

Stima della soglia di ablazione

Onofrio Davide Caputo
Giuseppe Giorgio
Francesco Pio Merafina

Data esperimento: 6 Maggio 2022

Data relazione: 10 Maggio 2022

Abstract

L'utilizzo dei laser come strumenti per incidere, tagliare o forare materiali passa necessariamente per la rimozione del materiale in eccesso. L'esperienza qui presentata mostra come, affinché si possa ottenere un'ablazione, sia necessario superare una determinata soglia, al di sotto della quale, pur illuminando il materiale, esso non viene danneggiato. La stima di questa soglia sarà oggetto della relazione.

Indice

1	Introduzione	2
2	Descrizione dell'apparato sperimentale	2
3	Descrizione dell'esperimento	2
4	Analisi dei dati	2
5	Conclusioni	3

1 Introduzione

La grandezza di cui si vuole stimare la soglia è detta fluenza e non è altro che il rapporto tra energia incidente su una certa area e l'area stessa. Per un fascio gaussiano la fluenza ha un andamento esponenziale; il valore di picco è indicato come F_0 , mentre si indica con F_{th} il valore di soglia sopra il quale si ha danneggiamento del materiale e quindi ablazione. Si noti che nel caso di fluenze di soglia pari alla fluenze di picco, sul materiale risulterà danneggiata una porzione sferica di raggio nullo. È possibile connettere il diametro del foro ablato sul materiale con il valore della fluenza di soglia mediante la formula 1.

$$D^2 = 2w^2 \ln\left(\frac{F_0}{F_{th}}\right) \quad (1)$$

È inoltre possibile esprimere la fluenza di picco F_0 in termini dell'energia dell'impulso E_P , come mostrato nella formula 2 :

$$F_0 = \frac{2E_P}{\pi w^2} \quad (2)$$

2 Descrizione dell'apparato sperimentale

L'apparato sperimentale consiste di una sorgente laser polarizzata orizzontalmente, che produce un fascio impulsato ad una frequenza di ripetizione $f_{rip} = 200kHz$ nell'infrarosso, in particolare ad una lunghezza d'onda di $\lambda = 1030nm$. Il fascio inviato dalla sorgente viene deviato da uno specchio posto a 45° , entra in un modulo contenente lamine a mezz'onda e un polarizzatore che riportano il fascio orizzontale e che all'occorrenza ne riducono la potenza. Successivamente c'è un altro specchio a 45° e infine un modulo che alza il fascio verso l'alto, portandolo all'altezza di un traslatore x,y,z, dotato di viti micrometriche, per aggiustare la posizione del campione.

Il controllo del fascio è gestito da un software che permette di decidere la potenza del fascio e la forma della figura che si vuole incidere.

3 Descrizione dell'esperimento

L'esperimento consiste in una iniziale presa dati della potenza del fascio laser. In particolare, in corrispondenza di un valore percentuale scelto, si misurava, mediante un power meter, la potenza del fascio che sarebbe andato ad incidere sul campione. Sono stati misurati 8 valori di potenza. Successivamente è stata condotta la lavorazione vera e propria, utilizzando i valori di potenza misurati ed effettuando 5 fori per potenza. Alla fine della lavorazione sono state misurate nuovamente le potenze del fascio.

Ultimata la fase di lavorazione, si è provveduto alla misura dei diametri dei fori mediante un microscopio dotato di software di misura al computer. I dati ottenuti sono riportati nella sezione seguente.

4 Analisi dei dati

Si riportano in tabella 4 la due misure di potenza iniziale e finale, il valore medio e l'errore massimo.

P_{in}	P_{fin}	\bar{P}	u_P
0.238	0.249	0.244	0.006
0.320	0.330	0.325	0.005
0.400	0.410	0.405	0.005
0.480	0.490	0.485	0.005
0.560	0.570	0.565	0.005
0.695	0.700	0.698	0.003
0.806	0.820	0.813	0.007
0.966	0.982	0.974	0.008

Tabella 1: Tabella dei dati delle potenze.

Dalle misure dei diametri dei fori è stato ricavato il quadrato, che è stato rappresentato in funzione del logaritmo di E_P , a sua volta ricavato come rapporto di P_{med} e f_{rip} . I dati sono stati interpolati da una retta $y = Ax + B$ e i parametri A e B sono stati usati per ricavare la fluenza di soglia.

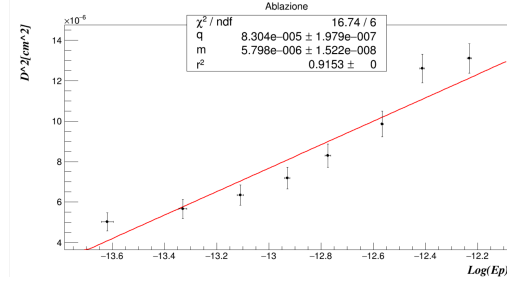


Figura 1: Grafico ablazione

5 Conclusioni

Come si può osservare il valore della soglia di ablazione ottenuto corrisponde a:

$$F_{th} = 0.108 \pm 0.03 J/cm^2 \quad (3)$$