

CENTRO DI RICERCA INTERDIPARTIMENTALE LASER, SPETTROSCOPIE OTTICHE e MATERIALI per FOTONICA (CILSOMAF)

Relazione consuntiva 2010 e programmatica anno 2011

1. Considerazioni generali

Nel triennio 2008-2010 si è svolto il Progetto “**Dalla Scienza dei Materiali alla Biomedicina Molecolare**”, cofinanziato da Regione Lombardia e Università di Pavia (UNIPV) con un costo complessivo di 1 milione di Euro. Il progetto aveva come obiettivo principale la formazione di giovani ricercatori. Il CILSOMAF ha costituito un importante punto di riferimento per la gestione e lo svolgimento del progetto, emettendo numerosi bandi per assegni di ricerca e borse di studio, e finanziando la mobilità dei dottorandi coinvolti nel progetto.

Nel corso del 2010 è stato approvato un nuovo progetto Regione Lombardia – UNIPV dal titolo “**Dalla scienza dei materiali allo sviluppo di nuovi dispositivi per la diagnosi e la cura di patologie associate all’invecchiamento**”. Anche in questo caso il CILSOMAF costituirà il punto di riferimento per la gestione e lo svolgimento del progetto.

2. Attività scientifica 2010 nel campo dei materiali e dispositivi

Studio di materiali per dispositivi elettrochimici;

Nell’ambito di questa attività sono stati preparati e caratterizzati materiali polimerici contenenti liquidi ionici da utilizzare come elettroliti in batterie al litio. Sono inoltre state studiate le relazioni tra struttura e proprietà di trasporto in materiali ceramici come LiFePO_4 e $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$. Sono inoltre state preparate e caratterizzate membrane polimeriche e composite per celle a combustibile operanti ad alta temperatura. Le membrane, basate su polibenzimidazolo, sono state provate in cella ed hanno manifestato ottime proprietà funzionali. Sempre per quanto riguarda le celle a combustibile, questa volta ad ossidi solidi, sono stati effettuati studi di base su materiali di interesse come elettroliti.

Studio di materiali per applicazioni biomediche nell’ambito dell’ingegneria tissutale.

Nell’ambito di questa linea di ricerca, in collaborazione con medici, biologi e ingegneri del Centro di Ingegneria Tissutale (CIT) del nostro Ateneo sono stati sviluppati *scaffold* di titanio rivestito da vetro bioattivo per ricrescita cellulare. In collaborazione con ricercatori della Fondazione Maugeri è stata investigata la citotossicità di nanotubi di carbonio altamente funzionalizzati per possibili applicazioni in sistemi di *drug delivery*. Infine, in collaborazione con ricercatori della II Università di Napoli, sono stati prodotti e caratterizzati materiali ibridi organico-inorganici sempre per applicazioni di *drug delivery*.

Cristalli ferroelettrici non fotorifrattivi per applicazioni ai dispositivi ottici nonlineari

E’ proseguito lo studio di cristalli di niobato di litio congruente drogati con ossidi di elementi tetravalenti, quali niobio e zirconio. Sono state studiate sperimentalmente le proprietà ottiche lineari e non lineari, ed è stata individuata una soglia di concentrazione del drogante al di là della quale il danneggiamento fotorifrattivo è trascurabile. I risultati ottenuti indicano che è possibile progettare dispositivi ottici di conversione di frequenza di grande interesse per le comunicazioni ottiche.

Realizzazione di pinze ottiche in fibra

Nell’ambito di questa attività, svolta in collaborazione con l’Italian Institute of Technology di Genova, sono state progettate e realizzate delle pinze ottiche basate su un fascio di fibre in grado di manipolare senza contatto fisico singole cellule, grazie all’effetto della pressione di radiazione. La

fabbricazione è basata sulla tecnica di fotolitografia a due fotoni. Le pinze sono state utilizzate con successo per intrappolare sia microparticelle di polistirene, sia globuli rossi in soluzione fisiologica. E' attualmente in corso una completa caratterizzazione della trappola ottica.

Dispositivi per la misura di proprietà meccaniche di singole cellule

Nell'ambito di una collaborazione con l'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR di Milano è stato sviluppato un chip optofluidico innovativo per la misura di proprietà meccaniche di singole cellule. Nel chip, che è prodotto su un substrato di vetro, sono integrati sia un canale microfluidico, sia diverse guide d'onda opportunamente allineate che permettono di convogliare in prossimità del microcanale la radiazione che viene utilizzata sia per intrappolare, sia per eologare le cellule sotto analisi.

Realizzazione di dispositivi fotonici avanzati

E' stato progettato e realizzato un nanodispositivo emettitore di luce visibile (450-525 nm e 675-790 nm) tramite generazione di armoniche in regime continuo e a bassa potenza di eccitazione (pochi μW) in nanocavità a cristallo fotonico di silicio. E' stato dimostrato sperimentalmente l'effetto di bistabilità ottica in nanocavità a cristallo fotonico di silicio con elevato fattore di qualità ($Q=30000$) e volume modale ultrapiccolo ($\sim \lambda^3$). Il dispositivo funziona a potenze di lavoro estremamente basse (poche decine di μW) ed è stato progettato per operare lunghezze d'onda nella finestra telecom a 1.55 μm . Questo risultato è di notevole importanza per la realizzazione di porte logiche integrate basate su silicio e funzionanti a potenze ultra-basse. E' stata dimostrata sperimentalmente l'emissione di luce a temperatura ambiente e a lunghezze d'onda telecom da silicio. Si è realizzata una sorgente di luce di dimensioni nanometriche funzionante su un ampio intervallo spettrale (1.3 - 1.6 μm), basata su una nano cavità a cristallo fotonico fabbricata in una membrana di silicio dello spessore di 220 nm. Un accurato design teorico è stato utilizzato per ottimizzare le proprietà di emissione in campo lontano ed aumentare l'accoppiamento della radiazione nella direzione verticale.

Materiali e dispositivi per celle fotovoltaiche di 3^a generazione

Sono stati dimostrati il miglioramento dell'assorbimento e dell'intrappolamento di luce dello spettro solare in celle fotovoltaiche a film sottile patternando l'interfaccia superficiale del silicio con reticoli periodici nanostrutturati. Inoltre, nel 2010 si è iniziata una collaborazione con ENI per lo sviluppo di concentratori solari luminescenti nell'ambito dell'iniziativa "Along with Petroleum - materiali fotoattivi".

Materiali sensibili e funzionali per diagnostica di analiti biologici

Si sono studiati e caratterizzati materiali e substrati allo stato solido da utilizzare in dispositivi sensori atti alla diagnostica in-vitro di aggregati proteici e molecolari. L'elevata sensibilità di biosensori fotonici e plasmonici, come riportato in letteratura, permette infatti la rivelazione di sub-monstrati organici legati covalentemente o adsorbiti sulla superficie dei biosensori, rendendo possibile la calibrazione quantitativa (in termini di densità molecolare superficiale rilevabile) degli stessi. La prima tipologia di strutture studiate è basata su cristalli fotonici unidimensionali che supportano modi fotonici di superficie risonanti alla lunghezza d'onda specifica del target. Il segnale otticamente rilevabile è stato misurato mediante riflettanza, diffrazione e fluorescenza nella regione spettrale del visibile.

Sintesi e caratterizzazione di nanosensori chimici e vettori per il drug delivery

Sono state sintetizzate e caratterizzate nanoparticelle metalliche (Ag e Au) sia funzionalizzate con molecole biocompatibili e disperse in soluzione, sia legate a superfici. Di questi materiali è stata studiata l'attività antimicrobica, l'interazione con cellule di E.Coli e S.Aureus, e l'ulteriore funzionalizzazione superficiale e il rilascio di farmaci. La caratterizzazione ottica delle micro- e

nano-strutture è stata effettuata mediante tecniche FTIR, ATR, ellissometria per determinare la loro risposta ottica e verificarne la qualità. Le misure ottiche sono complementate da misure topografiche e morfologiche di microscopia a forza atomica (AFM).

E' stata studiata la sintesi di componenti molecolari da auto-assemblare in micelle biocompatibili (copolimeri a blocchi) e sono stati ottenuti nanodispositivi micellari capaci di misurare *in vitro* parametri quali finestre di pH, concentrazioni anomale di specie molecolari, lipofilicità di molecole d'interesse farmacologico e biologico, con possibili applicazioni per la diagnosi e l'imaging ottico delle patologie mieloproliferative e degenerative da deposizione di proteine amiloidi. Sono state valutate dimensioni, resistenza, mobilità dei dispositivi con misure chimico fisiche tradizionali e per la scala nanometrica (DLS, TGA).

3. Attività scientifica 2011 nel campo dei materiali e dispositivi

Il nuovo progetto Regione Lombardia-UNIPV prevede le seguenti linee di ricerca:

- Sintesi e caratterizzazione di nanosensori chimici e vettori per il drug delivery
- Materiali sensibili e funzionali per diagnostica di analiti biologici
- Studio e progettazione di biosensori per genomica e proteomica
- Messa a punto di dispositivi ottici per *sensing* e manipolazione cellulare

4. Aspetti finanziari

CONSUNTIVO 2010 CILSOMAF

Le entrate accertate del Centro per il 2010 sono state complessivamente pari a € 45.454,15 di cui:

- Avanzo di amministrazione esercizio precedente € 21.145,97
- Entrate proprie da convenzioni con R.L. € 20.276,60
- Rimborsi da amministrazione € 3.586,27
- Partite di giro € 445,31

Le spese impegnate del Centro per il 2010 sono state complessivamente pari a € 16.579,85 di cui:

- Spese per il funzionamento € 82,49
- Oneri fiscali su interessi € 61,61
- Spese per ricerca € 15.990,44
- Partite di giro € 445,31

Il risultato di amministrazione relativo all'esercizio 2010 (Avanzo 2010) è pari a € 28.874,30.

PREVENTIVO 2011 CILSOMAF

Le entrate di competenza Previste per il 2011 sono complessivamente pari a € 135.500,00 di cui:

- Trasferim. per ricerca € 120.000,00
- Interessi attivi € 500,00
- Partite di giro € 15.000,00

Le spese previste per il Centro per il 2011 sono complessivamente pari a € 135.000,00 di cui:

- Spese per il funzionamento € 500,00
- Spese per ricerca (fin.R.L.) € 100.000,00
- Spese per ricerca (fin.da Enti Privati) € 20.000,00
- Partite di giro € 15.000,00

Il Direttore del CILSOMAF

Vittorio Degiorgio

Pavia, 8 Febbraio 2011

