

NUOVE FRONTIERE PER L'ENERGIA PULITA

LE ATTIVITÀ DI RICERCA DELL'ISTEC-CNR SI CONCENTRANO SULL'APPLICAZIONE DEI MATERIALI CERAMICI PER LA PRODUZIONE E LO STOCCAGGIO DI ENERGIA. TRA I PROGETTI PIÙ INTERESSANTI, FUEL CELL A OSSIDO SOLIDO E CELLE FOTOVOLTAICHE A COLORANTI ORGANICI.

I cambiamenti climatici, la diminuzione delle scorte petrolifere e il contemporaneo aumento di richiesta energetica dovuto alle economie dei nuovi paesi emergenti e a una società sempre più energivora, hanno portato a un crescente interesse per nuovi e più efficienti dispositivi di produzione energetica. Solo una forte spinta verso dispositivi alternativi di generazione energetica e l'incremento dell'utilizzo di fonti rinnovabili può rendere possibile il raggiungimento contemporaneo degli obiettivi strategici di sostenibilità, sicurezza degli approvvigionamenti e competitività nel settore energetico. È all'interno di questo contesto, per sua natura fluido e in rapido mutamento, che Istec (Istituto di scienza e tecnologia dei materiali ceramici) del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr) si inserisce e opera. L'Istituto, unica struttura del Cnr specificatamente devota allo studio di materiali e processi ceramici, è da tempo impegnato nella ricerca di soluzioni innovative ma allo stesso tempo industrialmente applicabili, per lo sviluppo di materiali e dispositivi per l'energetica sempre più efficienti e affidabili. Numerose sono le attività presenti in istituto in campo energetico: da efficienti sistemi di recupero e risparmio energetico (come sistemi piezoelettrici e Led) alla generazione di energia (celle a combustibile, celle solari) allo stoccaggio energetico sia termico che elettrico, settore chiave in uno scenario di produzione energetica da rinnovabili. In questa sede verranno descritte in dettaglio due linee particolari di attività che non esauriscono certo il vasto e variegato

insieme in cui Istec lavora, ma che ne rappresenta due interessanti esempi.

Celle a combustibile ed elettrolizzatori a ossido solido

Le celle a combustibile (*fuel cell*) sono dispositivi elettrochimici in grado di convertire l'energia chimica di un combustibile (generalmente idrogeno) e di un comburente (ossigeno) in energia elettrica, con contemporanea generazione di acqua e calore. L'interesse per tali sistemi è legato sia alla possibilità di produrre energia "pulita" sia ai benefici economici connessi all'elevata efficienza di conversione (generalmente superiore a 80%). Le celle a combustibile sono spesso associate alla sola economia dell'idrogeno, tuttavia per la realizzazione di quest'ultima sono necessari rilevanti avanzamenti nelle tecnologie di *storage* dell'idrogeno e massicci investimenti in infrastrutture e *governance*. In questo scenario, le celle a combustibile a ossido solido (SOFC), costituite interamente in materiali ceramici, con la flessibilità di carburante con cui possono essere alimentate e la modularità nella potenza

erogata (da qualche kW a MW), rappresentano un'interessante alternativa alle celle a bassa temperatura che le rende appetibili già allo stato attuale e non le rendono intimamente e indissolubilmente legate all'economia dell'idrogeno. Nonostante questi indubbi vantaggi, i sistemi a SOFC sono ancora in via di sperimentazione o in forma pre-competitiva soprattutto per gli alti costi connessi con la produzione delle singole celle e con la gestione dell'intero apparato. L'attività di Istec è principalmente rivolta allo studio e ottimizzazione di quei processi ceramici affidabili e facilmente industrializzabili che consentano l'ottenimento dei dispositivi sopracitati in modo economicamente vantaggioso e il più possibile eco-compatibile. Sfruttando quindi tecniche già note all'industria ceramica tradizionale come colaggio su nastro, serigrafia e pressatura, Istec lavora all'ottimizzazione del ciclo di produzione di SOFC.

L'economia dell'idrogeno non può svilupparsi senza un sistema economico ed efficiente di produzione del gas da cui trae il nome. Gli elettrolizzatori planari a ossido solido (*solid oxide electrolysis cell*, SOEC) rappresentano una interessante possibilità per la sua produzione. Vanno considerati come SOFC lavoranti al contrario: negli elettrolizzatori infatti, applicando un'opportuna differenza di potenziale, è possibile produrre idrogeno dall'acqua oppure ridurre CO₂ a CO, che oltre a costituire un processo alternativo per la *carbon sequestration*, costituisce un'utile precursore per le sintesi chimiche o per la produzione di combustibili liquidi attraverso la reazione di Fischer-Tropsch. L'abbinamento di questi sistemi alle rinnovabili in un sistema integrato di produzione, stoccaggio (sotto forma di idrogeno) e riutilizzo energetico, rappresenta un esempio di quel concetto di indipendenza energetica da molti indicato come soluzione indispensabile alla attuale crisi energetica.



- 1 Elemento di grande area per celle a combustibile a ossido solido.
- 2 Celle solari sensibilizzate a coloranti organici (DSSC) su scala di laboratorio prodotte dall'Istec-Cnr di Faenza (RA). Rappresentano alcuni dei possibili effetti cromatici raggiungibili a confronto di una cella non sensibilizzata (in basso a sinistra, con "strisce" solo bianche di TiO₂).

1

Solare di nuova generazione, celle a colorante organico

A tutt'oggi, la domanda di celle fotovoltaiche supera di gran lunga l'offerta con quote di mercato coperte per circa il 95% da celle basate sul silicio e un lento ma progressivo aumento di quelle legate al film sottile (Si amorfo, CdTe, CIS, CIGS). La necessità di abbassare i costi di produzione sotto 1€/Wp, i problemi di tossicità legati all'uso di prodotti a base di cadmio e tellurio, nonché la complessità di processo legata alle celle a film sottile, hanno spinto la ricerca verso sistemi innovativi meno costosi e più compatibili con l'ambiente. Fra queste tecnologie quelle più vicine alla commercializzazione sono le celle solari sensibilizzate a coloranti organici (*dye sensitized solar cells*, DSSC). Le DSSC sono essenzialmente formate da diversi strati di materiali fotoattivi depositati su substrati conduttori di cui almeno uno trasparente (vetri o polimeri). Denominate anche celle di Gratzel, dal nome del ricercatore svizzero a cui si deve il loro primo sviluppo, questi sistemi ripercorrono il processo che in natura viene compiuto dalle piante attraverso la fotosintesi clorofilliana, sfruttando le capacità di assorbire la luce da parte di composti organici di sintesi o pigmenti naturali (per esempio le antocianine presenti nei frutti rossi). Questi composti sono assorbiti sulla superficie di fotoelettrodi di materiali inorganici (generalmente TiO_2 o SnO_2) ai quali trasferiscono i fotoni solari catturati. Gli elettroni così generati passano da questi ultimi ai substrati conduttori chiudendo il circuito della cella e generando quindi elettricità.



2

Rispetto alle celle fotovoltaiche standard, che utilizzano un semiconduttore inorganico come il silicio o CdTe, queste celle sono quindi prodotte con materiali a basso costo (il biossido di titanio si trova in molti prodotti commerciali come dentifrici e vernici) anche leggeri, e potendo essere colorate (il colore è dato dal tipo di colorante utilizzato per assorbire la luce) possono essere facilmente integrate nelle strutture architettoniche con interessanti effetti stilistici, oltre che energetici. Inoltre, lavorano efficientemente anche in presenza di luce diffusa e di conseguenza non necessitano di particolari angoli di installazione e possono essere utilizzate anche in interni. Nonostante questi indubbi vantaggi,

questi sistemi necessitano di ulteriori sforzi che ne migliorino l'efficienza (al momento ferma al 10% su scala di laboratorio) e la durata. Isted si occupa di studiare materiali e cicli di produzione che possano permettere la più rapida industrializzazione di queste celle con l'obiettivo di ottenere costi di commercializzazione intorno ai 1 €/Wp, durata superiore a 20 anni ed efficienze in linea con quanto dimostrato dai sistemi concorrenti a film sottile.

Alessandra Sanson

Group leader Materials and processing for energetics, Isted-Cnr

