

# Metodo di realizzazione di una guida d'onda in un substrato tramite laser a femtosecondi

## KEYWORDS

- FOTONICA INTEGRATA
- POLARIZZAZIONE DELLA LUCE
- LAMINE DI RITARDO
- GUIDE D'ONDE
- TECNOLOGIE QUANTISTICHE

## AREA

- INGEGNERIA ELETTRICA, ELETTRONICA E ICT

## Priorità

n. 102013902148516 del 18.04.2013.

## Tipologia Deposito

Brevetto per invenzione.

## Co- Titolarità

Sapienza Università di Roma 10%, CNR 90%.

## Inventori

Fabio Sciarrino, Andrea Crespi, Roberto Osellame, Giacomo Corrielli.

## Settore industriale & commerciale di riferimento

Attività di ricerca che si inserisce nell'area della fotonica integrata e tecnologie quantistiche.

## Stato di sviluppo

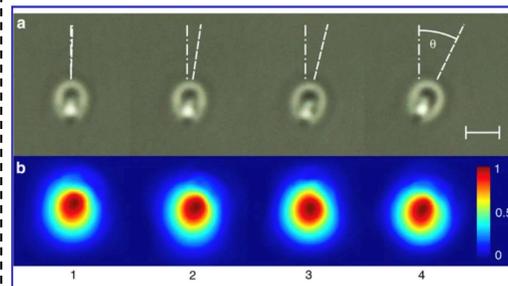
La tecnologia è stato testata in laboratorio con un esperimento che mostra la validità del funzionamento, riportato in Nature Communications 5, 4249 (2014), Livello TRL 4.

LCENZIATO

## CONTATTI

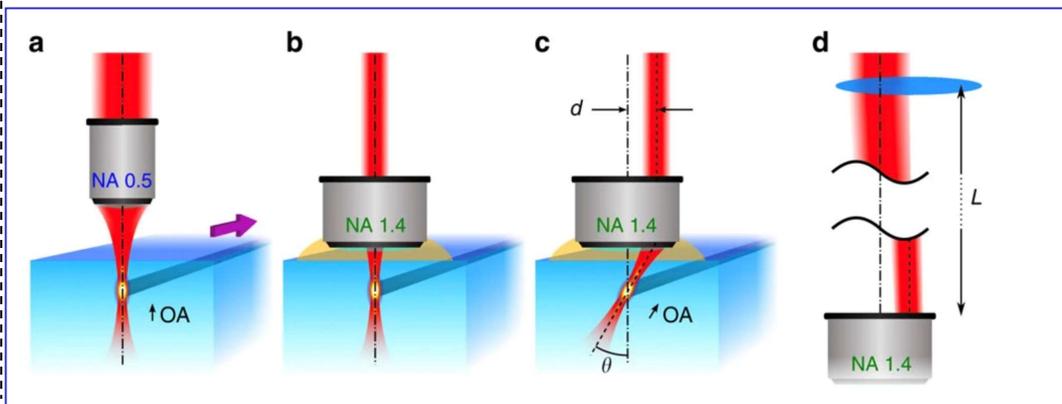
➤ TELEFONI  
+39.06.49910888  
+39.06.49910855

➤ EMAIL  
u\_brevetti@uniroma1.it



**Fig. 1** (a) Immagini al microscopio della vista frontale di guide d'onda (etichettate 1-4) che mostrano una rotazione progressiva della sezione trasversale all'aumentare dell'offset  $d$  del raggio di scrittura. Barra della scala, 5  $\mu\text{m}$ . (b) Profili di campo vicino dei modi di guida d'onda a diversi angoli di rotazione

**Fig. 2** Schema concettuale del metodo che consente la scrittura diretta di guide d'onda ottiche che fungono da piastre d'onda integrate con asse inclinato.



## Abstract

Metodo per fabbricare con tecnologia laser a femtosecondi, guide d'onda ottiche con asse di birifrangenza inclinato, utilizzabili a tutti gli effetti come lamine birifrangenti integrate. La semplicità del metodo proposto rende questo approccio particolarmente interessante, soprattutto se paragonato con la complessità necessaria per fabbricare dispositivi equivalenti con tecniche litografiche.

## Pubblicazioni

- ❖ G. Corrielli, A. Crespi, R. Geremia, R. Ramponi, L. Sansoni, A. Santinelli, P. Mataloni, F. Sciarrino, R. Osellame, Rotated waveplates in integrated waveguide optics, Nature Communications 5, 4249 (2014).



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

ASuRTT \_ UFFICIO VALORIZZAZIONE E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO  
SETTORE BREVETTI E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

➤ <http://uniroma1.it/ricerca/brevetti>

# Metodo di realizzazione di una guida d'onda in un substrato tramite laser a femtosecondi

## Descrizione Tecnica

Viene descritto un metodo per realizzare una guida d'onda ottica in un substrato mediante un sistema laser a femtosecondi, la guida d'onda includendo un asse di birifrangenza inclinato di un angolo predeterminato per almeno un segmento. Il metodo include la preparazione di un substrato includente una superficie libera, focalizzando un raggio laser a femtosecondi nel substrato, al fine di indurre una modifica dell'indice di rifrazione di un volume di tale substrato attorno alla regione focale. Il metodo include inoltre la variazione di una direzione di propagazione del raggio laser a femtosecondi per raggiungere una direzione di propagazione che descrive un angolo predeterminato rispetto alla normale alla superficie libera del substrato, e la traslazione della regione focale rispetto al substrato, per generare il segmento della guida d'onda.

## Tecnologia & Vantaggi

Il controllo e la manipolazione dello stato di polarizzazione di un fascio laser è cruciale in numerose applicazioni che vanno dal rilevamento ottico alle comunicazioni ottiche, sia in regime classico che quantistico, e in ultima analisi ogni volta che si devono sfruttare fenomeni di interferenza. Molte di queste applicazioni presentano severi requisiti di stabilità di fase e traggono grande vantaggio da applicazioni presentate in ottica integrata monolitica. Tuttavia, i dispositivi integrati che consentono trasformazioni arbitrarie dello stato di polarizzazione sono molto difficili da realizzare con le tecnologie litografiche convenzionali. Questo brevetto descrive una tecnica per fabbricare lamine d'onda ottiche basate su guida d'onda, con asse di birifrangenza ruotato arbitrariamente, mediante impulsi laser a femtosecondi. Questo approccio apre nuove prospettive per la manipolazione integrata di informazioni codificate in polarizzazione con applicazioni pertinenti che vanno dal rilevamento polarimetrico integrato alla distribuzione di chiavi quantistiche.

**Fig.3** (a) Immagine al microscopio vista dall'alto di una giunzione tra due sezioni di guida d'onda aventi angoli di inclinazione differenti. Barra della scala, 10  $\mu\text{m}$ . Sono state caratterizzate diverse piastre d'onda con un'inclinazione dell'asse ottico progettato di  $\theta = 22,5^\circ$  con lunghezze diverse; per la luce in ingresso polarizzata orizzontalmente, viene riportata la potenza normalizzata misurata trasferita in (b) gli stati di polarizzazione orizzontale (triangoli rossi) / verticale (quadrati blu) e (c) gli stati di polarizzazione diagonale (rombi blu) / antidiagonale (cerchi rossi).

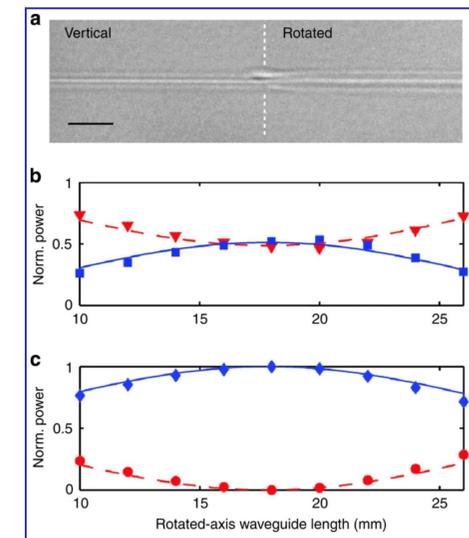
## Applicazioni

La presente invenzione consente di fabbricare segmenti di guida d'onda che agiscono come lamine d'onda integrate, con controllo preciso dell'angolo di inclinazione. Questo approccio è molto più semplice ed economico rispetto ad altre tecniche basate sulla litografia per realizzare convertitori di polarizzazione integrati. Questa tecnica può trovare applicazione sia nell'ottica classica che per le tecnologie quantistiche: nel contesto del quantum sensing, il campo di ricerca che sfrutta risorse quantistiche per migliorare la sensibilità nella misurazione di grandezze fisiche rilevanti, la crittografia quantistica e l'informazione quantistica basata sulla fotonica.

## CONTATTI

➤ TELEFONI  
+39.06.49910888  
+39.06.49910855

➤ EMAIL  
u\_brevetti@uniroma1.it



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

ASuRTT \_ UFFICIO VALORIZZAZIONE E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO  
SETTORE BREVETTI E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

➤ <http://uniroma1.it/ricerca/brevetti>