

Costruzione e proprietà di DSSC al variare delle caratteristiche e dello spessore della TiO₂

Candidato: Gianmario Marrelli Matricola 4706280
Relatore: Gianna Reginato reginato.cnr@gmail.com
Correlatore: Anna Vinattieri vinattieri@fi.infn.i

Lo scopo dell'elaborato finale è costruire alcune DSSC (Dye-Sensitised Solar Cell) e osservare l'effetto sull'efficienza (e in generale sulle proprietà elettriche) dell'uso di differenti tipi di pasta a base di biossido di titanio (TiO₂, o Titania). In una DSSC, un colorante, eccitato da un fotone, trasferisce un elettrone nella banda di conduzione di un semiconduttore (come la Titania) e dà lì in un circuito esterno. Un elettrolita rigenera il colorante e si riduce poi grazie agli elettroni provenienti dal circuito. Il rendimento di queste celle è dello stesso ordine di grandezza delle più comuni celle al silicio drogato.

Abbiamo seguito l'articolo di Grätzel "Fabrication of thin film dye sensitized solar cells with solar to electric power conversion efficiency over 10%" del 2008 per la preparazione delle celle, ma la necessità di svolgere quasi tutte le operazioni in modo manuale ha causato problemi di riproducibilità dei risultati, con la conseguenza che è stato necessario scartare molte celle.

Abbiamo dapprima preparato tre paste partendo da titania nanocristallina con diverse caratteristiche (Hombikat N100, Hombikat Type II e Hombikat UV 100, rispettivamente con cristalli di diametro 20, 15 e 10 nm).

Abbiamo visto che la pasta a base di Hombikat Type II tende a separarsi in due fasi.

Abbiamo preparato alcuni anodi per ogni tipo di pasta più alcuni con una pasta commerciale (Ti-Nanoxide D della ditta Solaronix) utilizzando come substrato dei vetri conduttori di dimensioni 1,5 x 2,0 cm e come maschera un nastro adesivo (per metà di essi Scotch Magic 8/1975D, da ora "spesso", e per gli altri Ades CF4 Nastro Invisibile, da ora "sottile") forato con una fustella di 6mm di diametro. Abbiamo steso la pasta sul vetro conduttore e rimosso lo scotch dopo un breve trattamento termico al fine di avere uno spot definito.

Abbiamo osservato come lo scotch sottile desse luogo a spot di forma più irregolare.

A seguito di un trattamento termico a 500° C, necessario per eliminare le sostanze aggiuntive della pasta e mantenere la sola titania, abbiamo effettuato misure di profilometria sugli elettrodi, in base alle quali è apparso come quelli provenienti da paste con cristalli più piccoli fossero molto più irregolari.

Abbiamo effettuato una colorazione degli elettrodi in una soluzione di N719, un composto al rutenio di comune uso nella ricerca sulle DSSC: abbiamo osservato che in particolare le paste preparate con Hombikat Type II tendessero a staccarsi dal substrato.

Al fine di comprendere quanto colorante fosse stato assorbito sulla superficie degli elettrodi abbiamo effettuato alcune misure di assorbanza con uno spettrometro UV, che hanno dimostrato come la pasta con maggiore assorbanza fosse quella preparata con Hombikat UV100, mentre gli elettrodi preparati con Hombikat N100 avevano assorbanze paragonabili con quelli preparati con pasta commerciale, eccettuati quelli a stesura sottile, caratterizzati da assorbanze di un ordine di grandezza inferiori.

Abbiamo infine completato le celle platinizzando la superficie conduttrice di alcuni vetri conduttori (contro-elettrodi) di dimensioni paragonabili ai precedenti che recavano un piccolo foro per l'introduzione dell'elettrolita. Abbiamo sigillato elettrodi e contro-elettrodi mediante una sostanza plastica scaldata a 200° C e abbiamo poi posto sottovuoto le celle in un apposito contenitore, ponendo una goccia di soluzione elettrolitica sul foro: reintroducendo l'aria nel contenitore l'elettrolita è entrato nelle celle per capillarità.

Abbiamo effettuato delle misure di rendimento sulle celle, attraverso la registrazione delle corrispondenti curve I/V sotto illuminazione solare simulata: le celle prodotte con pasta commerciale e quelle prodotte con pasta a base di Hombikat N100 non solo hanno mostrato proprietà meccaniche comparabili, generando spot con profili piuttosto regolari, ma hanno dato luogo a celle con efficienza paragonabile e piuttosto omogenea.

Gli elettrodi prodotti con paste a base di nanoparticelle più piccole (Hombikat Type II e Hombikat UV 100) hanno mostrato profili più irregolari e una maggiore eterogeneità nel rendimento, dando luogo sia alle celle più efficienti (oltre il 5% per una cella preparata con Hombikat UV 100) sia a celle con rendimenti intorno all'1%.

Al fine di indagare più a fondo le proprietà di queste celle sarà innanzitutto necessario avere una maggiore riproducibilità, automatizzando e standardizzando quanto possibile il processo di costruzione, in particolare nelle fasi di stesura e di sigillatura, nonché un numero di celle più elevato al fine di creare un vero campione statistico.