



Sistema di movimentazione robotizzato per laser femtosecondo in camera da vuoto.[†]

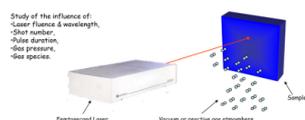
Antonello Ranieri^a

Sistema per lo studio di convertitori energetici con implementazione di scanalature realizzate secondo un pattern predefinito attraverso l'uso di un laser impulsato.

Con l'ausilio di software realizzato con il sistema di sviluppo "National Instruments Labview", il campione viene posto in una camera da vuoto e sottoposto a trattamento laser che realizza il disegno sulla superficie del campione per effetto di una movimentazione motorizzata automatica.

Il trattamento è sistematico e consente di scegliere la tipologia di disegno che presenta caratteristiche di conversione più efficienti.

Keywords: Laser Motorizzato, Labview, Diamond deposition, Robot.



1 Caratteristiche del laser

Il sistema laser utilizzato per questo esperimento (Figura 1) è composto da un oscillatore "Spectra Physics Tsunami", ha una lunghezza d'onda di 800 nm, con una potenza massima di 1 W, un rate di 80 Mhz, e un amplificatore "Spectra Physics Spitfire PRO XP" con lunghezza d'onda di 800 nm, un'ampiezza di impulso di 100 fs ed una frequenza modulabile da 1 a 1000 impulsi al secondo.



Fig. 1 Componenti del sistema laser.

Questo sistema è completato da un amplificatore parametrico "TOPAS C-VIS" che copre un range di lunghezze d'onda da 475 nm a 2600 nm. Vengono inoltre utilizzati degli specchi ad alta riflettività per direzionare corretta-

mente il raggio e per la giusta focalizzazione, che si ha a 40 cm dalla lente posta alla fine del percorso ottico.

Tutti i dispositivi che compongono il laser sono posti su un tavolo ottico di 3m x 2m e vengono tenuti a temperatura costante intorno ai 20 °C al fine di garantire il corretto funzionamento del sistema e la giusta continuità del cammino ottico.

2 Camera da vuoto

Il campione da trattare è inserito in una camera da vuoto nella quale sono presenti diverse finestre di ispezione, una di queste viene utilizzata per il passaggio del raggio laser.

Sulla sommità della camera si trova il coperchio nel quale è installato un sistema di movimentazione "XYZ" manuale tramite manopole (Figura 2) e permette la movimentazione dell'asta alla quale è agganciato il campione.

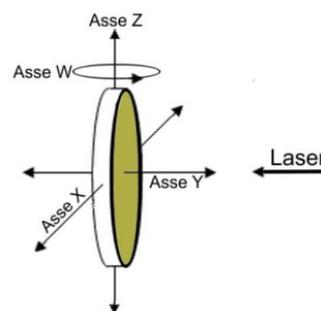


Fig. 2 Schema degli assi rispetto al laser.

La camera è realizzata in alluminio e le sue dimensioni sono di circa 80 cm di altezza e 60 cm di diametro, mentre il suo peso complessivo è di circa 40 Kg.

^a Istituto di Cristallografia, C.N.R. via Salaria Km 29,300 I-00015 Monterotondo, Italia

Creative Commons Attribution - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

[†] (Rapporto tecnico IC 13/02 registrato con protocollo IC/309 del 21/05/2013)

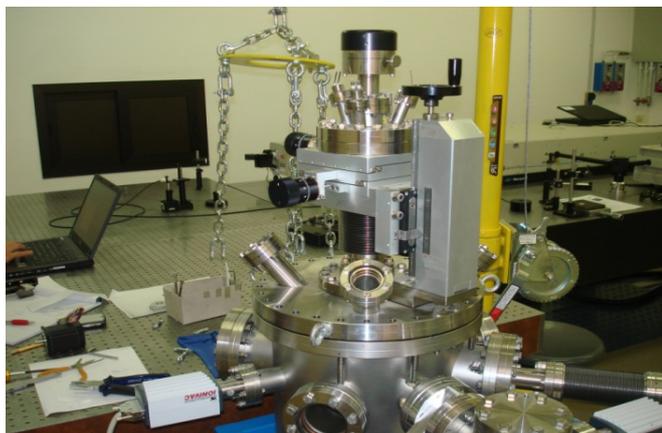


Fig. 3 Camera da vuoto.

3 Modifiche hardware alla camera da vuoto

La realizzazione di pattern specifici ha richiesto modifiche hardware relative alla movimentazione della camera da vuoto. Per questo motivo sono state rimosse le manopole che consentivano la movimentazione manuale ed al loro posto sono stati installati degli *stepper motor* a 5 fasi della *Berger Lahr* con una risoluzione di 1000 Step/Revolution.

Si è scelto di utilizzare questo tipo di motori perché, accoppiati ad una vite in acciaio, appositamente realizzata, con passo 0,75 mm/revolution, consentono una risoluzione ottimale per il tipo di esperimento che si intende realizzare.

Microswitch di fine corsa garantiscono le sicurezze necessarie ad evitare uscite di sede delle slitte ed al contempo consentono al software di calcolare le distanze ottimali per la realizzazione dei pattern. Gli assi X e Z sono dotati di viti senza fine con un passo di 0,75 mm/giro mentre l'asse Y ha un passo di 2 mm/giro, si ottiene così una risoluzione lineare di 0,75 micron per le slitte dei motori X e Z mentre di 2 micron per la slitta del motore Y.

Opportuni test di movimentazione hanno evidenziato errori di posizionamento con piccoli movimenti, per cui si è deciso di non operare sotto la soglia ottimale dei 5 micron di risoluzione, in considerazione del fatto che i metalli utilizzati per la vite e le slitte non hanno le caratteristiche fisiche e meccaniche tali da garantire la ripetibilità dei movimenti meccanici.

4 Software

Il software di controllo del sistema laser è stato realizzato con la piattaforma *Labview* di National Instruments e consente di realizzare pattern più o meno complessi sulla superficie di un campione delle dimensioni di una moneta di forma circolare, quadrata o rettangolare, attraverso un laser impulsato con frequenze variabili e di durata dell'ordine del femtosecondo.

I pattern che si vogliono impostare su tali oggetti possono essere modificati con parametri impostati dall'utente attraverso una interfaccia grafica, la quale visualizza un'anteprima della tipologia del pattern. Il disegno realizzato sul campione ci permette di studiare l'incremento delle prestazioni e di comprendere quale forma si presti ai risultati migliori.

La stazione sperimentale è strutturata attraverso una slitta con tre gradi di libertà di tipo "XYZ", la quale permette il movimento del portacampione posto all'interno di una camera da vuoto. I movimenti orizzontali e verticali del portacampione, messi in sincronia con la frequenza degli impulsi laser, producono il disegno impostato in precedenza sull'interfaccia. Il movimento di profondità permette la corretta messa a fuoco del laser, in modo che le dimensioni dello spot rispettino le specifiche del pattern da realizzare.

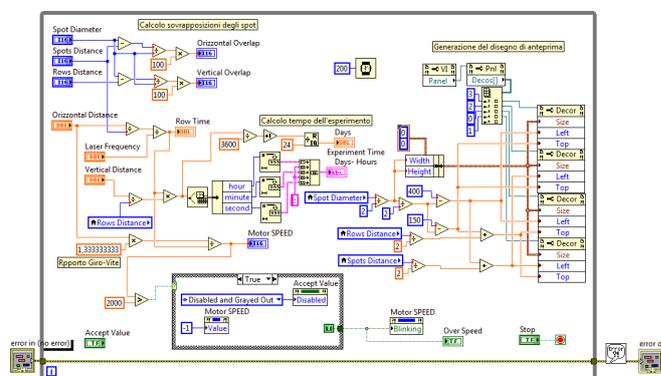


Fig. 4 Codice Labview per la gestione dell'interfaccia grafica.

5 Caratteristiche dell'interfaccia grafica

L'interfaccia grafica, mostrata in figura 5, permette il setup del tipo di pattern e consente di calcolare la velocità dei motori, i quali sono sincronizzati con la frequenza del laser. In particolare, a parità di frequenza del laser, maggiore è la velocità dei motori maggiore è la distanza tra gli spot.

Definita la frequenza si imposta il diametro dello spot, tale procedimento si realizza attraverso ottiche focalizzanti esterne alla stazione sperimentale. Il diametro è un valore fondamentale ed è noto perché viene definito prima dell'inizio dell'esperimento. Un diametro elevato tende a realizzare pattern con spot sovrapposti e densità minima, contrariamente con spot più piccoli si aumenta la densità e si riduce l'effetto di sovrapposizione consentendo un ampio margine di ricerca di pattern performanti.

Variando i valori "Spots distance" e "Row distance" è possibile gestire la sovrapposizione sia orizzontale che verticale la quale viene evidenziata in valori percentuali e resa visibile attraverso la finestra di anteprima.

"Spot diameter" imposta il diametro del foro che il laser realizza sul campione. E' un valore che

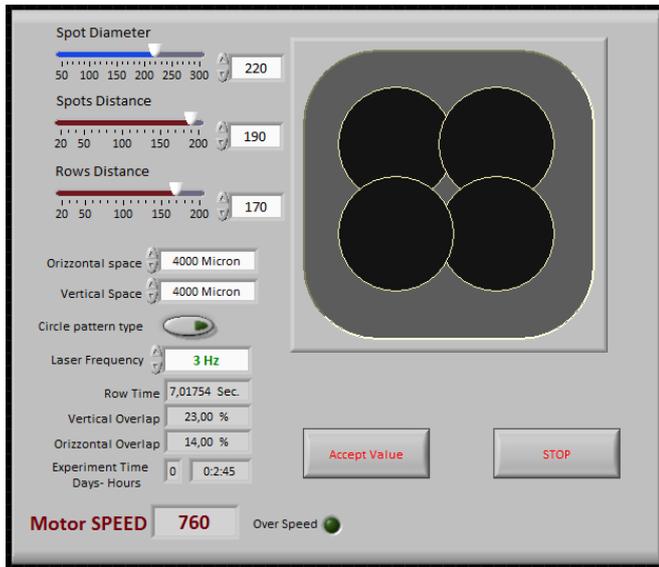


Fig. 5 Front end dell'interfaccia grafica.

proviene dalle specifiche hardware del laser e all'interno del software viene utilizzato per calcolare i valori di sovrapposizione degli spot.

I Parametri "Horizontal Space" e "Vertical Space" consentono di definire l'area dell'esperimento, nel caso di un pattern quadrato o rettangolare, mentre "Circle Pattern Type" consente la creazione di pattern circolari con un diametro di dimensione "Horizontal space".

Quando tutti i valori sono definiti e non sussistono errori, il programma calcola il valore della velocità dell'asse X visualizzato dall'interfaccia tramite "Motor Speed", questo valore viene passato alla procedura di movimentazione coordinata degli assi "Raster Motion" ed è un grado di far partire la movimentazione vera e propria facendo iniziare la fase sperimentale. E' evidenziato il tempo previsto per la durata dell'esperimento, è un dato importante perché i trattamenti possono durare diverse ore, o addirittura più di un giorno.

Con il tasto "Accept value" si inizia la fase di movimentazione vera e propria, il campione si mette in posizione iniziale ed inizia a muoversi alla velocità calcolata in base ai parametri impostati.

6 Studio dei campioni con il sistema Laser

Il trattamento degli esemplari di prova viene effettuato con una procedura nella quale vengono di volta in volta variati dei parametri sperimentali.

Il sistema laser permette la variazione della lunghezza d'onda, l'energia e la durata dell'impulso; è attraverso l'opportuna scelta di questi parametri che si ottiene il setup con il quale effettuare il trattamento. Si è notato che i risultati migliori si ottengono con un innalzamento dell'energia dell'impulso mentre la sua durata e la sua lunghezza d'onda non producono effetti di particolare efficienza.

Il campione all'interno della camera può essere lavorato con diverse tipologie di gas e di pressioni, nella prima sessione sperimentale si è scelto di non utilizzare alcun tipo di gas ma di effettuare la procedura sottovuoto.

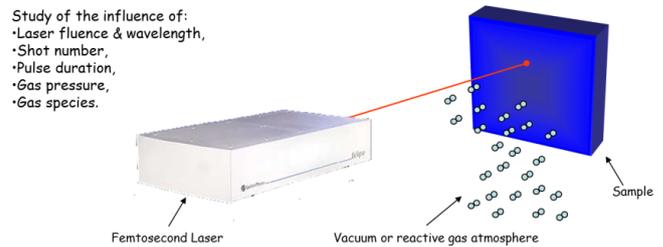


Fig. 6 chematizzazione del trattamento dei campioni.

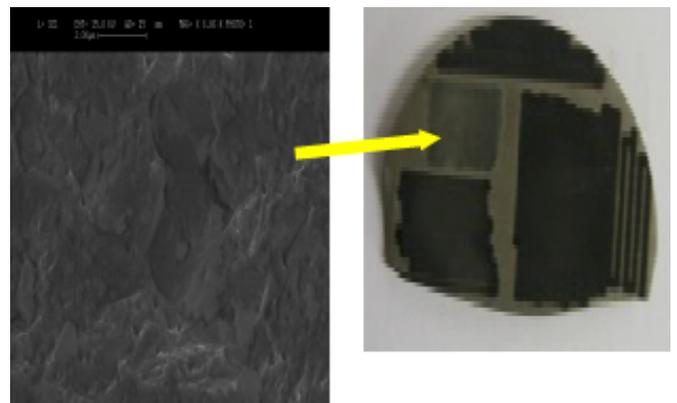


Fig. 7 Primo esperimento con il sistema di movimentazione robotizzato.

Absorber: femtosecond-laser treatments

- Fs laser Ti:Sapphire (wavelength 800 nm)
- Control on pulse energy
- Motion Speed Control -> Control of delivered radiation dose

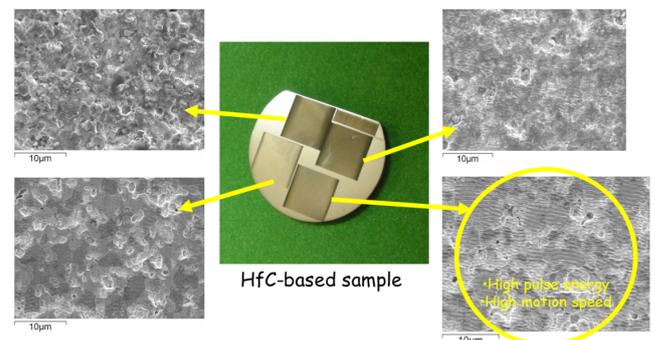


Fig. 8 Serie di pattern performanti.

7 Conclusioni

La suite di sviluppo Labview della National Instrument si è rivelato essere un potentissimo tool per la programmazione intelligente di sistemi di acquisizione dati e automazione di strumentazione. La programmazione ad oggetti in modalità visuale consente di costruire procedure facilmente modificabili e adattabili ad ogni esigenza e future implementazioni potranno essere costruite con

ridotti tempi d'intervento. Il sistema automatizzato grazie alla perfetta integrazione tra hardware e software ha mostrato notevoli performance.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'ing. Daniele Trucchi del Istituto di Metodologie Inorganiche e dei Plasmi del CNR per il supporto scientifico.