazione elettrica e dello studio delle proprietà di trasporto delle nanostrutture depositate fra i nanoelettrodi sia per i dispositivi a due che a tre terminali. Nel corso del programma di ottimizzazione del processo fabbricativo e di realizzazione dei dispositivi, verranno caratterizzati elettricamente i singoli costituenti di base utilizzati, quali gli ossidi per l'implementazione di elettrodi di controllo e i contatti elettrici sulle nanostrutture.

Le proprietà di trasporto saranno indagate attraverso apparecchiature all'avanguardia per la caratterizzazione di dispositivi nelle nanoscienze, che permettono di effettuare misure elettriche in dispositivi ad alta impedenza e basse correnti. L'unità si impegnerà ad investigare la modifica delle proprietà elettriche dei nanotubi funzionalizzati con molecole organiche di porfirine, conducendo misure in condizione di illuminazione del dispositivo con lunghezza d'onda nella banda del visibile.