

Centro di Ricerca Interdipartimentale in Materiali Avanzati e Dispositivi - Advanced Materials and DEvices Center (MADE)

RELAZIONE di ATTIVITÀ 2022

Al “Centro di Ricerca Interdipartimentale in Materiali Avanzati e Dispositivi - Advanced Materials and Devices” – MADE afferiscono ricercatori dai Dipartimenti di Fisica, di Chimica e di Ingegneria Industriale e dell’Informazione (ex Centro CILSOMAF) e del Dipartimento di Scienze del Farmaco e di Ingegneria Civile e Architettura dal 2015. La Segreteria amministrativa del Centro ha sede presso il Dipartimento di Fisica, responsabile ne è Dott.sa Maria Grazia Brunelli. Il Comitato Tecnico Scientifico è composto da due rappresentanti fra i docenti di ogni Dipartimento afferente, di norma in carica per un triennio (attualmente 2020/23).

Le attività di ricerca del Centro MADE durante l’anno 2022 sono riprese a pieno ritmo dopo la fase di emergenza sanitaria dei due anni precedenti e son in crescente espansione. In particolare, rispetto all’anno precedente, il Centro ha ripreso e ampliato gli studi, sia fondamentali sia applicativi, in materiali e dispositivi innovativi nei seguenti campi di ricerca:

- Nuove tecnologie, metodi di sintesi e di caratterizzazione
- Elettronica e Fotonica
- Energia e Ambiente
- Materia soffice, Biomateriali, Materiali per nanomedicina
- Micro- e nano-materiali funzionali;

favorendo un utilizzo razionale ed efficace delle risorse, sia umane sia strumentali. Si nota dalla relazione che siano in costante incremento le collaborazioni fra ricercatori con competenze complementari, accompagnate da un notevole inserimento in progetti di ricerca e collaborazioni anche con enti di ricerca, e con imprese nei settori di ricerca d’interesse.

Nel seguito sono riassunti i risultati ottenuti nell’ambito delle principali linee di ricerca e le prospettive attuali, suddivisi per Dipartimento di afferenza dei ricercatori principalmente coinvolti o promotori, e in allegato le pubblicazioni nel 2022 in riviste internazionali ad essi riferite.

Nell’anno 2023 le linee di ricerca citate proseguiranno, probabilmente con rafforzate interazioni generate da spin-off, imprese, e centri di ricerca sia in collaborazione di ricerca sia per attività conto terzi. Infatti, la complessiva competenza generata dai nuovi apparati strumentali si sta rivelando ottimale per studiare materiali e dispositivi utili nel trasferimento tecnologico.

Questo rafforzamento è auspicabilmente favorito dalla partecipazione diretta a progetti del piano PNRR (Ecosistemi, Partenariati Estesi, Centri Nazionali) che hanno avuto inizio fra ottobre e novembre 2022; in questa prima fase del 2023 si stanno valutando anche coinvolgimenti possibili in collaborazione, all’interno di bandi *a cascata* per imprese e altri centri di ricerca accademici e non.

DIPARTIMENTO DI FISICA

Nel corso del 2022 l’attività è proseguita principalmente nelle seguenti linee di ricerca:

A. Studio ottico e caratterizzazione di materiali ottici, fotonici, funzionali, in particolare:

- composti semiconduttori e ossidi da crescita MOVPE in struttura a film sottile, per integrazione in strutture di cella solare a multi-giunzione; gli interessi sono per modulazione della soglia di assorbimento e per l'utilizzo come *coating* antiriflesso, rispettivamente, al fine di rendere più efficiente l'assorbimento di radiazione solare nella regione spettrale visibile-NIR (*coll. RSE s.r.l.*);
- composti a perovskiti inorganiche $Cs_3X_2(I/Br)_9$ in film sottili depositati per RF sputtering, con sostituzione in sito X di specie Pb con Bi e Sb e soglia di assorbimento ottico modulabile verso il NIR; gli interessi principali sono per l'applicazione in fotodetettori e per proprietà di emissione ottica modulabile in frequenza e chirale in polarizzazione (*coll. L. Malavasi, Dip Chimica*);
- materiali polimerici di nuova sintesi che realizzano proprietà fisiche modulabili in funzione dell'applicazione, mantenendo prestazioni e flessibilità superiori rispetto ai corrispettivi inorganici; gli interessi principali sono per: a) materiali polimerici ad elevata trasparenza e dispersione di indice di rifrazione ai limiti inferiore e superiore dello stato dell'arte ($1.35 < n < 2.2$ nello spettro visibile) per riflettori di Bragg con elevato contrasto dielettrico, utilizzabili per controllo/confinamento di radiazione nel visibile-NIR e sensoristica; b) polimeri conduttori con resistività superficiale ottimale per elettrodi a film sottile compatibili con processi da soluzione su scala di laboratorio/industriale (*coll. D. Comoretto, Dip. Chim. Industriale, Univ. Genova, Dip. Chimica UniPV, IIT Genova*);
- caratterizzazione della morfologia e topografia di materiali micro- e nano-strutturati inorganici e organici mediante microscopie a forza atomica. L'attività si è intensificata con l'acquisizione di strumentazione innovativa, tale da permettere oltre allo studio morfologico, anche l'acquisizione di segnali complementari di forza, elettrici, e magnetici (*coll. Dip. Di Chimica, Scienze del Farmaco, esterni*).

B. Progetto FITNESS E' proseguito e si è concluso il progetto per il dispositivo di *energy harvesting* da vibrazioni a bassa frequenza nel moto umano (*coll. Lab.energetica, Dip. Chimica, ATOM s.p.a., consulenti + imprese in NDA, 2019-22*), finanziato dall'Avviso congiunto di Fondazione Cariplo e Regione Lombardia sul tema dei Materiali Avanzati. In particolare a partire da materiali elastomeri e loro nanocompositi elettrostrittivi sono state realizzate due versioni del dispositivo *energy harvester* ottimizzato, e la piattaforma elettronica, indipendente o da esso alimentata, di sensori per la raccolta di dati biometrici. L'insieme ha dato luogo alla realizzazione di due prototipi di suola sensorizzata, adattata a modelli di calzatura sportiva.

C. Materiali sensibili e funzionali per diagnostica di analiti in vapore e in soluzione

Sono state studiate, sia sperimentalmente sia teoricamente, differenti piattaforme:

- strutture plasmoniche: prosegue la collaborazione con la spin off PLASMORE s.r.l. sulle strutture per sensoristica. Nell'ambito del progetto h-ALO (Horizon2020), riguardante la detezione di contaminanti nella catena di produzione agro-alimentare (latte, miele, acque e birra), gli studi sulla risposta in fluorescenza di nanostrutture plasmoniche ordinate ha evidenziato e caratterizzato le proprietà di amplificazione della risposta e la loro correlazione con i modi plasmonici, sia in termini spettrali che rispetto alla configurazione ottica (direzione e dipendenza angolare).

E' inoltre proseguita la collaborazione con l'Istituto di Materiali Nanostrutturati (ISMN) del CNR di Bologna sugli aspetti applicativi nell'utilizzo di tali strutture.

E' stata ripresa l'attività sull'altra linea di ricerca su metamateriali per applicazioni sensoristiche (Horizon2020:NOCTURNO), in collaborazione con BioSense Institute in Serbia ed è in fase di sviluppo un Progetto congiunto sull'accoppiamento e l'amplificazione di modi di superficie (BSW).

D. Studio Raman di micro- e nano-strutture, in particolare:

1) proprietà strutturali, ottiche ed elettroniche di ossidi funzionali. La ricerca ha riguardato lo studio di:

i) ferriti di calcio nanostrutturate preparate con diversi metodi di preparazione al fine di valutarne la stabilità di fase. Lo studio combinato tramite diffrazione a raggi X, microscopia elettronica a scansione e spettroscopia microRaman ha permesso di valutare la rilevanza della sotto-stechiometria in ossigeno nel favorire l'insorgere di fasi ossidi di ferro che danno origine a fasi magnetiche spurie;

ii) film di ferriti di zinco depositati tramite RF sputtering, rilevanti ai fini applicativi per le proprietà strutturali e ottiche. Lo studio sperimentale ha combinato misure di diffrazione a raggi X, di microscopia elettronica a scansione, di spettroscopia microRaman e di risonanza paramagnetica elettronica. In particolare è stato analizzato il grado di inversione Fe/Zn sui siti tetraedrici e ottaedrici e come questo correli con le proprietà magnetiche misure tramite magnetometro SQUID.

2) E' proseguito e intensificato lo studio della risposta Raman di film sottili di perovskiti inorganiche tramite RF-magnetron sputtering. Lo studio Raman ha riguardato due sistemi differenti: $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{X}_9$ ($\text{X} = \text{Br}, \text{I}$) e $\text{Cs}_3(\text{Sb}_{1-x}\text{Bi}_x)_2\text{Br}_9$. Lo studio Raman è confluito in uno più ampio in collaborazione con il gruppo del Prof. Malavasi e ha permesso di evidenziare il cosiddetto two-mode behavior dei sistemi misti e suggerire un possibile ruolo dei fononi nel comportamento del gap ottico, rilevante ai fini applicativi.

3) E' stato intensificato lo studio della risposta SERS e dell'enhancement factor da substrati colloidali e vetrosi con nano-oggetti di metalli nobili (Ag, Au) realizzati presso il Laboratorio InLab del Dip. di Chimica; è iniziato lo studio di sistemi SERS con ricopertura a base di polidopamina e la risposta SERS è stata valutata al variare dello spessore della ricopertura. Lo studio è finalizzato alla realizzazione di sensori per microplastiche.

DIPARTIMENTO DI CHIMICA

A. Elettrochimica e energetica (ref. E. Quartarone)

Nel corso del 2022 il gruppo di elettrochimica ed energetica della Sezione di Chimica Fisica si è occupato delle seguenti linee di ricerca:

1) preparazione massiva di dispersioni polimero/filler per la preparazione di film polimerici compositi per *energy harvesting* da vibrazioni a bassa frequenza nell'ambito del progetto FITNESS;

2) studi teorici e sperimentali di nuovi materiali catodici per batterie al litio a base di multimetallo di transizione;

3) messa a punto di protocolli di chimica verde per il recupero delle materie critiche primarie da batterie a litio a fine vita.

I risultati della attività scientifica sono stati rendicontati in pubblicazioni su riviste internazionali, elencate nel seguito.

B. Materiali Avanzati per Clean Energy (ref. L. Malavasi)

Nel corso del 2022 il gruppo di Chimica dei materiali della Sezione di Chimica Fisica si è occupato,

tra gli altri argomenti di:

1) sintesi e caratterizzazione di *metal halide perovskites* (MHP) per applicazioni fotocatalitiche. In particolare, sono state progettate e sintetizzate nuove fasi di perovskiti 2D prive di piombo (contenenti germanio) con l'obiettivo di creare delle eterogiunzioni con altri semiconduttori fotoattivi noti (tipicamente g-C₃N₄) al fine di migliorare le prestazioni di questi ultimi rispetto allo sviluppo di idrogeno e la degradazione foto-assistita di inquinanti e biomasse. Inoltre, si è indagato in collaborazione con un gruppo di chimica computazionale, il meccanismo di reazione della produzione fotocatalitica di idrogeno in sistemi a base di Sn. Il principale sistema studiato è stato FenilBenzil₂GeBr₄/g-C₃N₄ portando a produzioni di idrogeno di 10 o 20 volte superiori rispetto al solo g-C₃N₄. Alcune di queste perovskiti sono anche state indagate applicando pressioni elevate.

2) Sintesi di nuove perovskiti contenenti cationi diamminici per creare emettitori di luce bianca. In questo caso si sono indagate quattro diammine e sono state sintetizzate delle nuove perovskiti a base di piombi che hanno effettivamente mostrato una modulazione delle proprietà di emissione broadband a seconda della tipologia di catione presente.

I risultati dell'attività per queste linee di ricerca sono riportati in tre pubblicazioni su riviste internazionali con revisori.

C. Nanochimica per le tecnologie e le applicazioni biomediche

Le ricerche condotte dal gruppo di nanochimica della sezione di Chimica Generale (P. Pallavicini, A. Taglietti, G. Dacarro, Yuri Antonio Diaz Fernandez Laboratorio In-Lab) nell'anno 2022 hanno riguardato queste tematiche:

- i) parziale coating di nanostelle d'oro con argento, per modificare la risposta ottica e incrementare la risposta SERS, per una sensoristica molecolare avanzata
- ii) studio del coating proteico (protein corona) di NP di blu di prussia, per determinarne la stabilità in vivo, e al contempo studio del meccanismo di degradazione delle medesime NP in condizioni simil-in vivo (pH fisiologico), ma senza stabilizzazione con protein corona
- iii) film formati da polimeri (e loro miscele) da fonti naturali o comunque biodegradabili (policaprolattone, derivati della cellulosa), con incorporati materiali micro, ma non nano (copper powders, cationi assorbiti in zeoliti e montomorilloniti), capaci di rilasciare ioni con azione antimicrobica (Cu²⁺, Ag⁺). Il lavoro è stato svolto nell'ottica di ottenere sia uno smart packaging per alimenti, sia materiali sprayabili o che si possano facilmente depositare su superfici di uso comune (maniglie, sostegni nei mezzi pubblici etc) per limitare la diffusione di infezioni microbiche per contatto
- iv) pirolisi di residui di lavorazione alimentare per ottenere materiali carboniosi per H₂ storage, e per la diretta trasformazione di luce solare in calore
- v) miscela AuNP e NP di blu di prussia per inchiostri fototermici anticontraffazione.

Nel 2023 tutte queste linee di ricerca saranno continuate e sviluppate, soprattutto nell'ottica di ottenere materiali di facile trasferimento tecnologico.

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL' INFORMAZIONE

Nel corso dell'anno 2022 è proseguita l'attività nel campo della microscopia non-lineare seguendo due principali linee di ricerca. Da un lato si sono studiate nuove tecniche per la scansione lineare attraverso il ricorso a specchi deformabili, al posto dei tradizionali specchi galvanometrici. Dall'altro è continuata la collaborazione col Dipartimento di Medicina Molecolare nella caratterizzazione non-lineare di molecole foto-attivabili finalizzata al loro

impiego, sia come fotosensibilizzanti per terapia fotodinamica, che come fluorofori per microscopia.

Nell'ambito della caratterizzazione di materiali non-lineari, è proseguito lo studio di strutture super-cristalline in collaborazione con il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "La Sapienza", il Dipartimento di Fisica Applicata dell'Università Ebraica di Gerusalemme, il CNR-IMM di Agrate Brianza, Elettra-Sincrotrone di Trieste e l'ISC-CNR di Roma. In particolare, si è investigato con diversi approcci spettroscopici il fenomeno della rifrazione gigante.

L'attività nell'ambito della fotonica integrata svolta nell'ambito del 2022 è stata legata alla collaborazione con ORC Southampton (UK). In particolare ci si è concentrati su due filoni: lo studio di dispositivi multimodali per la realizzazione di convertitori di lunghezza d'onda nel medio infrarosso, e lo sviluppo e caratterizzazione di materiali innovativi per la messa a punto di una piattaforma tecnologica adatta alla realizzazione di circuiti integrati ad elevata non-linearità.

Nel campo della microfluidica è giunta a conclusione la messa a punto di un sistema laser per l'analisi di nanoparticelle (singole ed aggregate) sospese all'interno di un fluido in movimento. In particolare si è provveduto a realizzare tramite stampa 3D un alloggiamento in grado di garantire il corretto posizionamento di tre diversi componenti: canale microfluidico, sorgente laser e fotorivelatore. Il sistema finale, basato sulla analisi della radiazione diffusa dalle nanoparticelle in sospensione, è stato testato con particelle di diversa dimensione mostrando una buona stabilità dei risultati.

Nell'ambito della biofotonica sono state invece svolte diverse attività in collaborazione con altri dipartimenti dell'ateneo e volte alla messa a punto di protocolli terapeutici basati su terapia fotodinamica e/o terapia fototermica assistita da nanoparticelle metalliche.

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DEL FARMACO

Da sempre l'attività di ricerca svolta presso il Dipartimento di Scienze del Farmaco si connota per la sua interdisciplinarietà, coinvolgendo sia gruppi di ricerca afferenti ad SSD diversi presenti nel Dipartimento, in particolare CHIM, BIO e MED, sia gruppi di ricerca afferenti ad altri Dipartimenti (Chimica e Fisica) dell'Ateneo.

Per il futuro verranno rafforzate ed aumentate le suddette collaborazioni, rivolte alla realizzazione e caratterizzazione di materiali e dispositivi innovativi, con particolare riferimento a: Biomateriali, Materiali per nanomedicina, Micro- e nano-materiali funzionali. In tali ambiti si inserisce l'attività di ricerca attinente alle finalità del MADE svolta nel 2022 presso il Dipartimento; nello specifico essa ha riguardato le seguenti tematiche:

1. micro- e nano- sistemi per il rilascio di farmaci e per applicazioni in ambito biomedico e veterinario;
2. allestimento e caratterizzazione di scaffolds per la medicina rigenerativa e terapie avanzate;
3. allestimento e/o impiego di "smart excipients" per applicazioni in ambito biomedico.

Le pubblicazioni relative alle suddette tematiche per l'anno 2022 sono elencate nel seguito.

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA

Di seguito si riporta la descrizione delle attività nei campi di ricerca d'interesse, specificando le collaborazioni; le relative pubblicazioni 2022 sono riportate in allegato.

Caratterizzazione meccanica e costitutiva di tessuti biologici

Modelli costitutivi dei materiali ed applicazione di leghe a memoria di forma (SMA) per dispositivi biomedicali e non (G. Scalet, F. Auricchio, Comp-Mech Group). Questa attività ha l'obiettivo di proporre modelli costitutivi fenomenologici per descrivere il comportamento termomeccanico di materiali intelligenti quali leghe a memoria di forma, che trovano largo impiego in ambito aerospaziale e meccanico (coll. C. Maletta, Unical - F. Niccoli, CERN).

Studio e sviluppo di materiali per stampa 3D (S. Marconi, S. Morganti, G. Scalet, F. Auricchio, Comp-Mech Group) In questo ambito si svolgono le seguenti attività: sviluppare materiali innovativi e soluzioni hardware e software per la Stereolitografia 3D; lo studio e la modellazione del comportamento a memoria di forma a una e due vie di polimeri sviluppati in laboratorio (coll. S. Pandini, UniBS); modellazione e prototipazione tramite stampa 4D di componenti in polimeri a memoria di forma per attuazione soffice e applicazioni farmaceutiche (coll. S. Pandini, UniBS - S. Magdassi, Hebrew Univ Jerusalem); caratterizzazione di materiali stampati 3D in PLA caricato con nanoparticelle di grafene; realizzazione di oggetti in materiale ceramico avanzato (e.g., carburo di silicio/titanio) oppure metallico (e.g., Rame) attraverso la stampa 3D di soluzioni liquide viscoso in forme anche complesse (coll. U. Tamburini-Anselmi, Dip. Chimica); fattibilità di stampa e sviluppo di opportuni profili di stampa per un filamento di Policaprolattone (PCL) per stampa 3D FDM per patch biocompatibili; realizzazione tramite stampa 3D FDM di attuatori meccanici a controllo ottico. L'attività prevede la realizzazione di campioni formati da layer di due materiali termoplastici con temperature di rammollimento differenti, caratterizzati da un buon grado di trasparenza; caratterizzazione meccanica di materiali auxetici. (alcune attività in coll. D. Pasini e D. Dondi del Dip. di Chimica e B. Conti Dip Scienze del farmaco, oltre che svariate altre università ed aziende).

Bioprinting – BioP (M. Conti, S. Marconi, F. Auricchio, Comp-Mech Group).

L'attività consiste nella stampa 3D di idrogel all'interno dei quali sono incorporate componenti biologiche (e.g. cellule, proteine, geni e farmaci), al fine di realizzare modelli 3D da applicare nell'ambito biologico-biotecnologico, medicina rigenerativa, ingegneria tissutale. Di seguito si elencano le attività di BioP in corso. Realizzazione di strutture 3D cellulari per modellizzare la fisiologia della fibra muscolare (*collab. G. Cusella, UniPV*) e del tessuto osseo (*collab. IRCCS San Matteo, PV*). Co-stampa di strutture ibride costituite da materiali termoplastici e idrogel per realizzare sistemi di rilascio controllati nel tempo (*collab. M. Torre, UniPV*). Realizzazione di modelli 3D per lo studio in vitro dell'osteosarcoma (*collab. C. Ferrari, F. Riva UniPV*) e di giunzione neuromuscolare per studiare malattie neurodegenerative (*collab. C. Cereda, IRCCS Mondino, PV*). Formulazione di bioink a base di matrice decellularizzata di fegato per realizzare una piattaforma da usare come drug screening per patologie epatiche (*collab. M. Torre, UniPV e IRCCS San Matteo, PV*). Caratterizzazione di idrogel a base di gelatina per l'analisi delle proprietà meccaniche (*collab. IRCC Centro Cardiologico Monzino, MI*) e delle performance di stampa (*L. Russo, Università Milano Bicocca, MI*). Produzione di dati sperimentali per modellizzare, tramite tecniche computazionali, i processi legati all'ambito del BioP (*Collab. M. Marino, Università Roma Tor Vergata*) e sviluppo di materiali polimerici 3D innovativi (polyHIPE - l'High Internal Phase

Emulsion) da utilizzare come *drug delivery system* e come scaffold per colture cellulari (*collab. G. Massolini, UniPV*). Dalle attività derivanti da quest'ultima collaborazione è stata costituita una start-up innovativa, P4P s.r.l., a oggi accreditata ufficialmente come spin-off dell'Università di Pavia.

Sintesi ed utilizzo di reti in TiO₂ per il trattamento delle acque (M.C. Collivignarelli, TEC_{2.0} Lab) La fotoelettrocatalisi (PEC) è stata impiegata come trattamento di affinamento per gli effluenti degli impianti di trattamento delle acque reflue (*coll. Prof. S. Franz e Prof. M. Bestetti, Politecnico di Milano*) in vista di un potenziale recupero degli effluenti in un'ottica di economia circolare. L'impatto dell'inversione di polarizzazione durante il processo PEC è stato studiato e valutato sulla base della rimozione di sostanza organica e colore, biodegradabilità della matrice e inattivazione del catalizzatore. L'efficienza e la cinetica del processo, in termini di rimozione di sostanza organica e colore, non sono state influenzate dalla polarizzazione inversa, mentre la biodegradabilità degli effluenti è fortemente aumentata sia con che senza inversione della polarizzazione. Questo studio è stato condotto nell'ambito di una tesi magistrale svolta nel 2022, nonostante la relativa pubblicazione scientifica sia datata ad inizio 2023.

Trattamento avanzato di minimizzazione dei fanghi biologici di depurazione per il recupero di materia e di energia (M.C. Collivignarelli, TEC_{2.0} Lab) I reattori biologici termofili a letto fluido operanti in condizioni alternate aerobiche/anossiche si sono rivelati una soluzione ottimale per la minimizzazione dei fanghi di depurazione. Un reattore su scala pilota è stato alimentato in continuo con fanghi di depurazione mesofili ed è stata stimata, mediante un modello termofisico (*coll. G. Cillari, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni, Università di Pisa*), l'energia termica specifica rilasciata dalla biomassa termofila, la quale è stata valutata essere strettamente dipendente dalle condizioni anossiche. Sebbene il meccanismo biologico responsabile di questo comportamento non sia del tutto chiaro, sarebbe interessante e utile approfondire lo studio sull'ottimizzazione delle condizioni per massimizzare il rilascio di energia termica da parte della biomassa termofila durante la degradazione della sostanza organica, in vista del successivo recupero del calore residuo.

Allegato. Pubblicazioni 2022 dei principali gruppi di ricerca referenti nei Dipartimenti

DIPARTIMENTO di FISICA

High-Frequency Light Rectification by Nanoscale Plasmonic Conical Antenna in Point-Contact-Insulator-Metal Architecture

R. Mupparapu, J. Cunha, F. Tantussi, A. Jacassi, L. Summerer, M. Patrini, A. Giugni, L. Maserati, A. Alabastri, D. Garoli, and R. Proietti Zaccaria
Advanced Energy Materials 2103785 (2022)

2,5-Diisopropenylthiophene by Suzuki–Miyaura cross-coupling reaction and its exploitation in inverse vulcanization: a case study

C. Tavella, G. Luciano, P. Lova, M. Patrini, C. D'Arrigo, D. Comoretto, P. Stagnaro
RSC Advances 12, 2046 (2022).

Capabilities of Grazing Incidence X-ray Diffraction in the Investigation of Amorphous Mixed Oxides with Variable Composition

E. Achilli, F. Annoni, N. Armani, M. Patrini, M. Cornelli, L. Celada, M. Micali, A. Terrasi, P. Ghigna, G. Timò
Materials 15, 2144 (2022)

All-Polymer Microcavities for the Fluorescence Radiative Rate Modification of a Diketopyrrolopyrrole Derivative

H. Megahd, P. Lova, S. Sardar, C. D'Andrea, C. D'Andrea, A. Lanfranchi, B. Koszarna, M. Patrini, D.T. Gryko, and D. Comoretto
ACS Omega 7, 15499 (2022).

Mild sol–gel conditions and High Dielectric Contrast: A Facile Processing toward Large-Scale Hybrid Photonic Crystals for Sensing and Photocatalysis

S. Bertucci, H. Megahd, A. Dondero, S. Fiorito, F. di Stasio, M. Patrini, D. Comoretto and P. Lova
ACS Applied Materials and Interfaces 14, 19806 (2022).

The Electrical Response of Real Dielectrics: Using the Voltage Ramp Method as a Straightforward Diagnostic Tool for Polymeric Composites

P. Vitulo, M. Zanoletti, R. Morina, D. Callegari, E. Quartarone, R. Viola, D. Comoretto, S. Dulio, P. Mustarelli, M. Patrini,
Materials 15, 3829 (2022)

Plasmonic Modes and Fluorescence Enhancement Coupling Mechanism: A Case with a Nanostructured Grating

Angelini, M.; Manobianco, E.; Pellacani, P.; Floris, F.; Marabelli, F..
Nanomaterials **2022**, *12*, 4339.

Modelling of a Plasmonic Metasurface for Optical Sensing Applications by a Custom Particle Swarm Optimization Algorithm Implemented in the FDTD Method

M. Angelini, L. Zagaglia, F. Marabelli and F. Floris, *2022 Sixteenth International Congress on Artificial Materials for Novel Wave Phenomena (Metamaterials)*, Siena, Italy, 2022, pp. 019-021.

A Case of Plasmonic Nanostructure for Plasmon-Enhanced Fluorescence

M. Angelini, P. Pellacani, E. Manobianco, F. Floris and F. Marabelli, *2022 Sixteenth International Congress on Artificial Materials for Novel Wave Phenomena (Metamaterials)*, Siena, Italy, 2022, pp. 022-024.

Understanding the electrochemical features of ZnFe₂O₄, anode for LIBs, by deepening its physico-

chemical properties

D. Spada, M. Ambrosetti, M. C. Mozzati, B. Albini, P. Galinetto, A. Cini, M. Fittipaldi, M. Bini., *Materials Research Bulletin*, 112132 (2022).

Surface-Enhanced Raman Spectroscopy chips based on Silver coated Gold nanostars

M. Parmigiani, B. Albini, G. Pellegrini, M. Genovesi, L. De Vita, P. Pallavicini, G. Dacarro, P. Galinetto, A. Taglietti., *Nanomaterials*, 12:3609, 2022.

The templating effect of diammonium cations on the structural and optical properties of lead bromide perovskites: a guide to design broad light emitters.

R. Chiara, M. Morana, G. Folpini, A. Olivati, B. Albini, P. Galinetto, L. Chelazzi, S. Ciattini, E. Fantechi, S. A. Serapian, A. Petrozza, L. Malavasi.
J. Mater. Chem. C 10(34):12367-12376, 2022.

Physico-Chemical and Electrochemical Features of Nanometric $ZnFe_2O_4$, Anode Material for Libs.

M. Ambrosetti, D. Spada, M. C. Mozzati and B. Albini, P. Galinetto, A. Cini, M. Fittipaldi, M. Bini. *The Electrochemical Society, Inc.*, MA2022-01(55): 2249, 2022.

Raman spectroscopy for dentistry applications. In: Spectroscopic Techniques for Dentistry Applications

S.M. Lupi, C. Todaro, B. Albini and P. Galinetto. Editor: A. K. Shukla, IOP Publishing, 2022.

Self-Supported Fibrous Sn/SnO₂@C Nanocomposite as Superior Anode Material for Lithium-Ion Batteries

D. Spada, P. Bruni, S. Ferrari, B. Albini, P. Galinetto, V. Berbenni, A. Girella, C. Milanese and M. Bini. *Materials* 15(3):919, 2022.

DIPARTIMENTO di CHIMICA

S Siccardi, J Amici, S Colombi, JT Carvalho, D Versaci, E Quartarone, ...

UV-cured self-healing gel polymer electrolyte toward safer room temperature lithium metal batteries

Electrochimica Acta 433, 141265, 2022

S Davino, D Callegari, D Pasini, M Thomas, I Nicotera, S Bonizzoni, ...

Cross-Linked Gel Electrolytes with Self-Healing Functionalities for Smart Lithium Batteries

ACS Applied Materials & Interfaces 14 (46), 51941-51953, 2022

R Colombo, N Garino, D Versaci, J Amici, ML Para, E Quartarone, ...

Designing a double-coated cathode with high entropy oxides by microwave-assisted hydrothermal synthesis for highly stable Li-S batteries

Journal of Materials Science 57 (33), 15690-15704, 2022

R Morina, R Baroni, D Callegari, E Quartarone, P Mustarelli

Nanocomposite Janus Gel Polymer Electrolytes for Lithium Metal Batteries

Batteries 8 (8), 89, 2022

R Morina, D Callegari, D Merli, G Alberti, P Mustarelli, E Quartarone

Cathode active material recycling from spent lithium batteries: a green (circular) approach based on deep eutectic solvents

ChemSusChem 15 (2), e202102080, 2022

M Fracchia, D Callegari, M Coduri, U Anselmi-Tamburini, M Manzoli, ...
Electrochemical performance of high and medium entropy oxides for lithium batteries
Frontiers in Energy Research 10, 1-9, 2022

D Callegari, M Coduri, M Fracchia, P Ghigna, L Braglia, UA Tamburini, ...
Lithium intercalation mechanisms and critical role of multi-doping in $\text{LiFexMn}_{2-x-y}\text{TiyO}_4$ as high-capacity cathode material for lithium-ion batteries
Journal of Materials Chemistry C 10 (23), 8994-9008, 2022

Rossella Chiara, Marta Morana, Giulia Folpini, Andrea Olivati, Benedetta Albini, Pietro Galinetto, Laura Chelazzi, Samuele Ciattini, Elvira Fantechi, Stefano A Serapian, Annamaria Petrozza, Lorenzo Malavasi,
The templating effect of diammonium cations on the structural and optical properties of lead bromide perovskites: a guide to design broad light emitters,
J. Mater. Chem. C (2022) 12367-13376

Marta Morana, Rossella Chiara, Bobby Joseph, Thomas B Shiell, Timothy A Strobel, Mauro Coduri, Gianluca Accorsi, Ausonio Tuissi, Angelica Simbula, Federico Pitzalis, Andrea Mura, Giovanni Bongiovanni, Lorenzo Malavasi,
Pressure response of decylammonium-containing 2D iodide perovskites, IScience (2022) **25**, 104057

Damiano Ricciarelli, Waldemar Kaiser, Edoardo Mosconi, Julia Wiktor, Muhammad Waqar Ashraf, Lorenzo Malavasi, Francesco Ambrosio, Filippo De Angelis,
Reaction mechanism of photocatalytic hydrogen production at water/tin halide perovskite interfaces,
ACS Energy Letters (2022) **7**, 1308-1315

Miriam Parmigiani, Benedetta Albini, Giovanni Pellegrini, Marco Genovesi, Lorenzo De Vita, Piersandro Pallavicini, Giacomo Dacarro, Pietro Galinetto and Angelo Taglietti.
Surface-Enhanced Raman Spectroscopy Chips Based on Silver Coated Gold Nanostars,
Nanomaterials 2022, *12*, 3609.

Lavinia Doveri, Angelo Taglietti, Pietro Grisoli, Piersandro Pallavicini and Giacomo Dacarro.
Dual mode antibacterial surfaces based on Prussian blue and silver nanoparticles, Dalton Trans., 2023, *52*, 452.

Stefania Blasa, Mykola Borzenkov, Valentina Pastori, Lavinia Doveri, Piersandro Pallavicini, Giuseppe Chirico, Marzia Lecchi and Maddalena Collini.
Prussian Blue Nanoparticle-Mediated Scalable Thermal Stimulation for In Vitro Neuronal Differentiation, Nanomaterials 2022, *12*, 2304.

DIPARTIMENTO di INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

J. Parravicini, E. Hasani, L. Tartara
Line-Shaped Illumination: A Promising Configuration for a Flexible Two-Photon Microscopy Setup
Applied Sciences, *12* (8), 3938, 2022.

V Vitali, C Lacava, T Domínguez Bucio, FY Gardes, P Petropoulos
Highly efficient dual-level grating couplers for silicon nitride photonics
Scientific Reports *12* (1), 1-12, 2022.

AE Kaplan, V Vitali, V Demontis, F Rossella, A Fontana, S Cornia,
Polarization Control in Integrated Silicon Waveguides Using Semiconductor Nanowires

Nanomaterials 12 (14), 2438, 2022.

I. Cristiani, C. Lacava, G. Rademacher, B.J. Puttnam, R.S. Luis, C. Antonelli, A. Mecozzi, M. Shtauf, D. Cozzolino, D. Bacco, L.K. Oxenløwe, J. Wang, Y. Jung, D.J. Richardson, S. Ramachandran, M. Guasoni, K. Krupa, D. Kharenko, A. Tonello, S. Wabnitz, D.B. Phillips, D. Faccio, T.G. Euser, S. Xie, P.J. Russell, D. Dai, Y. Yu, P. Petropoulos, F. Gardes, F. Parmigiani

Roadmap on multimode photonics

Journal of Optics 24 (8), 083001, 2022.

F. Gardes, A. Shooa, G. De Paoli, I. Skandalos, S. Ilie, T. Rutirawut, W. Talataisong, J. Faneca, V. Vitali, Y. Hou, T.D. Bucio, I. Zeimpekis, C. Lacava, P. Petropoulos

A review of capabilities and scope for hybrid integration offered by silicon-nitride-based photonic integrated circuits

Sensors 22 (11), 4227, 2022.

S. Cammarata, A. Fontana, A.E. Kaplan, S. Cornia, T.H. Dao, C. Lacava, V. Demontis, S. Iadanza, V. Vitali, F. De Matteis, E. Pedreschi, G. Magazzù, A. Toncelli, F. Spinella, S. Saponara, R. Gunnella, F. Rossella, A. Salamon, V. Bellani

Polarization Control in Integrated Graphene-Silicon Quantum Photonics Waveguides

Materials 15 (24), 8739, 2022.

D. Miele, M. Sorrenti, L. Catenacci, P. Minzioni, G. Marrubini, V. Amendola, M. Maestri, P. Giunchedi, M.C. Bonferoni

Association of Indocyanine Green with Chitosan Oleate Coated PLGA Nanoparticles for Photodynamic Therapy

Pharmaceutics, 14 (8), 1740, 2022.

DIPARTIMENTO di SCIENZE del FARMACO

Chiesa, E., Bellotti, M., Caimi, A., Conti, B., Dorati, R., Conti, M., Genta, I., Auricchio, F.,
Development and optimization of microfluidic assisted manufacturing process to produce PLGA nanoparticles

(2022) International Journal of Pharmaceutics, 629, art. no. 122368.

Chiesa, E., Tottoli, E.M., Giglio, A., Conti, B., Rosalia, M., Rizzi, L.G., Dorati, R., Genta, I.
Graphene Nanoplatelets-Based Textured Polymeric Fibrous Fabrics for the Next-Generation Devices
(2022) Polymers, 14 (24), art. no. 5415 .

Maria Tottoli, E., Chiesa, E., Ceccarelli, G., Pisani, S., Bruni, G., Genta, I., Conti, B., Dorati, R.
BioFiber: An advanced fibrous textured dressing to manage exudate in severe wounds

(2022) International Journal of Pharmaceutics, 625, art. no. 122073.

Pisani, S., Chiesa, E., Genta, I., Dorati, R., Gregorini, M., Grignano, M.A., Ramus, M., Ceccarelli, G., Croce, S., Valsecchi, C., Monti, M., Rampino, T., Conti, B.

Liposome Formulation and In Vitro Testing in Non-Physiological Conditions Addressed to Ex Vivo Kidney Perfusion

(2022) International Journal of Molecular Sciences, 23 (14), art. no. 7999.

Pisani, S., Calcaterra, V., Croce, S., Dorati, R., Bruni, G., Genta, I., Avanzini, A., Benazzo, M., Pelizzo, G., Conti, B.

Shape memory engineered scaffold (SMES) for potential repair of neural tube defects

(2022) Reactive and Functional Polymers, 173, art. no. 105223.

Pisani, S., Croce, S., Mauramati, S., Marmonti, M., Cobianchi, L., Herman, I., Dorati, R., Avanzini, M.A., Genta, I., Benazzo, M., Conti, B.

Engineered Full Thickness Electrospun Scaffold for Esophageal Tissue Regeneration: From In Vitro to In Vivo Approach

(2022) *Pharmaceutics*, 14 (2), art. no. 252.

Pisani, S., Genta, I., Dorati, R., Modena, T., Chiesa, E., Bruni, G., Benazzo, M., Conti, B.

A Design of Experiment (DOE) approach to correlate PLA-PCL electrospun fibers diameter and mechanical properties for soft tissue regeneration purposes

(2022) *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 68, art. no. 103060.

Chiesa, E., Greco, A., Riva, F., Dorati, R., Conti, B., Modena, T., Genta, I.

CD44-Targeted Carriers: The Role of Molecular Weight of Hyaluronic Acid in the Uptake of Hyaluronic Acid-Based Nanoparticles

(2022) *Pharmaceutics*, 15 (1), art. no. 103.

Dorati, R., Chiesa, E., Riva, F., Modena, T., Marconi, S., Auricchio, F., Genta, I., Conti, B.

Design and optimization of 3D-bioprinted scaffold framework based on a new natural polymeric bioink

(2022) *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 74 (1), pp. 57-66.

Di Luca, M., Hoskins, C., Corduas, F., Onchuru, R., Oluwasanmi, A., Mariotti, D., Conti, B., Lamprou, D.A.

3D printed biodegradable multifunctional implants for effective breast cancer treatment

(2022) *International Journal of Pharmaceutics*, 629, art. no. 122363,

Tohidi, H., Maleki-Jirsaraei, N., Simchi, A., Mohandes, F., Emami, Z., Fassina, L., Naro, F., Conti, B., Barbagallo, F.

An Electroconductive, Thermosensitive, and Injectable Chitosan/Pluronic/Gold-Decorated Cellulose Nanofiber Hydrogel as an Efficient Carrier for Regeneration of Cardiac Tissue

(2022) *Materials*, 15 (15), art. no. 5122,

Triacca, A., Pitzanti, G., Mathew, E., Conti, B., Dorati, R., Lamprou, D.A.

Stereolithography 3D printed implants: A preliminary investigation as potential local drug delivery systems to the ear

(2022) *International Journal of Pharmaceutics*, 616, art. no. 121529,

La Rocca, M., Rinaldi, A., Bruni, G., Friuli, V., Maggi, L., Bini, M.

New Emerging Inorganic–Organic Systems for Drug-Delivery: Hydroxyapatite@Furosemide Hybrids

(2022) *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 32 (6), pp. 2249-2259.

Bari, E., Scocozza, F., Perteghella, S., Segale, L., Sorlini, M., Auricchio, F., Conti, M., Torre, M.L.

Three-Dimensional Bioprinted Controlled Release Scaffold Containing Mesenchymal Stem/Stromal Lyosecretome for Bone Regeneration: Sterile Manufacturing and In Vitro Biological Efficacy

(2022) *Biomedicines*, 10 (5), art. no. 1063,

Mareschi, K., Banche Niclot, A.G.S., Marini, E., Bari, E., Labanca, L., Lucania, G., Ferrero, I., Perteghella, S., Torre, M.L., Fagioli, F.

A New Human Platelet Lysate for Mesenchymal Stem Cell Production Compliant with Good Manufacturing Practice Conditions Preserves the Chemical Characteristics and Biological Activity of Lyo-Secretome Isolated by Ultrafiltration

(2022) *International Journal of Molecular Sciences*, 23 (8), art. no. 4318,

Guerini, M., Condrò, G., Perugini, P.

Evaluation of the Mucoadhesive Properties of Chitosan-Based Microstructured Lipid Carrier (CH-MLC)

(2022) *Pharmaceutics*, 14 (1), art. no. 170,

Speltini, A., Tripodo, G., Rinaldi, F., Massolini, G., Profumo, A., Calleri, E.
Carbon nanotubes-modified poly-high internal phase emulsions for pharmaceuticals pre-concentration and determination

(2022) *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 207, art. no. 114391,

Vigani B., Valentino C., Sandri G., Ferrari F., Rossi S.

Spermidine Crosslinked Gellan Gum-Based “Hydrogel Nanofibers” as Potential Tool for the Treatment of Nervous Tissue Injuries: A Formulation Study

(2022) *International Journal of Nanomedicine*, 17, 3421–3439,

Valentino C., Vigani B., Fedeli I., Miele D., Marrubini G., Malavasi L., Ferrari F., Sandri G., Rossi S.
Development of alginate-spermidine micro/nanogels as potential antioxidant and anti-inflammatory tool in peripheral nerve injuries. Formulation studies and physico-chemical characterization

(2022) *International Journal of Pharmaceutics* 626, article number 122168,

Bianchi E., Faccendini A., Del Favero E., Ricci C., Caliozna L., Vigani B., Pavesi F.C., Perotti C., Domingues Rui M.A., Gomes M.A., Rossi S., Sandri G.

Topographical and Compositional Gradient Tubular Scaffold for Bone to Tendon Interface Regeneration

(2022) *Pharmaceutics* 14, article number 2153,

Gazzola V., Grisoli P., Amendola V., Dacarro G., Mangano C., Pallavicini P., Poggi A., Rossi S., Vigani B., Taglietti A.

A Supramolecular Approach to Antimicrobial Surfaces

(2022) *Molecules* 27, article number 5731,

Ruggeri M., Vigani B., Boselli C., Icaro Cornaglia A., Colombo D., Sanchez-Espejo R., Del Favero E., Mandras N., Roana J., Cavallo L., Cantù L., Viseras C., Rossi S., Sandri G.

Smart nano-in-microparticles to tackle bacterial infections in skin tissue engineering

(2022) *Materials Today Bio* 16, article number 100418

Bianchi E., Vigani B., Viseras C., Ferrari F., Rossi S., Sandri G.

Inorganic nanomaterials in Tissue Engineering 14 (6), article number 1127,

(2022) *Pharmaceutics* 2022, 14(6), 1127,

DOI: 10.3390/pharmaceutics14061127

Ruggeri M., Sánchez-Espejo R., Casula L., Barbosa R., Sandri G., Cardia M.C., Lai F., Viseras C.

Clay-Based Hydrogels as Drug Delivery Vehicles of Curcumin Nanocrystals for Topical Application

(2022) *Pharmaceutics* 14(12), 2836,

Bianchi M.B., Zhang C., Catlin E., Sandri G., Calderon M., Larraneta E., Donnelly R., Picchio M.L., Peredes A.

Bioadhesive eutectogels supporting drug nanocrystals for long-acting delivery to mucosal tissues

Materials today Bio 17, 100471

Montiel-Centeno K., Garcia-Villen F., Barrera D., Amaya-Roncancio S., Sanchez-Espejo R., Arroyo-Gomez J.J., Sandri G., Viseras C., Sapag K.

Biocompatible nanoporous carbons as a carrier system for controlled release of cephalexin

Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 220, 112937

Montiel-Centeno K., Barrera D., Garcia-Villen F., Sanchez-Espejo R., Borrego-Sanchez A., Rodriguez-Castellon E., Sandri G., Viseras C.

Cephalexin loading and controlled release studies on mesoporous silica functionalized with amino groups

(2022) *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 72, 1033448.

Barbosa R., Leite A.M., Garcia-Villen F., Sanchez-Espeja R., Cerezo P., Faccendini A., Sandri G., Raffin F., E Moura T.
Hybrid Lipid/Clay Carrier Systems Containing Annatto Oil for Topical Formulations
(2022) *Pharmaceutics* 14 (5), 1067

Milele D., Sorrenti M., Catenacci L., Minzioni P., Marrubini G., Amendola V., Maestri M., Giunchedi P., Bonferoni M.C.
Association of Indocyanine Green with Chitosan Oleate Coated PLGA Nanoparticles for Photodynamic Therapy
(2022) *Pharmaceutics* 14 (8), 1740.

Catenacci L., Sorrenti M., Milanese C., Valentino C., Vicatos A., Caira M., Bonferoni M.C.
An update on solid-state characterization of the polyphenol pterostilbene
(2022) *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 71, 103331.

Martyi-Illana A., Notario-Perez F., Cazorla-Luna R., Ruiz-Caro R., Bonferoni M.C., Tamayo A., Veiga M.D.
Bigels as drug delivery systems: From their components to their applications
(2022) *Drug Discovery Today* 27 (4), 1008-1026.

Catenacci L., Vicatos A.I., Sorrenti M., Bonferoni M.C., Caira M.
Native cyclodextrins as complexation agents for pterostilbene: Complex preparation and characterization in solution and in the solid state
(2022) *Pharmaceutics* 14 (1), 8.

Dugheri S., Massi D., Mucci N., Marrubini G., Cappelli G., Trevisani L., Bonferoni M.C., Arcangeli G.
An Upgrade of Apparatus and Measurement Systems for Generation of Gaseous Formaldehyde: A Review
(2022) *Critical Reviews in Analytical Chemistry* 52 (7), 1702-1716.

DIPARTIMENTO di INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA

Collivignarelli, M. C., Carnevale Miino, M., Caccamo, F. M., Abbà, A., Bestetti, M., & Franz, S.
Impact of Polarization Reversal during Photoelectrocatalytic Treatment of WWTP Effluents.
Environments, 10(3), 38, 2023.

Collivignarelli, M. C., Miino, M. C., Cillari, G., Bellazzi, S., Caccamo, F. M., Abbà, A., & Bertanza, G.
Estimation of thermal energy released by thermophilic biota during sludge minimization in a fluidized bed reactor: Influence of anoxic conditions. *Process Safety and Environmental Protection*, 166, 249-256, 2022.

F. Usai, G. Loi, F. Scocozza, M. Bellato, I. Castagliuolo, M. Conti, L. Pasotti. Design and biofabrication of bacterial living materials with robust and multiplexed biosensing capabilities. *Materials Today Bio*, 100526, 2022.

S. Ragazzini, F. Scocozza, G. Bernava, A. Auricchio, G.I. Colombo, M. Barbuto, M. Conti, M. Pesce, G. Garoffolo. Mechanosensor YAP cooperates with TGF- β 1 signaling to promote myofibroblast activation and matrix stiffening in a 3D model of human cardiac fibrosis, *Acta Biomaterialia*, 152:300-312, 2022.

E. Bari, F. Scocozza, S. Perteghella, L. Segale, M. Sorlini, F. Auricchio, M. Conti, M.L. Torre. Three-Dimensional Bioprinted Controlled Release Scaffold Containing Mesenchymal Stem/Stromal

Lyosecretome for Bone Regeneration: Sterile Manufacturing and In Vitro Biological Efficacy. *Biomedicines*, 10(5):1063, 2022.

F.L. Ronzoni, F. Aliberti, F. Scocozza, L. Benedetti, F. Auricchio, M. Sampaolesi, G. Cusella, I.N. Redwan, G. Ceccarelli, M. Conti. Myoblast 3D bioprinting to burst in vitro skeletal muscle differentiation, *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 16(5):484-495, 2022.

N. Inverardi, M. Toselli, G. Scalet, M. Messori, F. Auricchio, S. Pandini, Stress-Free Two-Way Shape Memory Effect of Poly(ethylene glycol)/Poly(ϵ -caprolactone) Semicrystalline Networks, *Macromolecules* 2022, 55, 19, 8533–8547.

C. Pasini, N. Inverardi, D. Battini, G. Scalet, S. Marconi, F. Auricchio, S. Pandini, Experimental investigation and modeling of the temperature memory effect in a 4D-printed auxetic structure, *Smart Materials and Structures*, 31, 095021, 2022.

G. Scalet, S. Pandini, N. Inverardi, F. Auricchio. Hierarchical motion of 4D-printed structures using the temperature memory effect, in M. Bodaghi, A. Zolfagharian (eds). *Smart Materials in Additive Manufacturing*, volume 2: 4D Printing Mechanics, Modeling, and Advanced Engineering Applications. Elsevier, 2022.

S. Marconi, M. Carraturo, G. Alaimo, S. Morganti, G. Scalet, M. Conti, A. Reali, F. Auricchio. *Additive Manufacturing: Challenges and Opportunities for Structural Mechanics*, in Rega, G. (eds) 50+ Years of AIMETA. Springer, Cham., 2022.