

SIGNAL

Materiali per sensoristica distribuita

UDR_tab

Descrizione <p>Le nuove sfide quali “Internet of Things” o “Fabbrica 4.0” si basano sul concetto di far diventare gli oggetti di uso comune e gli strumenti di azione industriale sensibili e in grado di connettersi reciprocamente. L’idea di una sensoristica diffusa è anche uno delle caratteristiche delle future “smart cities”. Il nostro approccio è quello di rendere “sensibili” oggetti di uso comune o strumenti di produzione tramite l’uso diretto di materiali multifunzionali in grado di generare opportuni segnali. L’oggetto diventa in questo modo capace di assolvere alla propria funzione tradizionale e nello stesso tempo di monitorare il mondo circostante, creando inoltre un ciclo di vita dell’oggetto maggiormente “biologico”, che ne prevede lo smaltimento ecologico. L’attività di ricerca prevede quindi tre fasi che devono essere necessariamente interne all’UdR: i) sintesi di nuovi materiali o comunque realizzazione di materiali con caratteristiche specifiche e strettamente mirate all’applicazione; ii) realizzazione del dispositivo prototipo e iii) la caratterizzazione funzionale. La terza fase fornisce feedback immediato alla prima fase creando un circolo virtuoso. Le attività descritte si caratterizzano per un uso diffuso di micro- e nano- tecnologie e competenze multidisciplinari.</p> <p>Stato dell’arte, contesto internazionale anche con l’esemplificazione di altri gruppi simili (europeo e italiano in particolare</p> <p>L’Internet delle cose è vista come una possibile evoluzione dell’uso della Rete, un’estensione di Internet al mondo degli oggetti e dei luoghi concreti. Gli oggetti si rendono riconoscibili e acquisiscono intelligenza grazie al fatto di poter comunicare dati su se stessi e accedere ad informazioni aggregate da parte di altri. La premessa è che gli oggetti siano capaci di raccogliere informazioni sul mondo circostante. Questi concetti, trasferiti al contesto produttivo, costituiscono la base della cosiddetta “Fabbrica 4.0”. Le reti di sensori wireless sono una tecnologia specifica legata alle Smart cities. Si tratta di creare una rete di nodi sensori intelligenti in grado di misurare molti parametri per una gestione più efficiente della città. I dati sono resi accessibili, in modalità wireless e in tempo reale, ai cittadini o alle autorità competenti. Inoltre realizzando dispositivi funzionali su materiali di uso comune si possono rendere gli oggetti attivi e “viventi”, fornendo loro nuove capacità e ruoli e dando agli oggetti la capacità di auto analizzarsi. In questo modo il ciclo di vita dei prodotti acquisisce un aspetto che mima la vita biologica e ne aumenta gli aspetti ecologici, di compatibilità e riciclo (eco cities).</p> <p>In particolare, mediante la realizzazione di ossidi nano strutturati opportunamente funzionalizzati con nano particelle metalliche, semiconduttrici, o con molecole organiche, è possibile progettare materiali alla nanoscala con proprietà nuove e ottimizzate, per applicazioni in numerosi campi tra cui la sensoristica diffusa di specie volatili. Inoltre, nanostrutture di ossidi metallici possono essere usate per funzionalizzare materiali tradizionali conferendo ad essi nuove funzionalità, rendendoli sensibili a svariate proprietà fisiche , quali la pressione, lo sforzo, il circondario chimico, ecc. . Tra i materiali di uso comune a cui si applicano funzionalizzazioni innovative con maggiore interesse e richiesta da parte del mercato, vi sono le fibre tessili. Il tessile rappresenta storicamente uno dei settori portanti del manifatturiero italiano. Tuttavia, negli ultimi anni il settore ha conosciuto una crisi legata alla concorrenza di prodotti a basso costo provenienti dal Far Est. Il rilancio del settore passa necessariamente attraverso un rinnovamento dei prodotti tessili che devono possedere un più alto valore aggiunto legato, per es., all’espletamento di nuove funzionalità (smart textile). La realizzazione di sensori sul tessile rappresenta quindi un campo di grande interesse, oltre a sposarsi completamente con la logica sottostante all’idea di “Internet of Things”. Altri materiali commerciali come i polimeri elastici possono essere resi funzionali, grazie a nano tecnologie ibride ed organiche che li rendono sensibile come sensori fisici e chimici., integrando il sensore nel prodotto. Un discorso analogo può essere fatto per la realizzazione di sensori su fibre di carbonio, che rappresentano al momento la tecnologia più interessante per la realizzazione di elementi strutturali. La distribuzione di sensori negli elementi strutturali è uno degli elementi caldi delle smart cities.</p> <p>Un altro campo di applicazione è quello dell’inserimento di sensori nelle piante, utilizzando materiali commerciali e a basso costo, biocompatibili e funzionali, ingegnerizzati per studiarne lo stato di salute nella prospettiva di una agricoltura che si indirizza alla singola pianta.</p> <p>I sistemi di controllo per la sicurezza, la diagnostica medicale, il controllo ambientale richiedono rivelatori di raggi X operanti a temperatura ambiente, ad alta efficienza, con caratteristiche spettroscopiche e capacità di imaging. Il CdZnTe è il materiale di riferimento per queste applicazioni. Tuttavia la tecnologia di crescita dei cristalli e di realizzazione dei dispositivi deve essere ottimizzata per ottenere detectors ad elevate prestazioni, a basso costo e quindi veramente implementabili sia in contesto urbano per il controllo dell’ambiente che in contesto di produzione, per il controllo non distruttivo in linea e per una corretta

identificazione dei materiali di scarto al fine di un loro corretto utilizzo.

Competenze, strumentazioni e loro sviluppo rispetto all'Istituto

Il gruppo di lavoro della UdR ha una documentata esperienza pluriennale sulle seguenti tematiche: 1) deposizione di semiconduttori e ossidi mediante tecniche da fase vapore 2) crescita di cristalli semiconduttori dal fuso mediante tecnica Czochralski e Bridgman 3) procedure di sintesi di composti inorganici ultrapuri, per esempio semiconduttori 4) sintesi di nanoparticelle e nano strutture da soluzione 5) funzionalizzazione superficiale di nanostrutture mediante nanoparticelle metalliche, semiconduttrici e molecole organiche 6) realizzazione anche mediante tecniche fotolitografiche di dispositivi a semiconduttore 8) caratterizzazione elettrica di materiali e dispositivi 9) caratterizzazione ottica 10) sviluppo di elettronica di read out 11) caratterizzazione conduttometrica dei sensori di gas 12) caratterizzazione dei detectors di raggi X con sorgenti nucleari 13) realizzazione di sistemi dimostratori.

Il gruppo si avvale delle seguenti apparecchiature: a) forni per la crescita dei cristalli (forni Bridgman, Czochralski, forni per Physical Vapour Transport) b) forni per i trattamenti post-crescita c) laboratorio chimico d) apparecchiature per il taglio dei cristalli (a lama diamantata fino a 6 pollici, a filo fino a due pollici, goniometro a raggi x per l'orientazione dei wafers) e) la lappatura delle fette e) apparati per la deposizione dei contatti f) fotolitografia ottica in camera bianca g) strumentazione per il bonding dei dispositivi h) strumentazione per caratterizzazione elettrica i) strumentazione per caratterizzazione ottica l) strumentazione per caratterizzazione funzionale dei sensori di gas e dei sensori di raggi x.

Il gruppo di ricerca ha maturato una comprovata esperienza nelle tecnologie di preparazione dei materiali per impiego elettronico-sensoristico. L'approccio scientifico nella preparazione dei sensori riguarda quindi in prima istanza l'aspetto dello studio delle tecnologie di crescita dei materiali che costituiscono il sensore. Il materiale viene quindi ottimizzato in base alla risposta funzionale (di detezione di gas, ovvero della rivelazione di raggi x). In ogni caso, l'approccio alla preparazione del materiale è di tipo strettamente tecnologico: risultato della ricerca è quindi sempre non solo un dispositivo funzionante, ma la definizione di un processo tecnologico riproducibile per la preparazione del materiale direttamente trasferibile ad entità produttive. Per favorire lo scambio con realtà produttive medio-piccole il gruppo si è orientato alla preparazione di dispositivi prototipali la cui funzionalità sia immediatamente verificabile dalle aziende del settore. Infine, il gruppo si avvale dell'attiva collaborazione del Dip. di Ingegneria dell' Università di Parma al fine di sviluppare l'aspetto della processatura elettronica del segnale generato dal sensore.

Obiettivi

Il primo obiettivo strategico è la conservazione, lo sviluppo e il potenziamento delle competenze che hanno caratterizzato il gruppo negli anni. Alla competenza tradizionale del gruppo, cioè la crescita dei cristalli, si è unita una dimostrata competenza nella realizzazione di dispositivi anche mediante un uso diffuso di micro e nano tecnologie. Questo primo obiettivo si complementa con un'attenzione alla funzionalità delle apparecchiature esistenti e con una spinta per l'acquisizione di nuove apparecchiature. A causa della mancanza dell'ente di un'adeguata politica di rinnovo delle apparecchiature, il GdR intende muoversi come nel recente passato con il sostegno a cordate per l'acquisto di grandi strumentazioni in compartecipazione con terzi e alla realizzazione di tools auto costruiti.

Un secondo obiettivo riguarda lo sviluppo di iniziative per incrementare il finanziamento dell'attività di ricerca. La strategia del gruppo a livello regionale, nazionale ed europeo è quella di incrementare la collaborazione con l'industria, altri Istituti CNR (IMAMOTER, ITIA, ISTECC), unità INFN, INAF, agenzie quali ASI ed ESA, rilevanti enti di ricerca europei (Cea-Leti, RAL) al fine di generare raggruppamenti robusti per aggredire grandi bandi nazionali (progetti PON, MISE, ecc.) e progetti europei.

L'obiettivo scientifico-tecnologico, già peraltro discusso nei paragrafi precedenti si identifica con lo sviluppo di metodologie di sintesi di materiali multifunzionali per la realizzazione di dispositivi (sensori in primis) sempre più integrati nei tipici contesti produttivi e negli oggetti di uso quotidiano e su materiali tecnologici. Le proprietà e lo studio di tali materiali, spesso nano strutturati, sono la chiave per realizzare funzionalizzazioni innovative ad elevate performances, sviluppate sia su materiali di uso comune sia su substrati tecnologici, da applicare alla sensoristica, all'attuazione e alla raccolta di energia, realizzando un impatto di breakthrough tecnologico sul sistema. L'attività prevede lo sviluppo di prototipi che integrano i materiali funzionali all'interno di prodotti innovativi, realizzati in stretta collaborazione con aziende e pensati per rispondere a richieste di mercato e per proporre nuovi settori non ancora esplorati per rispondere alle richieste di innovazione di prodotto di aziende, ricercando le soluzioni di interesse scientifico e tecnologico che permettono la creazione di classi di prodotti di nuova concezione. L'approccio realizzativo cui guardiamo è tipicamente "bottom-up" in considerazione dell'esperienza pregressa e per la necessità di sviluppare dispositivi a basso costo. La metodologia proposta consiste in uno stretto rapporto quando non coincidenza tra il momento di sintesi e la realizzazione del dispositivo, in stretta collaborazione tra ricercatori con diversa formazione. L'approccio a cui guardiamo è sempre più multidisciplinare.

Parole chiave Rivelatori di raggi X e gamma Sensori di gas Smart textile

Afferenti