



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101997900604446
Data Deposito	17/06/1997
Data Pubblicazione	17/12/1998

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	G		

Titolo

NASTRO A FIBRE OTTICHE CON FIBRA OTTICA CENTRALE A MANTENIMENTO DI POLARIZZAZIONE

PD97A000126

P 14681 FL/RB

"NASTRO A FIBRE OTTICHE CON FIBRA OTTICA CENTRALE A
MANTENIMENTO DI POLARIZZAZIONE"

A nome: G.H.T GIOTTO HIGH TECHNOLOGY s.r.l.

con sede a PADOVA

Inventori Designati: 1) Signor GALTAROSSA ANDREA

2) Signor SOMEDA CARLO GIACOMO

DESCRIZIONE

Il presente trovato ha per oggetto una fibra ottica a mantenimento di polarizzazione inglobata in un nastro.

Oggigiorno sono sempre più diffusi i sistemi di telecomunicazione che impiegano fibre ottiche. Come è ben noto la maggior parte di tali sistemi utilizza trasmissioni di tipo numerico in cui l' informazione è trasportata sotto forma di sequenze di impulsi con determinate frequenze di ripetizione. Altri sistemi utilizzano invece trasmissioni analogiche, nelle quali l'informazione è contenuta nella modulazione dell'intensità della radiazione laser.

Sia gli uni sia gli altri sistemi di telecomunicazione devono talora fare i conti con il problema del mantenimento dello stato di polarizzazione del campo elettromagnetico guidato, mano a mano che esso avanza nella fibra in cui si propaga.

In teoria, il campo può propagarsi in una fibra ottica monomodale conservando intatto il suo stato di



polarizzazione, grazie alla completa degenerazione delle due polarizzazioni ortogonali in cui il campo stesso può essere scomposto.

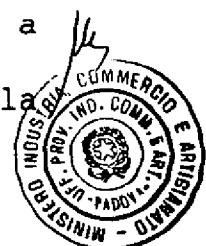
In realtà ciascuna fibra ottica è affetta da birifrangenza, il cui valore è solitamente assai modesto, ma varia aleatoriamente lungo la fibra stessa.

Una seconda causa di non idealità delle fibre ottiche reali è l' accoppiamento, anch'esso variabile aleatoriamente in funzione della coordinata longitudinale nella fibra stessa, tra gli stati di polarizzazione ortogonali in cui il generico campo elettromagnetico può essere scomposto.

La combinazione di questi due effetti, cioè birifrangenza e accoppiamento, produce una propagazione sostanzialmente casuale dello stato di polarizzazione della radiazione guidata lungo la fibra ottica.

A priori il suo andamento può essere stimato solo in termini statistici a causa di questa evoluzione aleatoria che dipende in maniera imprevedibile da più parametri, a loro volta variabili nel tempo, quali la temperatura e la lunghezza d'onda della radiazione guidata.

Tutto questo non permette una modellizzazione semplice ed affidabile dello stato di polarizzazione del campo trasmesso nella fibra e si traduce nell'impossibilità di garantire un determinato stato di polarizzazione all'uscita delle fibre ottiche comuni, quando esse non siano limitate a



distanze insignificanti.

Da vari anni si è cercato di porre rimedio a questi inconvenienti con interventi che mirano a rimuovere la degenerazione tra i due stati di polarizzazione ortogonali in cui può essere scomposto il generico campo elettromagnetico guidato in una fibra monomodale.

In pratica, si interviene acciocchè la fibra ottica presenti una birifrangenza intenzionale di valore significativamente maggiore rispetto a quella aleatoria.

Inoltre, al fine di prevenire l'accoppiamento casuale tra i due stati di polarizzazione ortogonali, tale birifrangenza intenzionale deve essere dotata di carattere marcatamente deterministico, cioè essere sostanzialmente costante lungo l'intera fibra.

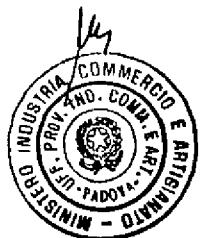
Tutto questo è stato ottenuto fino ad oggi seguendo due modalità differenti.

La prima è detta birifrangenza "da forma" in quanto si ottiene sostituendo il nucleo della fibra ottica comune, che ha sezione circolare o quasi, con un nucleo a sezione marcatamente ellittica, o addirittura quasi rettangolare.

La seconda modalità è detta birifrangenza "da sforzi".

In questo secondo caso è la fotoelasticità del vetro, di cui si compone la fibra ottica reale, a rendere anisotropo l'indice di rifrazione della fibra stessa.

Più precisamente, il valore di detto indice dipende



dallo stato di trazione o di compressione (in una direzione ortogonale a quella di propagazione) a cui la fibra è soggetta.

I risultati più apprezzabili di birifrangenza intenzionale si raggiungono con fibre a birifrangenza da sforzi.

In pratica, oggigiorno si introducono dei notevoli sforzi interni nella fibra sfruttando le differenze tra i coefficienti di dilatazione termica di materiali vetrosi di diverso drogaggio o di differenti composizioni chimiche, dei quali la fibra è opportunamente composta.

In tal modo si raggiungono risultati molto buoni, quali attenuazioni molto contenute, birifrangenze elevate e un buon disaccoppiamento tra i due stati di polarizzazione rettilinea che si propagano ortogonalmente l'uno all'altro e che si mantengono praticamente inalterati lungo lo sviluppo della fibra ottica che può raggiungere lunghezze di qualche chilometro.

Oltre che nelle telecomunicazioni, fibre siffatte trovano impiego nella realizzazione di sensori e trasduttori di vario tipo.

Dette fibre ottiche sono, però, tuttora a diffusione pratica limitatissima, a causa degli alti costi necessari per la loro produzione.

Infatti la birifrangenza desiderata è ottenuta mediante



sforzi interni piuttosto elevati; per errore essi superano spesso, durante alcune fasi di lavorazione, il carico di rottura dei materiali che compongono le barre o preforme da cui vengono filate le fibre. Le preforme allora si fessurano e divengono inservibili.

Di conseguenza si hanno rese produttive molto basse perchè sono poche le fibre che riescono a raggiungere indenni la lavorazione finale di filatura, e questo si traduce in elevatissimi costi di incidenza sul prodotto finale.

Compito principale del presente trovato è quello di mettere a punto fibre ottiche per sistemi di telecomunicazioni o per sensori che eliminino tutti gli inconvenienti sopra lamentati nei tipi noti.

In relazione al compito principale, uno scopo particolare del presente trovato è quello di mettere a punto un nastro a fibre ottiche contenente almeno una fibra nella quale sia assicurato il mantenimento dello stato di polarizzazione rettilinea del campo elettromagnetico che vi si inietta.

Un altro importante scopo del presente trovato è quello di mettere a punto un nastro a fibre ottiche contenente almeno una fibra attiva a mantenimento di polarizzazione che impieghi fibre ottiche monomodali di uno o più tipi comuni.

Ancora un importante scopo del presente trovato è

quello di mettere a punto un nastro contenente almeno una fibra ottica a mantenimento di polarizzazione che presenti una birifrangenza da sforzi interni che si conserva sostanzialmente invariata lungo tutto lo sviluppo del nastro stesso.

Ancora un importante scopo del presente trovato è quello di mettere a punto un nastro contenente almeno una fibra ottica a mantenimento di polarizzazione che possa essere ottenuto nella pratica a costi particolarmente contenuti rispetto a quelli delle fibre con birifrangenza da sforzi oggigiorno disponibili.

Un ulteriore importante scopo del presente trovato è quello di mettere a punto un nastro contenente almeno una fibra ottica a mantenimento di polarizzazione che possa essere ottenuto con rese produttive molto elevate.

Un altro scopo del presente trovato è quello di mettere a punto un nastro contenente almeno una fibra ottica a mantenimento di polarizzazione che possa essere facilmente e correttamente giuntato, o collegato mediante un connettore, con un nastro simile dello stesso tipo.

Ancora uno scopo del presente trovato è quello di mettere a punto un nastro contenente almeno una fibra ottica a mantenimento di polarizzazione che possa essere ottenuto nella pratica impiegando impianti e tecnologie note e che non richieda attrezzature particolari.

Il compito principale, gli scopi preposti ed altri scopi ancora che più chiaramente appariranno in seguito vengono raggiunti da un nastro a fibre ottiche caratterizzato dal fatto di comprendere una fibra ottica monomodale centrale e almeno due fibre periferiche, disposte in posizione contrapposte rispetto a detta fibra centrale, ciascuna di esse completa di uno o più rivestimenti in materia plastica, tutte sostanzialmente parallele e immerse in un rivestimento comune a realizzare detto nastro, dette fibre periferiche inducendo su detta fibra centrale una distribuzione di sforzi di compressione lungo una prima direzione appartenente al piano individuato dagli assi longitudinali di sviluppo di dette fibre (ed ortogonale agli assi stessi) e di trazione lungo una seconda direzione ortogonale al piano individuato dagli assi di sviluppo di dette fibre, con conseguente birifrangenza di detta fibra ottica centrale.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del presente trovato appariranno più chiaramente dalla descrizione di una sua preferita forma realizzativa, illustrata a titolo indicativo, ma non per questo limitativo della sua portata, nella allegata tavola di disegni in cui:

la fig. 1 rappresenta una vista prospettica di un tratto di un nastro a fibre ottiche secondo il trovato.

Con riferimento alla figura precedentemente elencata,

un nastro a fibre ottiche contenente almeno una fibra a mantenimento di polarizzazione, secondo il trovato, è complessivamente indicato con il numero di riferimento 10 e comprende una fibra ottica 11 centrale in silice vetrosa ai cui lati sono disposte in posizioni diametralmente opposte una seconda e una terza fibra 12.

Ciascuna di dette fibre 11 e 12 è completa di un rivestimento in materia plastica primario e secondario, dei tipi in sè noti e in uso corrente per simili tecnologie.

Dette fibre 11 e 12 sono mantenute tra loro sostanzialmente parallele e complanari grazie ad un rivestimento comune 13 che presenta una struttura sostanzialmente rettangolare con angoli 14 smussati.

Detto rivestimento 13 è preferibilmente realizzato con uno o più materiali plastici scelti in base alle loro caratteristiche termomeccaniche.

Le due fibre 12 periferiche svolgono una funzione meramente meccanica, infatti esse inducono una distribuzione di sforzi all'interno del nastro a fibre ottiche 10 per cui la fibra ottica 11 centrale risulta compressa nella direzione, appartenente al piano individuato dagli assi di sviluppo delle tre fibre, indicate dalle frecce 15.

Di conseguenza detta fibra ottica 11 risulta soggetta a trazione lungo una direzione ortogonale individuata dalle

frecce 16.

Pertanto, detta fibra ottica 11 centrale è l'elemento del nastro 10 atto a svolgere la funzione trasmittiva con conservazione dello stato di polarizzazione dato che essa presenta una apprezzabile birifrangenza da sforzi interni.

Infatti tutte le fibre ottiche 11 e 12 appartenenti al nastro 10 sono affette da sforzi di trazione lungo la direzione 16 e di compressione lungo la direzione 15, ma l'entità di tali sforzi interni dipende fortemente dalla posizione che ciascuna di dette fibre occupa nel nastro 10 stesso. Le fibre 12 periferiche risultano sempre sensibilmente meno birifrangenti rispetto alla fibra 11 centrale a causa del fatto che sul lato esterno ciascuna di esse è a contatto con materiali meno rigidi rispetto alla silice vetrosa di cui è costituita ogni fibra ottica monomodale.

Realizzando il nastro a fibre ottiche 10 secondo procedimenti tecnologici sostanzialmente uguali a quelli in uso per la costruzione di nastri a quattro oppure a otto fibre oggi diffusi, si ottiene una elevata lunghezza di correlazione degli sforzi interni (nel senso statistico dell'espressione).

In altri termini, la distribuzione degli sforzi interni trasversali ottenuta con il nastro a fibre ottiche 10, secondo il trovato, si mantiene praticamente invariata da

una sezione all'altra lungo lo sviluppo intero del nastro stesso.

Corrispondentemente anche la birifrangenza si conserva sostanzialmente invariata nella direzione longitudinale lungo la fibra 11.

Nei nastri realizzati secondo il trovato in oggetto è possibile mantenere costante sia il valore di birifrangenza della fibra ottica 11 centrale, sia l'orientazione nello spazio degli autostati di polarizzazione delle stesse fibre 11 che sono sostanzialmente rettilinei e paralleli alle direzioni indicate dalle frecce 15 e 16.

Il nastro a fibre ottiche 10 secondo il trovato può essere ottenuto con un particolare ulteriore contenimento dei costi impiegando due fibre 12 laterali in pura silice anziché due fibre ottiche dei tipi usati nelle telecomunicazioni o nella sensoristica, le quali sono costituite da un nucleo centrale e un mantello.

Un particolare e interessante ambito di applicazione del nastro a fibre ottiche 10 è nel campo degli amplificatori ottici e nei laser in fibra. In tal caso la fibra ottica centrale può essere una fibra drogata con erbio o con altri elementi attivi o sostanze attive, cioè in grado di amplificare per emissione stimolata la radiazione che si propaga quando siano opportunamente pompati.

La possibilità di realizzare un laser in fibra che

emetta luce polarizzata rettilineamente in una direzione appare di notevolissimo interesse applicativo.

Differenti configurazioni del nastro a fibre ottiche 10, secondo il trovato, con capacità di mantenimento dello stato di polarizzazione nella fibra centrale estremamente soddisfacente, possono essere ottenute impiegando un maggiore numero di fibre, purchè il numero totale sia dispari.

Si dispone, in tal caso, ancora una fibra centrale di tipo monomodale, atta a svolgere la funzione trasmissiva vera e propria, e in corrispondenza di più posizioni a coppie diametralmente opposte rispetto alla fibra centrale, sostanzialmente parallele ad essa, due o più fibre per ciascun lato atte a creare nella fibra centrale la distribuzione di sforzi interni desiderata.

Risulta evidente nella pratica come il presente trovato soddisfi efficacemente al compito principale e a tutti gli scopi preposti.

In particolare il nastro a fibre ottiche secondo il trovato è in grado, impiegando fibre ottiche monomodali di tipo comune, di raggiungere caratteristiche trasmissive di rilievo grazie al mantenimento dello stato di polarizzazione rettilineo del campo elettromagnetico opportunamente iniettato nella fibra centrale del nastro stesso.

Ancora un notevole vantaggio è conseguito con il



presente trovato per il fatto di avere messo a punto un nastro a fibre ottiche la cui fibra centrale presenta una birifrangenza da sforzi interni che si conserva sostanzialmente invariata lungo lo sviluppo del nastro stesso.

La birifrangenza della fibra centrale è inoltre mantenuta per un'ampio intervallo di valori della temperatura.

Un altro importante vantaggio è ottenuto con il presente trovato per il fatto di avere messo a punto un nastro a fibre ottiche con cui si mantiene sostanzialmente costante nella fibra centrale l'orientazione degli autostati di polarizzazione rispetto ad un sistema di riferimento comodo e di intuitivo impiego, un asse dal quale è ortogonale al piano del nastro.

Ancora un importante vantaggio è raggiunto con il presente trovato in considerazione del fatto di avere messo a punto un nastro a fibre ottiche con fibra centrale a mantenimento di polarizzazione che è ottenibile nella pratica a costi particolarmente contenuti rispetto alle fibre a mantenimento di polarizzazione dei tipi oggigiorno prodotti.

Un ulteriore vantaggio è conseguito con il presente trovato per il fatto di avere messo a punto un nastro a fibre ottiche con fibra centrale a mantenimento di



polarizzazione che può essere ottenuto con rese produttive molto elevate.

Ancora un vantaggio è ottenuto con il presente trovato per il fatto di aver messo a punto un nastro a fibre ottiche con fibra centrale a mantenimento di polarizzazione che può essere facilmente e correttamente giuntato, o collegato mediante un connettore, con un altro nastro dello stesso tipo grazie al fatto che la posizione delle due o più fibre laterali contraddistingue in maniera inequivocabile gli assi ottici della fibra centrale del nastro stesso.

Ancora un importante vantaggio è conseguito con il presente trovato considerando che è stato messo a punto un nastro a fibre ottiche con fibra centrale a mantenimento di polarizzazione che può essere ottenuto nella pratica con impianti e tecnologie sostanzialmente note e senza alcun bisogno di attrezzature particolari.

Il presente trovato è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del medesimo concetto inventivo.

Tutti i dettagli sono sostituibili con altri elementi tecnicamente equivalenti.

Inoltre i materiali impiegati nonchè le dimensioni possono essere qualsiasi, a seconda delle esigenze.



RIVENDICAZIONI

1) Nastro a fibre ottiche caratterizzato dal fatto di comprendere una fibra ottica monomodale centrale e almeno due fibre periferiche, disposte in posizione contrapposte rispetto a detta fibra centrale, ciascuna di esse completa di uno o più rivestimenti in materia plastica, tutte sostanzialmente parallele e immerse in un rivestimento comune a realizzare detto nastro, dette fibre periferiche inducendo su detta fibra centrale una distribuzione di sforzi di compressione lungo una prima direzione appartenente al piano individuato dagli assi longitudinali di sviluppo di dette fibre (ed ortogonale agli assi stessi) e di trazione lungo una seconda direzione ortogonale al piano individuato dagli assi di sviluppo di dette fibre, con conseguente birifrangenza di detta fibra ottica centrale.

2) Nastro a fibre ottiche, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che dette almeno due fibre periferiche sono in silice vetrosa.

3) Nastro a fibre ottiche, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che dette almeno due fibre periferiche sono in pura silice.

4) Nastro a fibre ottiche, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto rivestimento comune è realizzato con una o più materie plastiche.

5) Nastro a fibre ottiche, secondo una o più delle



... rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta fibra ottica centrale ha disposte, in corrispondenza di posizioni a coppie diametralmente opposte, un numero pari di fibre periferiche, essendo ciascuna di dette fibre sostanzialmente parallela ed equipaziata dalle altre, tutte dotate di rivestimenti primari e secondari e immerse in un rivestimento comune in una o più materie plastiche a realizzare detto nastro a fibre ottiche.

6) Nastro a fibre ottiche, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che una o più fibre ottiche sono drogati con elementi o sostanze in grado di amplificare radiazioni ad opportune lunghezze d'onda, sì da poter costituire un amplificatore ottico o un laser in fibra emettenti radiazioni polarizzate.

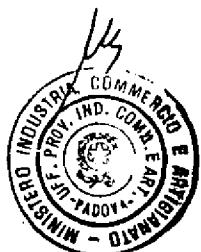
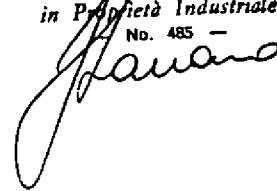
7) Nastro a fibre ottiche con fibra centrale a mantenimento di polarizzazione secondo una o più delle rivendicazioni precedenti che si caratterizza per quanto descritto ed illustrato nella allegata tavola di disegni.

Per incarico

G.H.T. GIOTTO HIGH TECHNOLOGY s.r.l.

Il Mandatario

Dr. Ing. FRANCESCO LANARO
Ordine Nazionale dei Consulenti
in Proprietà Industriale
No. 485 —



PD97A000126

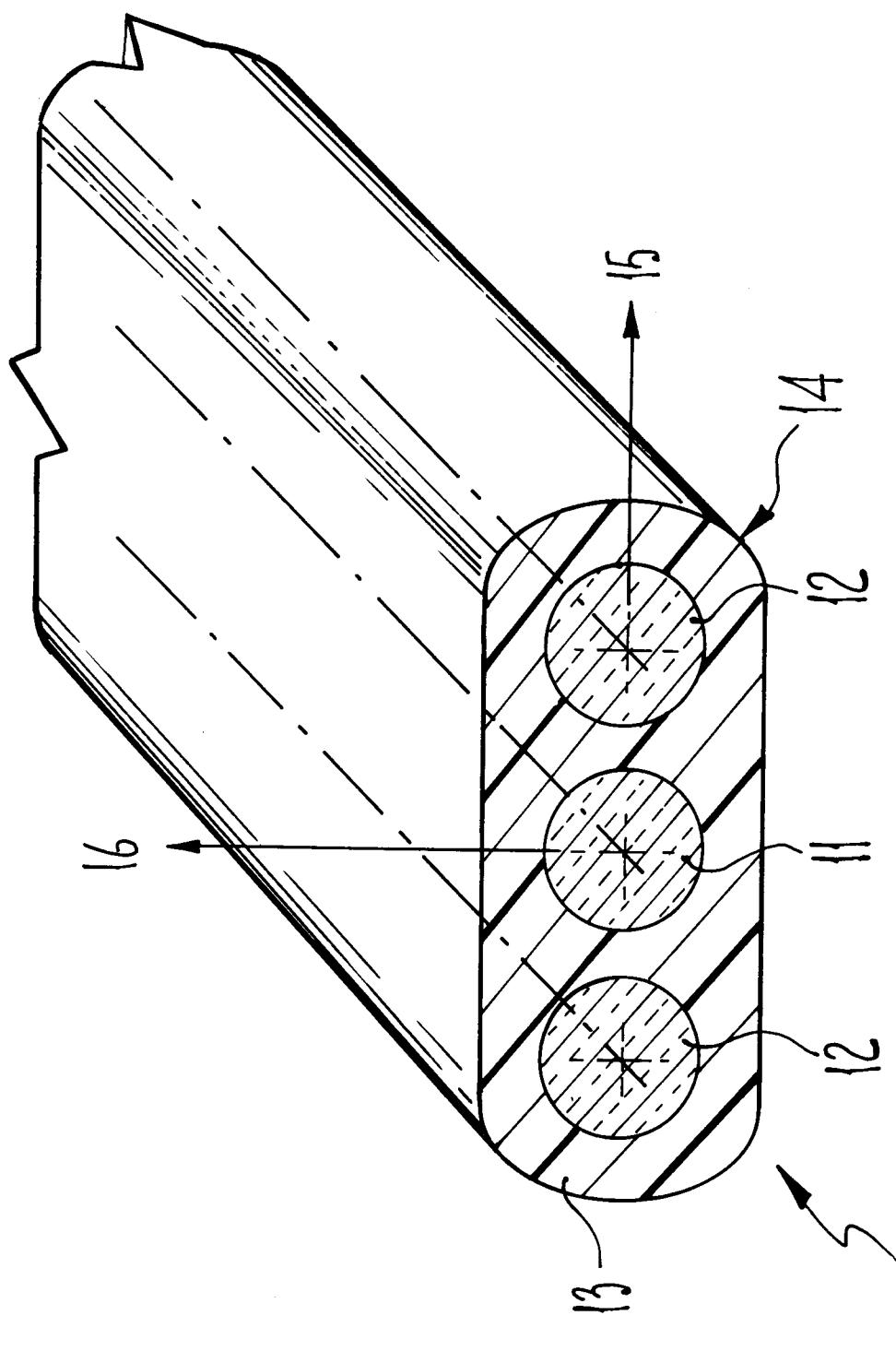


Fig. 1

