

Funzionalizzazione del cuoio mediante sputtering: introduzione e proprietà elettriche – Pt. I

A cura dell'Ing. Rosario Mascolo – 10 aprile 2026

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

Le tecniche di deposizione fisica da fase vapore (PVD), e in particolare lo sputtering, rappresentano oggi uno degli approcci più versatili per la modifica controllata delle proprietà superficiali dei materiali. Il processo si basa sul bombardamento ionico di un materiale target all'interno di una camera in vuoto, con conseguente espulsione di atomi che vengono successivamente depositati su un substrato. L'elevata energia delle specie coinvolte consente di ottenere film sottili caratterizzati da buona adesione, elevata compattezza e controllo fine dello spessore. Tali caratteristiche rendono lo sputtering particolarmente interessante anche per l'applicazione su substrati non convenzionali, come il cuoio, la cui natura porosa e fibrosa rappresenta al tempo stesso una criticità e un'opportunità per lo sviluppo di superfici funzionalizzate.

In questo contesto, il presente lavoro si configura come uno studio pilota finalizzato alla funzionalizzazione di cuoio non rifinito (crust), con un duplice obiettivo: da un lato esplorare l'impiego di tecnologie avanzate tipiche della microelettronica per lo sviluppo di smart materials, dall'altro investigare nuove applicazioni della pelle come substrato funzionale per componenti tecnici. L'approccio proposto mira quindi ad ampliare il tradizionale campo di utilizzo del cuoio, introducendo metodologie innovative in grado di conferire proprietà elettriche e superficiali avanzate, mantenendo al contempo le caratteristiche distintive del materiale in termini di flessibilità e lavorabilità.

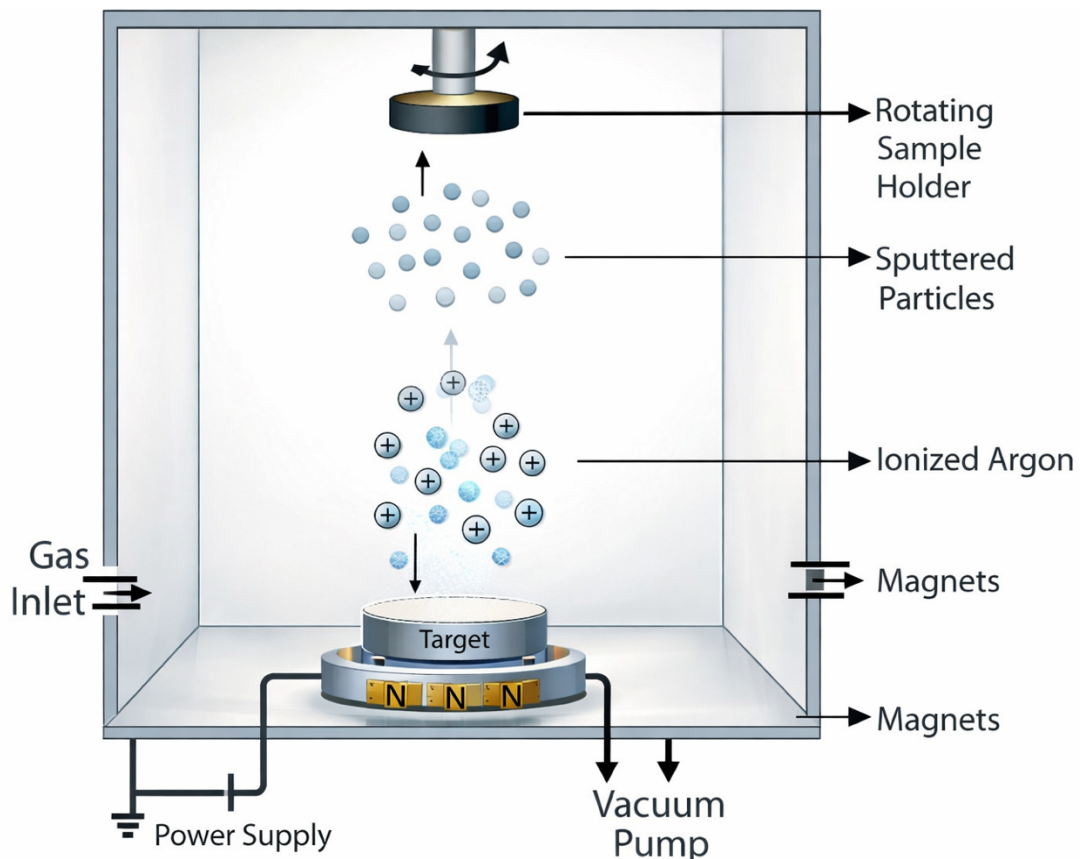


Figura 1 – Schema di Sputter Deposition

In questo lavoro preliminare, la tecnologia è stata applicata al cuoio con l'obiettivo di introdurre nuove funzionalità superficiali mediante deposizione di film sottili di ossido di indio e stagno (ITO), un ossido semiconduttore noto per la combinazione di elevata conducibilità elettrica e buona trasparenza ottica. Le deposizioni sono state effettuate mediante magnetron sputtering in condizioni di alto vuoto, utilizzando un target di ITO ad elevata purezza e una miscela controllata di argon e ossigeno come gas di processo. I parametri operativi, quali potenza, pressione, flusso dei gas e tempo di deposizione, sono stati modulati al fine di ottenere film con diverso spessore, in particolare nell'ordine di circa 1 μm e 7 μm .

La caratterizzazione dei campioni è stata effettuata mediante misure di resistività elettrica superficiale. I risultati evidenziano in maniera chiara come la deposizione di ITO induca una modifica significativa e progressiva delle proprietà del substrato. Il cuoio non trattato presenta una resistività media dell'ordine di $10^9 \Omega$, comportamento tipico di un materiale isolante, attribuibile alla struttura collagenica. A seguito della deposizione di un film di circa 1 μm , la resistività si riduce fino a valori dell'ordine di $10^5 \Omega$, indicando l'instaurarsi di un regime di conduzione percolativa. In queste condizioni, il film risulta distribuito sulla superficie ma non ancora completamente continuo, consentendo la formazione di percorsi conduttivi parziali. Incrementando ulteriormente lo spessore fino a circa 7 μm , si osserva una evidente riduzione della resistività fino a circa $10^3 \Omega$, segno della formazione di un film sostanzialmente continuo e della transizione verso un comportamento conduttivo stabile.

?

Campione	Spessore ITO	Resistività media (Ω)	Deviazione standard (%)	Ordine di grandezza
Cuoio crust	0 μm	$1,08 \times 10^9$	4,2	10^9
Cuoio + ITO	1 μm	$3,12 \times 10^5$	7,8	10^5
Cuoio + ITO	7 μm	$1,42 \times 10^3$	21,8	10^3

Tabella 1 – Resistività elettrica superficiale

In sintesi, i risultati evidenziano come la deposizione di ITO consenta di trasformare il cuoio da materiale isolante a sistema progressivamente conduttivo, attraverso un meccanismo governato dallo spessore del film e dalla sua continuità. Già a bassi spessori si osserva l'insorgenza di percorsi conduttivi percolativi, mentre a spessori maggiori si raggiunge un comportamento conduttivo stabile, indicando la formazione di un rivestimento più compatto e continuo. Questi risultati rappresentano un primo riscontro della fattibilità dell'approccio e costituiscono la base per l'analisi delle proprietà superficiali, approfondita nella parte successiva.