



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101999900786526
Data Deposito	16/09/1999
Data Pubblicazione	16/03/2001

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	02	B		

Titolo

METODO PER LA REALIZZAZIONE, MEDIANTE REPLICA, DI SPECCHI PER RAGGI X CON STRUTTURE MULTISTRATO A FILM SOTTILI.

DESCRIZIONE

a corredo di una domanda di brevetto per l'invenzione industriale dal titolo
 "Metodo per la realizzazione, mediante replica, di specchi per raggi X con
 5 strutture multistrato a film sottili";

a nome del CE.TE.V. Centro Tecnologie del Vuoto* e
 Osservatorio Astronomico di Brera**

Inventori: Carlo MISIANO* e Oberto CITTERIO**.

10 L'invenzione riguarda un metodo per la realizzazione di strutture riflettenti per
 raggi X, sia operanti ad angolo di incidenza radente, sia ad incidenza normale,
 utilizzando la tecnica della replica. Come è noto, per "replica" si intende, nel
 settore dei film sottili, quella categoria di processi in cui il film sottile, gene-
 15 ralmente metallico, viene depositato, previa deposizione di uno strato distaccan-
 te, su di un supporto-matrice, otticamente lavorato, da cui verrà strappato, pre-
 vio il suo incollaggio su di un supporto non otticamente lavorato. In questo
 modo si ottengono superfici riflettenti di buona finitura ottica e a basso costo,
 anche di lavorazioni ottiche complesse e asferiche.

L'invenzione è nata dall'esigenza di realizzare strutture riflettenti, multistrato,
 20 anche fino a 150-200 strati, per specchi per raggi X ad angolo radente, nel ca-
 so specifico, quali componenti di telescopi per astronomia satellitare.

Carlo Misiano
Oberto Citterio

L'invenzione si colloca nel campo tecnico scientifico dell'ottica e in quello applicativo del settore della fabbricazione di strumenti ottici, ed in particolare, in quello della fabbricazione di telescopi per astronomia X ed XUV.

Il prodotto è un telescopio composto da un certo numero di strutture di tipo
5 troncoconico, coassiali, di altissima finitura ottica e microrugosità, anche inferiore a $2 \text{ \AA}$ RMS all'interno delle quali viene depositato un multistrato a film sottile che ha la finalità, aumentando la riflettività, di migliorare la qualità dell'immagine ottenibile e la banda di utilizzo del telescopio medesimo.

Questa struttura multistrato è composta da un numero elevato, anche superiore
10 a 200 film alternati, per es. nichel e carbonio di spessore estremamente ridotto: $15-30 \text{ \AA}$. La difficoltà nel realizzare questo trattamento multistrato, in modo che risulti rispondente alle esigenze dello specchio, risiedeva sia nell'ottenimento di una microrugosità dello stesso livello del substrato, sia nell'ottenimento di un film continuo e di spessore omogeneo, pur per spessori
15 così ridotti ed infine, problemi nel deporre il film all'interno di substrati troncoconici di diametro anche inferiore a 20 cm.

Com'è noto, un telescopio per raggi X operante ad angolo radente, è costituito da una serie di specchi a struttura del tipo troncoconico o più complessa, Fig. 1, la cui superficie riflettente è costituita dalla parete interna. L'intero telesco-
20 pio è costituito da n specchi di differente diametro, montati coassialmente. Nelle strutture più semplici, la superficie interna dello specchio è semplicemente ricoperta da un film d'oro o altri materiali ad alta densità, che per le loro caratteristiche presentano un'alta efficienza di riflessione dei raggi X.



L'angolo di radenza limite, al quale si può operare, può essere molto migliorato sfruttando il fenomeno di interferenza alla Bragg di un multistrato. In questa maniera si può estendere anche significativamente l'operatività delle ottiche ad energie più elevate, introducendo una struttura multistrato alternata, ad
5 alta e bassa densità, per es. nichel e carbonio, di spessore esiguo, dell'ordine di decine di Å, ma altamente controllata in spessore, uniformità e microrugosità superficiale.

Secondo le tecniche tradizionali la realizzazione del trattamento multistrato veniva effettuato deponendo i film direttamente nella parte interna delle strutture troncoconiche, ricorrendo ad apposite sorgenti di plasma sputtering appunto realizzate in modo da poter essere inserite all'interno della struttura troncoconica. I limiti di questa soluzione risiedevano sia nella qualità non ottimale dei film depositi ottenibili con la sorgente di plasma sputtering, sia nella difficoltà di realizzare altissime finiture superficiali nella faccia interna della
10 struttura troncoconica, anche a causa dei condizionamenti dovuti alla scelta dei materiali.

Il metodo, oggetto del trovato, prevede invece la realizzazione di una struttura maschio dell'elemento troncoconico, noto con l'espressione "mandrino", realizzabile con materiali facilmente lavorabili a basso livello di rugosità come
20 silice fusa, nichel, o meglio ancora, nichel trattato superficialmente con un film di nitrato di titanio, in modo da raggiungere il livello richiesto di rugosità inferiore a 2 Å RMS. La struttura multistrato, comprensiva dell'elemento distaccante, per es. oro, viene quindi deposta sulla superficie esterna del mandri-

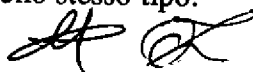


no, utilizzando la tecnica dell' "Ion Beam Sputtering Deposition" che invece risulta di difficile applicabilità al trattamento della faccia interna di strutture troncoconiche di piccolo diametro.

- A questo punto, la struttura meccanica di sostegno dello specchio costituita da metallo, per es. nichel o da un materiale ceramico, per es. carburo di silicio, allumina o ossido di silicio, viene assiemata alla struttura multistrato o mediante incollaggio, con apposita resina ad alta stabilità o viene direttamente accresciuta, con un processo elettrolitico o viene direttamente depositata, con un processo per es. del tipo plasma spray.
- 10 Il mandrino è quindi raffreddato, per es. mediante l'uso di azoto liquido, ed il suo conseguente restringimento causa la separazione del multistrato riflettente dal film distaccante che resta quindi sulla superficie del mandrino. Analogamente si può procedere per la realizzazione di specchi piani, anche operanti ad incidenza non radente, ed in questo caso, la matrice supporto non è costituita
- 15 da un mandrino ma da una struttura piana.

I vantaggi del trovato risiedono sia nella migliore qualità del film ottenibile mediante "Ion Beam Sputtering Deposition", sia nella maggiore semplicità nel realizzare un trattamento continuo ed uniforme su di una superficie esterna, sia nella più semplice lavorazione ottica su un mandrino massivo rispetto ad una

20 struttura leggera, non rigida, troncoconica e per di più interna. Infine nella possibilità di produrre, con un solo mandrino, otticamente lavorato, il numero desiderato di elementi troncoconici dello stesso tipo.



L'invenzione è ora descritta a scopo illustrativo e non limitativo, facendo riferimento alle figure allegate ed alle versioni attualmente preferite dagli inventori.

Fig. 1 - Specchio per telescopio a raggi X in configurazione troncoconica.

5 **Fig. 2** - Rappresentazione schematica del mandrino con il deposito del film distaccante, della struttura riflettente multistrato, con il supporto direttamente accresciuto in loco sulla struttura multistrato, con adesivo.

Fig. 3 - Rappresentazione schematica del mandrino con il deposito del film distaccante, della struttura riflettente multistrato e con il supporto direttamente
10 accresciuto in loco sulla struttura multistrato, privo di adesivo.

Nelle figure sono visibili:

- 1 mandrino
- 2 strato distaccante
- 3 multistrato riflettente
- 15 4 collante
- 5 supporto

Il mandrino viene realizzato con le tecniche più avanzate di super lavorazioni ottiche superficiali. Per ottenere i migliori risultati, nel presente trovato viene utilizzato un mandrino con superficie di nichel otticamente lavorato, su cui
20 viene depositato sotto vuoto, con un metodo di "Ion Plating" assistito da plasma, un film di 2-5 micron di nitrato di titanio, o simile, che per la sua estrema durezza permette una perfetta super lavorazione ottica, fino ad una rugosità dell'ordine di 1,5 Å RMS.



In conclusione, il prodotto finito si ottiene seguendo il procedimento di seguito descritto:

- . si costruisce una struttura maschio dell'elemento troncoconico, mandrino, la cui superficie esterna è configurata come la parte interna della struttura troncoconica che gli verrà accresciuta intorno, lavorato in modo da avere un'elevatissima finitura superficiale e bassa rugosità anche inferiore a $1,5 \text{ \AA}$ RMS;
- . sulla superficie di questo mandrino, opportunamente mantenuto in rotazione, vengono depositi sotto vuoto, con un processo di "Ion Beam Sputtering Deposition":
 - un film distaccante , preferibilmente d'oro;
 - una struttura multistrato, con strati alternati, ad alta e bassa densità, preferibilmente di nichel e di carbonio, essendo la struttura del multistrato composta generalmente da più di cento film, in periodo costante o variabile "graded multilayer" a seconda delle esigenze ottiche dello specchio;
 - . un supporto di sostegno della struttura riflettente, realizzato in modo da accoppiarsi al mandrino con buona approssimazione, viene incollato con apposito adesivo all'esterno della struttura multistrato; essendo detto supporto o metallico, per es. nichel o ceramico, per es. allumina AL_2O_3 oppure carburo di silicio;
 - . si raffredda quindi il mandrino con azoto liquido, ottenendo il suo restringimento e quindi il distacco dallo specchio su cui non rimane il film distaccante d'oro.

Del presente metodo è stata già dimostrata la sua fattibilità. In particolare, è stato riscontrato che il metodo di replica descritto non introduce sulla superficie finale dello specchio alterazioni della microrugosità superficiale rispetto a quella iniziale del mandrino.

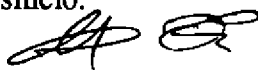
Eno Rinaldi



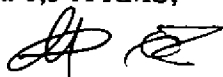
RM99A000573

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per la realizzazione, mediante replica, di specchi per raggi X con struttura multistrato, a film sottili caratterizzato dal fatto di impiegare un supporto matrice, denominato "mandrino", lavorato otticamente, su cui viene
5 deposta sotto vuoto una struttura multistrato composta da un film distaccante ed un multistrato riflettente per i raggi X, dall'accoppiamento della struttura multistrato, mediante incollaggio od accrescimento diretto della struttura di supporto e dal distacco della struttura multistrato riflettente, mediante contra-
10 zione del mandrino per raffreddamento.
2. Metodo, secondo la Riv. 1, caratterizzata dal fatto che detto mandrino è otticamente lavorato fino a livelli di rugosità superficiale molto bassa, anche inferiore a $2 \text{ \AA RMS}$, essendo detto mandrino costituito di un materiale vetroso, silice fusa, nichel, o nichel ricoperto superficialmente di un film duro quale
15 il nitrato di titanio.
3. Metodo secondo la Riv. 1, caratterizzato dal fatto che la struttura multistrato viene realizzata mediante la tecnica "Ion Beam Sputtering Deposition", ed in particolare oro quale materiale distaccante e nichel e carbonio quali strati alternati per la struttura riflettente.
- 20 4. Metodo come da Riv. 1 caratterizzato dal fatto che il supporto meccanico viene assiemato alla struttura multistrato mediante apposito collante ad alta stabilità, essendo il supporto o metallico per. es. nichel o ceramico, per es. carburo di silicio, allumina, ossido di silicio.



5. Metodo, come da Riv. 1, caratterizzato dal fatto che il supporto meccanico viene accoppiato alla struttura multistrato per accrescimento elettrolitico, per es. di nichel.
6. Metodo, come da Riv. 1, caratterizzato dal fatto che il supporto meccanico viene direttamente depositato sulla struttura multistrato, per es. mediante plasma spray, essendo il supporto così realizzato, costituito da allumina o ossido di silicio.
7. Metodo, come da Riv. 1, in cui, al fine di realizzare uno specchio piano, o di altra configurazione, il supporto è costituito da una opportuna matrice.
8. Metodo, secondo la Riv. 7, caratterizzato dal fatto che la struttura multistrato riflettente è ottimizzata per raggi X incidenti anche ad angolo non radente.
9. Processo per la realizzazione di strutture riflettenti per raggi X, sia operanti ad angolo di incidenza radente, sia ad incidenza normale, utilizzando la tecnica della replica, con o senza l'utilizzo di un adesivo, consistente nelle seguenti fasi realizzative:
- si costruisce una struttura maschio dell'elemento troncoconico, mandrino, o di altra configurazione, la cui superficie esterna è configurata come la parte interna della struttura troncoconica, o di altra configurazione, che gli verrà accresciuta intorno, lavorato in modo da avere un'elevatissima finitura superficiale e bassa rugosità anche inferiore a $1,5 \text{ \AA RMS}$;



. sulla superficie di questa struttura maschio, mandrino, opportunamente mantenuto in rotazione, vengono depositi sotto vuoto, con un processo di "Ion Beam Sputtering Deposition":

un film distaccante, preferibilmente d'oro;

- 5 una struttura multistrato, con strati alternati, ad alta e bassa densità, preferibilmente di nichel e di carbonio, essendo la struttura del multistrato composta generalmente da più di cento film, in periodo costante o variabile "graded multilayer" a seconda delle esigenze ottiche dello specchio;

- . un supporto di sostegno della struttura riflettente, realizzato in modo da accoppiarsi alla struttura maschio con buona approssimazione, viene incollato
10 con apposito adesivo all'esterno della struttura multistrato; essendo detto supporto o metallico, per es. nichel o ceramico, per es. allumina, Al_2O_3 , silica, SiO_2 oppure carburo di silicio, SiC ;

- . si raffredda quindi il mandrino con azoto liquido, ottenendo il suo restringimento e quindi il distacco dallo specchio su cui non rimane il film distaccante
15 d'oro.

Enzo Annino Pittaro



1/1

RM99A000573

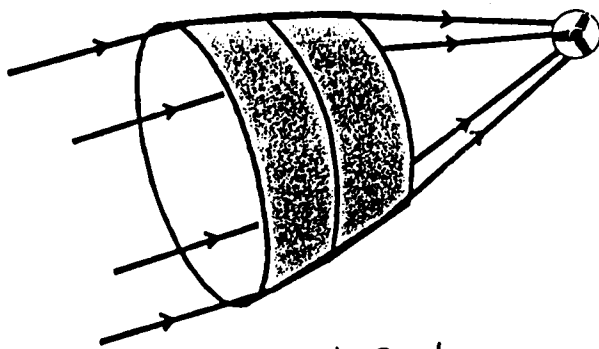


FIG. 1

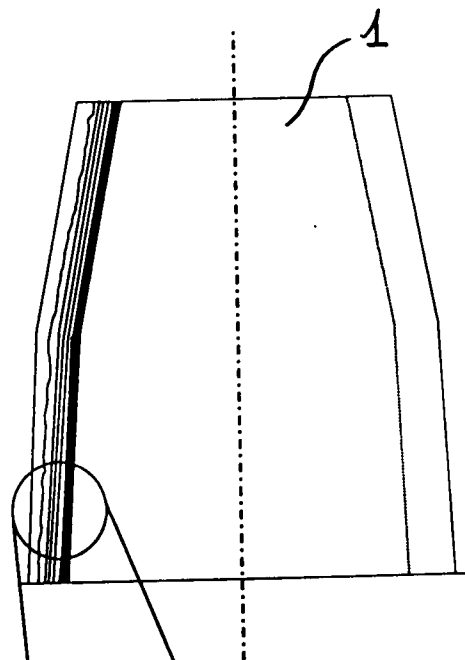


FIG. 2

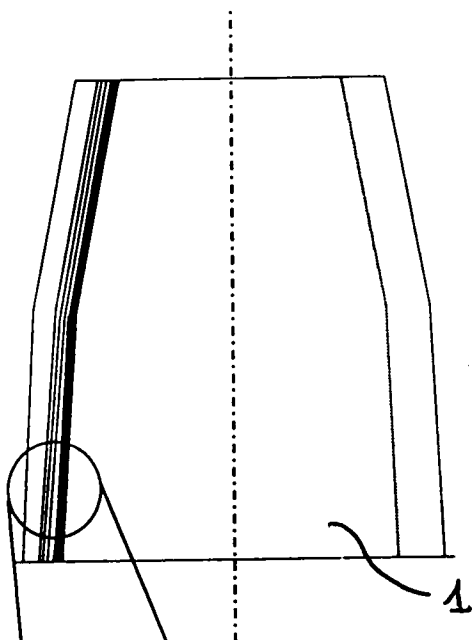
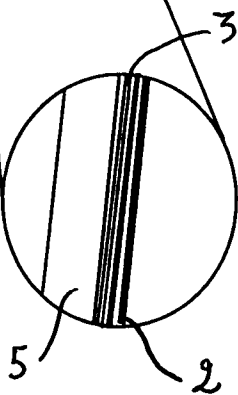
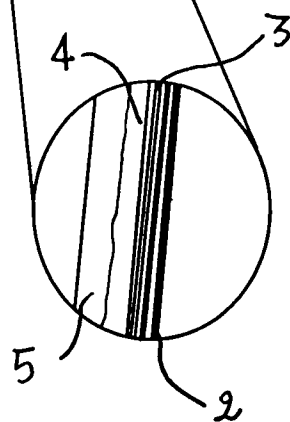


FIG. 3



Guaranteed
Patented

