

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

CONSIGLIO DIRETTIVO

DELIBERAZIONE N. 12168

Il Consiglio Direttivo dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, riunito in Roma nei giorni 21 e 22 dicembre 2011 alla presenza di n. 33 dei suoi componenti su un totale di n. 34;

- premesso che, in base all'art. 2 del proprio Statuto, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare promuove, coordina ed effettua la ricerca scientifica nel campo della fisica nucleare, subnucleare, astroparticellare e delle interazioni fondamentali, nonché la ricerca e lo sviluppo tecnologico pertinenti all'attività in tali settori, prevedendo forme di sinergia con altri enti di ricerca e il mondo dell'impresa;
- premesso che, nel perseguimento della propria missione, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare promuove e partecipa a collaborazioni, stipula convenzioni e contratti in materia di studio, ricerca e servizi con enti, società ed imprese pubbliche e private, nazionali, comunitari e stranieri, favorisce l'innovazione promuovendo il trasferimento al mondo produttivo e alla società delle conoscenze e delle tecnologie acquisite, avvalendosi in via prioritaria della collaborazione con le Università, regolata da apposite convenzioni;
- visti gli intensi rapporti di collaborazione tra l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e l'Università "Sapienza", nonché tra l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e l'ENEA, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile testimoniati, rispettivamente, dalla Convenzione del 13 luglio 2004 relativa alla locale Sezione INFN e dalla Convenzione del 6 luglio 1995 relativa alla disciplina di attività congiunte di ricerca per il conseguimento di comuni obiettivi;
- premesso che nell'ambito di una collaborazione ad attività di ricerca congiunta, cui hanno partecipato ricercatori dell'Istituto, dell'Università "Sapienza" e dell'ENEA, le Parti hanno raggiunto un risultato inventivo denominato "Zeosensor(s)", Sensori Fiber Bragg Grating ricoperti di zeolite o materiali con struttura e comportamento simile, suscettibile di essere brevettato;
- preso atto che l'invenzione suddetta è stata ottenuta nell'ambito di attività di ricerca svolta utilizzando risorse riconducibili al bilancio delle tre Istituzioni;
- visto l'articolo 65, comma 5, del Codice della Proprietà Intellettuale;
- vista la Comunicazione di invenzione del 9 maggio 2011;

- considerato l'interesse dell'INFN, dell'Università "Sapienza" e dell'ENEA a proteggere il trovato mediante il deposito di una domanda di brevetto nonché a definire, con apposito accordo, le rispettive quote di proprietà intellettuale del trovato stesso ed a concedersi reciproca licenza per consentirne l'utilizzo nelle rispettive attività istituzionali di ricerca;
- preso atto del parere favorevole espresso dal Comitato Nazionale per il Trasferimento Tecnologico nella riunione del 3 novembre 2011;
- premesso che l'approvazione dello schema di "Accordo per la definizione delle quote di proprietà intellettuale delle conoscenze relative all'invenzione denominata "Zeosensor(s)" non comporta alcun onere finanziario per l'Istituto e che gli oneri derivanti dal deposito della domanda di brevetto sono valutati in euro 600,00 oltre IVA;
- su proposta del Direttore dei Laboratori Nazionali di Frascati;
- su proposta della Giunta Esecutiva;
- in data 22 dicembre 2011 con voti favorevoli n.33;

DELIBERA

- 1) Di approvare lo schema di "Accordo per la definizione delle quote di proprietà intellettuale delle conoscenze relative all'invenzione denominata "Zeosensor(s)" tra l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, l'Università "Sapienza" e l'ENEA, allegato alla presente deliberazione. Il Presidente, o persona da lui delegata, è autorizzato a negoziarlo e sottoscriverlo.
- 2) L'onere finanziario derivante all'Istituto dal deposito della domanda di brevetto prevista dall'Accordo di cui al precedente numero 1), valutato in euro 600,00 oltre IVA, trova copertura con i finanziamenti iscritti al capitolo 142610 del bilancio 2012 dell'Istituto.
- 3) Il Presidente, o persona da lui delegata, è autorizzato a esercitare i diritti e le facoltà derivanti dallo schema di Accordo di cui al precedente numero 1.

ACCORDO PER LA DEFINIZIONE DELLE QUOTE DI PROPRIETA' INTELLETTUALE
DELLE CONOSCENZE RELATIVE ALL'INVENZIONE DENOMINATA "ZEOSENSOR(S)"

TRA

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare con sede in Frascati, Via Enrico Fermi n. 40 - 00044, in persona del suo Presidente p.t., Prof., a ciò autorizzato con deliberazione del Consiglio Direttivo n.del (di seguito INFN)

E

Università La Sapienza con sede in Roma, Piazzale Aldo Moro n. 5 – 00185, in persona del Magnifico Rettore, Prof., a ciò autorizzato con deliberazione del Consiglio di Amministrazione del 23.4.1996 (di seguito Sapienza)

E

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, con sede in Roma, Lungotevere Thaon Di Revel 76 - 00196, in persona del Responsabile del Servizio Proprietà Intellettuale e Brevetti, Ing., a ciò autorizzato con Circolare Commissariale n. 10/2009 del 18/12/2009 (di seguito ENEA)

PREMESSO CHE

- Ricercatori delle Parti, nell'ambito di una collaborazione ad attività di ricerca congiunta, hanno raggiunto un risultato inventivo denominato "Zeosensor(s)", Sensori Fiber Bragg Grating ricoperti di zeolite o materiali con struttura e comportamento simile (zeotype, silicaliti, materiali mesoporosi, geopolimeri, Mof, PCP, sinterizzati metallici, metallo-ceramici), come specificato nell'Allegato 1 al presente Accordo;

- è interesse delle Parti proteggere il trovato mediante il deposito di una domanda di brevetto, definire le rispettive quote di proprietà intellettuale dello stesso nonché concedersi reciproca licenza per consentirne l'utilizzo nelle rispettive attività istituzionali di ricerca, realizzate anche in collaborazione con enti pubblici e privati non commerciali, nazionali ed internazionali;

Tutto quanto sopra premesso, le Parti si impegnano a quanto segue:

Art. 1

1.1 Le premesse e l'Allegato formano parte integrante del presente Accordo.

Art. 2

2.1 La proprietà intellettuale del trovato, descritto nell'Allegato 1 come "Zeosensor(s)", appartiene congiuntamente a INFN, Sapienza ed ENEA in misura proporzionale al contributo complessivo di risorse apportato da ciascuna Parte e che, d'intesa tra le stesse, viene determinato come segue:

- INFN: 20%
- Sapienza: 70 %
- ENEA: 10 %

2.2 Le Parti stabiliscono sin da ora che la Sapienza è autorizzata a presentare domanda di brevetto per proteggere l'invenzione a titolarità congiunta denominata "Zeosensor(s)" i cui costi, sia iniziali che relativi al mantenimento dello stesso, sono ripartiti tra le Parti in misura proporzionale alle rispettive quote di proprietà intellettuale.

2.3 Qualora una Parte non ritenga di aver interesse al mantenimento del brevetto, l'altra Parte ne acquisirà gratuitamente la piena titolarità, con l'onere delle sole spese di redazione dell'atto, di registrazione e relativa trascrizione dello stesso e si impegnerà a sostenerne annualmente i costi necessari entro i termini previsti dalla legge. In ogni caso, i proventi derivanti dallo sfruttamento del trovato alla Parte che ne ha acquisito la piena titolarità, saranno inizialmente utilizzati per reintegrare i costi sostenuti per l'attivazione della procedura anche dalla Parte rinunciataria.

2.4 Nel caso in cui tutte le Parti ritengano di non avere interesse al mantenimento del brevetto, questo sarà acquisito gratuitamente dagli inventori, con l'onere delle sole spese di redazione dell'atto, di registrazione e relativa trascrizione dello stesso.

2.5 Le Parti, al fine di promuovere la valorizzazione delle conoscenze e lo sfruttamento dei risultati conseguiti con la collaborazione di cui in premessa, consentono agli inventori di proporre il prodotto di cui all'Allegato 1 ai soggetti interessati a produrlo, venderlo e commercializzarlo, anche in workshop, conferenze e simili.

Art. 3

3.1 Le Parti si riservano di valutare l'opportunità di depositare eventuali domande all'estero del brevetto, nel rispetto dei diritti di priorità acquisiti con il deposito della domanda italiana, secondo quanto previsto nei rispettivi regolamenti interni. Le Parti comunicheranno tra di loro per rendere noti gli stati esteri scelti da ciascuna.

3.2 Le Parti convengono che, in caso di mancato accordo o di rinuncia all'estensione, ciascuna Parte avrà il diritto di estendere la domanda di brevetto italiana in qualsiasi Stato, a proprie spese.

3.3 La Parte che ha scelto di non sostenere le spese di estensione si impegna a sottoscrivere tutta la documentazione necessaria per consentire una corretta procedura di estensione del brevetto.

3.4 Nel caso in cui l'estensione all'estero della domanda brevetto italiano durante la procedura di brevettazione diventi un titolo autonomo, i relativi brevetti saranno disciplinati dal presente Accordo.

3.5 La Parte che non ha partecipato alle spese di estensione e/o di prosecuzione e/o di

mantenimento, e limitatamente a quei Paesi, non potrà esercitare i diritti di titolarità e patrimoniali sul brevetto stesso.

Art. 4

4.1 Le parti si concedono reciprocamente licenza non esclusiva e non onerosa per l'utilizzo dei risultati e delle conoscenze elaborate congiuntamente nella realizzazione del trovato "Zeosensor(s)", solo ed esclusivamente per le proprie finalità istituzionali non commerciali. Tale uso può essere fatto in collaborazione con enti pubblici e privati non commerciali, nazionali ed internazionali.

4.2 La licenza di cui all'articolo 4.1 è concessa per la durata del brevetto e senza limiti territoriali di tutela.

Art. 5

5.1 In presenza di condizioni di necessità ed urgenza che possono incidere sulla gestione ottimale del brevetto, ciascuna Parte potrà, previa formale autorizzazione delle altre Parti (anche tramite e-mail), compiere le operazioni che si rendano necessarie.

Art. 6

6.1 Non sono oggetto del presente Accordo le conoscenze differenti da quelle descritte nell'Allegato 1 derivanti da miglioramenti o evoluzioni del trovato realizzati in attività di ricerca svolta indipendentemente da INFN, Sapienza ed ENEA.

6.2 I risultati cui INFN, Sapienza ed ENEA perverranno singolarmente avvalendosi del Know How sviluppato nello svolgimento dell'attività di ricerca che ha portato al trovato sono di esclusiva proprietà della Parte che li consegue mentre i risultati conseguiti congiuntamente dalle Parti appartengono alle stesse in misura proporzionale all'apporto di risorse fornito da ciascuna. INFN, Sapienza ed ENEA rinviando a successivi accordi la disciplina legale ed economica per i miglioramenti che saranno realizzati insieme.

Art. 7

7.1 Nessuna parte può concedere a terzi una licenza che possa avere lo stesso oggetto o possa utilizzare i risultati sviluppati e descritti nell'Allegato 1, se non previo consenso scritto delle altre Parti.

7.2 Il presente Accordo e i diritti e gli obblighi dallo stesso previsti non potranno in nessun caso essere ceduti da una Parte senza il preventivo consenso delle altre.

Art. 8

8.1 INFN, Sapienza ed ENEA si riservano la facoltà di modificare i termini e le condizioni ivi pattuite attraverso specifico Accordo sottoscritto da tutte le Parti interessate.

Art. 9

9.1 Tutti gli eventuali oneri relativi alla conclusione del presente Accordo sono a carico delle Parti firmatarie.

Art. 10

10.1 Ogni comunicazione tra le Parti dovrà essere svolta in forma scritta (per posta o per posta elettronica):

per INFN

.....

per Sapienza

Ufficio Valorizzazione Ricerca Scientifica e Innovazione
Settore Brevettazione

Piazzale Aldo Moro, 5 – 00185 Roma

u_brevetti@uniroma1.it

per ENEA

.....

Art. 11

11.1 Qualsiasi controversia derivante dall'interpretazione o esecuzione del presente Accordo sarà risolta amichevolmente dal legale rappresentante delle Parti. In caso di mancata soluzione, sarà competente il foro di Roma.

Art. 12

12.1 Ciascuna Parte presta il proprio consenso al trattamento dei dati personali e si impegna a trattare e a custodire i dati e le informazioni relativi all'espletamento delle attività oggetto del presente Accordo in conformità a quanto stabilito dal D. Lgs 30 giugno 2003, n. 196 e ss.mm.

TITOLO INVENZIONE

Zeosensor(s). Sensori FBG ricoperti di zeolite o materiali con struttura e comportamento simile (zeotype, silicaliti, materiali mesoporosi, geopolimeri, Mof, PCP, sinterizzati metallici, metallo-ceramici)

DESCRIZIONE INVENZIONE E CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Il tipo di sensori oggetto del brevetto è basato sulla tecnologia dei sensori FBG (Fiber Bragg Grating). I sensori in fibra ottica sono particolarmente attraenti rispetto ai sensori tradizionali perché presentano diversi vantaggi. Sono costituiti da fibre di vetro (ma anche di quarzo, zaffiro, fibre polimeriche) sono elettricamente e chimicamente passivi e sono immuni da interferenze elettromagnetiche, inoltre sono piccoli e trasparenti. In particolare i sensori FBG possono essere multiplexati su di una singola fibra, questo consente di avere a disposizione più sensori in lunghe serie e con la possibilità di avere un solo strumento di interrogazione. Il sensore FBG è praticamente uno strain gage ottico basato sulla variazione periodica dell'indice di rifrazione all'interno del core della fibra. Quando un segnale a larga banda è inviato all'interno della fibra questo viene riflesso con una specifica lunghezza d'onda che viene misurata. Ogni deformazione (strain) della fibra causa uno shift della lunghezza d'onda correlabile alla deformazione. Si possono misurare accuratamente deformazioni inferiori di 1 $\mu strain$ (1 μm ogni metro). I sensori FBG sono integrati sulla fibra ottica utilizzata per trasportare il segnale luminoso di interrogazione e di risposta dei sensori stessi; tale fibra ottica è definita 'dorsale' in fibra ottica. Un'estremità della dorsale è connessa alla centralina opto-elettronica che genera il segnale di interrogazione ed effettua l'analisi del segnale di risposta; l'altra estremità è libera e può essere eventualmente prolungata per aggiungere ulteriori sensori. Il segnale di interrogazione si propaga lungo la dorsale e quando interagisce con un sensore genera il segnale di risposta che si propaga all'indietro verso la centralina. La centralina decodifica il segnale di risposta e misura la deformazione del componente monitorato. Il segnale di risposta dei sensori è analizzato dalla centralina con tecniche di tipo spettroscopico: se pur impropriamente, si può dire che la centralina analizza il colore del segnale di risposta, ed in base alla variazione del colore determina la deformazione del componente monitorato. Questo tipo di sensori viene proposto in diversi settori, dall'aerospaziale a quello civile, per il monitoraggio strutturale, ma anche per il controllo di parametri chimici, fisici e ambientali. Sono stati anche utilizzati nel monitoraggio, sia di lapidei e metalli che di manufatti e costruzioni, nel settore dei beni culturali per la facile applicazione non distruttiva. Le caratteristiche innovative del brevetto basato sul tipo di sensore FBG sono legate alla deposizione all'incollaggio, alla sintesi su di esso di zeoliti e di materiali con analoghe caratteristiche e comportamenti di scambio ionico, di adsorbimento, o selettività come setacci molecolari quali materiali zeoliti-like, geopolimeri, metallo-ceramici, sinterizzati metallici (utilizzati comunemente nella filtrazione di gas esausti) e in generale geomateriali, metallosilicati, setacci molecolari mesoporosi (materiali mesoporosi), nuovi ibridi materiali porosi quali i MOF (metal-organic framework) e i PCPs (porous coordination polymers). Questi possono essere sia incollati con vari tipi di colle di diversa composizione i cui comportamenti rispetto alla sensibilità del sensore sono stati studiati, sia direttamente precipitati o sintetizzati intorno alla fibra.

Le zeoliti costituiscono una famiglia di minerali idrati che fa parte del gruppo dei tectosilicati con un reticolo costituito da un'impalcatura tridimensionale di tetraedri (Si, Al) O_4 riuniti fra loro da ioni O^{2-} . L'unione dei tetraedri avviene in modo da lasciare liberi dei canali attraverso il reticolo nei quali trova posto l'acqua di costituzione del minerale che per essere legata debolmente può venire espulsa facilmente (es. per un debole riscaldamento) senza che il reticolo venga distrutto. Le cariche rese libere dalla sostituzione di Al^{3+} con Si^{4+} sono equilibrate da ioni Na^+ , K^+ , Ca^{++} che sono caratteristici per ogni zeolite. Essi sono legati da forze abbastanza deboli e possono venire facilmente sostituiti da altri ioni o molecole quali NH_4^+ , Br, I, rivelando quello che viene definito "potere di scambio ionico". Accanto alle zeoliti naturali che pure sono riunite in numerose famiglie sono state sviluppate enormemente le zeoliti artificiali, o nuovi tipi di setacci molecolari zeoliti-based, come silicaliti, materiali con struttura zeolitica e i geomateriali e geopolimeri, nuovi ibridi materiali porosi come i MOF (metal organic framework), PCPs (porous coordination polymers); dando luogo alla generazione di materiali dalle caratteristiche molto varie: diversi rapporti Si/Al (sostanze più o meno idrofile o idrofobe), diverse dimensione dei pori e dei canali (setacci molecolari in grado di catturare ioni o sostanze in base al loro raggio ionico compatibile o meno con la dimensione dei pori e dei canali della zeolite), diversi ioni (adatti allo scambio con diversi elementi inquinanti per affinità geochemiche come la dimensione del raggio ionico o la valenza), incremento dell'accesso ai siti acidi all'interno della struttura dei canali (nuovi e diversi tipi di catalizzatori). Questi diversi materiali possono essere quindi progettati, in base alle caratteristiche indicate in precedenza, appositamente per la rimozione di specifiche sostanze indesiderate (inquinanti, anche radioattivi) sia in ambiente gassoso che liquido. Sono noti i filtri zeolitici in diversissime applicazioni sia industriali che domestiche o mediche come adsorbenti, nota è anche l'applicazione di questi materiali nella catalisi (altamente attivi, selettivi, e stabili catalizzatori nella raffinazione del petrolio, nell'industria petrolchimica, nella produzione di prodotti chimici raffinati, nell'industria farmaceutica). L'attività di queste sostanze (come appunto lo scambio cationico, l'assorbimento e il desorbimento in ambiente acquoso sia della semplice acqua sia di elementi in essa contenuti, le variazioni legate alla temperatura e i tempi di attività vengono studiate e messe a punto per ciascun processo si intenda effettuare con le zeoliti. Per ogni processo di scambio cationico viene messo a punto il processo di desorbimento secondo curve isoterme di saturazione e desorbimento e modelli presenti in letteratura.

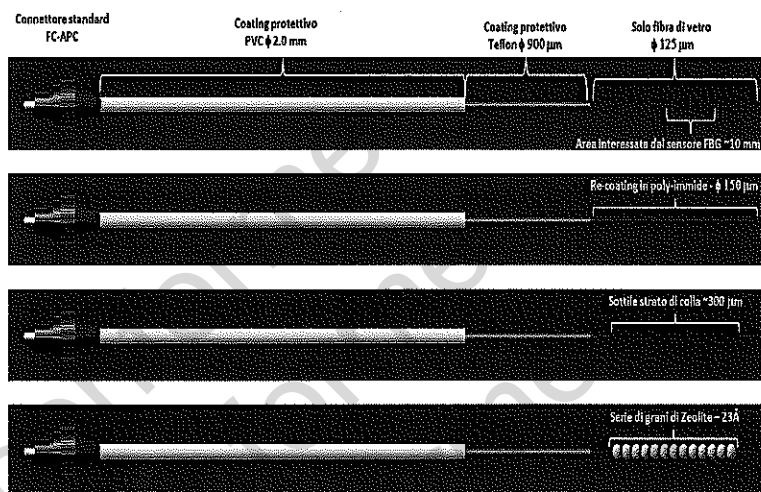
La possibilità di registrare con sensibilità nanometrica se non picometrica, relativamente alla variazione di lunghezza d'onda indotta da deformazioni sui materiali dall'attività dei materiali stessi (quali imbibizione, adsorbimento, scambio cationico, cessione di sostanze, disseccamento, aumento della temperatura) rende il sensore capace di registrare in tempo reale l'attività della sostanza e dei materiali ad esso associati. I sistemi cristallini delle zeoliti bene definiti nelle dimensioni delle celle e dei canali così come la capacità di scambio ionico e le proprietà modulabili rispetto al comportamento acido/base, la idrofobicità o idrofilicità possono offrire un punto di partenza per nuove funzionalità, inoltre la possibilità di controllare la crescita e la sintesi, nonché le dimensioni e morfologie sia di zeoliti in singoli cristalli che in concrescimenti, possono offrire ampi spunti allo sviluppo di sensori chimici legati alle proprietà di confinamento spaziale tipiche di questo tipo di sostanze. I sensori che sfruttano deposizioni od incollaggi di materiali zeolite-based per amplificare i valori delle grandezze che si stanno misurando, in modo da ottenere maggiore accuratezza nella misura, possono essere migliorati, fino ad ottenere una risoluzione superiore semplificando, contemporaneamente, il sistema di acquisizione e misura. Il nostro strumento rappresenta una notevole evoluzione degli apparati di monitoraggio di sistemi/strutture per la sicurezza umana e ambientale attualmente in uso. Il sistema di misura risulta ottimizzato in quanto una singola fibra di vetro, con una o più sensori multiplexati, è in grado di misurare contemporaneamente (in parallelo) sia variazioni dello stato funzionale di una struttura (la lettura di deformazioni strutturali è la caratteristica intrinseca di questo tipo di sensore) che grandezze ambientali quali umidità e temperatura e concentrazioni/variazioni di specie chimiche diverse, quindi

inquinamento, senza che l'unico strumento attivo risenta (venga disturbato o confuso) dalle diverse misure in atto. Infatti il sistema proposto risulta particolarmente versatile per monitoraggi ambientali, in quanto consente di avere a disposizione più sensori in lunghe serie con minor ingombro e con la possibilità di avere un solo strumento di interrogazione non necessitando rispetto ad altri sistemi di misura di singoli sistemi di interrogazione dedicati (seppure talora più semplici) né tantomeno l'implementazione di diversi sensori per le diverse grandezze che si desidera misurare.

Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme

AREE DI APPLICAZIONE PRINCIPALI

Una delle applicazioni possibili per i sensori oggetto del brevetto sarebbe appunto la registrazione dell'avvenuto raggiungimento della saturazione in acqua del materiale (zeolite-like) applicato sul sensore, basandosi sulla lettura sul sensore stesso del raggiungimento di un plateau stabile in cui non si registrano più deformazioni indotte dall'entrata nei pori dell'acqua (ad esempio), appunto, o dallo scambio di sostanze che occupano i canali del materiale (zeolite-like) o che addirittura ne modificano la struttura (alcune sostanze possono attaccare il reticolo del materiale direttamente e alla lunga portano allo smembramento del framework). In questo modo verrebbero indicati sia in generale i tempi di raggiungimento della saturazione dello specifico materiale, che i produttori delle aziende devono fornire nel data-sheet del prodotto, sia segnalata la necessità della rigenerazione o della sostituzione dei materiali durante il processo cui sono applicati (filtrazione, adsorbimento, essiccamento, catalisi). Dati, questi ultimi, che vengono, di norma, ottenuti costruendo curve di adsorbimento/desorbimento ottenute con metodi di laboratorio classici. La caratterizzazione dei materiali di tipo zeolitico si avvale, infatti, per lo più dei metodi standard per laboratorio, ad esempio per la determinazione della densità in acqua è prevista, implicitamente, la saturazione del materiale in acqua, oppure vengono utilizzate norme che specificano i metodi per determinare la massa volumica apparente e l'assorbimento d'acqua delle "pietre agglomerate" o altre norme che debbono essere modificate per l'applicazione ai materiali zeolitici come, ad esempio, la norma che prevede la bollitura in acqua del campione per determinarne, appunto, il peso specifico reale e apparente). Altre informazioni importanti potrebbero venire dall'applicazione del sensore nell'ambito della caratterizzazione di materiali in oggetto, nello studio della variazione di cristallinità indotta dal progressivo deterioramento dovuto all'attività svolta dal materiale. Questo dato normalmente si ottiene sia dinamicamente con prove di adsorbimento/desorbimento effettuate contemporaneamente su di un campione standard e sul campione oggetto di esame, sia per via statica con diverse prove quali: diffrazione XRD, analisi DTA DTG, calorimetria ed infrarosso che danno indicazioni sulla cristallinità relativa, calcolandola sia rispetto ad uno standard, sia al campione stesso analizzato prima e dopo l'attività. La registrazione di deformazioni via via differenti così come la variazione del livello di partenza, (lo zero del sensore), o il non ritorno allo zero iniziale del sensore dopo rigenerazione del materiale ad esso associato, potrebbero indicare una diminuzione nell'attività del materiale dovuta al progressivo deterioramento dello stesso. Tutte le aree di applicazione di sensori zeolitici che si basano su concetti optoelettronici e sulle misure di resistenza che si avvalgono e avvantaggiano della selettività delle zeoliti o di altri materiali simili possono essere integrate o amplificate dal nuovo tipo di sensore dove sia necessario registrare variazioni minime legate all'attività di specifici elementi presenti (inquinanti che si voglia monitorare, ad esempio)



Specchio riassuntivo - Procedura realizzazione sensore con zeoliti.

- A. tratto di fibra ottica, un solo estremo (sinistro nell'immagine) estremo connettorizzato con connettore standard (nell'immagine connettore FC-APC).
- B. sensore FBG localizzato all'estremità del secondo estremo (destra nell'immagine), il sensore interessa un tratto di circa 10 mm.
- C. la fibra di vetro presenta un primo rivestimento meccanico in poly-immide, dello spessore di 125 micron (μm), tale rivestimento ricopre anche il tratto interessato dal sensore.
- D. Il segmento di fibra è ulteriormente ricoperto da un tubicino loose (lasco) in teflon, 900 micron (μm) di diametro, per un tratto di circa 120 cm dal connettore, lasciando libero l'ultimo tratto, interessato dal sensore.
- E. ultimo livello di protezione meccanica è rappresentato dal rivestimento in PVC, in giallo in figura, di 2 millimetri (mm) di diametro, di circa 100 cm di lunghezza a partire dal connettore.
- F. un sottile strato di colla, circa 300 micron (μm) di diametro, riveste un tratto di circa 30mm di fibra ottica, comprendendo interamente il tratto interessato dal sensore FBG.
- G. Il sensore viene completato da una serie di grani di zeolite, 3-5 millimetri (mm) di diametro, forati da parte a parte con una micro-fresa da 300 micron (μm) di diametro, i grani di zeolite vengono lavorati appiattendone due settori sferici diametralmente opposti, creando due facce piane che permettono l'accoppiamento/avvicinamento tra grani successivi, fig. 2.

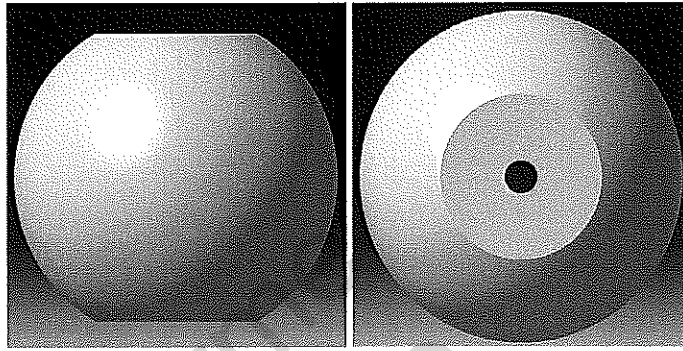


Figura 2: Singolo grano di zeolite

Note: Tutte le lunghezze specificate nella procedura sono prettamente indicative, i tratti protettivi e la lunghezza complessiva del sensore possono variare a seconda delle condizioni di utilizzo. Nei test sono stati utilizzati diversi tipi di zeoliti e di grani in materiali polimerici o zeoliti-like, nella procedura è rappresentato il sensore realizzato con zeoliti Linde Type 3Å. Nei test sono stati utilizzati diversi tipi di resine e colle (ciano-acrilato, metil metacrilato, epossidiche bi-componenti).

In fig. 3 la sezione del sensore, i diversi strati rappresentati sono proporzionati alla grandezza reale. Il sensore FBG interessa il solo core della fibra, di 9 micron (μm) di diametro.

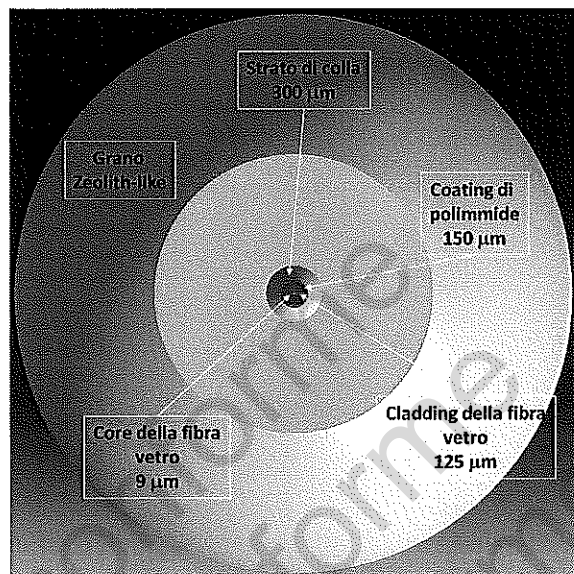


Figura 3: Sezione del sensore. In fig. 4 la posizione del sensore FBG (reticolo di Bragg) rispetto alle sfere di zeolite.

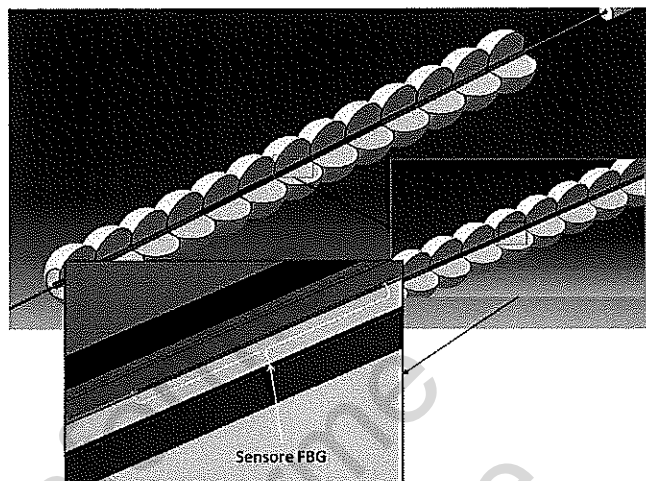


Figura 4: posizione del reticolo FBG nel sensore

Rivendicazioni

- 1) applicazioni su sensori FBG (su supporto vetroso, quarzoso, in zaffiro o polimerico, quali polyimide) di zeoliti e materiali zeoliti-like, zeotype, o zeolite-based, come silicaliti, geopolimeri, sinterizzati metallici e metallo-ceramici, metallosilicati, setacci molecolari mesoporosi (materiali mesoporosi), nuovi ibridi materiali porosi quali i MOF (metal-organic framework) e i PCPs (porous coordination polymers); mediante resine epossidiche, colle (cianoacrilato, metil metacrilato, epossidiche bi-componenti).
- 2) deposizione (coating) di materiali zeolite-based (vedi punto 1) sia in monolayer che stratificati mediante sintesi diretta sui supporti delle fibre sensorizzate (vedi punto 1), utilizzando metodologie di sintesi per via idrotermale, con microonde, in stufa, con procedure di crescita secondaria di monolayer, mediante sintesi di "seeds" orientati casualmente (seeds suspension of colloidal crystals), via chimica vapor deposition (per il controllo delle dimensioni della porosità aperta del materiale), via deposizione liquida mediante diversi agenti di deposizione, per cristallizzazione in situ, mediante metodi di atom planting, di deep coating (utilizzando vuoto o elettroforesi).
- 3) La possibilità mediante questi sensori di monitorare in tempo reale: parametri ambientali (umidità, temperatura) chimico-fisici (variazioni di composizione di miscele di gas e/o di liquidi) contemporaneamente a variazioni di parametri strutturali.