

# Abstract

La redditività economica dei dispositivi fotovoltaici è strettamente collegata ai costi ed alla durabilità delle attrezzature. Questi dispositivi, infatti, sono esposti durante il loro utilizzo a diversi agenti di degradazione atmosferica e, pertanto, necessitano di essere protetti mediante rivestimenti ed incapsulanti. Tuttavia, anche questi rivestimenti ed incapsulanti possono degradarsi durante il tempo a causa di fenomeni meteorologici, portando potenzialmente ad una perdita di efficienza e danneggiamento dei dispositivi fotovoltaici.

Attualmente, le seguenti proprietà principali sono fondamentalmente richieste per i materiali di rivestimento delle celle solari allo scopo di assicurare la durabilità dei dispositivi fotovoltaici: barriera agli UV, all'ossigeno e all'acqua; stabilità termica, trasparenza, anti-riflettanza, anti-sporco, flessibilità, costo sostenibile, isolamento elettrico.

Pertanto, allo scopo di mantenere una elevata efficienza durante il loro ciclo di vita, le celle solari necessitano di materiali di rivestimento con diverse funzionalità che sono generalmente ottenute mediante rivestimenti multistrato, in cui uno o più strati hanno una specifica funzionalità, come ad esempio la barriera ai gas o all'umidità, la barriera ai liquidi e le proprietà auto-pulenti. Tuttavia, un incremento nel numero di strati di rivestimento normalmente si associa ad un incremento dei costi e ad una riduzione della trasparenza e della flessibilità. Una riduzione del numero di strati, quindi, consentirebbe di diminuire i costi contribuendo inoltre a mantenere una elevata trasparenza e flessibilità.

Questo studio si è focalizzato sullo sviluppo di nuovi materiali flessibili e trasparenti capaci di integrare in un singolo strato le funzionalità barriera nei confronti sia dei liquidi che dei gas, mediante un processo semplice ed efficace a stadio singolo ed a temperatura ambiente, specificamente studiato per essere applicato ai rivestimenti standard per le celle solari. A tale scopo, un *Self Assembly of Monolayers (SAM)* di alchilsilani e fluoroalchilsilani è stato chemisorbito sulla superficie silicizzata di bistrati standard impiegati per il rivestimento di celle solari, quali PET-SiO<sub>x</sub> e ETFE-SiO<sub>x</sub>. I film così ottenuti hanno mostrato caratteristiche di elevata idrofobicità con angoli di contatto medio superiori ai 130° per il substrato di PET-SiO<sub>x</sub> rivestito, ed un significativo miglioramento delle proprietà di barriera all'ossigeno,

riducendo l' Oxygen Transmission Rate ad 1/3 del valore corrispondente al film non rivestito.

Sono stati quindi realizzati test di invecchiamento accelerato allo scopo di verificare la resistenza chimica dei materiali rivestiti simulando la degradazione prodotta dalle piogge sia acide che basiche, dal calore umido, dall'esposizione agli UV. I valori di angoli di contatto misurati hanno dimostrato che, dopo una leggera riduzione iniziale, un valore idrofobico costante viene mantenuto per i campioni rivestiti dal SAM di fluoroalchilsilani, anche dopo 1000 ore di test realizzato in condizioni molto drastiche.

Pertanto, i materiali rivestiti sono stati confrontati con diverse strutture multistrato ottenute per laminazione di PET-SiOx ed ETFE-SiOx. I risultati ottenuti hanno mostrato che le proprietà barriera del PET-SiOx rivestito con il SAM di fluoroalchilsilani sono più elevate di quelle di 2 strati di PET-SiOx standard, non rivestiti, confermando che i materiali barriera così ottenuti consentono una riduzione del numero di strati protettivi per i dispositivi fotovoltaici. Infine, queste strutture multistrato con differente numero di strati e composizione sono state applicate a celle solari organiche in scala di laboratorio allo scopo di valutare la loro efficacia nel preservare l'efficienza dei dispositivi fotovoltaici.

I dati preliminari ottenuti hanno dimostrato che le strutture multistrato che includono gli strati "multi-barriera" rivestiti con il SAM di fluoroalchilsilani sono più efficaci nel proteggere le celle solari rispetto alle altre strutture multistrato e che i valori di efficienza delle celle solari organiche rivestite con i nostri multistrato flessibili dopo più di 70 giorni sono comparabili con quelli delle celle solari incapsulate con vetro.

Inoltre, un altro approccio è stato adottato in questo studio con la finalità di migliorare l'azione protettiva della barriera passiva con l'aggiunta di una barriera attiva, capace di adattare continuamente la sua azione protettiva all'intensità dei fenomeni di degradazione ambientale. L'idea è quella di includere in opportuni substrati polimerici specifici assorbitori di ossigeno attivati da fenomeni meteorologici (variazione diurna di temperatura, pioggia, ecc.). A tale scopo sono stati prodotti film attivi di PET con una fase attiva ossidabile dall'acqua liquida. I risultati della caratterizzazione preliminare operata su tali campioni hanno dimostrato che questi strati di barriera attiva sono potenzialmente idonei per il rivestimento di celle solari, in quanto presentano una cinetica di assorbimento lenta, una trasparenza accettabile ed una processabilità relativamente semplice.

Ulteriori attività di ricerca sono necessarie per studiare l'effetto dei nostri materiali barriera sia attiva che passiva sulla durabilità dei dispositivi fotovoltaici organici, e per ottimizzare la progettazione della struttura multistrato ed il processo di incapsulamento. I dati preliminari relativi ai sistemi di barriera attiva sono incoraggianti e rappresentano un punto di partenza per studi futuri.