

Relazione scientifica sui risultati della ricerca svolta nell'ambito del Short Term Mobility Program 2016

Fruitore: Dr.ssa Rega Romina
Proponente: Dr. Pietro Ferraro

Nel campo biologico e chimico, l'attenzione del mondo scientifico è sempre più rivolta verso lo sviluppo di strumentazioni miniaturizzate per la fabbricazione di sistemi 'lab-on-a-chip' altamente integrati e automatizzati basati sulla microfluidica. Tali sistemi offrono numerosi vantaggi come ad esempio il consumo ridotto di reagenti, un'analisi più rapida ed una maggiore versatilità dello strumento, anche in termini di portabilità dello stesso. Attualmente, la maggior parte dei sistemi microfluidici consiste di microcanali nei quali i liquidi vengono manipolati applicando variazioni di pressioni o di potenziale elettrico su elettrodi conduttivi. Questi sistemi presentano alcuni svantaggi come ad esempio processi di fabbricazione complessi, rischi di contaminazioni crociate tra campioni e necessità di utilizzare circuiti esterni e generatori anche di alta tensione. Di recente, presso i laboratori CNR-ISASI, è stato sviluppato un sistema innovativo di pyro-electrodynamic jet ('p-jet') che permette di manipolare e dosare liquidi in quantità minime tramite campi elettrici generati in configurazione 'electrode-free', basata su effetto piroelettrico spontaneo in cristalli dielettrici polari (es. niobato di litio (LN)). La tecnica consente di produrre gocce di liquidi con volumi fino agli attolitri. Il campo viene generato per effetto piroelettrico a seguito di stimolo termico opportuno. La Figura 1 mostra uno schema semplificato di un tipico set-up di p-jet. Un vetrino costituisce la base per l'appoggio della goccia madre e il cristallo di LiTaO_3 guida il processo di getto sotto l'azione di un laser CO_2 con emissione a $10.6 \mu\text{m}$.

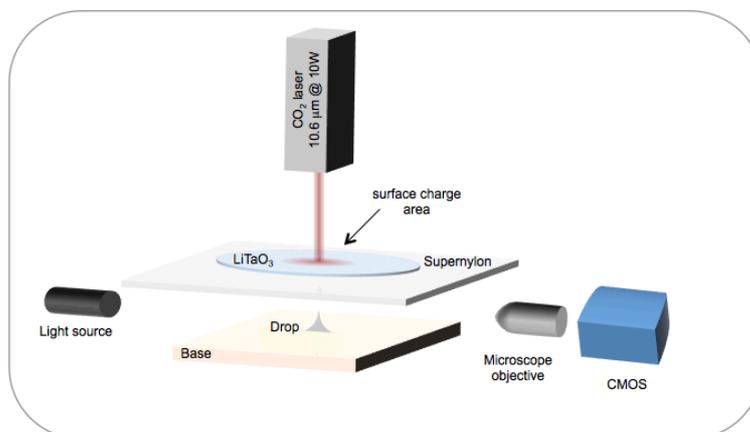


Figura 1

Schema del set up sperimentale del dispenser piro-elettrodinamico (piro-EHD) utilizzando il cristallo di niobato di litio e un laser a CO_2 come stimolo termico.

Il campo elettrico, generato dal cristallo per effetto piroelettrico, genera un'azione attrattiva sul liquido usato come reservoir in modo simile a quanto accade nelle tecniche che si basano sull'effetto elettroidrodinamico (EHD) per la manipolazione di liquidi. Il gradiente di temperatura è indotto nel cristallo mediante il contatto diretto con la punta riscaldata di un comune saldatore oppure senza contatto utilizzando una sorgente laser che emette nel lontano infrarosso (laser CO₂, $\lambda=10.3 \mu\text{m}$).

L'obiettivo del programma di ricerca: "*Studio di processi innovativi di 'inkjet printing' tramite campi elettrici generati da polimeri piroelettrici*" presentato all'interno del programma Short Term mobility, è stato quello di sviluppare un sistema di p-jet tramite campi elettrici generati da polimeri piroelettrici, in collaborazione con il gruppo del prof. Siegfried Bauer, esperto di fama internazionale nel campo dell'elettronica flessibile e dei polimeri piroelettrici.

Nell'ambito del programma Short Term Mobility, la dottoressa **Romina Rega** è stata ospite dal **07 novembre al 28 novembre 2016**, dell'Università di Johannes Kepler (JKU) di Linz (Austria) presso i laboratori del Dipartimento di Fisica della Materia Soffice (SOMAP) diretta dal professor Siegfried Bauer. Durante la visita della dottoressa Rega, è stato messo a punto un set up sperimentale per testare la tecnologia p-jet sfruttando le proprietà piroelettriche di materiali polimerici quali il polivinilidenefluoruro (PVDF). Il PVDF è un fluoropolimero termoplastico altamente inerte chimicamente, è ottenuto per polimerizzazione del difluoruro di vinilidene. Nella sua fase beta (fase che corrisponde alla natura piezoelettrica del materiale), siccome il fluoro è molto più elettronegativo del carbonio, gli atomi di fluoro succhiano elettroni dal carbonio al quale sono legati, ciò implica che i gruppi -CF₂ della catena sono molto polari, con una parziale carica negativa sul fluoro ed una parziale carica positiva sul carbonio. Così quando sono posti in un campo elettrico essi si allineano. Ciò comporta che il campione di polimero si deformi con tutti i gruppi -CF₂ che provano ad allinearsi. Pertanto tale polimero possiede proprietà piroelettriche, ovvero in grado di esprimere un campo elettrico se pilotato da un opportuno stimolo termico

Il set up sperimentale in Fig.2(a) prevede una box di misurazione (Fig.2 (b)) che è stata creata ad hoc (presso i laboratori del dipartimento di fisica della materia soffice con tecnologia 3D printer) e che permettere inoltre la visualizzazione dell'evento di dispensing tramite una telecamera posta esternamente. Lo stimolo termico è stato generato tramite una resistenza elettrica (microheater) (fig 2(c)), anch'essa sviluppata presso i laboratori del dipartimento dell'Università Johannes Kepler di Linz, che riscalda la superficie del polimero piroelettrico per effetto joule.

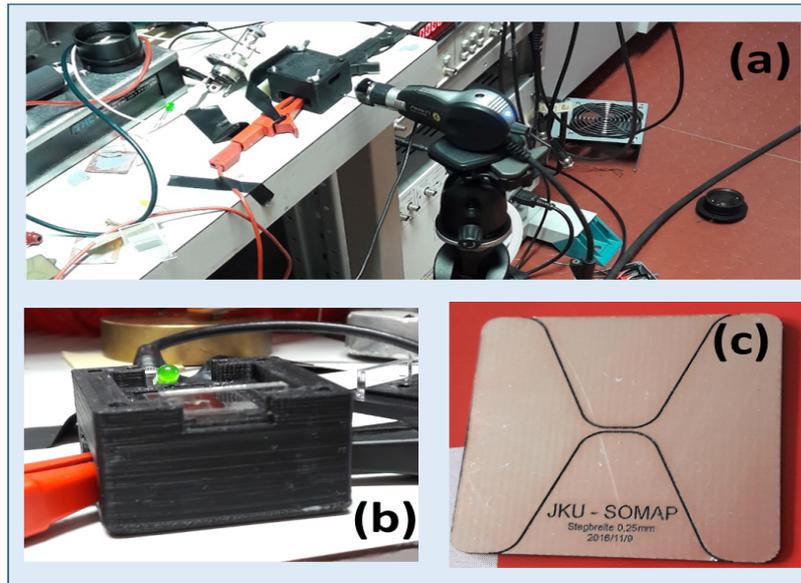


Figura 2

(a): foto del set-up sperimentale messo a punto presso i laboratori del dipartimento di Fisica dell'università di Linz -sezione "soft matter"; (b): box di misurazione; (c):microheater.

Come materiale di prova da dispensare è stato utilizzato il Tween (Polisorbato 20), un tensioattivo che si presta efficacemente per l'esperimento in quanto non soggetto alla veloce evaporazione dello stesso. La goccia del materiale (reservoir) viene depositata manualmente all'interno della box di misurazione e posizionata in linea con il polimero piroelettrico (PVDF) montato a sua volta sotto al microheater e posto anch'esso all'interno della box di misurazione. Il substrato di arrivo, rappresentato da una coprivetrino, è montato tra la goccia reservoir ed il polimero piroelettrico. Lo stimolo termico avviene attraverso il riscaldamento per effetto joule del microheater il quale è attraversato da una corrente elettrica pilotata esternamente.

I risultati sperimentali sono stati piuttosto promettenti, infatti, è stato possibile osservare l'evento di Jetting con suddetto set-up sperimentale come mostra la figura 3. L'utilizzo di polimeri come fonte di campo elettrico, alternativo ai cristalli, può fornire notevoli vantaggi in termini di versatilità, flessibilità, economicità, micro-strutturazione. Attualmente sono in corso ulteriori esperimenti al fine di una maggiore caratterizzazione del processo.

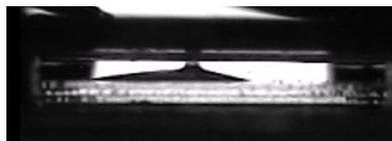


Figura 3:

Evento di jetting indotto dal campo elettrico generato per effetto piroelettrico sottoponendo il polimero piroelettrico (PVDF) ad una variazione di temperatura tramite un microheater.

I risultati preliminari sono molto incoraggianti e aprono scenari innovativi quale quello di manipolare liquidi in piccole quantità tramite l'utilizzo di materiali economici e flessibili (polimeri piroelettrici). L'attività svolta in questo Programma ha consentito tra l'altro di intraprendere contatti molto fruttuosi con il gruppo di ricerca del Prof. Bauer e ha promosso la partenza di nuove attività che sono in corso di svolgimento.