



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

| | |
|--------------------|-----------------|
| DOMANDA NUMERO | 102006901383713 |
| Data Deposito | 08/02/2006 |
| Data Pubblicazione | 08/08/2007 |

| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
|---------|--------|-------------|--------|-------------|
| A | 61 | F | | |

Titolo

METODO PER IL TRATTAMENTO LASER DI DISPOSITIVI IMPIANTABILI, DISPOSITIVI IMPIANTABILI OTTENUTI CON TALE METODO E SISTEMA LASER PER IL TRATTAMENTO DI DISPOSITIVI IMPIANTABILI.

D E S C R I Z I O N E

di brevetto per invenzione industriale di

1) R.T.M. S.P.A.,

2) NUOVA GEASS S.R.L.,

5 entrambe di nazionalità italiana,

rispettivamente con sede a

1) VIA CIRCONVALLAZIONE 7, - 10080 VICO CANAVESE (TO)

2) VIA MADONNA DELLA SALUTE, 23 - 33050 POZZUOLO DEL
FRIULI (UD)

10 Inventori: GALLUS Enrico, DI NARDA Francesca

8 FEB. 2006

*** **

TO 2006 A 000089

La presente invenzione si riferisce ad un metodo
per il trattamento laser di dispositivi impiantabili,
a dispositivi impiantabili ottenuti con tale metodo,
15 nonché ad un sistema laser per il trattamento laser
di dispositivi impiantabili.

Nel campo dell'implantologia, ed in particolare
dell'implantologia orale, è noto che la risposta
cellulare del tessuto ospite è influenzata dalla
20 rugosità superficiale dell'impianto.

E' stato infatti dimostrato che la
microtopografia superficiale dell'impianto influenza
l'adesione, la proliferazione, la crescita, la
migrazione, l'orientamento e la differenziazione
25 delle cellule del tessuto ospite.

CERBARO Elena
iscrizione Albo nr 426/BM

Gli studi condotti hanno dimostrato che superfici microlavorate, caratterizzate da un controllo della struttura superficiale più preciso di quello consentito dalle comuni tecniche di irruvidimento superficiale (sabbatura, mordenzatura, plasma-spray), migliorano e accelerano l'integrazione di un dispositivo medico nel tessuto circostante.

Scopo della presente invenzione è la realizzazione di un metodo di trattamento laser che consenta di ottenere sul dispositivo impiantabile una superficie con caratteristiche morfologiche ripetibili e controllate a livello micrometrico, in grado di ottimizzare la risposta del tessuto circostante al dispositivo, senza introdurre nel contempo contaminazioni chimiche.

Ulteriore scopo della presente invenzione è, nel contempo, quello di ottenere un'elevata velocità di processo e quindi un'elevata produttività.

Il suddetto scopo è raggiunto da un metodo di trattamento laser di un dispositivo impiantabile comprendente la fasi di

generare un fascio laser impulsato mediante un generatore laser allo stato solido pompato a diodi (DPSS) in regime di Q-switch;

focalizzare il fascio laser su una superficie

del dispositivo impiantabile; e

movimentare il fascio laser rispetto alla detta superficie secondo un moto relativo di scansione per realizzare una morfologia superficiale comprendente
5 una distribuzione controllata e sostanzialmente omogenea di pori,

la potenza del fascio laser essendo determinata in modo da realizzare pori aventi diametro e profondità compresi fra 3 e 150 μm ,

10 il moto di scansione e la frequenza degli impulsi essendo controllati in modo da realizzare pori con un passo compreso fra 3 e 300 μm .

La presente invenzione è altresì relativa ad un sistema laser per il trattamento di un dispositivo
15 impiantabile per realizzare sul detto dispositivo una morfologia superficiale comprendente una distribuzione controllata di pori, caratterizzato dal fatto di comprendere un generatore allo stato solido pompato a diodi (DPSS) in regime di Q-switch per
20 generare un fascio laser impulsato di potenza tale da realizzare pori aventi diametro compreso fra 3 e 150 μm , mezzi di focalizzazione del fascio laser su una superficie del dispositivo, mezzi di movimentazione relativa per spostare il fascio laser rispetto alla
25 detta superficie per realizzare un moto relativo di

scansione della detta superficie mediante il detto fascio laser, e mezzi di controllo dei detti mezzi di movimentazione relativa per realizzare un moto di scansione tale da produrre pori con un passo compreso
5 fra 3 e 300 μm .

La presente invenzione è inoltre relativa ad un dispositivo impiantabile comprendente una superficie provvista di una distribuzione controllata di pori aventi diametro e profondità compresi fra 3 e 150 μm
10 e un passo compreso fra 3 e 300 μm .

Per una migliore comprensione della presente invenzione vengono descritte nel seguito alcune forme preferite di attuazione, a titolo di esempi non limitativi e con riferimento ai disegni allegati, nei
15 quali:

la figura 1 è una vista schematica in elevazione di un impianto endosseo realizzato secondo la presente invenzione;

la figura 2 illustra schematicamente una
20 porzione di superficie dell'impianto;

le figure 3, 4 e 5 sono immagini ingrandite, con ingrandimenti crescenti, di un particolare di una superficie dell'impianto trattata mediante il metodo della presente invenzione; e

25 le figure 6 e 7 sono due schemi di sistemi laser

per il trattamento di impianti endossei secondo la presente invenzione.

Con riferimento alla figura 1, è indicato nel suo complesso con 1 un impianto endosseo, in particolare un impianto dentale.

L'impianto 1, illustrato a puro titolo esemplificativo, comprende un gambo filettato 2 ed una testa 3 sostanzialmente cilindrica o leggermente conica, ed è provvisto di una sede interna 4 assiale filettata, assialmente aperta dalla parte della testa 3, per il collegamento di un elemento protesico. L'impianto 1 è atto ad essere inserito in un sito implantare ricavato chirurgicamente in un osso mandibolare o mascellare del paziente, ed è realizzato in titanio commercialmente puro oppure in una lega metallica biocompatibile, ad esempio una lega di titanio.

Secondo la presente invenzione, la superficie laterale 4 dell'impianto 1 presenta microfori o pori 5 superficiali realizzati mediante un trattamento laser.

I pori 5 sono disposti secondo una pluralità di file 6 affiancate ed equispaziate fra loro. Le file possono avere andamento rettilineo o preferibilmente elicoidale, come meglio descritto nel seguito. I pori

possono presentare una disposizione a matrice quadrata, a nido d'ape o altra configurazione.

Diametro e profondità dei pori sono compresi fra 3 e 150 μm , preferibilmente fra 3 e 30 μm ed ancor più preferibilmente fra 5 e 20 μm . Il passo medio fra pori adiacenti è pari a 3-300 μm , preferibilmente 5-150 μm e ancor più preferibilmente 10-30 μm .

Prove svolte in vitro su campioni di titanio trattati laser con pori rispettivamente di 5, 10 e 20 μm di diametro e profondità hanno rivelato una tendenza alla proliferazione cellulare crescente con le dimensioni dei pori.

Dimensioni minori dei pori sono peraltro considerate maggiormente "biomimetiche", cioè in grado di simulare meglio la morfologia del tessuto osseo e pertanto stimolare la differenziazione cellulare a vantaggio di caratteristiche di tipo osteoblastico.

Si ritiene pertanto che il miglior compromesso fra la proliferazione e la differenziazione cellulare sia ottenibile nel campo di dimensioni dei pori compreso fra 5 e 20 μm .

Le figure da 3 a 5 sono fotografie realizzate al microscopio, con livelli crescenti di ingrandimento, di un esempio di impianto trattato al laser secondo

la presente invenzione.

Le figure 6 e 7 illustrano due possibili sistemi laser 10, 11 per il trattamento degli impianti.

La figura 6 illustra un sistema 10 semplificato in grado di realizzare una distribuzione di pori sulla superficie dell'impianto sostanzialmente omogenea anche se non perfetta, ma con una produttività molto elevata.

Il sistema 10 comprende un generatore laser 12, una testa 13 a scansione, ed un gruppo porta-pezzo 14 per il supporto, il posizionamento e la movimentazione degli impianti 1 durante la lavorazione.

Il gruppo portapezzo 14 comprende essenzialmente una tavola orizzontale 15 mobile secondo due assi orizzontali (X, Y) mutuamente perpendicolari fra loro, ed un mandrino 16 di presa del pezzo girevole intorno ad un proprio asse α coincidente in uso con l'asse dell'impianto in lavorazione. Il mandrino è portato da una testa 17 portata dalla tavola 15 ed orientabile intorno ad un asse β orizzontale e perpendicolare all'asse α , in modo da poter variare l'inclinazione dell'asse (α) dell'impianto e compensare l'eventuale conicità dell'impianto da lavorare.

CERBARO Eleno
[iscrizione Albo nr 426/BM]

Il generatore laser 12 è di tipo DPSS (allo stato solido pompato a diodi) in regime di Q-switch. Il fascio laser L generato viene inviato lungo un percorso ottico P alla testa 13 a scansione disposta
5 al disopra della tavola. La testa 13 a scansione è atta a fare oscillare il fascio laser lungo un piano verticale contenente l'asse α del mandrino 16, con un moto alternato di andata e ritorno fra due posizioni limite formanti un angolo prefissato fra loro, così
10 da dirigere il fascio sull'impianto sostanzialmente lungo una generatrice dell'impianto stesso.

La testa 13 a scansione è convenientemente provvista di un obiettivo 18 f-theta in grado di focalizzare correttamente il fascio L al variare
15 della sua posizione durante il movimento di scansione.

La testa 13 a scansione è convenientemente montata su una guida verticale 20 (asse Z) che consente di regolarne la posizione verticale.

20 Un'unità di controllo 24 comanda in modo coordinato il generatore laser 12, la testa 13 a scansione ed il gruppo portapezzo 14.

Da quanto precede, risulta evidente che gli assi X, Y, Z e β sono soltanto assi di posizionamento
25 preliminare, che non vengono interessati dai

movimenti della lavorazione.

La lavorazione viene eseguita mediante scansione dell'impianto 1 con il fascio laser L mosso dalla testa 13 a scansione, e la contemporanea rotazione
5 dell'impianto intorno all'asse α .

Il laser in regime di Q-sw (impulsi a nanosecondi) consente di realizzare durante il moto di scansione una successione di pori, sincronizzando opportunamente velocità di scansione e frequenza
10 degli impulsi. Grazie all'elevata frequenza degli impulsi (es. 10 kHz) è possibile operare a velocità di scansione molto elevate (es. 300 mm/s).

La rotazione del pezzo può essere intermittente oppure, preferibilmente, continua. Nel primo caso,
15 ciascuna corsa del moto di scansione laser descrive una generatrice dell'impianto, che rimane fermo durante la lavorazione; l'impianto viene quindi ruotato di un passo al termine di ciascuna corsa di scansione.

20 Nel secondo caso, la scansione laser, in combinazione con la rotazione continua dell'impianto, descrive su quest'ultimo una successione di linee elicoidali.

In questo modo è possibile semplificare al
25 massimo i controlli ed ottimizzare la velocità di

produzione.

Poiché il fascio laser L è sempre diretto sull'impianto 1 in direzione sostanzialmente perpendicolare alla generatrice scandita (a meno
5 dell'inclinazione dovuta al moto di scansione), l'incidenza del fascio laser è effettivamente normale alla superficie dell'impianto soltanto nelle zone di valle e di cresta del filetto, ma è necessariamente inclinata nella zona dei fianchi dei filetti. Ciò può
10 produrre sia un'alterazione dimensionale dei pori, sia una variazione locale nella distribuzione degli stessi. In questo caso, le dimensioni ed il passo dei pori descritti e rivendicati sono da intendersi come valori medi.

15 In generale, queste disuniformità sono tollerabili e non alterano in modo significativo le caratteristiche biomimetiche della finitura superficiale 1.

Il sistema 11 della figura 7 differisce da
20 quello della figura 6 in quanto è in grado di controllare l'angolo di incidenza del fascio laser sull'impianto.

In questo caso, il fascio laser L è diretto sull'impianto da una testa di focalizzazione 24
25 mobile secondo due assi Y e Z, mediante i quali è

CEASARO Eleno
Iscrizione Albo nr 426/BMJ

possibile controllare la posizione del fascio L lungo l'asse dell'impianto 1 e la distanza della testa di focalizzazione rispetto alla superficie dell'impianto. L'impianto è montato su una testa porta-pezzo 26 avente due gradi di libertà rotazionali (intorno agli assi α e β).

L'unità di controllo 24 controlla i quattro assi in modo coordinato durante la lavorazione, in modo da mantenere la direzione di incidenza del fascio laser sull'impianto 1 istante per istante sostanzialmente perpendicolare alla superficie dell'impianto stesso.

Per la realizzazione di pori con dimensioni comprese fra 3 e 15 μm vengono utilizzati convenientemente laser DPSS in Q-switch nell'UV (terza e quarta armonica, lunghezza d'onda di 355 e 266nm, rispettivamente) in singolo modo TEM00. Per la realizzazione di pori con dimensioni comprese fra 15 e 30 μm viene utilizzata convenientemente la seconda armonica (532nm) nel verde, sempre in singolo modo, e per pori con dimensioni comprese fra 30 e 50 μm viene utilizzata convenientemente la lunghezza d'onda fondamentale (1064nm) nell'IR, ancora in singolo modo.

Per pori con dimensioni maggiori, possono essere utilizzate le stesse sorgenti laser, ma funzionanti

in multimodo (potenza maggiore).

Da un esame delle caratteristiche dell'invenzione sono evidenti i vantaggi che essa consente di ottenere.

5 L'impiego di una sorgente laser di tipo DPSS in regime di Q-switch consente di realizzare in modo rapido ed economico degli impianti provvisti di una topografia superficiale ottimizzata ed atta a favorire la proliferazione e la differenziazione
10 delle cellule di tipo osteoblastico.

Risulta infine chiaro che al metodo ed ai sistema laser descritti possono essere apportate modifiche e varianti che non escono dall'ambito di tutela definito dalle rivendicazioni.

15 In particolare, il metodo ed i sistemi laser possono essere utilizzati per il trattamento di dispositivi impiantabili di altro tipo, non necessariamente per la chirurgia orale.

20

CERBARO Eleno
Iscrizione Albo nr 426/BMI

RIVENDICAZIONI

1. Metodo di trattamento laser di un dispositivo
(1) impiantabile comprendente le fasi di

generare un fascio laser (L) impulsato mediante
5 un generatore (12) allo stato solido pompato a diodi
(DPSS) in regime di Q-switch;

focalizzare il fascio laser (L) su una
superficie (4) del dispositivo; e

movimentare il fascio laser (L) rispetto alla
10 detta superficie (4) secondo un moto relativo di
scansione per realizzare una morfologia superficiale
comprendente una distribuzione controllata di pori
(5),

la potenza del fascio laser (L) essendo
15 determinata in modo da realizzare pori (5) aventi
diametro e profondità compresi fra 3 e 150 μm ,

il moto di scansione e la frequenza degli
impulsi essendo controllati in modo da realizzare
pori (5) con un passo compreso fra 3 e 300 μm .

20 2. Metodo secondo la rivendicazione 1,
caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di
realizzare pori (5) aventi diametro e profondità
compresi fra 3 e 30 μm .

25 3. Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2,
caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di

realizzare pori (5) aventi diametro e profondità compresi fra 5 e 20 μm .

4. Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il passo fra i pori (5) è pari a 5-150 μm .

5. Metodo secondo la rivendicazione 1 o 4, caratterizzato dal fatto che il passo fra i pori (5) è pari a 10-30 μm .

6. Metodo secondo la rivendicazione 1 per la realizzazione di pori (5) con diametro compreso fra 3 e 15 μm , caratterizzato dal fatto di impiegare un generatore (12) DPSS nell'UV in singolo modo TEM00.

7. Metodo secondo la rivendicazione 1 per la realizzazione di pori (5) con diametro compreso fra 15 e 30 μm , caratterizzato dal fatto di impiegare un generatore (12) DPSS nel verde in singolo modo TEM00.

8. Metodo secondo la rivendicazione 1 per la realizzazione di pori (5) con diametro compreso fra 30 e 50 μm , caratterizzato dal fatto di impiegare un generatore (12) DPSS operante nell'IR in singolo modo TEM00.

9. Metodo secondo la rivendicazione 1 per la realizzazione di pori (5) con diametro compreso fra 50 e 150 μm , caratterizzato dal fatto di impiegare un generatore (12) DPSS in multi-modo.

10. Sistema laser (10, 11) per il trattamento di un dispositivo (1) impiantabile per realizzare sul detto dispositivo una morfologia superficiale comprendente una distribuzione controllata di pori (5), caratterizzato dal fatto di comprendere un generatore (12) allo stato solido pompato a diodi (DPSS) in regime di Q-switch per generare un fascio laser (L) impulsato di potenza tale da realizzare pori (5) aventi diametro compreso fra 3 e 150 μm , mezzi di focalizzazione (18, 25) del fascio laser (L) su una superficie (4) del dispositivo (1), mezzi di movimentazione relativa (13, 14, 15) per spostare il fascio laser (L) rispetto alla detta superficie (4) per realizzare un moto relativo di scansione della detta superficie (4) mediante il detto fascio laser (L), e mezzi di controllo (24) dei detti mezzi di movimentazione relativa (13, 14, 15) per realizzare un moto di scansione tale da produrre pori (5) con un passo compreso fra 3 e 300 μm .

20 11. Sistema laser secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che il detto generatore (12) opera nell'UV.

25 12. Sistema laser secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che il detto generatore (12) opera nel verde.

13. Sistema laser secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che il detto generatore (12) opera nell'IR.

14. Sistema laser secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che il detto generatore (12) opera in singolo modo TEM00.

15. Sistema laser secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che il detto generatore (12) opera in multi-modo.

16. Sistema laser secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di movimentazione relativa comprendono mezzi di supporto (16, 26) per il detto dispositivo (1) girevoli intorno ad un primo asse (α) coincidente con un asse del dispositivo (1) stesso.

17. Sistema secondo la rivendicazione 16, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di supporto (16, 26) per il detto dispositivo (1) sono girevoli intorno ad un secondo asse (β) ortogonale rispetto al detto primo asse (α).

18. Sistema secondo la rivendicazione 16 o 17, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di movimentazione relativa comprendono mezzi (13, 25) per muovere il detto fascio laser (L) di moto alternato sostanzialmente lungo una generatrice del

detto dispositivo (1).

19. Sistema secondo la rivendicazione 18, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di movimentazione relativa comprendono una testa (13) a scansione.

20. Sistema secondo la rivendicazione 19, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di focalizzazione comprendono un obiettivo (18) f-theta portato dalla detta testa a scansione (13).

21. Dispositivo impiantabile comprendente una superficie provvista di una distribuzione controllata di pori (5) aventi diametro e profondità compresi fra 3 e 150 μm e un passo compreso fra 3 e 300 μm .

22. Dispositivo impiantabile secondo la rivendicazione 21, caratterizzato dal fatto che i detti pori (5) hanno diametro e profondità compresi fra 3 e 30 μm .

23. Dispositivo impiantabile secondo la rivendicazione 21 o 22, caratterizzato dal fatto che i detti pori (5) hanno diametro e profondità compresi fra 5 e 20 μm .

24. Dispositivo impiantabile secondo la rivendicazione 23, caratterizzato dal fatto che il passo fra i pori (5) è pari a 5-150 μm .

25. Dispositivo impiantabile secondo la

CERBARO Eleno
(iscrizione Albo nr 426/BM)

rivendicazione 21 o 24, caratterizzato dal fatto che
il passo fra i pori (5) è pari a 10-30 µm.

p.i.: 1) R.T.M. S.P.A.

2) NUOVA GEASS S.R.L.

Anna Cerbaro
CERBARO Elena
iscrizione Albo nr 426/BMI

5

[Signature]
AMMERCIO
TRANATO E AGRICOBURA

CERBARO Elena
iscrizione Albo nr 426/BMI

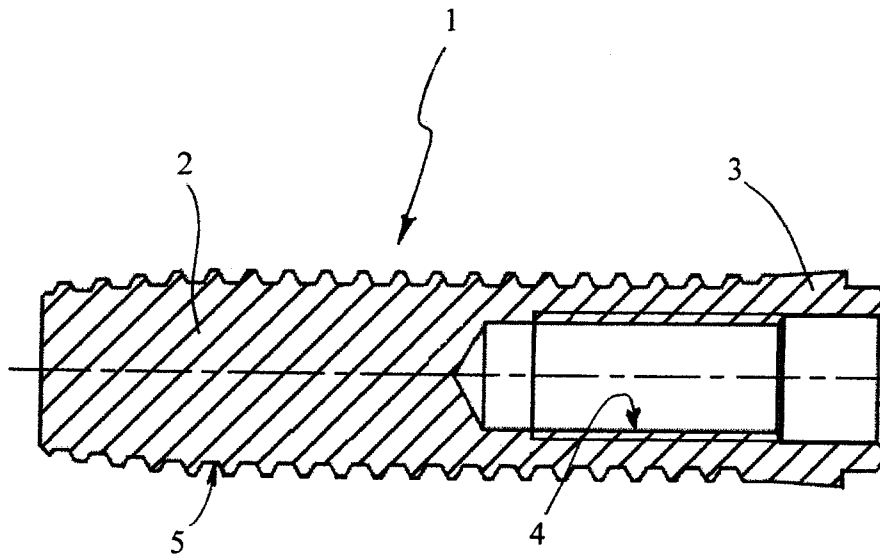
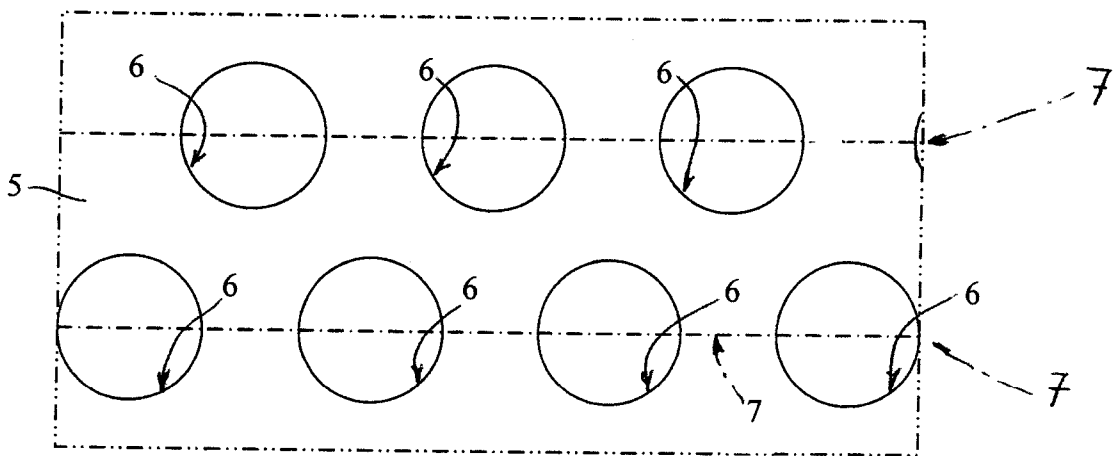


Fig. 1



p.i.: 1) R.T.M. S.P.A.
2) NUOVA GEASS S.R.L.

Fig. 2

Alma Carlo
CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BMP

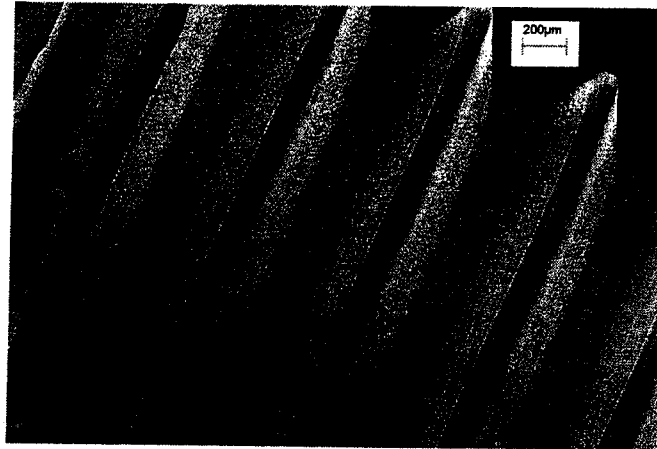


Figura 3

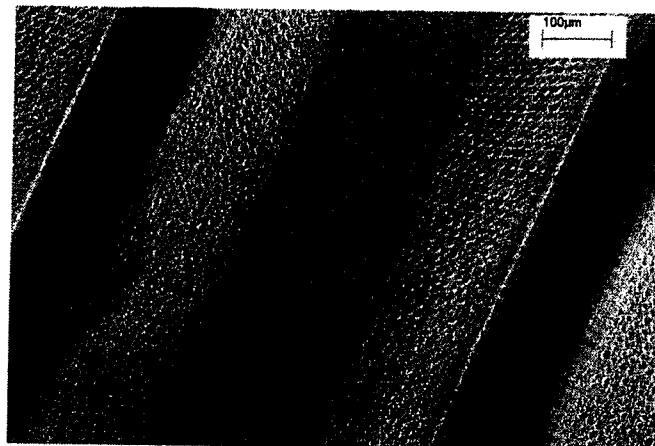


Figura 4



Figura 5

p.i.: 1) R.T.M. S.P.A.

2) NUOVA GEASS S.R.L.

Blue Cura
CERATO Puro
Isotensione All'or 420/BMI

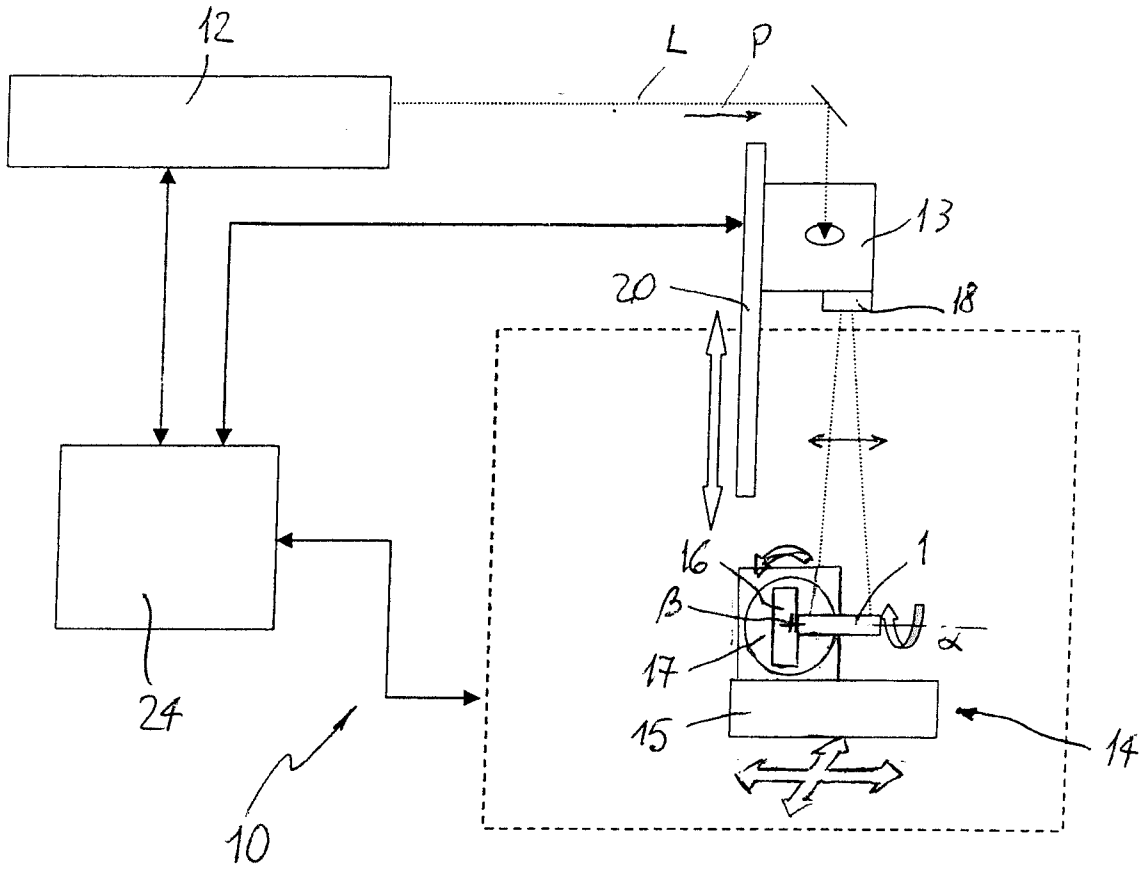


Fig. 6

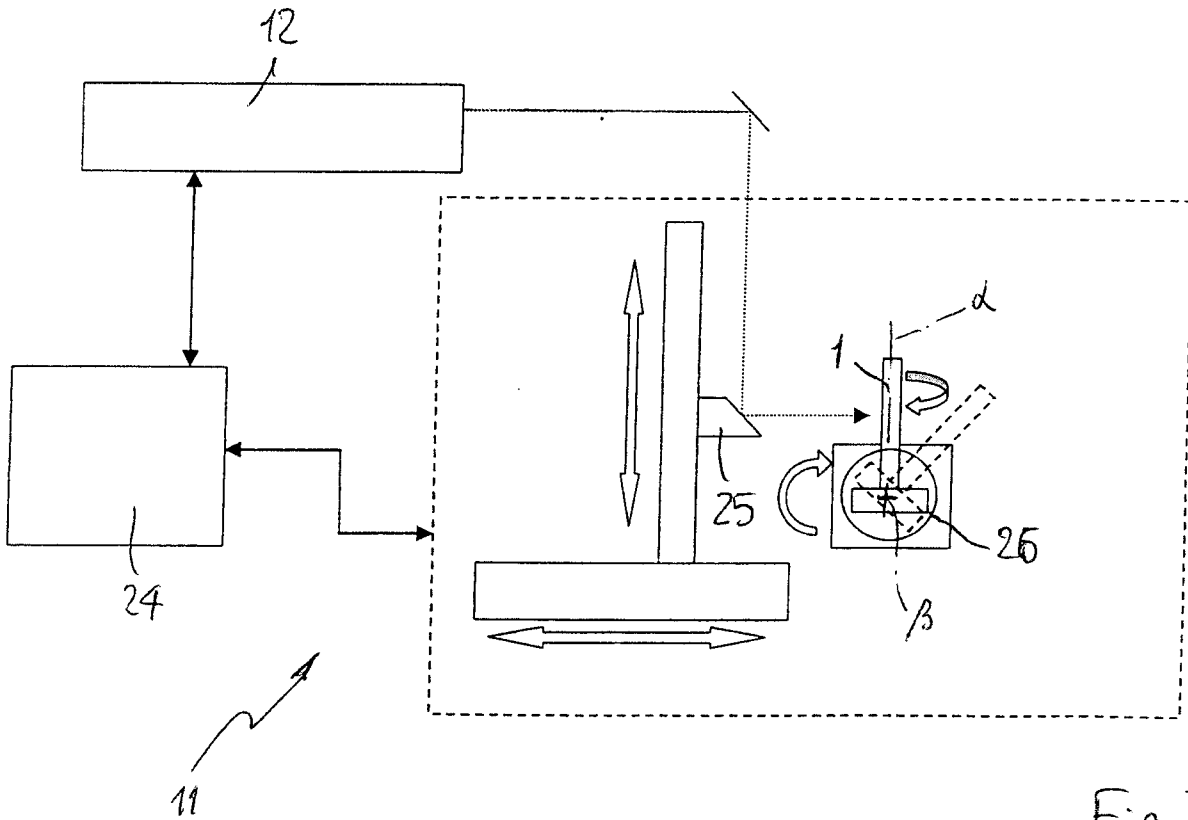


Fig. 7