



STAGE INVERNALE A TOR VERGATA

PIANO DIDATTICO SCIENZA DEI MATERIALI PER LA CONVERSIONE FOTOVOLTAICA

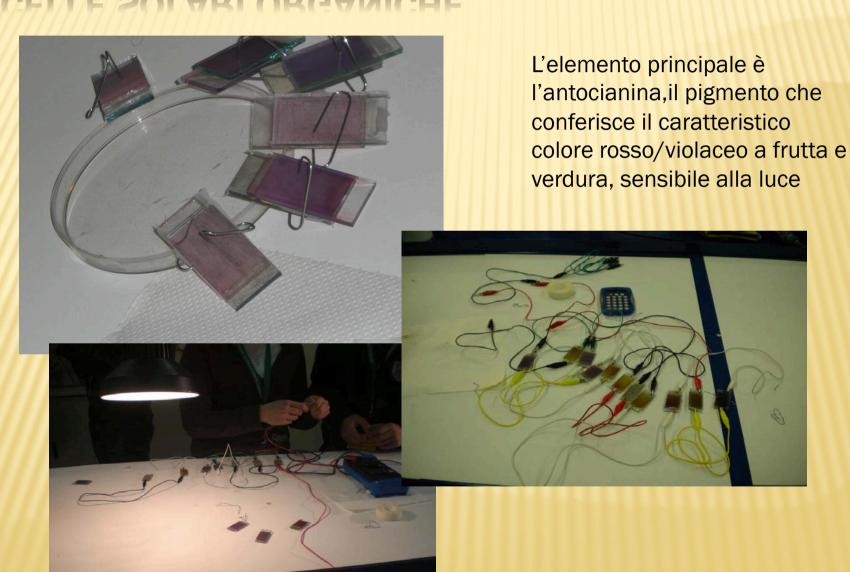
Cele solari: dai mirtilli agli spaghetti

CONVERSIONE FOTOVOLTAICA: L'ENERGIA DEL FUTURO

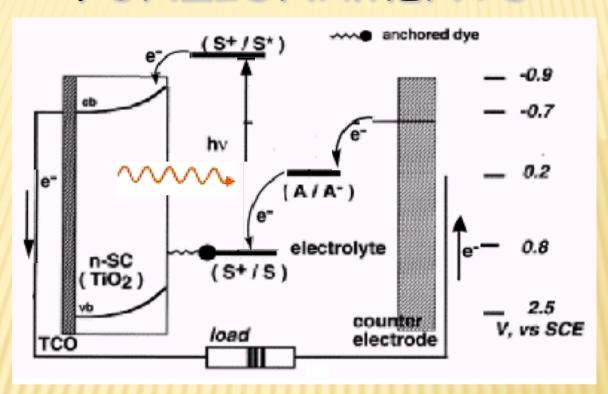


- Energia inesauribile e rinnovabile
- Non rilascia CO₂
- Rapida espansione
- Indipendenza energetica

CELLE SOLARI ORGANICHE



FUNZIONAMENTO



La luce irraggiando la cella, eccita gli elettroni dell'antocianina (il colorante estratto dalle more);

Gli elettroni eccitati del dye vengono attratti dal TiO2;

La dye ossidata si riduce acquistando gli elettroni dell'elettrolita (I-);

Il circuito è chiuso attraverso un carico;

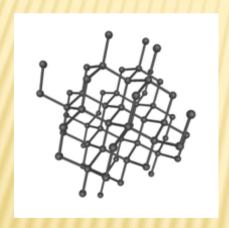
Gli elettroni si ricombinano nelle lacune dell'elettrolita ristabilendo le condizioni iniziali.

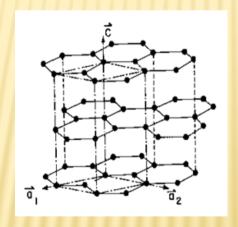
Celle solari ai nanotubi di carbonio

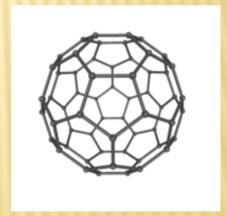
L'ultima frontiera tecnologica in materia di conversione fotovoltaica è la costruzione di celle solari ai nanotubi di carbonio che convertono la luce in elettricità grazie a un processo estremamente efficiente che amplifica la quantità di corrente elettrica che fluisce. Il processo potrebbe dimostrarsi importante per la prossima generazione di celle solari ad alta efficienza. Il nanotubo, potrebbe essere quindi una cella fotovoltaica quasi ideale, poiché permette di produrre più elettroni utilizzando l'energia in eccesso della luce.



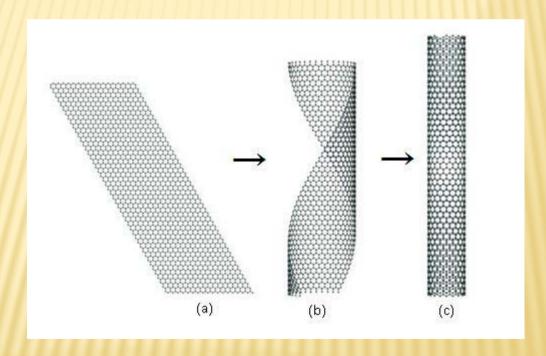
- Il carbonio presenta in natura una grande varietà di forme allotropiche: grafite, diamante, fibre di carbonio, fullereni, nanotubi di carbonio (CNTs).
- Tale possibilità è legata alla sua proprietà di formare diversi tipi di legami ognuno caratterizzato da una particolare geometria







I nanotubi di carbonio possono essere pensati come fogli di grafite arrotolati in modo da formare dei cilindri cavi, con le due estremità eventualmente chiuse da strutture emisferiche



Dal grafene ai nanotubi di carbonio:

(a) foglio di grafite piatto (grafene); (b) foglio di grafite parzialmente arrotolato; (c) nanotubo.

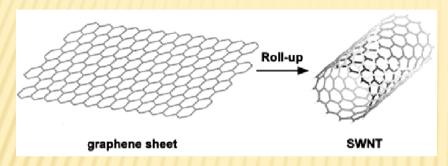
★ Come pareti, alcuni nanotubi hanno un solo foglio di grafite e sono detti nanotubi a parete singola (SWNT, Single Walled NanoTubes), altri hanno più fogli, sono cioè costituiti da tubi coassiali inseriti l'uno nell'altro, e formano i cosiddetti nanotubi a parete multipla (MWNT, Multi Walled NanoTubes).



Nanotubo di carbonio a parete singola (Single –Walled Carbon NanoTube)



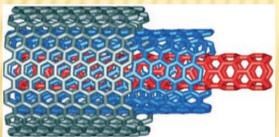
Nanotubi di carbonio a parete multipla (Multi –Walled Carbon NanoTube)



Nanotubo di carbonio a parete singola

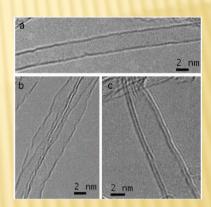
<d>= 1-2,5 nm

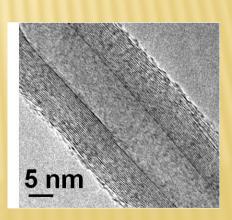
ID > 4--5 nm



OD < 40--50 nm

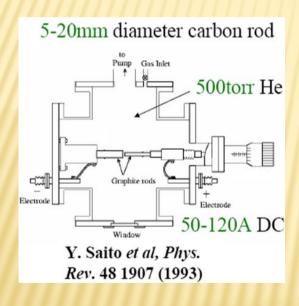
Nanotubi di carbonio a parete multipla

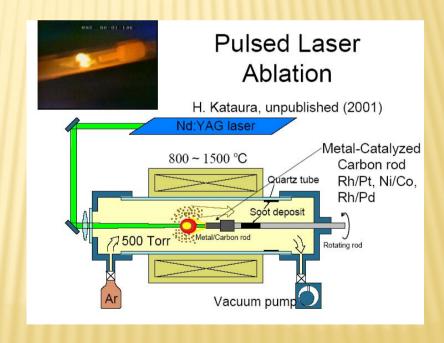




MECCANISMI DI CRESCITA DEI NANOTUBI

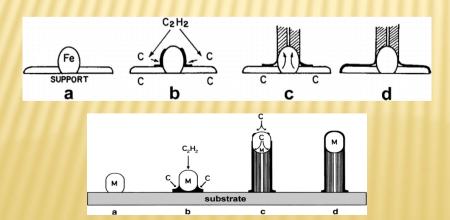
★ I CNT tipicamente sono prodotti mediante tre tecniche principali: metodo della scarica ad arco, metodo dell'ablazione laser e metodo della deposizione chimica da vapore (CVD, chemical vapour deposition). Il meccanismo di crescita trattato nello stage è proprio quest'ultimo.

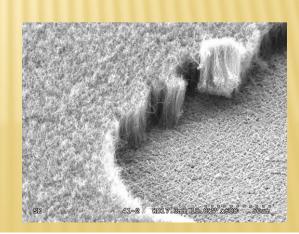




METODO DELLA DEPOSIZIONE CHIMICA DA VAPORE

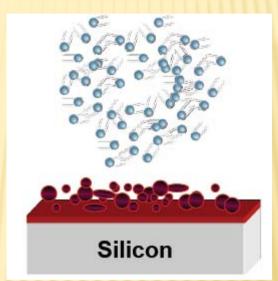
- La sintesi mediante *metodo della deposizione chimica (CVD) da vapore* si realizza per mezzo di una sorgente di carbonio nella fase gassosa e usando una sorgente di energia, come un plasma o un filamento riscaldato, per trasferire energia alle molecole di carbonio gassoso.
- Le sorgenti di carbonio gassoso comunemente sono idrocarburi, come l'acetilene C_2H_2
- * La sorgente di energia viene utilizzata per rompere i legami delle molecole del gas in carbonio atomico reattivo. Il carbonio diffonde verso il substrato, riscaldato e coperto con un catalizzatore.
- * I nanotubi di carbonio si formano per opportuni parametri che sono il tipo di sorgente, il tipo di catalizzatore e la temperatura alla quale avviene la reazione.





METODO DELLA DEPOSIZIONE CHIMICA DA VAPORE





 C_2H_2

Fe catalizzatore 0.2 ÷ 1 nm

Temperatura del substrato durante la crescita: T = 650°C ÷ 850°C

ACCRESCIMENTO DEI NANOTUBI

Per l'accrescimento dei nanotubi abbiamo utilizzato un wafer di acciaio inossidabile.

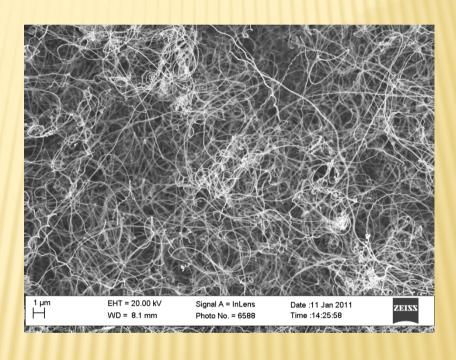
Gli atomi di ferro presenti nell' acciaio servono come guida per l' accrescimento dei nanotubi, infatti essi determinano la tipologia e il diametro dei nanotubi. Tale wafer viene portato alla temperatura di 600-700 °C tramite un filamento in tungsteno.

Il wafer posto su una staffa ,contenente il filamento di tungsteno, viene messo in una camera a chiusura stagna, anch' essa in acciaio, nella quale viene ricreato un vuoto spinto, successivamente viene introdotto un gas inerte (argon) e una volta raggiunta la temperatura giusta del wafer viene immesso in camera un altro gas contenete atomi di carbonio (es metano).

Il metano a contatto con il wafer incandescente si scinde, il carbonio si deposita sul wafer formando i nanotubi, mentre l'idrogeno rimane in camera.

METODO DELLA DEPOSIZIONE CHIMICA DA VAPORE





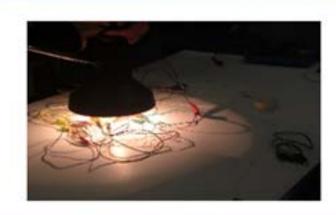
COSTRUZIONE DELLE CELLE FOTOVOLTAICHE AI NANOTUBI DI CARBONIO

- Si utilizza un film di silicio provvisto di uno strato di ossido di silicio e di uno strato di un polimero che serve a proteggere l'ossido di silicio presente ai lati della cella dall'azione dell'acido fluoridrico.
- L'HF è adibito al discioglimento dell'ossido di silicio nella parte centrale della cella.
- Successivamente si procede alla rimozione del polimero con dell'acetone a 60 ° c .
- Si posiziona la cella su un supporto metallico e si procede spruzzando con l'areografo una soluzione di nano tubi di carbonio immersi in un solvente altamente volatile.
- Per evitare la formazione di gocce sulla cella il supporto metallico che si utilizza è riscaldabile e provoca quindi l'evaporazione del solvente.

RISULTATI

N CELLA Frutti bosco	TENSIONE mil(ivolt)	CORRENTE mill(ampere)	
Cella 1	469	260	
Cella 2	509	247	
Cella 3	496	374	
Cella 4	511	344	
Cella 5	397	54	
Cella 6	491	300	
Cella 7	520	413	
media	485	285	





N CELLA Nanotubi di carbonio	TENSIONE millivolt	CORRENTE milliampere
Cella 1	0,293	1,12
Cella 2	0,275	0,98

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!!



