

TITOLO

LASERPRINT: Realizzazione di sistemi laser nella regione spettrale del violetto e del vicino IR per l'industria della stampa utilizzando guide d'onda solitoniche in cristalli fotonici.

Soggetti Attuatori

- Centro ISIDE S.r.l - Centro di Monitoraggio e Controllo
- Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse (DiSTAR) – Università di Napoli Federico II

Il progetto ha come obiettivo dunque, la realizzazione di un sistema laser a differenti lunghezze d'onda per l'incisione di lastre per la stampa offset e per l'incisione di lastre flexografiche per la stampa Flexo. Il sistema sarà costituito da blocchi di laser di numero pari ad una potenza di 2, con le seguenti caratteristiche:

- Posizionamento delle guide d'onda secondo i dettami del brevetto.
- Lunghezza d'onda 405nm e/o 830-960nm
- Numero di guide d'onda da realizzare uguale a una potenza di 2 (8, 16, 32)
- Passo tra le guide <50micron
- Potenza per singolo canale > 100mW
- Dimensione dello spot laser sul piano focale < 15micron
- Apertura numerica sul piano focale <0.15
- DOF > 50 micron
- Frequenza di modulazione >MHz

A supporto dell'industrializzazione Metoda effettuerà un adeguamento della linea di produzione delle macchine Computer to Plate attualmente in produzione ma utilizzabili solo per altre tecnologie laser. Inoltre svilupperà un set-up di controllo atto ad una totale caratterizzazione del sistema laser prima del montaggio in macchina.

Il progetto si divide in tre fasi ognuna delle quali ben delineate e con obiettivi chiari. Esse sono essenzialmente suddivise per la natura delle attività, ovvero:

1. OR1 è la fase di studio e di ricerca delle tecnologie esistenti per l'ottimizzazione dello sviluppo del prodotto. È una fase molto delicata perché a seguito di valutazioni scientifiche verranno decise le strade da intraprendere
2. OR2 è la fase dello sviluppo del prodotto dove verrà sviluppato da un lato tutta la tecnologia ovvero cristallo fotonico, accoppiamento laser-fibra, ottica di focalizzazione e elettronica di controllo ma anche verrà rivisitato tutto la gestione del file dalla rasterizzazione alla scrittura finale per mezzo dell'algoritmo di scrittura. Questa operazione è resa necessaria dal fatto che la stampa flexografica diretta prevede la creazione di strutture tridimensionali non previste nella stampa offset standard.
3. OR3 riguarderà infine la fase di ingegnerizzazione e di test.

La richiesta di sorgenti laser di radiazione coerente nella regione del vicino ultravioletto dello spettro elettromagnetico (~400 nm di lunghezza d'onda) e nel vicino IR riguarda ormai molti ambiti di

applicazione e diversi settori dell'industria. La mancanza di sorgenti idonee fin ad oggi ha costituito un limite tecnologico che ha impedito un pieno sviluppo delle applicazioni per esempio nei settori dei processi fotolitografici per la realizzazione di strutture sub-micrometriche e per i processi di fotoincisione su materiali plastici e polimerici. L'avvento negli ultimi anni di laser ad alta potenza ha dato però un grande impulso al superamento di una parte di tali limiti.

Per avere infatti, dei processi di scrittura\incisione efficienti è richiesta sicuramente elevata potenza ma anche una scrittura contemporanea con un diverso numero di testina laser per ogni ciclo di stampa. In pratica un sistema ideale per la stampa sarebbe costituito da tanti laser affiancati con precisioni di posizionamento sub-micron, laser di alta potenza con dimensione ridotta delle cavità. Il problema dei laser di potenza è la dimensione della cavità del laser che cresce in funzione della potenza stessa. I processi di scrittura richiedono elevata densità di energia ovvero alta potenza e dimensioni degli spot laser ridotte sul piano focale. Fino ad oggi questo problema è stato affrontato utilizzando delle ottiche di riduzione, che però comportano la riduzione anche del *Depth Of Focus* (DOF) del laser e sistemi di autofocus molto costosi e di difficile gestione. I sistemi standard sono costituiti infatti da laser di potenza accoppiati in fibra, con core di dimensioni paragonabile alla dimensione della cavità, le quali vengono tutte adagiate su sistemi denominati a v-groove, ovvero su cristalli su cui sono state realizzate delle strutture a dente di sega all'interno delle quali vengono fissate le fibre ottiche. Questi sistemi però hanno i seguenti svantaggi:

1. Fibre con core circolare e da 50micron
2. Passo della v-groove dipendente dal cladding della fibra
3. Esigenza di riduzione dello spot laser per mezzo di sistemi ottici
4. Fibre con apertura numerica da 0.2 che viene ulteriormente aumentata dalla riduzione ottica
5. Sistemi di autofocus
6. Imprecisione di posizionamento

La tecnologia dei cristalli fotonici permetterebbe invece, di creare una sorta di *adattatore* tra un bundle di fibre ottiche accoppiate sulla v-groove e il piano di lavoro.

In pratica sfruttando le caratteristiche dei cristalli fotonici fotorefrattivi, si potrebbero creare delle guide d'onda che da un lato andrebbero ad interfacciarsi con il bundle di fibre mentre dall'altro lato si potrebbe progettare l'uscita del cristallo con delle caratteristiche congeniali per l'incisione laser e secondo le direttive di un brevetto, di cui Metoda è depositario <https://register.epo.org/application?number=EP11425150>, per ottimizzare la scrittura e quindi ottenere i seguenti vantaggi:

- Bassa apertura numerica
- Elevata precisione di posizionamento
- Massima riduzione del passo tra i singoli canali
- Distribuzione ellittica o rettangolare
- Alta risoluzione anche con laser di potenza
- Semplice integrazione di più teste laser su macchina.

Questo sistema faciliterebbe dunque l'utilizzo di laser di potenza anche per i mercati che richiedono dimensioni ridotte e elevato DOF. Questo darebbe anche un grande vantaggio per lo sviluppo di sistemi laser per lastre flexografiche che, per loro natura, possono essere incise solo con sistemi laser con le caratteristiche suddette.

Il sistema così definito darebbe un grande valore aggiunto rispetto ai sistemi dei competitors. La presenza del cristallo fotonico garantirebbe il superamento di tutti i limiti tecnologici :

1. Utilizzo di laser ad alta potenza per una elevata produttività.
2. Riduzione dello spot laser senza riduzione del DOF del laser
3. Riduzione dell'immagine, ovvero della distanza tra primo e ultimo laser.

Questo comporterebbe una semplificazione della meccanica della macchina e quindi un abbassamento dei costi.

L'applicazione del cristallo fotonico in un sistema laser per macchine computer to plate porterebbe quindi alla generazione di nuove macchine con alta produttività e contemporaneamente con altissima precisione e quindi risoluzione di stampa, senza incremento di costi. Tali fattori, fino ad oggi incompatibili, permetterebbero un agevole entrata nel mercato di riferimento.

Lo sviluppo del sistema laser verrà svolto per mezzo di una collaborazione tra università e azienda. La collaborazione è strutturata mettendo assieme delle competenze complementari che permetteranno lo svolgimento di tutte le attività programmate. Le aziende coinvolte hanno infatti expertises in optoelettronica, elettronica, programmazione FPGA, programmazione software e sviluppo di prodotto. Essa hanno già delle collaborazioni per lo sviluppo e l'industrializzazione di macchine computer to plate che usano differenti tecnologie laser. La partecipazione al progetto del Dipartimento di fisica e di Cibernetica dell'università di Napoli e del CNR garantisce infine il necessario supporto per tutta la parte di studio e di ricerca iniziale.

Tutti i partners, sia pubblici che privati, sono stati selezionati tenendo in considerazione gli obiettivi perseguiti. È stato coinvolto quindi il dipartimento di fisica per le competenze nello studio e progettazione delle guide d'onda all'interno di cristallo fotonico, per la progettazione dei sistemi ottici e per la dimestichezza nell'utilizzo di laser a diodo semiconduttore accoppiati in fibra. I due partners privati invece hanno già delle collaborazioni in atto per lo sviluppo di sistemi laser per scrittura su macchine di stampa. I tasks riguardanti la parte elettronica del sistema, ovvero sviluppo dei drivers di controllo dei laser e gestione delle informazioni da trasferire ai laser come segnali, verrà svolta da TME, usufruendo anche della collaborazione dell'università. Questa parte del progetto sarà sviluppata grazie all'esperienza pregressa di TME nella realizzazione di schede di controllo di sistemi laser per mezzo di logica FPGA. Infine, come capofila del progetto, Metoda si occuperà della gestione dell'intero progetto mettendo in campo tutte le competenze acquisite per lo sviluppo di sistemi laser per applicazione nel mondo delle arti grafiche testimoniate anche dalla presentazione di un brevetto. A parte la coordinazione di tutto il personale coinvolta metterà a disposizione del progetto personale qualificato anche per lo sviluppo di parti del sistema. Avrà inoltre il ruolo di coordinazione e di assemblaggio e di test del sistema. Appronterà inoltre tutto il necessario per giungere all'industrializzazione del progetto.

Il sistema che si intende industrializzare oltre ad apportare la novità di un cristallo fotonico con guide d'onda nell'industria della stampa apporterà anche dei miglioramenti rispetto ai sistemi già esistenti.

La scrittura di guide d'onda in cristalli fotonici è una pratica consolidata, ciò non significa però che non sussistono problematiche da affrontare e in particolare:

1. Efficienza, un sistema competitivo dovrà avere un'efficienza di accoppiamento ben oltre il 50%. Tale efficienza dipenderà essenzialmente dalla natura del cristallo e dal laser che verrà utilizzato per la creazione della guida solitonica. Oggi comunque esistono già sistemi con efficienza al di sopra del 70%, ovvero con una efficienza già adeguata per l'applicazione.
2. Formazione di guide d'onda rettangolari. Tale richiesta nasce dal fatto che un sistema di scrittura combinato ad un rapido movimento del piano di incisione è tanto più efficiente quanto più piccolo e la dimensione verticale del fascio laser. Inoltre una formazione di una guida d'onda rettangolare favorirebbe la normale distribuzione di tipo "top-hat", ovvero una distribuzione ottimale per tutti i fenomeni di incisione che prevedono un superamento di una soglia per poter agire.
3. Accoppiamento v-groove-adattatore. In questo caso verrà testato sia l'accoppiamento diretto per mezzo di contatto tra fibre e cristallo che tramite un sistema di focalizzazione. Anche però l'accoppiamento laser-fibra andrà rivisitato rispetto ai sistemi già presenti sul mercato. In

particolare si lavorerà molto sull'accoppiamento meccanico per poter garantire alta potenza dei laser all'uscita delle fibre anche per fibra il cui core sia paragonabile allo spot da replicare in fase di scrittura ovvero con fibre di core dell'ordine di 10 micron. Si valuterà inoltre la possibilità di usare delle fibre singolo modo denominate *Large Mode area* (LMA) ovvero fibre a cristalli fotonici, singolo modo ma con un core capace di accoppiare parecchia potenza laser. Tale fibre garantirebbero una distribuzione spaziale della luce laser all'uscita della fibra di tipo gaussiana o comunque simmetrica rispetto al centro con il massimo di energia nel centro stesso.

In tal modo tutte le problematiche legate alla multimodalità dei sistemi esistenti sarebbero risolte.

I laser di potenza sono infatti laser multimodo e tutti i sistemi nel mercato usano fibre multimodo con core di almeno 50micron. Queste caratteristiche rendono i sistemi incapaci di incidere con alta qualità ma creano anche dei problemi funzionali sui sistemi laser.

La problematica invece da un punto di vista elettronico è soprattutto la gestione di milioni di dati in contemporanea e la gestione di laser ad alta potenza, ovvero alti correnti di alimentazione e altissime velocità di modulazione. Per tale motivo è stato deciso di usare un dispositivo FPGA che integra in se compattezza, robustezza versatilità e capacità di adeguamento a sistemi differenti.