



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

DOMANDA NUMERO	102006901414836
Data Deposito	17/05/2006
Data Pubblicazione	17/11/2007

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	23	K		

Titolo

PROCEDIMENTO PER LA PRODUZIONE IN CONTINUO DI UN NASTRO COMPOSITO CON GIUNZIONE PER DIFFUSIONE ALLO STATO SOLIDO DEGLI STRATI COMPONENTI, ED IMPIANTO IDONEO ALLA SUA ESECUZIONE.

SIB BI3687R

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo:
"PROCEDIMENTO PER LA PRODUZIONE IN CONTINUO DI UN
NASTRO COMPOSITO CON GIUNZIONE PER DIFFUSIONE ALLO
STATO SOLIDO DEGLI STRATI COMPONENTI, ED IMPIANTO
IDONEO ALLA SUA ESECUZIONE"

a nome di Centro Sviluppo Materiali S.p.A.
di Roma (Italia)

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce al settore della preparazione di prodotti compositi con giunzione degli strati componenti mediante diffusione (atomica) allo stato solido.

Come è noto, la giunzione per diffusione allo stato solido è adatta alla saldatura di una grande varietà di materiali metallici e ceramici. Su di essa pesano tuttavia elevati costi di gestione, stringenti requisiti di planarità e pulizia delle superfici da saldare e lunghi tempi di trattamento.

Questa tecnologia è regolata da un grande numero di parametri, in particolare tempo, pressione applicata, temperatura di giunzione e metodo adottato per fornire il calore necessario

alla diffusione allo stato solido.

In GB 745511 viene descritto un procedimento per la giunzione in fase solida di metalli, in cui i metalli da unire vengono insieme sottoposti a laminazione per produrre un legame iniziale, che dipende dalla deformazione subita. Successivamente il legame formato viene rafforzato e reso permanente mediante un trattamento termico.

La limitazione di questo procedimento della prior art consiste nella separazione dell'operazione di laminazione da quella di trattamento termico, presumibilmente per evitare la riduzione della funzionalità e della durata dei cilindri.

La presente invenzione consente di superare questa limitazione e di realizzare una soddisfacente giunzione per diffusione allo stato solido senza pregiudicare la funzionalità e la durata dei cilindri.

E' infatti oggetto della presente invenzione un procedimento per la produzione in continuo di un nastro composito, mediante giunzione per diffusione allo stato solido degli strati componenti, comprendente le fasi operative di:

- mettere a contatto, nella sovrapposizione

desiderata, almeno due lamierini, in materiale scelto, indipendentemente l'uno dall'altro, dal gruppo che consiste in metalli e in leghe metalliche, ed eventualmente almeno un materiale interposto;

- riscaldare, eventualmente in atmosfera inerte, il prodotto risultante dalla sovrapposizione;
- effettuare la giunzione fra gli strati del prodotto, risultante dalla sovrapposizione, per diffusione allo stato solido mediante laminazione a caldo, eventualmente in atmosfera inerte, utilizzando corpi tubolari 9, autonomamente riscaldati, sui quali agiscono cilindri di spinta 11 rispetto ad essi interni, parallelamente disposti, in contatto solo lungo la linea di spinta, e separati da un materiale termicamente isolante;
- riscaldare, dopo la giunzione per laminazione a caldo, per mantenere caldo il nastro composito;
- tagliare il nastro composito per ottenere manufatti delle dimensioni desiderate.

Il riscaldamento prima della laminazione a caldo può avvenire a temperature comprese

nell'intervallo 250°C-870°C e per tempi compresi nell'intervallo 300-1800 secondi.

La laminazione a caldo può avvenire a temperature comprese nell'intervallo 180-1050°C, per tempi compresi nell'intervallo 1-150 secondi e per pressioni comprese nell'intervallo 100-900 MPa.

Il gas di inertizzazione può essere scelto dal gruppo comprendente argon ed azoto.

I lamierini da utilizzare consistono in un materiale che può essere scelto, indipendentemente l'uno dall'altro, dal gruppo comprendente acciaio, leghe leggere a base di alluminio e magnesio, titanio e sue leghe, con spessori compresi fra 0,2 e 1,5 mm.

Il materiale interposto può essere un tessuto di fibre ceramiche. In una variante dell'invenzione il tessuto di fibre ceramiche può essere un tessuto di fibre di carburo di silicio.

Per evitare incollaggi e/oppure saldature locali tra le superfici dei lamierini ed i corpi tubolari può essere introdotto fra di essi un inibitore di giunzione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, l'inibitore di giunzione è scelto dal gruppo comprendente nitrato di boro ed ossido di

ittrio.

La presente invenzione ha anche per oggetto un impianto idoneo alla esecuzione del procedimento finora descritto.

Le figure annesse facilitano la comprensione di questo impianto e della natura dei legami che si formano fra gli strati che compongono il nastro composito ottenuto.

Figura 1 mostra la sezione trasversale di una forma di realizzazione dell'impianto secondo l'invenzione con una gabbia di laminazione a caldo 1 dotata di cilindri di spinta 11, protetti termicamente dall'isolante 12 ed anche meccanicamente dai corpi tubolari 9.

Figura 2 mostra la micrografia della sezione longitudinale ingrandita di un nastro composito ottenuto con una forma di realizzazione del procedimento secondo la presente invenzione, effettuando la giunzione per diffusione allo stato solido di due lamierini di lega di titanio ed un interposto strato di tessuto di fibre di carburo di silicio.

Figura 3 mostra la micrografia della sezione longitudinale ingrandita di un nastro composito ottenuto con un procedimento secondo la presente

invenzione, effettuando la giunzione per diffusione allo stato solido di due lamierini di lega di titanio tipo Ti6Al4V.

Figura 4 mostra la micrografia della sezione longitudinale ingrandita di un nastro composito ottenuto con un procedimento secondo la presente invenzione, effettuando la giunzione per diffusione allo stato solido di due lamierini di Alluminio.

E' pertanto oggetto della presente invenzione un impianto idoneo a realizzare in continuo la giunzione per diffusione allo stato solido di almeno due lamierini, in materiale scelto, indipendentemente l'uno dall'altro, dal gruppo che consiste in metalli e leghe metalliche, e di eventualmente almeno un materiale interposto, per la produzione di nastri compositi, il quale impianto comprende le seguenti parti:

- gabbia di laminazione 1;
- aspi svolgitori 2 per ciascuno dei lamierini ed aspo svolgitore 3 per l'eventuale materiale da interporre;
- rulli 4 di guida e di tiraggio per sovrapporre, nella stratificazione desiderata 5, i lamierini ed eventualmente il materiale interposto;

- camera di inertizzazione 6 che comprende mezzi per l'entrata, l'uscita ed il mantenimento a tenuta di gas inerte;
- forno 7, dotato di elementi riscaldanti 8, per il riscaldamento del prodotto risultante dalla sovrapposizione 5;
- corpi tubolari 9, riscaldati da elementi 10, per la laminazione a caldo del prodotto della sovrapposizione riscaldato, sui quali agiscono cilindri di spinta 11 rispetto ad essi interni, parallelamente disposti, in contatto solo lungo la linea di spinta, e separati dal materiale termicamente isolante 12;
- forno 13 di mantenimento della temperatura ai valori desiderati;
- mezzi per introdurre un inibitore di giunzione fra la superficie libera dei lamierini ed i corpi tubolari 9;
- rulli 14 di guida e tiraggio per estrarre il nastro composito con saldatura per diffusione allo stato solido degli strati componenti;
- mezzi per regolare la velocità di scorrimento del nastro composito all'interno della gabbia di laminazione 1;
- mezzi per regolare la pressione dei cilindri

11;

- mezzi di taglio 15 del nastro composito saldato per diffusione allo stato solido degli strati componenti;
- mezzi per raccogliere i manufatti del nastro composito nelle dimensioni desiderate.

Gli elementi per riscaldare il forno 7, i corpi cilindrici 11 e il forno 13 possono essere resistenze elettriche.

Il rapporto fra il diametro della sezione trasversale dei corpi tubolari 9 e del diametro della sezione trasversale dei cilindri di spinta 11 può essere compreso nell'intervallo 1,5-2,5.

La giunzione ottenuta è per diffusione allo stato solido, quindi tra le più omogenee ottenibili. Tale giunzione è analoga a quelle già ampiamente utilizzati nel campo delle costruzioni aeronautiche come nel processo di gas-formatura SPF (SuperPlastic Forming) seguito da Diffusion Bonding delle leghe di titanio.

Applicazioni possibili per i prodotti compositi ottenuti secondo l'invenzione sono ad esempio riconducibili ad inserti di rinforzo da utilizzare in:

- a) alettoni alari e pannelleria superficiale.

- b) correntini, ordinate di fusoliera e centine alari
- c) elementi resistenti di puntoni e piloni motore.

Si è data finora della presente invenzione una descrizione di carattere generale. Con l'aiuto delle figure e dell'esempio verranno ora forniti ulteriori dettagli su sue forme di realizzazione finalizzate a farne meglio comprendere scopi, caratteristiche, vantaggi e modalità operative di impiego.

ESEMPIO 1

Nella seguente tabella 1, vengono elencati 12 semiprodotti compositi con giunzione per diffusione allo stato solido degli strati componenti secondo la presente invenzione e vengono indicate pressioni, tempi e temperature di laminazione.

Tabella 1

N°	Materiale	Pressione MPa	Tempo (s)	Temperatura °C
1	Ti64-Ti64	Range 380<P<800 Pottima=600 MPa	Range 5<s<120 tottimo=30 s	Range 780<T<980 Tottima=900°C
2	Ti 64-SiC-Ti64	Range 400<P<800 Pottima=700 MPa	Range 20<s<120 tottimo=30 s	Range 780<T<980 Tottima=900°C
3	Ti - Al ₂ O ₃ -Ti	Range 380<P<800 Pottima=600 MPa	Range 5<s<120 tottimo=30 s	Range 780<T<980 Tottima=900°C
4	Ni-Ni	Range 580<P<900 Pottima=650 MPa	Range 5<s<120 tottimo=30 s	Range 780<T<1050 Tottima=950°C
5	Ni -SiC-Ni	Range 580<P<900 Pottima=650 MPa	Range 5<s<120 tottimo=50 s	Range 780<T<1050 Tottima=950°C
6	Ni - Al ₂ O ₃ -Ni	Range 580<P<900 Pottima=650 MPa	Range 5<s<120 tottimo=40 s	Range 780<T<1050 Tottima=950°C
7	Al-Al	Range 180<P<600 Pottima=500 MPa	Range 5<s<120 tottimo=20 s	Range 380<T<480 Tottima=460°C
8	Al -SiC-Al	Range 180<P<600 Pottima=500 MPa	Range 5<s<120 tottimo=20 s	Range 380<T<480 Tottima=460°C
9	Al - Al ₂ O ₃ -Al	Range 180<P<600 Pottima=500 MPa	Range 5<s<120 tottimo=20 s	Range 380<T<480 Tottima=460°C
10	Mg-Mg	Range 380<P<800 Pottima=600 MPa	Range 20<s<120 tottimo=50 s	Range 180<T<380 Tottima=320°C
11	Mg -SiC-Mg	Range 380<P<800 Pottima=600 MPa	Range 20<s<120 tottimo=50 s	Range 180<T<380 Tottima=320°C
12	Mg - Al ₂ O ₃ -Mg	Range 380<P<800 Pottima=600 MPa	Range 20<s<120 tottimo=50 s	Range 180<T<380 Tottima=320°C

ESEMPIO 2

Viene descritta la produzione secondo l'invenzione di un nastro composito formato da due lamierini di lega di Ti SP700 con interposto uno strato di tessuto di fibre di carburo di silicio.

Qui di seguito vengono riportate le dimensioni e le caratteristiche del nastro composito, le condizioni di processo come pure i vincoli geometrici e funzionali.

Dimensioni e caratteristiche del nastro composito

Larghezza	max 100 mm
Lunghezza	min 1000 mm - max 1500 mm
Spessore lamierino	0.50 mm (lega Ti SP 700)
Diametro fibra	0.14 mm
Spessore fibra	1.14 mm

Condizioni di processo

Temperatura di laminazione	750-900°C (fornetto prerisc)
Velocità di laminazione	0.5-1.5 mm/s
Forza di laminazione max	250 kN
Atmosfera controllata	Sovrapressione di Argon
Raffreddamento soft	150-400°C (fornetto mant)
Tiri a monte e valle max	2000 N

Vincoli geometrici e funzionali

Diametro rulli laminazione 400 mm

Larghezza tavola rulli 150 mm

laminazione

Luce max rulli laminazione 50 mm

Controllo forza di Pressione di un set
laminazione costante

(tipo pinch-roll)

Pass-line Verticale

Altezza max da piano 5 m

officina

Montaggio A piano officina in
verticale

In figura 2 viene mostrata la micrografia della sezione longitudinale ingrandita del nastro composito, così ottenuto, saldando per diffusione allo stato solido due lamierini di leghe di titanio TiSP700 ed l'interposto strato di tessuto di fibre di carburo di silicio.

ESEMPIO 3

Effettuando la giunzione per diffusione allo stato solido di due lamierini di lega di titanio Ti6Al4W con il procedimento secondo la presente

invenzione, si ottiene un nastro composito idoneo ad applicazioni aeronautiche.

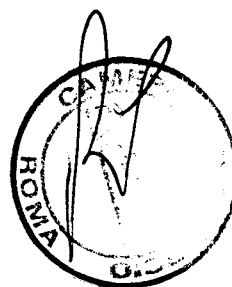
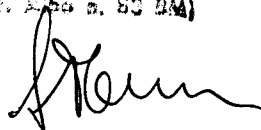
La micrografia della sezione longitudinale ingrandita di questo nastro è mostrato in figura 3.

ESEMPIO 4

Effettuando la giunzione per diffusione allo stato solido di due lamierini di Alluminio con il procedimento secondo la presente invenzione, si ottiene un nastro composito idoneo ad applicazioni aeronautiche.

La micrografia della sezione longitudinale ingrandita di questo nastro è mostrato in figura 4.

Gilberto Tonon
(Inv. Att. n. 83 DM)



RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la produzione in continuo di un nastro composto con giunzione per diffusione allo stato solido degli strati componenti, comprendente le fasi operative di:

- mettere a contatto, nella sovrapposizione desiderata, almeno due lamierini, in materiale scelto, indipendentemente l'uno dall'altro, dal gruppo che consiste in metalli e in leghe metalliche, ed eventualmente almeno un materiale interposto;
- riscaldare, eventualmente in atmosfera inerte, il prodotto risultante dalla sovrapposizione;
- effettuare la giunzione fra gli strati del prodotto, risultante dalla sovrapposizione, per diffusione allo stato solido, mediante laminazione a caldo, eventualmente in atmosfera inerte, utilizzando corpi tubolari, autonomamente riscaldati, sui quali agiscono cilindri di spinta rispetto ad essi interni, parallelamente disposti, in contatto solo lungo la linea di spinta, e separati da un materiale termicamente isolante;
- riscaldare, dopo la giunzione per laminazione a caldo, per mantenere caldo il nastro

composito;

- tagliare il nastro composito risultante, per ottenere manufatti delle dimensioni desiderate.

2. Procedimento come da rivendicazione 1, in cui il riscaldamento prima della laminazione a caldo avviene a temperature comprese nell'intervallo 250°C - 870°C e per tempi compresi nell'intervallo 300-1800 secondi.

3. Procedimento come da rivendicazione 1 o 2, in cui la laminazione a caldo avviene a temperature comprese nell'intervallo 180 - 1050°C , per tempi compresi nell'intervallo 1-150 secondi e per pressioni comprese nell'intervallo 100-900 MPa.

4. Procedimento come da una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il gas di inertizzazione è scelto dal gruppo comprendente argon ed azoto.

5. Procedimento come da una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti in cui i lamierini da sottoporre a giunzione per diffusione allo stato solido sono scelti, indipendentemente gli uni dagli altri, dal gruppo comprendente acciaio, leghe leggere a base di alluminio e magnesio, titanio e sue leghe, con spessori compresi fra 0,2 e 1,5 mm.

6. Procedimento come una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il materiale interposto è un tessuto di fibra ceramica.

7. Procedimento come da rivendicazione 6, in cui la fibra ceramica è di carburo di silicio.

8. Procedimento come da rivendicazione 6 o 7, in cui viene introdotto un inibitore di giunzione tra i lamierini e i corpi tubolari utilizzati nella laminazione.

9. Procedimento come da rivendicazione 8, in cui l'inibitore di giunzione è scelto dal gruppo comprendente nitruro di boro ed ossido di ittrio.

10. Impianto idoneo a realizzare in continuo la giunzione per diffusione allo stato solido di almeno due lamierini, in materiale scelto, indipendentemente l'uno dall'altro, dal gruppo che consiste in metalli e leghe metalliche, e di eventualmente almeno un materiale interposto, per la produzione di nastri compositi, il quale impianto comprende le seguenti parti:

- gabbia di laminazione 1;
- aspi svolgitori 2 per ciascuno dei lamierini ed aspo svolgitore 3 per l'eventuale materiale da interporre;
- rulli 4 di guida e di tiraggio per

sovrapporre, nella stratificazione desiderata 5, i lamierini ed eventualmente il materiale interposto;

- camera di inertizzazione 6 che comprende mezzi per l'entrata, l'uscita ed il mantenimento a tenuta di gas inerte;
- forno 7, dotato di elementi riscaldanti 8, per il riscaldamento del prodotto 5 risultante dalla suddetta sovrapposizione;
- corpi tubolari 9, riscaldati dagli elementi 10, per la laminazione a caldo del suddetto prodotto di sovrapposizione riscaldato, sui quali agiscono cilindri di spinta 11 rispetto ad essi interni, parallelamente disposti, e separati, tranne che lungo la linea di spinta, da un materiale termicamente isolante.
- forno 13 per il mantenimento della temperatura ai valori desiderati;
- mezzi per introdurre un inibitore di giunzione fra la superficie libera dei lamierini ed i corpi tubolari 9;
- rulli 14 di guida e tiraggio per estrarre il nastro composito con saldatura degli strati componenti per diffusione allo stato solido;
- mezzi per regolare la velocità di scorrimento

del nastro composito all'interno della gabbia di laminazione 1;

- mezzi per regolare la pressione dei cilindri 11;
- mezzi 15 per tagliare il nastro composito così ottenuto;
- mezzi per raccogliere i manufatti del nastro composito nelle dimensioni desiderate.

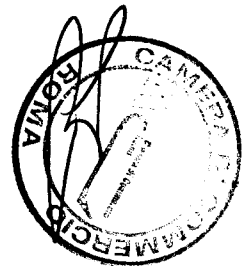
11. Impianto come da rivendicazione 1, in cui gli elementi per riscaldare il forno 7, i corpi cilindrici 11 ed il forno 13 sono resistenze elettriche.

12. Impianto come da rivendicazioni 10 o 11, in cui il rapporto fra diametro della sezione trasversale dei corpi tubolari 9 ed il diametro della sezione trasversale dei cilindri di spinta 11 è compreso nell'intervallo 1,5-2,5.

13. Procedimento, per la produzione in continuo di un nastro composito con giunzione per diffusione allo stato solido degli strati componenti, ed impianto idoneo alla sua esecuzione, come precedentemente descritto, esemplificato e rivendicato.

p.p. Centro Sviluppo Materiali S.p.A.

Gilberto Tonon
(Iscr. Albo n. 83 BM)

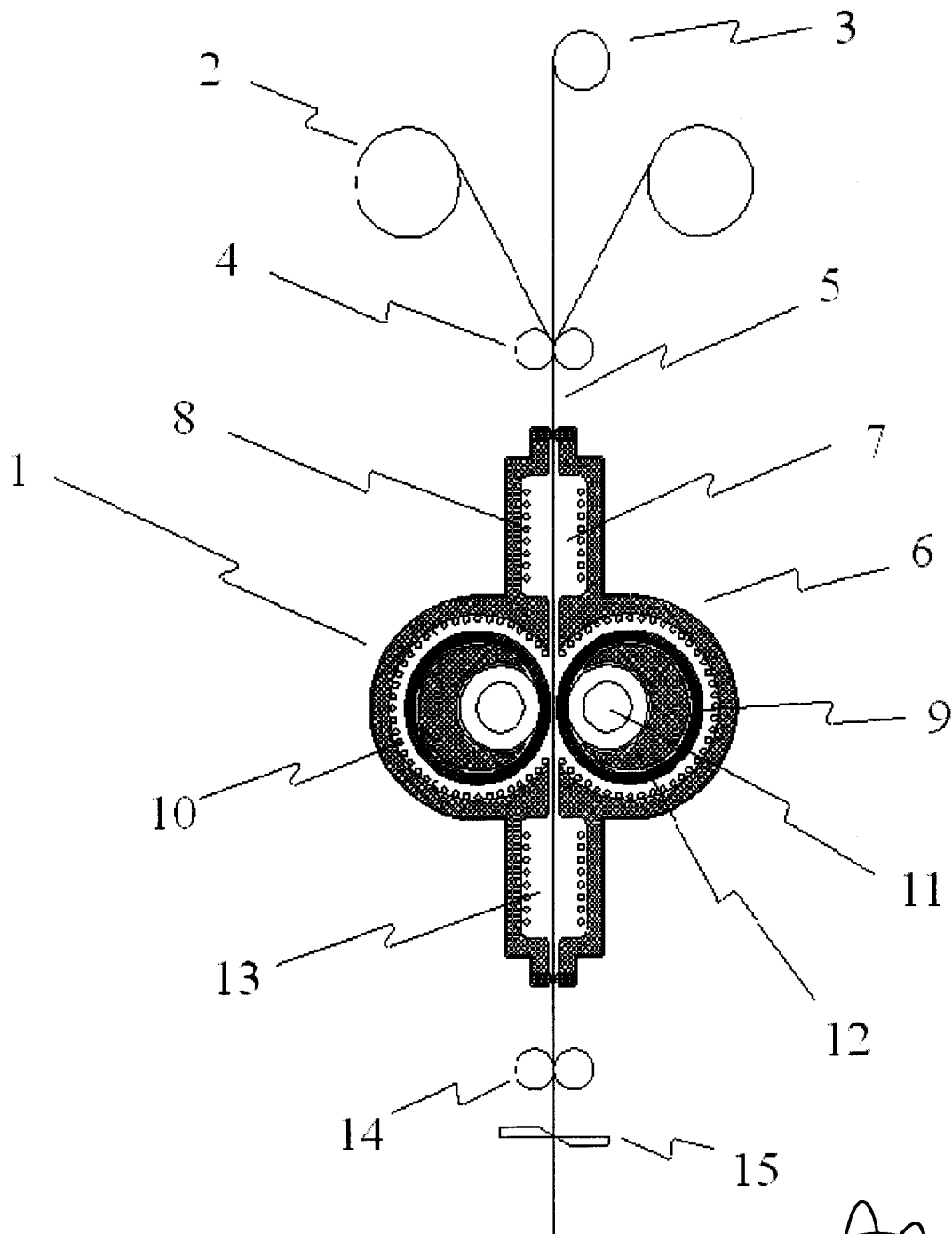
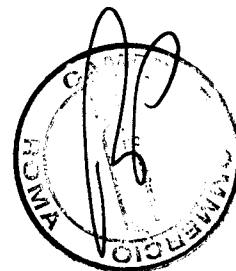


FIG. 1



RM 2006 A 000 261

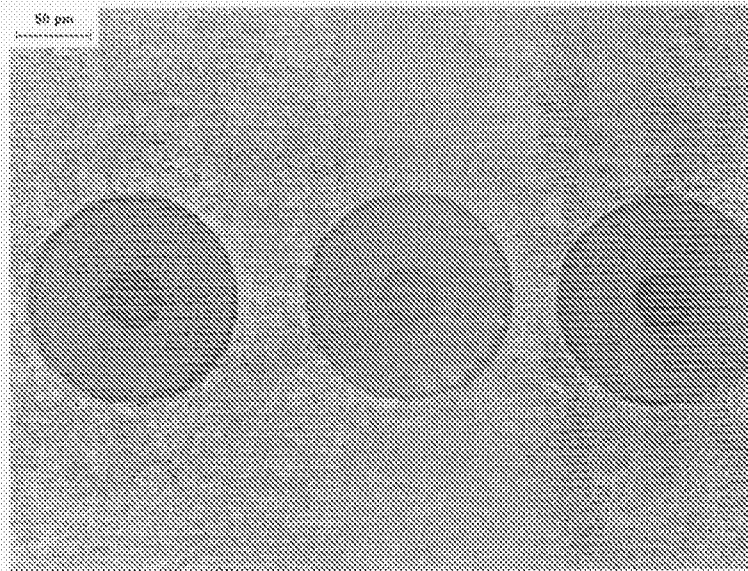


FIG. 2

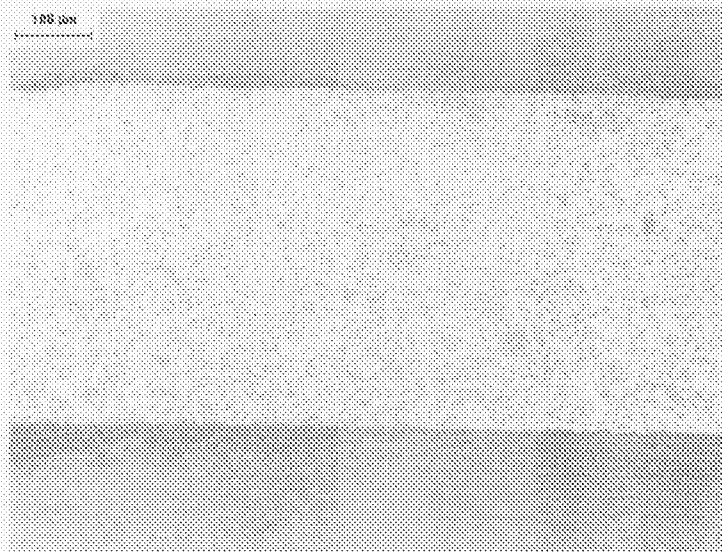
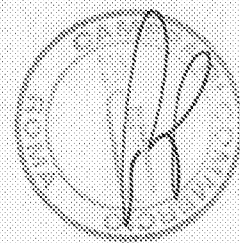


FIG. 3



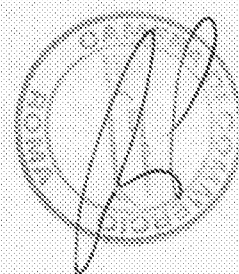
p.p. Centro Sviluppo Materiali S.p.A.

Gilberto Tonon
(Iscr. Albo n. 83 BM)
SOCIETÀ ITALIANA BREVETTI

RM 2006 A 000 261



FIG. 4



p.p. Centro Sviluppo Materiali S.p.A.

Gilberto Tonon
(Iscr. Albo n. 83 BM)
SOCIETÀ ITALIANA BREVETTI