



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101997900597732
Data Deposito	20/05/1997
Data Pubblicazione	20/11/1998

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	02	B		

Titolo

PROCEDIMENTO E DISPOSITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI RETICOLI DI BRAGG IN FIBRE
O GUIDE D'ONDA OTTICHE.

Descrizione dell'invenzione avente per titolo:

"PROCEDIMENTO E DISPOSITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI RETICOLI DI BRAGG IN FIBRE O GUIDE D'ONDA OTTICHE"

a nome CSELT - Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A., Via G. Reiss Romoli 274, 10148 Torino, nazionalità italiana.

Inventori: Laura BOSCHIS

Oriana ROSSOTTO

Luigi TALLONE

Domanda N. **T 0 97 A 0 0 0 4 2 4**

Depositata il **2 0 MAG. 1997**

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

==.==.==.==.==

La presente invenzione si riferisce alla realizzazione di componenti in fibra ottica per telecomunicazioni ottiche, e più in particolare riguarda un procedimento e un dispositivo per la realizzazione di reticoli di Bragg identici su fibre o guide ottiche fotosensibili distinte.

Nei sistemi di comunicazione ottica si fa largo uso di componenti ottici selettivi in lunghezza d'onda basati sull'impiego di reticoli di Bragg in fibra ottica o in guida ottica planare, i quali sfruttano il fatto che un reticolo di Bragg avente un certo passo riflette una certa lunghezza d'onda e trasmette le altre lunghezze d'onda. Tali reticoli sono costituiti da tratti di fibra o di guida che presentano variazioni periodiche d'indice di rifrazione nel senso della lunghezza. Un metodo molto usato per ottenere queste variazioni periodiche d'indice di rifrazione è quello di illuminare la fibra o la guida con un sistema di frange d'interferenza ottenuto per olografia o per interferenza diretta tra due fasci UV o tramite una maschera su cui è stato realizzato un reticolo che modula spazialmente una caratteristica della radiazione inviata verso la fibra o guida, in particolare la fase.

In certe applicazioni, per esempio per la realizzazione di filtri passa banda o di dispositivi di inserzione-estrazione di lunghezze d'onda (Add-Drop Multiplexers) è necessario realizzare coppie di reticoli assolutamente identici nei due rami di un accoppiatore in guida ottica. Un accoppiatore in guida ottica, nella sua forma base, è formato da due tratti di fibra o di guida uniti fra loro nella loro parte centrale (regione di accoppiamento), come illustrato in fig. 1. Per ottenere un dispositivo a reticolo come quelli menzionati prima, in ognuno dei due tratti di fibra o guida (nella regione in cui essi sono separati) è realizzato un reticolo in modo tale che la radiazione alla lunghezza d'onda d'interesse, lanciata attraverso un ramo dell'accoppiatore (p. es. 100A), venga riflessa dai due reticoli ed esca attraverso uno degli altri rami, dalla stessa parte da cui è stata lanciata (p. es. dal ramo 101B). Se i due reticoli non sono sostanzialmente identici una percentuale non trascurabile di tale radiazione viene riflessa verso il ramo d'ingresso, provocando disturbi. Con il termine "sostanzialmente identici" si indica qui che le curve di risposta spettrale, nella banda d'interesse, si devono sovrapporre in misura superiore al 90%, per mantenere la riflessione indesiderata sostanzialmente inferiore al 10%.

E' molto difficile fabbricare più reticoli identici su fibre o guide distinte scrivendo separatamente i reticoli stessi su ciascuna delle fibre o guide. Infatti da un lato le caratteristiche delle sorgenti con cui si irradiano le fibre o le guide per la realizzazione dei reticoli sono soggette a fluttuazioni nel tempo, e pertanto è difficile garantire che, al termine della scrittura del reticolo in una fibra o guida, quando si deve passare alla fibra o guida successiva, le caratteristiche siano sostanzialmente identiche. D'altro lato, il nucleo di una guida (e soprattutto quello di una fibra) ha dimensioni ridottissime (qualche micron) ed è quindi anche difficile garantire una stessa posizione relativa tra le diverse fibre o guide e il sistema ottico che focalizza la radiazione di scrittura.

Un'altra possibilità è quella di irradiare le fibre o le guide con un fascio che ha

larghezza sufficiente per interessare i nuclei di tutte le fibre o le guide. Anche in questo caso è difficile garantire l'illuminazione uniforme di tutte le fibre o le guide ad opera del fascio. Inoltre i tempi di realizzazione si prolungano, con la possibilità di vibrazioni del banco di lavoro che pregiudicano la qualità totale.

La presente invenzione ha lo scopo di fornire un procedimento e un dispositivo che garantiscano tale illuminazione uniforme di tutte le fibre o guide interessate dalla scrittura dei reticoli.

L'invenzione ha per oggetto un procedimento in cui le fibre o guide sono esposte, per un tratto della loro lunghezza, all'azione di una radiazione con distribuzione d'intensità tale da dare origine a variazioni periodiche d'indice di rifrazione nella zona di fibra o di guida irradiata, e in cui, per realizzare reticoli identici su una pluralità di fibre o guide, queste sono disposte affiancate e sono sottoposte solidalmente a un movimento di oscillazione trasversale al loro asse longitudinale, a una bassa frequenza tale che a ogni passaggio ciascuna guida rimanga esposta alla radiazione per un tempo sufficiente a garantire un incremento adeguato dell'indice di rifrazione.

L'invenzione ha anche per oggetto un dispositivo per realizzare il procedimento, in cui una sorgente invia verso le fibre o guide, tramite un sistema ottico, una radiazione che presenta, all'atto dell'incidenza sulle fibre o guide, distribuzione d'intensità tale da dare origine a variazioni periodiche d'indice di rifrazione nella zona irradiata, e in cui, per realizzare reticoli identici su una pluralità di fibre o guide, queste sono montate affiancate su un supporto comune associato a mezzi per impartirgli un movimento di oscillazione trasversale all'asse longitudinale delle guide stesse, a una bassa frequenza tale che a ogni passaggio ciascuna guida rimanga esposta alla radiazione per un tempo sufficiente a garantire la variazione d'indice di rifrazione.

Nell'articolo "High-Return Loss Narrowband All-Fiber Bandpass Bragg

Transmission Filter*, F. Bilodeau e altri, IEEE Photonics Technology Letter, Vol. 6, N. 1, Gennaio 1994, pagg. 80 - 82, si descrive un filtro basato su un accoppiatore del tipo descritto in precedenza e si afferma che il filtro presenta elevate perdite di ritorno (30 dB o più) grazie alla presenza di due reticoli sostanzialmente identici scritti simultaneamente nelle due fibre a valle della regione di accoppiamento con riferimento alla direzione in cui la radiazione viene inviata nel filtro. Non viene data alcuna informazione sul modo in cui viene risolto il problema di garantire l'irraggiamento uniforme delle due fibre nella scrittura simultanea.

Analogamente, in GB-A 2283831 si descrive un accoppiatore in cui i reticoli sono realizzati in una zona a valle della regione di accoppiamento e si afferma che tali reticoli sono scritti simultaneamente e sono sostanzialmente identici o formano un unico reticolo. Tuttavia non viene data alcuna informazione sul modo in cui si garantisce tale identità.

A maggior chiarimento si fa riferimento ai disegni schematici allegati, in cui:

- la fig. 1 mostra un accoppiatore ottico con reticoli; e
- la fig. 2 mostra un dispositivo per la realizzazione del procedimento secondo l'invenzione.

Nella fig. 1, un accoppiatore in fibra o guida ottica utilizzabile in dispositivi a reticolo quali filtri passa banda o dispositivi di inserzione-estrazione di lunghezze d'onda, è formato da due tratti di fibra o guida ottica che sono uniti nella parte centrale e formano i quattro rami 100A, 100B, 101A, 101B dell'accoppiatore. La parte centrale 102 forma la regione di accoppiamento. Le due fibre o guide presentano ognuna un reticolo 103, 104 disposto a valle della regione di accoppiamento 102, in modo tale che la radiazione alla lunghezza d'onda d'interesse, lanciata attraverso un ramo dell'accoppiatore (p. es. il ramo 100A) venga riflessa dai due reticoli 103, 104 ed esca attraverso uno degli altri rami (in figura, il ramo 101B), dalla stessa parte da cui è stata lanciata. I due reticoli devono

essere sostanzialmente identici (cioè devono avere curve di risposta spettrale che, nella banda d'interesse, si sovrappongono in misura superiore al 90%) per minimizzare la percentuale di radiazione incidente che viene riflessa verso il ramo d'ingresso 100A, provocando disturbi.

La Fig. 2 mostra un dispositivo adatto per la realizzazione di reticoli identici su un gruppo di fibre 1. Le fibre 1 sono montate in un supporto 2 che porta anche una maschera di fase 3. Il supporto deve garantire che la posizione delle fibre 1 e della maschera di fase 3 si mantenga costante nel tempo. In modo del tutto convenzionale, la maschera di fase 3 è illuminata dalla radiazione UV emessa da un laser 4 attraverso un sistema ottico atto a creare, in corrispondenza della maschera di fase, un'immagine della sorgente costituita da una sottile striscia di lunghezza corrispondente a quella del reticolo da realizzare.

Il sistema ottico comprende, in modo noto, una prima lente 5 per espandere il fascio emesso dalla sorgente; un gruppo di lenti 6, 7, 8 per generare un fascio collimato; un diaframma 9, interposto tra le lenti 6, 7 per sagomare il fascio conferendogli p. es. una distribuzione gaussiana d'intensità; una lente cilindrica 10 per formare l'immagine della sorgente sulla maschera di fase 3.

Vantaggiosamente, la radiazione emessa dalla sorgente 4 è inviata verso il sistema ottico attraverso una coppia di specchi 11, 12 che permettono di avere tra la sorgente 4 e la maschera di fase 3 un cammino sufficiente affinché l'effetto dei modi secondari sia trascurabile e allo stesso tempo di mantenere ridotto l'ingombro dell'apparecchiatura.

Per la realizzazione di reticoli identici sulle diverse fibre 1, il supporto 2 è montato su una guida (non rappresentata), perpendicolare all'asse longitudinale delle fibre, su cui il supporto può esser mosso di moto alternativo, per esempio su comando di un motore

13, per far sì che la radiazione UV effettui una scansione delle fibre stesse. La scansione delle fibre fa sì che a ogni passaggio queste "vedano" sostanzialmente lo stesso fascio e quindi si ha l'effettiva identità dei reticoli realizzati, senza che sorgano problemi dovuti p. es. a un allineamento non del tutto preciso tra le fibre 1 e il sistema ottico 5 - 10. Per garantire questo, è vantaggioso che il laser 4 sia un laser operante in continuo; si può anche usare un laser impulsato, quale un laser a eccimeri, il quale però deve presentare un'alta frequenza di ripetizione degli impulsi, p. es. una frequenza superiore al centinaio di Hz (p. es. 100 - 150 Hz).

La frequenza del movimento alternativo e la durata complessiva dell'irradiazione sono legate sia alla potenza della sorgente, sia alle caratteristiche di fotosensibilità delle fibre, sia anche al numero delle fibre in cui il reticolo deve essere scritto. In ogni caso, tale frequenza dovrà essere sufficientemente bassa da garantire che ciascuna fibra, a ogni passo, rimanga esposta per un tempo sufficiente da garantire l'avvio della variazione di indice di rifrazione: grazie ai successivi passaggi di ogni fibra davanti al fascio irradiante, si ha poi un'integrazione nel tempo della potenza irradiata di modo che, al termine del processo, garantisce che le differenze d'indice di rifrazione siano quelle effettivamente richieste per un reticolo.

In un esempio di realizzazione dell'invenzione, in cui i reticoli sono stati scritti in convenzionali fibre in silice idrogenate, si sono rivelate adatte frequenze del moto alternativo dell'ordine di 1 Hz o inferiori a 1 Hz; valori inferiori a 1 Hz sono necessari soprattutto se si usa un laser impulsato. Utilizzando un laser operante in continuo con potenza dell'ordine di qualche centinaio di mW (p. es. 500 mW), la formazione dei reticoli su una coppia di fibre ha richiesto un tempo dell'ordine di alcuni minuti, ben compatibile con le esigenze di produzione industriale. Questi tempi possono essere ridotti utilizzando laser più potenti (1 - 2 W) o fibre con fotosensibilità più elevata delle fibre

convenzionali (p. es. fibre drogate con Ge in concentrazioni elevate e/o con particolari distribuzioni dell'indice di rifrazione).

E' evidente che quanto descritto è dato unicamente a titolo di esempio non limitativo e che varianti e modifiche possono essere apportate senza uscire dal campo di protezione dell'invenzione. In particolare, nel caso di un accoppiatore in guida d'onda, in cui le due guide sono realizzate in una piastrina comune, nel supporto 2 sarà montata la piastrina.

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

Rivendicazioni

1. Procedimento per la realizzazione di reticoli di Bragg in guide ottiche monomodo (1), in cui le guide (1) sono esposte, per un tratto della loro lunghezza, all'azione di una radiazione con distribuzione d'intensità tale da dare origine a variazioni periodiche d'indice di rifrazione nella zona irradiata, caratterizzato dal fatto che, per realizzare reticoli identici su una pluralità di guide (1), dette guide sono disposte affiancate e sono sottoposte solidalmente a un movimento di oscillazione trasversale al loro asse longitudinale, a una bassa frequenza tale che a ogni passaggio ciascuna guida rimanga esposta alla radiazione per un tempo sufficiente a garantire la variazione d'indice di rifrazione.

2. Procedimento secondo la riv. 1, in cui detta radiazione è inviata sulle guide (1) tramite una maschera di fase (3), caratterizzato dal fatto che detta maschera (3) è sottoposta al movimento di oscillazione solidalmente alle guide (1).

3. Procedimento secondo la riv. 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detto movimento oscillatorio ha una frequenza dell'ordine di 1 Hertz.

4. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, caratterizzato dal fatto che detta radiazione è una radiazione continua.

5. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, caratterizzato dal fatto che detta radiazione è una radiazione impulsata, con frequenza di ripetizione degli impulsi molto superiore alla frequenza del movimento oscillatorio.

6. Procedimento secondo la riv. 5, caratterizzato dal fatto che la frequenza di ripetizione degli impulsi è di almeno 100 Hz.

7. Dispositivo per la realizzazione di reticoli di Bragg in guide ottiche, in cui una sorgente (4) invia verso le guide (1), tramite un sistema ottico (5 - 10) una radiazione che presenta, all'atto dell'incidenza sulle guide (1), distribuzione d'intensità tale da dare

origine a variazioni periodiche d'indice di rifrazione nella zona irradiata, caratterizzato dal fatto che, per realizzare reticoli identici su una pluralità di guide (1), dette guide sono montate affiancate su un supporto comune (2) associato a mezzi (13) per impartirgli un movimento di oscillazione trasversale all'asse longitudinale delle guide stesse (1), a una bassa frequenza tale che a ogni passaggio ciascuna guida rimanga esposta alla radiazione per un tempo sufficiente a garantire la variazione d'indice di rifrazione.

8. Dispositivo secondo la riv. 7, caratterizzato dal fatto che in detto supporto (2) è disposta anche una maschera di fase (3) solidale alle guide (1).

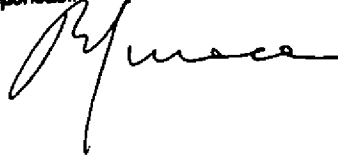
9. Dispositivo secondo la riv. 7 o 8, caratterizzato dal fatto che i mezzi (13) per impartire un movimento di oscillazione a detto supporto (2) sono atti a impartire un movimento a frequenza inferiore a 1 Hz.

10. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 7 a 9, caratterizzato dal fatto che la sorgente (4) è una sorgente continua

11. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 7 a 9, caratterizzato dal fatto che la sorgente (4) è una sorgente impulsata, con frequenza di ripetizione degli impulsi molto superiore alla frequenza del movimento oscillatorio.

12. Dispositivo secondo la riv. 11, caratterizzato dal fatto che la frequenza di ripetizione degli impulsi è di almeno 100 Hz.

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.
Il Responsabile Proprietà Industriale



TO 97A 000424

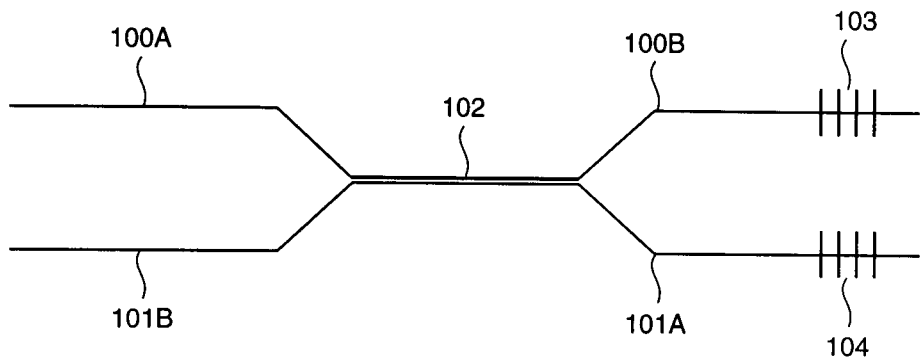


FIG. 1

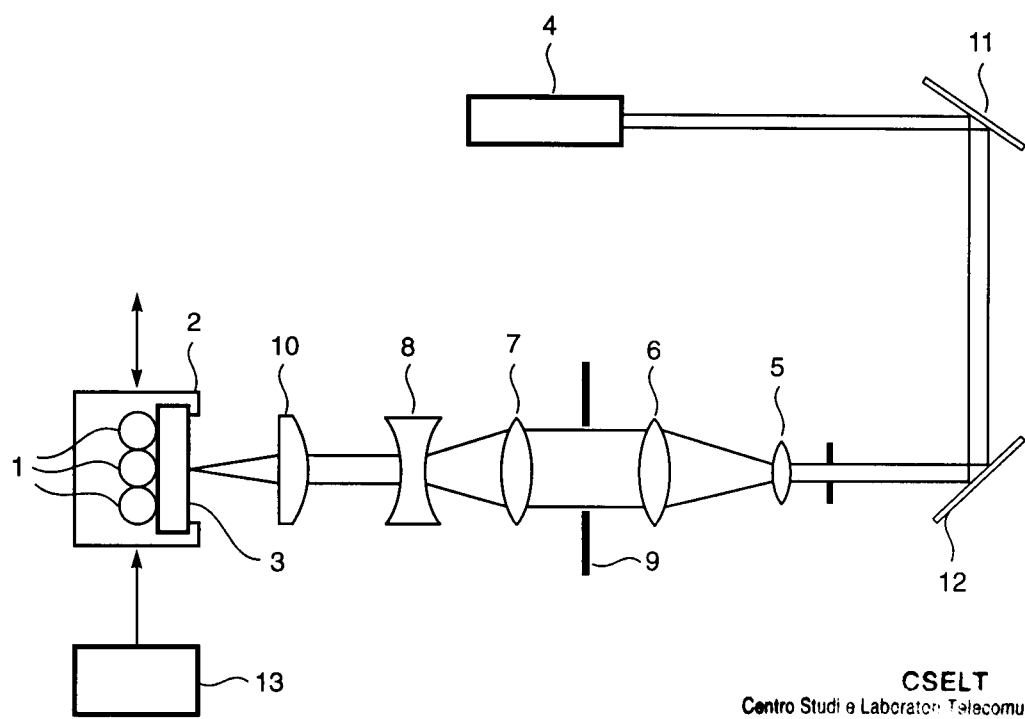


FIG. 2

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.
Il Responsabile Proprietà Industriale

