

SOLUZIONI

ONE SHOT - ONE SHAPE: LA MARCATURA “FLASH LASER” PER APPLICAZIONI DI TRACCIABILITÀ E MICROMACHINING



LA RIVOLUZIONARIA SOLUZIONE OFFERTA DA ACAL BFI PERMETTE DI MARCARE UN PATTERN MULTI PUNTO CON UN SINGOLO IMPULSO LASER E NASCE DALLA COMBINAZIONE DI UNA TESTA DI PROCESSO AD ALTA RISOLUZIONE (LA VULQ1 DI QIOVA) E DA UNA SORGENTE SUB-NANOSECONDO AD ALTA ENERGIA DI IMPULSO (SERIE WEDGE DI BRIGHT SOLUTIONS).

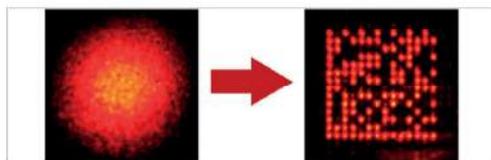
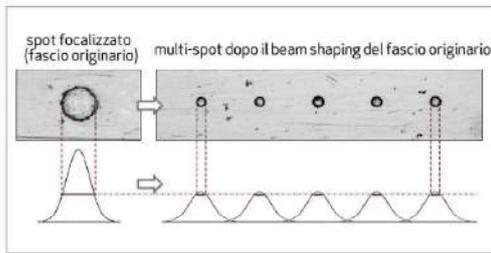
di A. Zito, S. Trevisan, B. Dusser



Cosa accomuna una cover di uno smartphone, un cruscotto di un'autovettura, un tubo in PVC o un orologio di lusso? Tutti questi oggetti sono solitamente marcati laser per l'identificazione e la tracciabilità, a volte anche per finalità funzionali o di anticounterfeiting. Il mondo industriale ha già ampiamente adottato marcature a due dimensioni (2D-Code) per far fronte all'aumento di richiesta di informazioni da immagazzinare. Il 2D-Code si differenzia nettamente dai diffusi codici a barre a una dimensione utilizzati per la maggior parte dei beni di consumo. Oltre a permettere una maggiore densità di dati, può essere letto in modo più affidabile ed è più durevole nel tempo. Il 2D-Code più diffuso è il QR Code, ma possono essere utilizzati anche codici Aztec e Datamatrix.

La marcatura di un 2D-Code è costituita da una matrice di celle $N \times N$ riempita per una percentuale di poco superiore al 50%: un codice 10×10 su un prodotto richiederebbe dunque una marcatura di 50 punti. Assumendo che un singolo impulso laser sia abbastanza energetico per generare un punto, con la tecnologia attuale servirebbe una sorgente a 50 kHz per marcare 1.000 codici al secondo, senza contare il tempo necessario per muoversi da un pezzo di lavoro all'altro.

Nelle applicazioni industriali legate al mondo



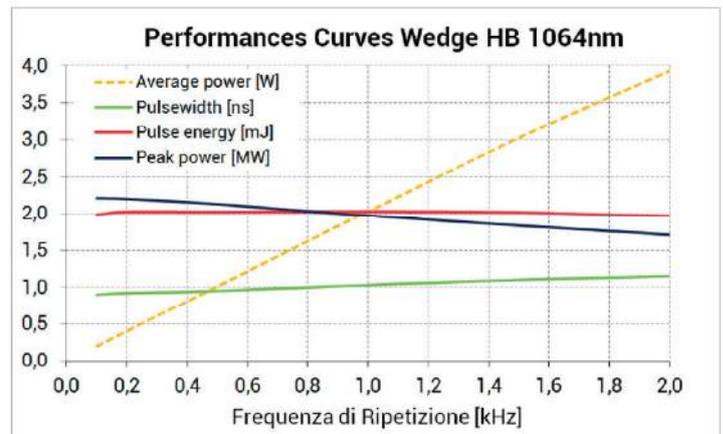
One Shot - One Shape.
La testa VULQ1 partendo dal fascio originario crea un pattern multi punto.

della tracciabilità e della identificazione mediante codici 2D sono richieste risoluzione e produttività sempre più elevate, in modo da poter codificare il maggior numero di componenti di un sistema più complesso, compresi i micro-componenti. In tali settori, infatti, la capacità dei sistemi laser di marcare il maggior numero di codici nel minor tempo possibile è fondamentale in quanto l'operazione di marcatura dei codici non deve compromettere la durata del ciclo produttivo. Ad esempio, una delle tecniche standard più affermate è il marking-on-fly che permette di marcare codici alfanumerici su pezzi in movimento grazie a software e teste di scansione che permettono di sincronizzare il sistema di codifica laser con il dispositivo di trasporto dei pezzi da marcare. Per raggiungere alte velocità di processo, oltre a sviluppare sorgenti laser sempre più performanti in termini di potenza media e di frequenza di ripetizione, si stanno affermando sul mercato teste di scansione ultrarapide che sono tuttavia limitate sia in termini di velocità che di tempi di risposta dall'inerzia dei componenti elettromeccanici presenti al loro interno, nella maggior parte dei casi specchi montati su motori galvanometrici.

Tornando all'esempio precedente, cosa succederebbe se i 50 punti si riuscissero a marcare nello stesso istante con un unico flash? Que-

Risultato della scomposizione spaziale degli impulsi con la tecnologia QIOVA.

Performance curves del laser al sub-nanosecondo Wedge di Bright Solutions.



sto è, infatti, possibile grazie alla combinazione della testa di processo ad alta risoluzione VULQ1 di QIOVA e della sorgente sub-nanosecondo e ad alta energia di impulso WEDGE di Bright Solutions.

La tecnologia flash laser marking

La testa di processo VULQ1 di QIOVA sfrutta un sistema di "patterning" innovativo, che permette di generare una matrice di punti bidimensionale in un singolo colpo (1 shot - 1 shape). Non è dunque corretto definirla "testa di scansione" in quanto il principio di funzionamento prescinde dal movimento di dispositivi di scansione interni ad essa.

Grazie a tale soluzione, il tempo di esecuzione si riduce di diversi ordini di grandezza rispetto alle soluzioni standard ultraveloci presenti sul mercato, fino ad arrivare a pochi nanosecondi, ossia la durata di un singolo impulso laser.

VULQ1 sfrutta una tecnologia proprietaria di beam splitting attivo del fascio laser originario, con la possibilità di riconfigurare il pattern desiderato mediante un'applicazione software e può essere utilizzata per sorgenti con lunghezze d'onda sia a 1064 nm che a 532 nm.

Il singolo impulso laser all'ingresso della testa di processo viene simultaneamente scomposto sul piano focale in un numero programmabile di spot distribuiti spazialmente, al fine di creare il codice alfanumerico desiderato, tenendo in considerazione le tempistiche di processo e la soglia di reazione del materiale. L'energia del singolo impulso, infatti, viene a sua volta ridi-

stribuita sul piano focale in N parti a seconda del numero di spot selezionati.

Ipotizzando per esempio che la soglia di processo per marcare un acciaio inossidabile con un laser a 1064 nm sia 6 MW/cm^2 , per avere un pattern di 25 punti che possa essere leggibile, si deve partire da un impulso laser iniziale in grado di produrre, nelle stesse condizioni, una densità di potenza di 150 MW/cm^2 . Per avere 250 punti, occorre una densità di potenza dieci volte maggiore. È immediato comprendere come il numero massimo di punti ottenibili dipenda sia dal materiale che dai parametri di energia, durata impulso e qualità spaziale della sorgente laser. Essendo un processo essenzialmente Single Shot, risulta invece meno critica la frequenza di ripetizione massima del laser.

Questo aspetto sembra andare in controtendenza rispetto alla ricerca da parte dei system integrator di sorgenti laser a potenze medie e frequenze di ripetizioni sempre più elevate per aumentare la produttività.

Potenzialità delle sorgenti sub-nanosecondo

La serie Wedge di Bright Solutions rappresenta la sorgente laser ideale per la tecnologia 1 shot - 1 shape di QIOVA perché fornisce alte energie di impulso con durata pari o inferiore a 1 ns. In particolare i laser della serie Wedge High Energy (Wedge HB e Wedge XB) sono sorgenti al sub-nanosecondo che pur lavorando a basse frequenze di ripetizione (fino a 2 kHz) e con po-

SOLUZIONI

MATERIALE	Numero di punti in un singolo colpo con focale	
	f=160mm	f=45mm
Acciaio inossidabile	21	250
Alluminio con anodizzazione nera	4	50
Alluminio con vernice nera	20	240
Ottone	10	126
Nickel	15	200
PET metallizzato	1.300	15.000
Oro	13	160
Argento	7	90
Silicio	10	126
Titanio	15	200
Polimero	15	200

Risultati sperimentali della soluzione VULQ1 + Wedge HB su materiali differenti.

tenze medie di solo 4 W, raggiungono fino a 4 mJ di energia per impulso e 4 MW di potenza di picco (a 1064 nm).

Inoltre, il modulatore Q-Switch attivo permette un'efficace equalizzazione dell'energia di impulso da Single Shot a 2 kHz, rendendo nullo l'effetto della frequenza di ripetizione sulla densità di energia: questa caratteristica si adatta perfettamente al modo di operare della testa VULQ1.

Le sorgenti laser della serie Wedge permettono di processare diversi materiali quali ceramiche, plastiche con composizione e trattamenti superficiali speciali, materiali dielettrici, polimeri, resine, semiconduttori e materiali sintetici, tutto questo grazie alla combinazione di un'elevata potenza di picco e una breve durata di impulso, caratteristiche essenziali per interagire con materiali caratterizzati da una soglia di attivazione alta ma sensibili a processi termici.

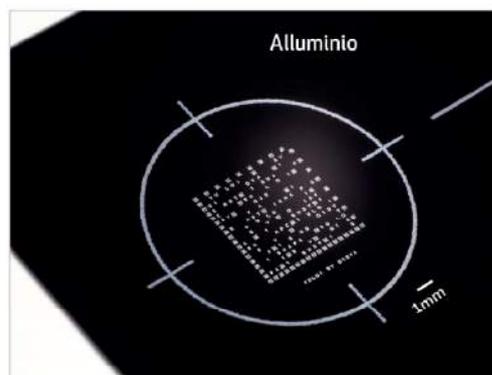
Un'altra applicazione interessante è la marcatura intravolume. Grazie alla elevata potenza di picco il laser Wedge produce nel fuoco un assorbimento multi-fotone. Questo fenomeno puramente non-termico permette di creare marcature con una lunghezza d'onda a cui il

materiale è trasparente, senza richiedere additivi. Se il fascio viene focalizzato con uno spot relativamente piccolo nel materiale, si creeranno delle "bolle" di pochi micron nel materiale stesso senza generare alcuna contaminazione o detriti. Questa tipologia di marcatura intravolume porta dei vantaggi per le applicazioni che richiedono di lavorare in ambienti puliti, come per esempio accade per le industrie farmaceutiche e biomedicali. Opportunamente ottimizzata, la marcatura intravolume non genera micro-cricche o stress meccanici e risulta adatta per materiali vetrosi, accomunati da un'elevata sensibilità ai fenomeni termici localizzati.

Una combinazione perfetta

Un importante vantaggio di questa rivoluzionaria soluzione è la sua compatibilità con il marking-on-fly. Grazie all'impulso a bassa frequenza di ripetizione (1 kHz in questo caso), questo approccio rende semplice la sincronizzazione del flusso di produzione con il sistema laser, aumentando la robustezza del sistema e riducendo la complessità e le perdite in termini di potenza. Un altro importante vantaggio è la possibilità di riconfigurare il pattern, e quindi il codice che deve essere marcato, compatibilmente alle frequenze video standard (25 Hz), permettendo un controllo dinamico essenziale per gestire diversi lotti su una stessa linea di produzione. A oggi, la marcatura 2D con la soluzione Flash Laser Marking è stata testata con successo sui metalli (acciaio inossidabile, oro), sui polimeri (polistireni, ABS, NAS), sulla carta e sul sughero. La Tabella mette in evidenza alcuni risultati sperimentali ottenuti sui materiali di uso comune al variare della distanza focale degli obiettivi impiegati, utilizzando il sistema: testa VULQ1 e sorgente Wedge HB (1mJ - 1MW @1064nm da SS a 1 kHz).

Il numero massimo di punti per impulso è stabilito considerando l'effetto in marcatura, ossia viene verificato che risulti leggibile da un sistema di decodifica. Nel caso fosse necessario aumentare il numero di punti mantenendo inalterate le caratteristiche della sorgente laser è comunque possibile persistere sul materiale con una serie di colpi consecutivi e spot sovrapposti, così da raggiungere l'effetto desiderato



Alphamatrix marcato su alluminio con la soluzione VULQ1 + Wedge HB.



Alphamatrix marcato su materiale ceramico con la soluzione VULQ1 + Wedge HB.

Applicazioni della soluzione 1 shot - 1 shape

Marcatura ad alta velocità di codici. La soluzione VULQ1 + Wedge è rivoluzionaria in tutte le applicazioni in cui è necessario avere marcature di codici con un'alta produttività; è possibile infatti ottenere una marcatura di un codice completo (datamatrix, serial number, dotmatrix, QR-code) con un singolo colpo della durata di 1 ns. Questo si traduce nella possibilità di avere codici 2D marcati on the fly a una frequenza di 1 kHz, senza la necessità di operare con complesse sincronizzazioni e di fermare il sistema di trasporto degli oggetti. Parallel processing. Per molti processi di trac-



PET
metallizzato
marcato
in cinque colpi:
VULQ1 - 1 shot=1
shape - datamatrix
sinistro -
datamatrix destro
- 1 cm.

ciabilità sono sufficienti solo pochi punti per la determinazione del codice. La tecnica QIOVA, selezionando il numero massimo di spot, permette di processare in parallelo più oggetti, incrementando notevolmente la produttività dei sistemi industriali. I codici tipici in questa applicazione sono 1D bar code in movimento.

Identificazione e anticontraffazione. La contraffazione oggi è un fenomeno globale che colpisce non solo i produttori di articoli costosi, ad alta tecnologia o con brand esclusivi (Fashion, retail, food, pharma, luxury, ecc.), ma anche beni di consumo. La marcatura intravolume descritta in precedenza offre un metodo per preservare la tracciabilità nel tempo e contemporaneamente di preservare la contraffazione utilizzando un metodo di decodifica proprietario.

Con la soluzione VULQ1 + Wedge è possibile creare una marcatura semi-invisibile. Si tratta di una marcatura che non è direttamente visibile dai clienti e dai possibili contraffattori, ma è facilmente rilevabile da strumenti standard quali microscopi o lenti. Questo grazie a basse densità di energie e dimensioni micrometriche che rendono difficilmente visibile la marcatura a occhio nudo. Questa innovazione apre la strada verso nuovi traguardi ed è destinata a sostituire le tecnologie esistenti in diversi campi applicativi, tra questi il Flash marking 2D code ad alta risoluzione, la marcatura intravolume di materiali trasparenti, la marcatura semi-invisibile e molte altri. La combinazione laser sub-nanosecondo e la testa di processo VULQ1 sono una soluzione già commercialmente disponibile ed economicamente accessibile.

QUALIFICA AUTORI

Ing. Alessandro Zito, Field Sales Engineer

Laser & Electro-Optic Acal BFi Italy Srl

Ing. Stefano Trevisan, Technical Sales Manager

Bright Solutions Srl

Benjamin Dusser, PhD. CEO & Co-Founder

QIOVA S.A.S