

LEATHER UPDATE – Parte 2: Funzionalizzazione del cuoio mediante sputtering: Bagnabilità, proprietà superficiali e correlazione con la conducibilità

A cura dell'Ing. Rosario Mascolo // 15 aprile 2026

L'articolo è stato prodotto in collaborazione con l'Ing. Mariano Giofrè dell'IMM-CNR di Napoli

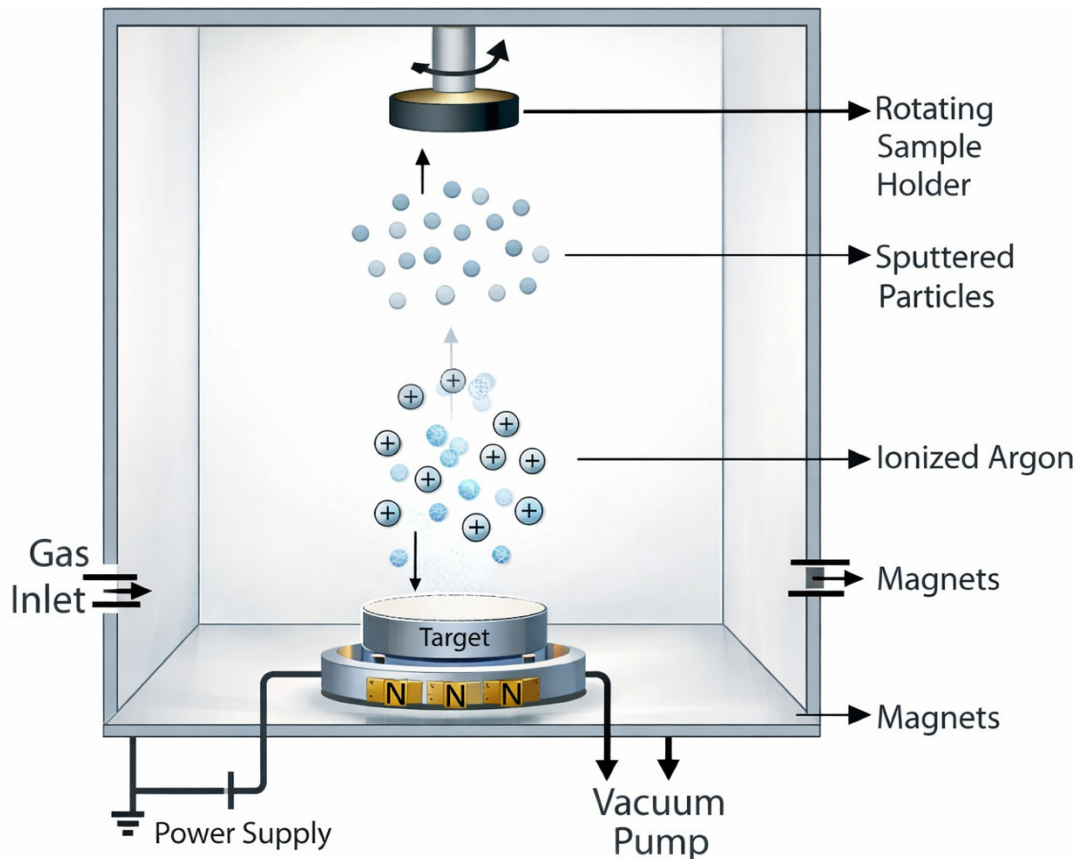


Figura 1 – Schema di Sputter Deposition

A completamento dell'analisi delle proprietà elettriche presentate nella Parte 1, lo studio è stato esteso alla caratterizzazione della bagnabilità superficiale e delle proprietà ottiche dei film depositati, con l'obiettivo di comprendere il ruolo della morfologia del rivestimento nel determinare il comportamento funzionale del materiale.

Un comportamento analogo a quello osservato per la conducibilità si riscontra nell'analisi della bagnabilità. Il cuoio non trattato mostra un angolo di contatto iniziale superiore a 100°, che tuttavia diminuisce rapidamente nel tempo fino a circa 80°, evidenziando un assorbimento veloce della goccia d'acqua. Questo comportamento è tipico di materiali porosi, nei quali l'apparente idrofobicità iniziale è dovuta alla rugosità superficiale, mentre la successiva diminuzione dell'angolo è legata alla penetrazione del liquido nei pori e nei canali capillari della matrice fibrosa. Il tempo medio di assorbimento risulta infatti dell'ordine di 10 s, con velocità elevate.

Nel caso del campione rivestito con ITO di 1 µm, l'angolo di contatto rimane sostanzialmente stabile nel tempo, mantenendosi intorno ai 100°, mentre il tempo di assorbimento aumenta fino a circa 30 s e la velocità di assorbimento si riduce significativamente. Questo comportamento indica una parziale occlusione della porosità superficiale e una riduzione dei fenomeni capillari, pur mantenendo una certa interazione tra il liquido e il substrato. La superficie assume quindi caratteristiche intermedie, coerenti con il regime percolativo evidenziato dalle misure elettriche.

Per il campione con film di spessore pari a circa 7 μm , la modifica delle proprietà superficiali risulta ancora più marcata. L'angolo di contatto si stabilizza intorno a valori prossimi a 97° senza variazioni significative nel tempo, mentre il tempo di assorbimento aumenta fino a oltre 120 s e la velocità si riduce di un ordine di grandezza rispetto al cuoio non trattato. Tali risultati indicano la formazione di una barriera superficiale quasi continua, che limita fortemente la penetrazione del liquido e conferisce al sistema un comportamento assimilabile a quello di una superficie rivestita compatta.

Tabella 2 – Angolo di contatto nel tempo

?

Tempo (s)	Crust (°)	ITO 1 μm (°)	ITO 7 μm (°)
1	103,0	102,9	97,8
2	102,4	103,0	97,3
5	99,3	103,6	96,8
10	92,7	102,0	96,9
20	82,5	103,0	96,1
30	81,3	100,6	96,9

Tabella 3 – Parametri di assorbimento

?

Campione	Tempo Medio Assorbimento (s)	Dev. Std (s)	Velocità ($\mu\text{L}/\text{min}$)	Dev. Std ($\mu\text{L}/\text{min}$)
Crust	10,5	0,83	344,6	28,18
ITO 1 μm	30,2	7,42	125,0	30,44
ITO 7 μm	126,0	28,79	29,8	7,04

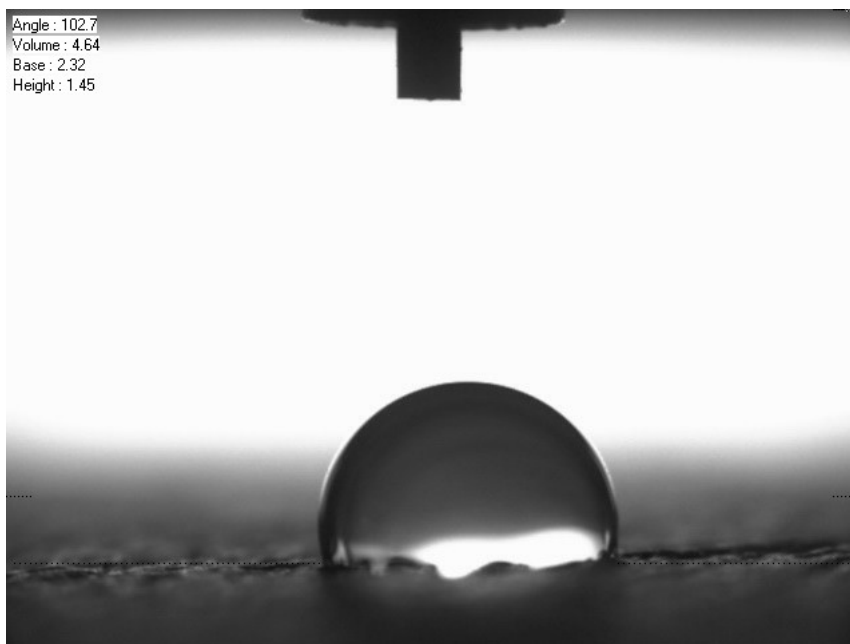


Figura 2 – Bagnabilità superficiale del campione ITO 7 μm

Le misure ellissometriche confermano la buona qualità dei film depositati. L'indice di rifrazione mostra un andamento decrescente all'aumentare della lunghezza d'onda, con valori tipici dell'ITO, mentre il coefficiente di estinzione risulta contenuto, indicando un assorbimento moderato. La simulazione della riflettanza evidenzia un minimo nell'intorno del vicino infrarosso, coerente con le proprietà ottiche attese per questo materiale.

Nel complesso, i risultati evidenziano una chiara correlazione tra spessore del film, morfologia del rivestimento e proprietà funzionali del materiale. All'aumentare dello spessore si osserva una progressiva transizione da comportamento isolante ad uno conduttivo, accompagnata da una riduzione dell'assorbimento e da una maggiore stabilità dell'angolo di contatto. Tale evoluzione riflette il passaggio da una copertura discontinua a una struttura più compatta e continua del film, in grado di schermare la porosità del substrato e di introdurre nuove funzionalità.

In conclusione, l'integrazione dei risultati elettrici, superficiali e ottici dimostra come la deposizione di film sottili mediante sputtering rappresenti una strategia efficace per la funzionalizzazione del cuoio. Il controllo dello spessore del rivestimento consente di modulare in modo sinergico conducibilità e bagnabilità, evidenziando il ruolo determinante della morfologia del film nella definizione delle prestazioni finali. Questo approccio apre nuove prospettive per l'impiego della pelle come substrato funzionale in materiali intelligenti e componenti tecnici avanzati, contribuendo all'evoluzione del cuoio da materiale tradizionale a piattaforma per applicazioni ad alto contenuto tecnologico.