

CATALYSIS BY CERIA AND RELATED MATERIALS. 2nd Ed.

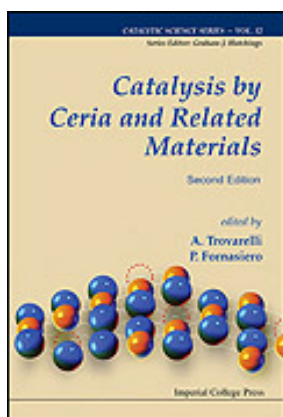
A. Trovarelli, P. Fornasiero (Eds.)

Imperial College Press

Pag. 908, rilegato, 131 sterline

ISBN 9781848169630

Negli ultimi decenni i materiali a base di ossido di cerio(IV) sono stati largamente utilizzati per la produzione di sistemi catalitici sia nel settore automobilistico (es. “catalizzatori a tre vie”) sia in ambito industriale (es. catalizzatori per il cracking catalitico o per la produzione dello stirene dalla deidrogenazione dell’etilbenzene). Inoltre, negli ultimi anni, CeO₂ è stato impiegato per diverse applicazioni catalitiche, come le ossidazioni totali (es. rimozione del particolato prodotto dai motori diesel,



abbattimento di COV, degradazione di inquinanti organici in fase liquida, ecc.), i processi di reforming degli idrocarburi (es. ossidazioni selettive, steam-reforming, water gas-shift, ecc.) e per la produzione di elettrodi per celle a combustibile.

L’attività catalitica di CeO₂ viene generalmente attribuita alla sua elevata capacità di immagazzinamento dell’ossigeno (oxygen storage capacity, OSC) ed al successivo rilascio di quest’ultimo nelle reazioni attivate da un metallo e che necessitano ossigeno (es. processi ossidativi). Tuttavia, i meccanismi cinetici dei catalizzatori a base di CeO₂ sono piuttosto complessi (es. meccanismi di tipo Mars-van Krevelen) e numerosi studi sono stati svolti in tal senso nel corso degli ultimi anni, rivelando varie correlazioni tra le proprietà strutturali/redox di questi materiali e la loro attività catalitica.

“Catalysis by Ceria and Related Materials” segue la precedente edizione del 2002, in cui venne pubblicato il primo libro interamente dedicato agli ossidi di cerio ed alle sue applicazioni catalitiche. Questa seconda edizione considera gli aspetti teorici ed applicativi dei materiali a base di CeO₂ ed un ampio spazio viene dedicato ai sistemi nanostrutturati e nano-ingegnerizzati che rappresentano il fattore chiave per lo sviluppo di nuovi catalizzatori.

Il libro comprende 14 capitoli ciascuno dei quali approfondisce diversi aspetti del CeO₂, le sue proprietà chimico-fisiche e le varie applicazioni catalitiche. Peraltro, la lista degli autori include autorevoli scienziati nel campo della catalisi eterogenea.

I primi tre capitoli forniscono una panoramica sui materiali a base di CeO₂, mostrando come le loro proprietà strutturali e redox svolgano un ruolo determinante sull’attività catalitica. Il quarto capitolo approfondisce invece l’effetto dei sistemi a base di CeO₂ nell’attivazione e nella conversione degli ossidi di azoto.

Nella seconda parte del libro (capitoli 3-7) vengono considerati i materiali nanostrutturati a base di CeO₂, includendo le loro proprietà chimico-fisiche, le tecniche di caratterizzazione e modellazione e le recenti sintesi per la preparazione di sistemi 2D e 3D.

La terza parte del testo (capitoli 8-14) approfondisce le diverse proprietà catalitiche del CeO₂, sia per applicazioni commerciali sia per quelle emergenti. In particolare, il capitolo 11 è interamente dedicato ai catalizzatori per la combustione del particolato prodotto dai motori diesel, mentre nel capitolo 12 vengono considerate le proprietà della ceria per applicazioni nelle celle a combustibile (SOFCs). Infine, gli ultimi due capitoli considerano il potenziale impiego di catalizzatori a base di ceria sia per la trasformazione di composti ossigenati in biomassa/molecole d’interesse sia per l’abbattimento degli inquinanti nell’aria (COV).

Pertanto, questo libro rappresenta un ottimo riferimento per studenti di dottorato e ricercatori che operano nell’ambito della catalisi eterogenea ed in particolare si occupano della scienza e della tecnologia di sistemi catalitici a base di CeO₂.

Marco Piumetti

NANOTECHNOLOGY IN ELECTROCATALYSIS FOR ENERGY

A. Lavacchi, H. Miller, F. Vizza

Springer

Pag. 331, rilegato/brossura, 135,19/107,09 euro

ISBN 9781489980595

Nel febbraio 2014 è stata pubblicata dalla Casa Editrice Springer una monografia dal titolo "Nanotechnology in Electrocatalysis for Energy" di Alessandro Lavacchi, Hamish Miller e Francesco Vizza, ricercatori dell' ICCOM-CNR di Firenze.

Il testo, di interesse accademico ed applicativo, interfaccia le nanotecnologie con la catalisi, l'energia da fonti rinnovabili e l'elettrochimica ed è focalizzato sugli elettrocatalizzatori nano-strutturati impiegati nelle celle a combustibile a bassa temperatura (fino a 120 °C), alimentate con idrogeno o alcoli rinnovabili, negli elettrolizzatori per la produzione di idrogeno e nei sistemi elettrochimici per la trasformazione dell'anidride carbonica in chemicals o combustibili.

La pubblicazione della monografia è motivata dal fatto che negli ultimi anni sono apparse numerosissime pubblicazioni scientifiche sugli argomenti trattati, ma ricercatori, addetti ai lavori e imprenditori interessati a questi nuovi campi di indagine, spesso trovano difficoltà a districarsi nella crescente e variegata quantità di informazioni fornite.

Il libro, che si propone di illustrare i principi base dell'elettrocatalisi insieme alla descrizione delle principali classi di materiali ed architetture degli elettrodi impiegati nei dispositivi, illustra le idee fondanti del design di nuovi materiali e cerca di focalizzare l'aspetto centrale dell'elettrocatalisi nel quadro di un sistema di energia sostenibile basato su risorse rinnovabili.

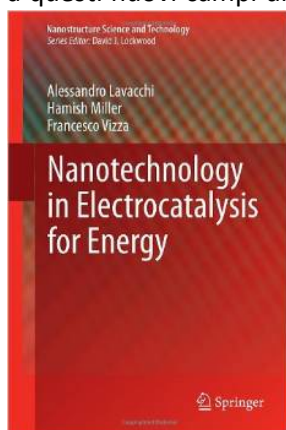
In particolare, vengono forniti gli elementi chiave per la comprensione dell'attività catalitica dei nano-materiali, in funzione delle loro peculiarità morfologiche-strutturali dettate dai processi sintetici, non trascurando un nuovo impiego di elettrocatalizzatori costituiti da composti organometallici e molecolari particolarmente attivi nella produzione di energia e chemicals da derivati di biomasse.

Il libro è strutturato in modo tale che il lettore interessato possa trovare una breve panoramica delle questioni fondamentali per le quali le nanotecnologie sono chiamate a fornire soluzioni. Si inizia con una breve rivisitazione delle problematiche energetiche e relative risorse a livello mondiale poiché la limitazione delle risorse è, senza dubbio, il motivo per cui si fa ricorso alle fonti energetiche rinnovabili che, a loro volta, definiscono vincoli nella progettazione dei materiali catalitici. Infatti, molti dei metalli che possono essere utilizzati come elettrocatalizzatori in dispositivi di conversione di energia elettrochimica sono rari e costosi. Per questo motivo essi dovrebbero essere utilizzati in piccolissime quantità, e poi recuperati, al fine di poter realizzare dispositivi che possano garantire un futuro sostenibile di lunga durata.

La prima sezione del libro è dedicata ai principi base dell'elettrochimica ed a una dettagliata descrizione dei fattori che influenzano la progettazione dei nanomateriali al fine di potenziare le loro performance catalitiche.

Il libro passa poi in rassegna le varie classi dei materiali catalitici e i supporti utilizzati, dai più comuni carbon backs, a materiali di nuova generazione come, carboni mesoporosi, carboni gels, grafene e nano-tubi di carbonio. Uno sguardo particolare è anche rivolto a supporti a base di nanotubi di titanio e altri ossidi conduttivi particolarmente importanti nelle celle a combustibile alimentate con alcoli e nella produzione di idrogeno da derivati di biomasse mediante processi elettrolitici. Il testo continua con la descrizione di nuovi protocolli sintetici che permettono di ottenere nano-particelle metalliche ad alto "index faceting" e nelle forme hollow e core-shell.

Un nuovo approccio molecolare all'elettrocatalisi mediante l'utilizzo di macrocicli è ampiamente argomentato ed una particolare enfasi è rivolta alla recente scoperta che complessi organometallici possono essere utilizzati in celle a combustibile ad alcol diretto. Questa eccitante area tematica, oltre ad essere di grande importanza scientifica, può aprire nuove prospettive nella realizzazione di innovativi dispositivi elettrochimici. Infatti, i complessi organometallici possono presentare numerosi vantaggi nella



realizzazione di elettrocatalizzatori in virtù del fatto che tutti i siti metallici sono attivi (single site) a differenza dei catalizzatori costituiti da nanoparticelle metalliche dello stato dell'arte. Di conseguenza, il loading catalitico può essere drasticamente ridotto con grande beneficio di risparmio di metalli preziosi. Le potenzialità ed il range di applicazione dei composti organometallici, ed in generale dei complessi di coordinazione, è molto vasto poiché i composti molecolari possono essere *embedded* in una varietà di supporti conduttivi di grande rilevanza in elettrocatalisi e foto-elettrocatalisi. Il design di una ben definita architettura molecolare in combinazione con un determinato supporto, potrebbe nel futuro, mimando processi naturali, permettere lo scale up di dispositivi per la produzione e storage di energia.

Gli autori concludono il testo affermando che l'apporto delle conoscenze derivate dall'applicazione delle nanotecnologie alla produzione sostenibile di energia sarà fondamentale per un'estensione dell'elettrocatalisi in altri campi del sapere.

A mio avviso, il maggiore punto di forza dell'opera consiste nella capacità di collegare gli elementi descritti in un percorso che, partendo da un'accurata descrizione dei principi fondamentali, guida il lettore verso la comprensione dei criteri che sottostanno allo sviluppo delle più complesse architetture elettrodiche, invitandolo, talvolta, ad una profonda riflessione circa gli aspetti più controversi degli argomenti trattati.

È per questo che l'opera pone in evidenza concetti cardine per la sostenibilità, anche se ad oggi ancora poco conosciuti, quali l'"EROEI" (Energy Return of the Energy Invested) ed il "*Life Cycle Analysis*". Si ritiene infatti che il lettore, ricercatore, imprenditore o professionista che sia, debba essere consapevole che le articolate ed affascinanti nanostrutture presentate, così efficienti nella funzione catalitica, sono solo una piccola parte di sistema molto complesso. È il dominio di questa complessità che rappresenta la sfida del futuro. Il "Sacro Graal" della sostenibilità energetica ed ambientale può essere ottenuto solo armati di questa consapevolezza e considerando che l'obiettivo finale non tanto l'ottenimento di performance assolute di singoli componenti, quanto piuttosto il raggiungimento di quel "giusto" compromesso tra efficienza energetica, sostenibilità ambientale ed economica dei sistemi nel loro complesso. Forti di questa consapevolezza gli autori delineano alcune future possibili applicazioni per i processi elettrocatalitici descritti, ipotizzandone l'applicazione ad altri ambiti cardine per la società quali, prima tra tutte, la sintesi di fertilizzanti chimici.

Roberto Gobetto