

Fibre ottiche polimeriche drogate per applicazioni fotoniche

Dr Tersilla Virgili (STM 2016)

L'obiettivo del progetto è stato la realizzazione di varie fibre ottiche basate su miscele di polimeri coniugati e matrici otticamente inerti per applicazioni fotoniche quali la guida e l'amplificazione della luce nella regione spettrale del visibile. La matrice utilizzata è stata il PVK (Poly(9-vinylcarbazole)) ed il polimero coniugato attivo ritenuto più idoneo è stato l'F8BT (Poly(9,9-dioctylfluorene-alt-benzothiadiazole)).

Le fibre sono state realizzate con due diversi metodi: l'elettrospinning e fiber drawing. Nel primo caso (**Elettrospinning**) si utilizza uno strumento specifico (vedi Figura 1) in cui tramite una differenza di potenziale tra A e B (Potential applied to capillary) e tra B e C (Potential electrodes) si possono creare delle fibre di diametro variabile di circa 1-2 μm . Inoltre si deve considerare la velocità con cui la soluzione di partenza viene inserita tramite capillarità nell'ugello A (definita Feed Speed). Noi abbiamo realizzato 3 diverse fibre:

- 1) Fibre di PVK (Sigma Aldrich) partendo da una soluzione in dichloroethane di 40mg/ml.
- 2) Fibre PVK con 1 % di F8BT soluzione (40mg : 0.4mg) in dichloroethane
- 3) Fibre PVK con 2 % di F8BT soluzione (40mg : 0.8mg) in dichloroethane.

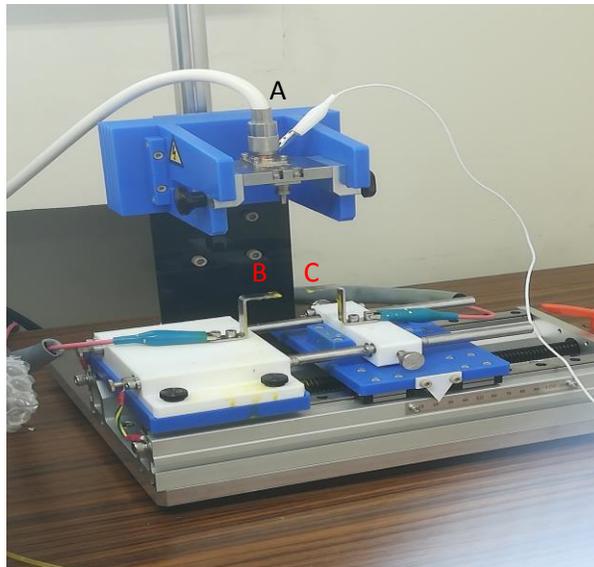


Figura 1

Per tutte le 3 fibre i parametri utilizzati sono stati: Potential applied to capillary: 15kV; Potential electrodes: -5kV; Feed Speed 2 $\mu\text{l/s}$. Utilizzando il metodo di **Fiber drawing** invece si formano delle fibre molto più spesse, il diametro può essere di decine di microns. In questo caso la tecnica di realizzazione è molto meno controllata, perché si parte da una soluzione/gel in cui

manualmente con una pipetta di vetro si crea una fibra polimerica. Anche con questo metodo abbiamo realizzato le tre tipologie di fibra, partendo però da soluzioni in cloroformio con concentrazioni di PVK di 50 mg/ml. Le soluzioni vengono poi riscaldate fino a 70°C per formare un gel viscoso. Tutte le fibre sono appoggiate su substrati di PDMS e poi ricoperte da uno strato di PDMS (spessore di 1 mm). Questo è necessario per non perdere le fibre durante le varie misure.

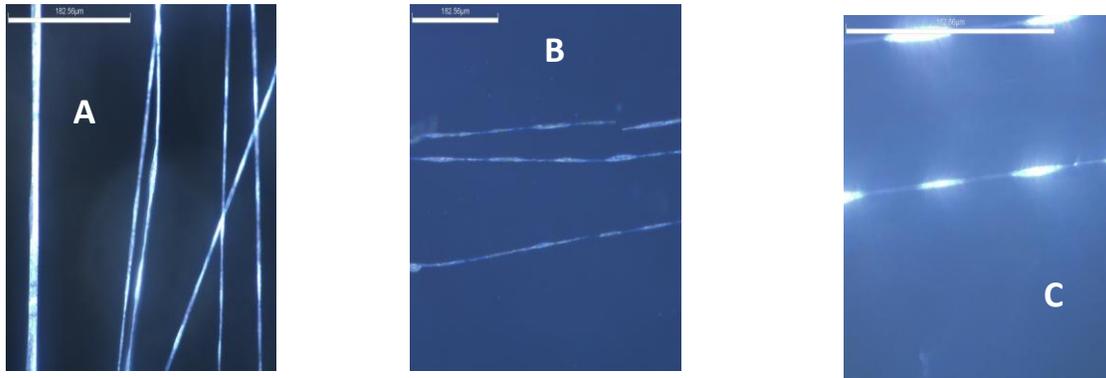


Figura 2

Caratterizzazione morfologica/ottica delle fibre ottenute

Le fibre così ottenute sono state caratterizzate con il microscopio ottico, il microscopio a fluorescenza confocale e con il SEM.

Microscopio ottico

Figura 2 mostra le immagini prese al microscopio ottico su fibre fatte con l'elettrospinning di PVK (A), PVK : 0.1% F8BT (B) e PVK : 0.2% F8BT (C), Da queste immagini si nota come le fibre in realtà non siano tutte uniformi e che il loro spessore può passare da pochi a decine di microns. Interessante per le fibre drogate con il F8BT è la formazione quasi periodica di *bump* cioè parti più spesse di forma ellittica. Questi bumps sembrano essere periodici.

Figura 3 mostra le immagini prese al microscopio ottico su fibre realizzate con la tecnica del fiber drawing di PVK (A), PVK : 0.1% F8BT (B) e PVK : 0.2% F8BT (C). Si nota che le fibre sono in generale tutte più spesse rispetto a quelle prese dall'elettrospinning e che i *bumps* nelle fibre drogate sono presenti.

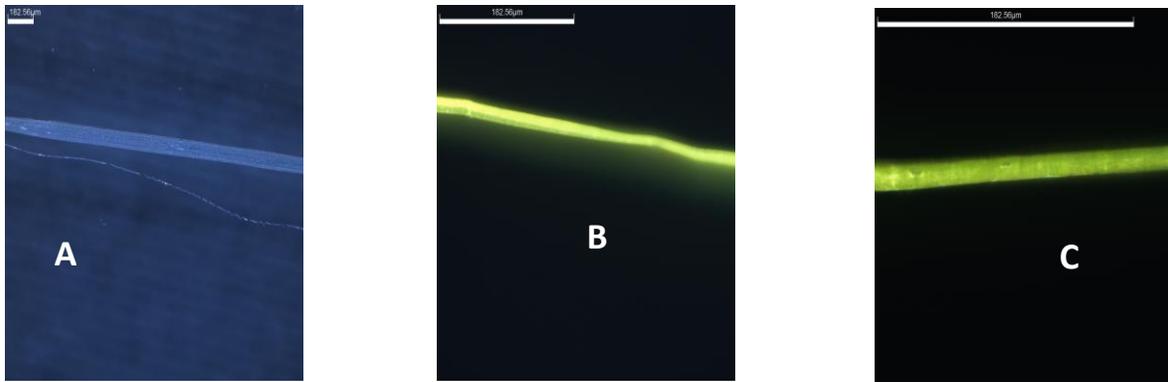


Figura 3

Microscopio a fluorescenza confocale

Figura 4 mostra le immagini ottenute sulle fibre realizzate con l'elettrospinning di PVK : 0.1% F8BT (A) e PVK : 0.2% F8BT (B) con il microscopio a fluorescenza confocale. Data la poca emissione del polimero PVK le immagini sono venute totalmente scure. Probabilmente il PVK emette ma la sua efficienza è veramente bassa. Mentre le immagini rappresentate in Figura 4 mostrano la fluorescenza dalle fibre dopo l'eccitazione a 488 nm selezionando la zona di emissione tra 500 nm a 600 nm (dove sappiamo che f8BT ha emissione massima) Da queste immagini si notano nuovamente i bumps visti anche con il microscopio ottico e si nota come il polimero F8BT è comunque uniforme in tutta la fibra.

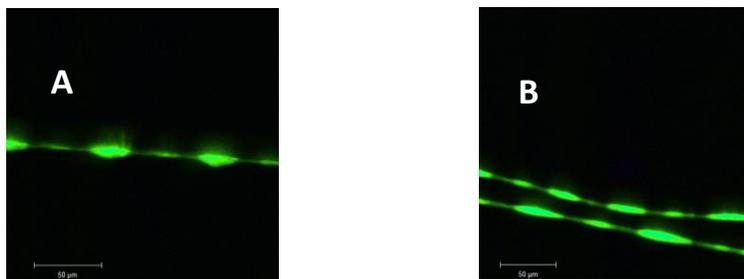


Figura 4

Figura 5 mostra le immagini ottenute sulle fibre realizzate con la tecnica di fiber drawing di PVK (A) e PVK : 0.2% F8BT (B). La fibra drogata con 0.1 % di F8Bt non si differenzia da quella drogata con 0.2% . In questo caso L'eccitazione è 405nm, ed essendo le fibre molto piu' spesse si puo' notare che anche la fibra con solo PVK ha un po' di emissione e quindi conferma il fatto che la matrice è uniforme su tutta la fibra. Nella figura 5B si nota l'emissione del F8BT come accadeva anche nelle fibre realizzate con l'elettrospinning.



Figura 5

Scanning Electron Microscopy (SEM)

Le fibre sono state studiate anche con il SEM ma purtroppo non siamo riusciti ad ottenere buone immagini.

Conclusione

In conclusione sono state realizzate vari set di fibre drogate polimeriche con due tecniche di realizzazione: elettrospinning e fiber drawing. Tramite caratterizzazione ottica abbiamo potuto stimare lo spessore delle fibre ed abbiamo sorprendentemente scoperto che in entrambi i modi è possibile realizzare fibre relativamente spesse (ordine di decine di microns). I campioni sono stati poi portati nei laboratori dell'istituto di Fotonica e nanotecnologia per studiarne le caratteristiche fotofisiche per la loro applicazione come materiali di guadagno nella fotonica.