

## **INTERVENTO DI CLAUDIA RICCARDI**

PLASMAPROMETEO - Dipartimento di Fisica Università degli Studi di  
Milano - Bicocca

### **La ricerca come strumento per lo sviluppo aziendale: sinergia tra università e industria nella ricerca applicata sui plasmi freddi per il tessile**

Claudia Riccardi

PLASMAPROMETEO, Università degli Studi di Milano-Bicocca,

Dipartimento di Fisica G.Occhialini,

P.zza delle Scienze 3, 20126 Milano, [plasmaprometeo@unimib.it](mailto:plasmaprometeo@unimib.it)

Le tecnologie a plasma si stanno sempre più diffondendo in diversi settori applicativi, e, in molti settore industriali, esse sono già diventate un tipo di processo standard. Questa tecnologia si sta dimostrando efficace e sorprendentemente versatile tanto da sostituire, in alcuni casi, tecniche meno flessibili, come quelle utilizzate ad esempio nell'industria di semiconduttori. Rispetto alle tecnologie tradizionali, la tecnologia a plasma ha ulteriori vantaggi, in quanto si tratta di un processo a secco che non richiede solventi o prodotti chimici a rischio per l'ambiente. In campo tessile si stanno conducendo ricerche applicative presso molti centri di ricerca allo scopo di realizzare modificazioni superficiali per impartire proprietà funzionali del tutto nuove.

I trattamenti a plasma coinvolgono solo gli strati superficiali del substrato, e non alterano le proprietà fisico-meccaniche generali del tessuto e per questo possono essere applicate dalla fase di pre-tintura, alla fase di finissaggio, con un ridottissimo consumo di materiali gassosi o liquidi.

L'utilizzo di plasmi come componenti attivi in processi di tipo chimico (ormai ampiamente diffuso tanto da poter parlare di una Chimica dei Plasmi) e chimico-fisico (nell'interazione con le superfici dei materiali) sta quindi emergendo come nanotecnologia per sostituirsi ai processi convenzionali sia al fine di modificarne le proprietà superficiali per produrre nuovi tessuti, sia per problemi di tipo ambientale. Questo è dovuto al fatto che questo tipo di tecnica permette di ottenere facilmente composti chimici reattivi che non sono disponibili in processi chimici tradizionali. Infatti, una delle proprietà caratteristiche di un plasma consiste nella presenza di elettroni ad elevata energia e ioni liberi di muoversi e in grado di trasferire energie alle molecole del gas neutro tali da accelerare processi chimici che naturalmente risultano inibiti o a causa delle alte energie di attivazione necessarie alla reazione o per le basse velocità di reazione dei componenti a temperatura ambiente.

Per trattare la superficie di un tessuto si utilizzano plasmi freddi. Le quantità di calore trasferite da un plasma freddo al materiale, infatti, sono trascurabili e tali da mantenere il materiale a temperature ambiente o più basse.

I processi fondamentali che intervengono durante il trattamento a plasma freddo di un materiale sono molteplici. La sua superficie si troverà a subire un bombardamento dovuto ad elettroni veloci, ioni e radicali, nonché il continuo irraggiamento di radiazione visibile e ultravioletta. Queste interazioni produrranno ad esempio, reazioni di inserzione di atomi o di interi gruppi chimici (grafting), generazione di radicali liberi sulla superficie (attivazione), deposizione di polimeri formati in fase gassosa sotto forma di strati sottili aderenti alla superficie (film deposition) oppure provocheranno un fenomeno di ablazione superficiale del materiale (etching). Le interazioni del plasma con la superficie dei materiali, elencate precedentemente,

possono essere classificate più specificatamente dal punto di vista delle modificazioni che vengono indotte nel materiale nel seguente modo:

- **Etching**: il fenomeno dell'etching consiste nell'asportazione degli strati di materiale più prossimi alla superficie. E' possibile, con questo metodo, modificare la forma del materiale. La perdita di peso in un trattamento di etching è dovuta principalmente alla formazione entro la struttura della superficie di prodotti volatili che possono abbandonare la superficie stessa. Questo processo, di natura chimica, è fortemente accelerato dal bombardamento della struttura superficiale da parte del plasma, che rompe i legami preesistenti e facilita l'adsorbimento dei radicali che alimentano la reazione. Tali prodotti volatili si generano, ad esempio, utilizzando gas contenenti composti alogenati o a base di ossigeno. In particolare, per il trattamento di polimeri, il bombardamento ionico può scindere i legami polimerici e continuamente generare nuovi siti attivati lungo le catene polimeriche con cui i radicali presenti nel gas neutro possono interagire. Questi fenomeni possono portare a una modificazione della composizione chimica superficiale (dovuta alla diminuzione della concentrazione dei componenti più volatili) oppure a una modificazione della struttura superficiale (ad esempio la superficie può essere arricchita di fasi cristalline, che sono generalmente più resistenti al processo di etching di quelle amorfe).
- **Grafting**: il continuo afflusso di componenti reattive prodotte nel plasma favorisce il loro adsorbimento all'interno della superficie del materiale da trattare e agevola la formazione di legami permanenti con gli elementi chimici costituenti quest'ultimo. Questo tipo di processo permette di ottenere modificazioni sostanziali delle proprietà superficiali, ad esempio trasformando una superficie idrofoba in idrofila.

- **Film deposition:** nel caso in cui il plasma del gas che viene utilizzato, porti alla produzione di composti non volatili (ad esempio con gas contenenti metalli, ossidi, carbonio o semiconduttori) questi tendono ad accumularsi, formando uno strato che ricopre la superficie del materiale, modificandone di conseguenza composizione e proprietà. In presenza di gas di sostanze organiche nel plasma, viene favorito il processo di deposizione di prodotti polimerici sulla superficie del substrato. Questa polimerizzazione è piuttosto diversa da quella convenzionale, sia perché non è più necessario scegliere come monomeri gruppi particolarmente reattivi (in quanto questi vengono prodotti direttamente dall'azione degli elettroni del plasma), sia per la mancanza di una vera e propria unità ripetitiva, in quanto lo strato si accresce soprattutto attraverso una ricombinazione casuale dei frammenti depositati sulla superficie (oligomeri) e pertanto ha una struttura fondamentalmente amorfa.

L'effetto dell'esposizione al plasma è limitato però alla zona di contatto con il materiale, così le proprietà massive di quest'ultimo non verranno modificate. Modificando opportunamente le condizioni del plasma e scegliendo gas appropriati è possibile ottenere interazioni specifiche tra tutte quelle possibili.

I trattamenti al plasma in campo tessile sono ancora poco diffusi a livello industriale, anche se molti studi hanno evidenziato le potenzialità di tale tecnologia anche in questo settore. In primo luogo, alcuni processi, che sono ormai impiegati correntemente per il trattamento superficiale dei materiali, possono essere applicati anche ai tessuti. Ad esempio è possibile realizzare i seguenti trattamenti:

- Incisione, rimozione di uno strato superficiale e pulizia della superficie delle fibre
- Ossidazione dello strato superficiale

- Deposizione sul tessuto di film sottili
- Innesto di gruppi funzionali per modificare le proprietà di superficie.

Alcune proprietà superficiali si prestano particolarmente a essere modificate da un opportuno trattamento della superficie stessa. Ad esempio si possono cambiare le proprietà di assorbimento di acqua e bagnabilità, idrorepellenza e oleorepellenza, resistenza all'usura, la antistaticità e la biocompatibilità, la sofficietà. Inoltre si possono creare depositi di materiale organico e inorganico con diverse funzioni superficiali.