



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101997900611592
Data Deposito	16/07/1997
Data Pubblicazione	16/01/1999

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	23	C		

Titolo

PROCEDIMENTO PER LA PRODUZIONE DI RIVESTIMENTI SPESSI SU COMPONENTI IN RAME O SUE LEGHE
--

SIB 91441

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo:
"PROCEDIMENTO PER LA PRODUZIONE DI RIVESTIMENTI
SPESSI SU COMPONENTI IN RAME O SUE LEGHE"

della ditta italiana Centro Sviluppo Materiali
S.p.A.

con sede a ROMA (ITALIA)

R M 97 A 0437

>>><<<

La presente invenzione si riferisce ad un procedimento per la deposizione di un rivestimento, in grado di avere un'eccellente adesione ed una buona resistenza a ciclaggio termico, su componenti metallici in rame o sue leghe, tramite le seguenti operazioni: preparazione della superficie da rivestire con la deposizione di un opportuno strato ancorante, deposizione di opportuni strati intermedi e loro successiva ricopertura con il materiale richiesto.

La presente invenzione trova la sua applicazione in tutti quei casi ove venga richiesta la presenza di riporti ben aderenti su substrati di rame quali applicazioni su componenti sottoposti a ciclaggio termico, ad esempio nei settori della generazione dell'energia e nella siderurgia.

Un esempio di possibile applicazione sono i

componenti che, nei reattori nucleari a fusione si affacciano al plasma. In questi casi è richiesta la presenza di un riporto atto a conferire loro resistenza al calore ed all'erosione da bombardamento di ioni. Negli impianti nucleari molti componenti (come ad es. il divertore), realizzati ad esempio in rame per garantire un efficace scambio termico, sono sottoposti all'azione erosiva di particelle e ioni provenienti dal plasma, oltre che all'elevata temperatura conseguente alla presenza di un plasma, con conseguente riduzione della loro vita media a valori non accettabili e problematiche legate all'inquinamento del plasma e dell'atmosfera nel reattore stesso da parte delle particelle e dei composti che evaporano, sublimano o che vengono asportati per sputtering. Inoltre la presenza sulla superficie di metalli quali il cobalto o il nichel porta alla formazione di isotopi radioattivo, con conseguenti pericoli di inquinamento e problemi per la salute umana.

I materiali attualmente ritenuti più adatti a proteggere la superficie di tali componenti dall'erosione sono: il tungsteno e il carburo di boro (materiali rispettivamente ad alto ed a basso

numero atomico). In particolare il materiale più interessante è indicato essere il tungsteno. L'applicazione del tungsteno non è però agevole, essendo tale materiale solido fino a 3750 K ed essendo tale materiale caratterizzato da un coefficiente di dilatazione termica molto differente rispetto a quello di rame.

Le tecniche impiegate per applicare un rivestimento protettivo di detto materiale sono attualmente la saldatura o la brasatura di tegole di tungsteno massivo e la ricopertura tramite spruzzatura al plasma. A ciascuna di tali tecniche sono però connesse problematiche che rendono difficoltoso l'ottenimento di ricoperture affidabili, in particolare per applicazioni in cui sono presenti stress termici durante il servizio, dovuti ad esempio a ciclaggi termici indotti dalle operazioni di accensione e spegnimento dell'impianto.

La brasatura e la saldatura per fascio elettronico, permettono di applicare tegole di tungsteno massivo, di spessore anche di decine di millimetri, sui componenti da proteggere, ma in presenza delle seguenti problematiche:

- difficoltà di produrre tegole di tungsteno di

forma complessa, in grado di riprodurre esattamente superfici curve complesse;

- difficoltà di saldatura / brasatura su superfici di forma complessa;
- difficoltà di saldatura / brasatura per superfici molto estese;
- introduzione nel componente di sforzi indotti dalla temperatura di saldatura, a causa dei differenti coefficienti di dilatazione del substrato e del tungsteno e delle elevate temperature richieste per l'operazione di giunzione.

L'applicazione meccanica di piastrelle bloccate ad esempio tramite viti non appare invece realizzabile, per via della non perfetta aderenza tra la tegola e il componente, con conseguente drastica riduzione della conducibilità termica dell'intero componente.

La termospruzzatura permette al contrario di rivestire anche oggetti di geometria complessa. Ha il vantaggio di permettere riparazioni localizzate. Tuttavia attualmente l'uso della termospruzzatura è limitata dalle seguenti problematiche:

- sforzi indotti dalla temperatura di deposizione, anche in questo caso presenti, dovuta tra l'altro

all'elevata potenza necessaria per fondere le particelle di tungsteno;

- bassa adesione del rivestimento nel caso specifico dei componenti in leghe di rame, a causa della rapidità di formazione di uno strato di ossido fragile e difficile da rimuovere sulla superficie del rame in presenza di ossigeno nell'atmosfera.

Il problema della bassa adesione appare essere il più pericoloso per l'affidabilità del rivestimento ed il più importante da risolvere, essendo ad esso collegata l'affidabilità del componente in servizio, in particolare durante le operazioni di accensione o spegnimento dell'impianto.

Questo problema viene enfatizzato dalla presenza di sforzi termomeccanici indotti nel riporto ad ogni variazione di temperatura, a causa dell'elevata differenza di coefficienti di dilatazione termica (prossimo a $20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ per il rame, circa $4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ per il tungsteno), sforzi che si concentrano in particolare nella zona dell'interfaccia rame / tungsteno.

La differenza tra i coefficienti di dilatazione è anche causa della creazione

all'interno del rivestimento delle cosiddette tensioni residue di deposizione (vedi ad esempio, T.W. Clyne, S.C. Gill: "Residual stress in thermal spray coatings and their effect on interfacial adhesion."-Journal of Thermal Spray Technology, Marzo 1995). Questi sforzi, sommandosi a quelli generati dalle variazioni di temperatura che il componente rivestito subisce durante l'esercizio, portano a diminuire considerevolmente i valori di adesione del rivestimento stesso. Al fenomeno descritto è dovuta principalmente la limitazione nel massimo spessore raggiungibile con rivestimenti depositati tramite plasma (vedi, ad esempio, T. Shinoda et al.: "Development of dry process for heavy thickness coating layer" - Atti della International Thermal Spray Conference '95, Kobe, J, dove è riportato uno spessore massimo ottenibile per plasma prossimo al millimetro).

Per potere ottenere tali riporti, spessi ed affidabili è perciò necessario risolvere il problema dell'adesione del riporto al substrato di rame e della distribuzione delle tensioni residue all'interfaccia tungsteno - rame.

Tutto quanto detto comporta la pratica impossibilità, allo stato attuale della tecnica, di

ottenere, tramite le tecnologie di termospruzzatura, riporti spessi affidabili su rame. Quanto detto per il caso particolare dei riporti spessi in tungsteno ha validità generale, ed è tanto più vero quanto più sono diversi i coefficienti di dilatazione termica del materiale del componente e del rivestimento.

Scopo della presente invenzione è quello di fornire un procedimento per la produzione di rivestimenti spessi su componenti in rame o sue leghe con buona resistenza a ciclaggio termico, e componenti rivestiti così ottenibili.

E' pertanto oggetto della presente invenzione un procedimento per la produzione di rivestimenti spessi su componenti in rame o sue leghe, caratterizzato dal fatto di comprendere le seguenti operazioni eseguite su detti componenti:

- attivazione superficiale, tramite sabbiatura, sputtering o decapaggio chimico e/o loro combinazioni;
- eventuale stabilizzazione termica del componente fino a temperature inferiori a quelle di deterioramento delle proprietà chimico-fisiche del rame o sue leghe;
- deposizione di un primo strato, ad esempio di Ni

o sue leghe, tramite termospruzzatura, ad esempio al plasma o ad alta velocità, o tramite tecniche chimiche o galvaniche;

- eventuale trattamento termico di interdiffusione;
- eventuale attivazione della superficie, tramite sabbiatura, sputtering o decapaggio e/o loro combinazioni;

- stabilizzazione termica di detto componente ad una temperatura compresa tra 20° e 400°C;

- deposizione di uno o più strati intermedi di almeno uno tra i seguenti:

Al; AlSi; Cu; Ni; NiAl; NiCr; NiCu; MCrAlY (dove M può essere Ni, Co, Fe o loro miscele), loro miscele o miscele di detti strati intermedi con detti rivestimenti spessi, tramite termospruzzatura, ad una temperatura compresa tra 20 e 400°C;

- stabilizzazione termica del componente rivestito con detti strati intermedi ad una temperatura compresa tra 20° e 300°C;

- deposizione di detti rivestimenti spessi sul componente rivestito con detti strati intermedi tramite termospruzzatura, eventualmente in atmosfera inerte, ad una temperatura compresa tra 20 e 300°C.

Nel procedimento secondo l'invenzione nel caso

in cui il rivestimento è metallico, lo stesso è scelto tra Cr, Ni, Mo, Ta, W o loro leghe, mentre se il rivestimento è ceramico, lo stesso è scelto tra Al_2O_3 , B_4C , Cr_3C_2 , CrO_2 , TiC , TiO_2 , WC , ZrO_2 o loro miscele.

Le deposizioni per termospruzzatura del primo strato di Ni o sue leghe e/o degli strati intermedi di Ni o sue leghe possono essere effettuate ad esempio tramite torcia al plasma in atmosfera protetta, ad esempio Ar, ad una pressione compresa tra 4×10^3 e 4×10^5 Pa, generando tra la torcia e la superficie del componente un arco elettrico con polarità negativa sul componente stesso e con una corrente trasportata dall'arco elettrico compresa nell'intervallo tra 5 e 40 A, oppure ad esempio tramite tecnica di termospruzzatura ad alta velocità (quali HVOF).

In alternativa, il primo strato di Ni può essere depositato con tecniche galvaniche o chimiche.

La presente invenzione ha anche per oggetto il componente rivestito ottenibile con il procedimento descritto in precedenza.

L'invenzione verrà ulteriormente illustrata dalla descrizione di sue forme di realizzazione

preferite, date a titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento ai disegni annessi in cui:

la figura 1 mostra una fotografia del componente ottenuto con il procedimento descritto dalla presente invenzione; e

la figura 2 mostra una micrografia effettuata tramite microscopio ottico della sezione di detto componente.

L'applicazione del procedimento descritto dalla presente invenzione si differenzia a seconda che sul componente di rame o sue leghe venga applicato Ni o sue leghe per termospruzzatura o mediante procedimento galvanico o chimico.

Nel primo caso sul componente di rame o sue leghe viene applicato Ni o sue leghe per termospruzzatura ed è prevista una attivazione tramite tre fasi.

La prima è una pulitura della superficie da rivestire da eventuale sporco presente, anche tramite attacco chimico. La seconda è un eventuale irrugosimento tramite sabbiatura di detta superficie; scopo della sabbiatura può essere ad esempio quello di rimuovere strati di ossido superficiale e di migliorare l'aggancio meccanico

del successivo strato. La terza è una pulizia superficiale del componente da rivestire, in particolare dagli strati superficiali di ossido e di altri composti, tramite applicazione, in atmosfera di gas inerte (ad es. Argon) di un arco elettrico tra la torcia di deposizione e detto componente, con polarità negativa collegata al componente.

Viene quindi effettuata la stabilizzazione termica tramite riscaldamento del componente fino a raggiungere temperature con valori inferiori a quelli di eventuali deterioramenti delle proprietà chimico-fisiche del rame o sue leghe.

Successivamente si esegue la deposizione, tramite la tecnica della spruzzatura al plasma in atmosfera inerte (ad es. Argon) attorno al componente, di un primo sottile strato di un opportuno materiale, ad esempio nichel o sue leghe, con capacità di aderire bene al substrato, eventualmente anche tramite interazione chimica, sia tramite la creazione di strati di interdiffusione che di composti chimici. Durante la deposizione la temperatura deve essere mantenuta al di sotto di eventuali temperature di ricotture della lega di rame, o comunque possibili causa di

deterioramento irreversibile delle proprietà meccaniche della lega. Inoltre durante la deposizione di detto materiale potrà essere anche applicato un arco elettrico tra la torcia ed il substrato.

Tale arco ha lo scopo di migliorare la pulizia della superficie in prossimità della zona ove le particelle andranno ad impattare, e di provocare locali surriscaldamenti, limitati nel tempo, in grado di facilitare l'interazione chimica del materiale apportato al substrato.

In alternativa alla tecnica della spruzzatura al plasma in atmosfera inerte, è possibile utilizzare anche la tecnologia di spruzzatura ad elevata velocità (HVOF) di un primo strato di un opportuno materiale.

Nel secondo caso, sul componente di rame o sue leghe viene applicato Ni o sue leghe mediante procedimento galvanico o chimico.

Al termine della preparazione del primo strato, è prevista una eventuale esecuzione di un opportuno post-trattamento termico, atto a favorire l'interazione chimica tra primo strato e substrato, allo scopo di aumentare l'adesione tra il rivestimento ed il componente.

Può essere quindi previsto, ogni qual volta che il componente entra in contatto con aria o venga sporcato da polveri, un trattamento di pulizia dagli ossidi e da altri composti superficiali del componente rivestito con il primo strato. Tale trattamento viene eseguito tramite applicazione, in atmosfera di gas inerte (ad es. Argon) di un arco elettrico tra la torcia di deposizione ed il substrato da rivestire con polarità negativa collegata al pezzo da rivestire.

Viene quindi effettuata la stabilizzazione termica tramite riscaldamento del componente fino a raggiungere la temperatura prescelta per la deposizione e comunque inferiore a quella di eventuali ricotture della lega di rame, o di possibili cause di deterioramento irreversibile delle proprietà meccaniche della lega.

Si depositano, tramite la tecnica della termospruzzatura, ad esempio al plasma, eventualmente in atmosfera inerte (ad es. Argon) o ad alta velocità, uno o più strati intermedi, composti da materiali, o da miscele di materiali, opportunamente scelti, in modo da avere una graduazione del coefficiente di dilatazione termica tra quello del substrato e quello del riporto da

depositare.

Viene quindi effettuata nuovamente la stabilizzazione termica fino a raggiungere la temperatura prescelta per la deposizione.

Infine si ottiene il rivestimento spesso su componenti in rame o sue leghe, tramite la deposizione mediante spruzzatura al plasma, eventualmente in atmosfera inerte (ad es. Argon) o ad alta velocità, con parametri del plasma adatti per avere una adeguata fusione delle polveri di partenza, di strati successivi di materiale, mantenendo la temperatura di deposizione controllata, tramite un opportuno raffreddamento del pezzo durante deposizione.

Si è data finora della presente invenzione una descrizione di carattere generale. Con l'aiuto dei seguenti esempi verrà fornita una descrizione dettagliata di sue forme di realizzazione, finalizzate a farne meglio comprendere scopi, caratteristiche, vantaggi e modalità operative.

ESEMPIO 1

In questo esempio, un tubo di lega rame-cromo-zirconio, del diametro di 50 mm e della lunghezza di 200 mm, viene sabbiato sulla superficie esterna,

pulito mediante l'azione di un soffio di un gas compresso da eventuali residui di sabbia e quindi montato su un movimentatore all'interno di una camera nella quale realizzare il procedimento oggetto della presente invenzione.

La camera di deposizione viene evacuata sino ad un livello di vuoto di 1 Pa e quindi riempita di Ar sino a raggiungere una pressione di $3,5 \times 10^{-4}$ Pa. Viene quindi accesa la torcia al plasma, impiegando Ar come gas plasmogeno, e regolandola una potenza di 35 kW tramite l'inserimento di 2 l/min di flusso di H_2 . Tra la torcia e la superficie del campione viene innescato un arco elettrico, il cui polo negativo è costituito dal campione stesso; la corrente trasportata dall'arco è pari a 20 A. La torcia, posta ad una distanza di 110 mm dal substrato, viene mossa frontalmente lungo l'asse del pezzo da rivestire, con una velocità, relativa al campione, di 400 mm/s, mentre il campione è posto in rotazione attorno al proprio asse, ad una velocità di 150 giri al minuto. La scansione della torcia, la cui ampiezza è tale da interessare tutta la superficie del pezzo, viene ripetuta almeno 10 volte e comunque sino a quando non si nota la scomparsa dello strato d'ossido superficiale.

Durante detta fase di pulitura della superficie, la temperatura è compresa tra 50 e 250°C.

La camera viene quindi portata ad una pressione di 8×10^4 Pa di Ar e il componente viene riscaldato sino a quando non si stabilizza ad una temperatura di 350°C, inferiore a quella di deterioramento delle proprietà meccaniche per ricottura, pari a 450°C.

La superficie del componente viene rivestita con uno strato, spesso 80 μm , di Ni-20%Al, tramite termospruzzatura al plasma, impiegando i seguenti parametri: potenza della torcia 35 kW, distanza di spruzzatura 125 mm, velocità di scansione 400 mm/s, velocità di rotazione del pezzo attorno al proprio asse 150 giri al minuto. Durante la deposizione, tra la torcia e la superficie del campione viene innescato un arco elettrico, il cui polo negativo è costituito dal campione stesso; la corrente trasportata dall'arco è pari a 15 A. Durante detta fase di deposizione, la temperatura è compresa tra 280 e 350°C.

Essendo il materiale del componente, in questo specifico caso, stato trattato termicamente in precedenza per ottenere particolari proprietà meccaniche, non viene effettuato il trattamento

termico di interdiffusione.

Non viene effettuata la fase di attivazione della superficie in quanto la deposizione degli strati intermedi, descritta nel seguito, viene effettuata nella stessa camera di deposizione nella quale è stata effettuata la deposizione dello strato ancorante, senza estrarre il campione dalla camera e senza modificare l'atmosfera. Il componente rimane quindi in atmosfera inerte e la superficie non ha modo di contaminarsi.

Il componente viene nuovamente riscaldato sino a quando non si stabilizza ad una temperatura di 250°C.

Sulla superficie così rivestita, vengono depositati tramite termospruzzatura diciannove strati intermedi, ciascuno di 20 μm circa di spessore per complessivi 380 μm . Ciascuno strato viene ottenuto tramite quattro successivi passaggi della torcia. Detti strati sono ottenuti miscelando polveri di Ni-20%Al, Al-12%Si e W, secondo lo schema riportato in tabella 1, dove la numerazione degli strati segue l'ordine nel quale detti strati sono depositati. In tabella 2 sono riportati i parametri di processo impiegati per la deposizione di detti strati. Durante la deposizione, tra la

torcia e la superficie del campione viene innescato un arco elettrico, il cui polo negativo è costituito dal campione stesso; la corrente trasportata dall'arco è pari a 15 A.

Il componente viene stabilizzato ad una temperatura di 150°C.

Sulla superficie così rivestita, vengono depositati tramite termospruzzatura al plasma 1100 strati di tungsteno, ciascuno di 5 μ m circa di spessore, per complessivi 5,5 mm. Detti strati vengono depositati impiegando i seguenti parametri: potenza della torcia 40 kW, distanza di spruzzatura 180 mm, velocità di scansione 800 mm/s, velocità di rotazione del pezzo attorno al proprio asse 300 giri al minuto. La temperatura del componente viene mantenuta compresa nell'intervallo tra 50 e 180 °C.

Al termine della spruzzatura si provvede a raffreddare la superficie del tungsteno con un getto di Argon compresso per evitare che per primo si raffreddi il substrato di rame, cosa che potrebbe indurre eccessivi sforzi all'interfaccia rame - rivestimento. Al termine del raffreddamento e comunque solo dopo che la temperatura è calata sotto i 50°C si provvede alla riapertura della camera ed all'estrazione del pezzo.

Lo spessore totale del rivestimento (intendendo con totale la somma degli spessori dello strato ancorante, degli strati intermedi e del rivestimento), misurato tramite tastatore meccanico 3D, è stato: $6,05 \pm 0,15$ mm.

Nella figura 1 è mostrata una fotografia del componente ottenuto con il procedimento descritto nel presente esempio, e nella figura 2 è mostrata una micrografia effettuata tramite microscopio ottico della sezione di detto componente.

I risultati delle caratterizzazioni della microstruttura del rivestimento di tungsteno hanno indicato i seguenti valori:

- modulo elastico: 64 GPa
- densità: $17,4 \text{ g/cm}^3$
- contenuto di particelle non fuse: $< 5 \%$
- assenza di cricche verticali e/o parallele all'interfaccia
- buona omogeneità lungo tutto lo spessore

Su tale campione sono state effettuate prove di ciclaggio termico riscaldando il pezzo con un cannone elettronico, mentre all'interno veniva fatta fluire acqua per il raffreddamento. Il campione non ha presentato alcuna cricatura dopo i

seguenti ciclaggi:

- 1) 1000 cicli con temperatura della superficie di 820°C
- 2) 200 cicli con temperatura della superficie di 1200°C

ESEMPIO 2

In questo secondo esempio, un tubo di dimensioni identiche a quelle del componente descritto nell'esempio precedente viene sottoposto ad un procedimento che coincide con quello dell'esempio descritto nel precedente esempio sino alla deposizione degli strati intermedi.

La camera di deposizione viene quindi portata ad una pressione di $1,4 \times 10^5$ Pa di Ar e il componente viene riscaldato sino a quando non si stabilizza ad una temperatura di 150°C.

Sulla superficie rivestita dagli strati intermedi, vengono depositati tramite termospruzzatura al plasma 600 strati di tungsteno, ciascuno di 5 μ m circa di spessore, per complessivi 3,0 mm. Detti strati vengono depositati impiegando i seguenti parametri: potenza della torcia 45 kW, distanza di spruzzatura 170 mm, velocità di scansione 800 mm/s, velocità di rotazione del pezzo

attorno al proprio asse 300 giri al minuto. La temperatura del componente viene mantenuta compresa nell'intervallo tra 50 e 180 °C.

Al termine della spruzzatura si provvede a raffreddare la superficie del tungsteno con un getto di Argon compresso per evitare che per primo si raffreddi il substrato di rame, cosa che potrebbe indurre eccessivi sforzi all'interfaccia rame - rivestimento. Al termine del raffreddamento e comunque solo dopo che la temperatura è calata sotto i 50°C si provvede alla riapertura della camera ed all'estrazione del pezzo.

Lo spessore totale del rivestimento (intendendo con totale la somma degli spessori dello strato ancorante, degli strati intermedi e del rivestimento), misurato tramite tastatore meccanico 3D, è stato: $3,55 \pm 0,15$ mm.

Su detto componente sono state effettuate le medesime caratterizzazioni effettuate su quello descritto nell'esempio 1, ottenendo gli stessi risultati.

Vengono qui di seguito riportate due tabelle che illustrano i parametri di processo utilizzati nel precedentemente descritto esempio 1, secondo il procedimento della presente invenzione .

R M 97 A 0437

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la produzione di rivestimenti spessi su componenti in rame o sue leghe, caratterizzato dal fatto di comprendere le seguenti operazioni eseguite su detti componenti:

- attivazione superficiale di detti componenti;
- eventuale stabilizzazione termica del componente fino a temperature inferiori a quelle di deterioramento delle proprietà chimico-fisiche del rame o sue leghe;
- deposizione di un primo strato, ad esempio di Ni o sue leghe;
- eventuale trattamento termico di interdiffusione;
- eventuale attivazione della superficie;
- stabilizzazione termica di detto componente ad una temperatura compresa tra 20° e 400°C;
- deposizione di uno o più strati intermedi di almeno uno tra i seguenti:

Al; AlSi; Cu; Ni; NiAl; NiCr; NiCu; MCrAlY (dove M può essere Ni, Co, Fe o loro miscele), loro miscele o miscele di detti strati intermedi con detti rivestimenti spessi, tramite termospruzzatura, ad una temperatura compresa tra 20 e 400°C;

- stabilizzazione termica del componente rivestito con detti strati intermedi ad una temperatura

compresa tra 20° e 300°C;

- deposizione di detti rivestimenti spessi sul componente rivestito con detti strati intermedi tramite termospruzzatura, eventualmente in atmosfera inerte, ad una temperatura compresa tra 20 e 300°C.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui detto rivestimento spesso è di tipo metallico e scelto tra i seguenti: Cr, Ni, Mo, Ta, W o loro leghe.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui detto rivestimento spesso è di tipo ceramico e scelto tra i seguenti: Al_2O_3 , B_4C , Cr_3C_2 , CrO_2 , TiC , TiO_2 , WC , ZrO_2 o loro miscele.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui detta attivazione superficiale avviene mediante almeno uno dei pretrattamenti scelti dal gruppo comprendente sabbiatura, sputtering o decapaggio chimico e/o loro combinazioni;

5. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui la deposizione di detto primo strato avviene mediante almeno uno dei trattamenti scelti dal gruppo comprendente termospruzzatura, chimico, galvanico.

6. Procedimento secondo la rivendicazione 5,

in cui il trattamento di termospruzzatura avviene mediante plasma o alta velocità.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 6, in cui le deposizioni per termospruzzatura del primo strato di Ni o sue leghe e/o degli strati intermedi di Ni o sue leghe vengono effettuate tramite torcia al plasma in atmosfera protetta, ad esempio Ar, ad una pressione compresa tra 4×10^3 e 4×10^5 Pa.

8. Procedimento secondo la rivendicazione 7, in cui tra la torcia e la superficie del componente viene generato un arco elettrico con polarità negativa sul componente stesso.

9. Procedimento secondo la rivendicazione 8, in cui la corrente trasportata dall'arco elettrico è compresa nell'intervallo tra 5 e 40 A.

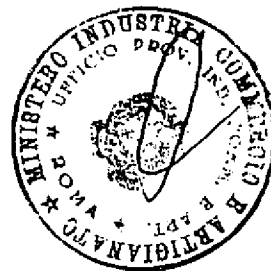
10. Componente rivestito caratterizzato dal fatto di essere ottenibile tramite il procedimento delle rivendicazioni da 1 a 9.

11. Procedimento per la produzione di rivestimenti spessi su componenti in rame o sue leghe, e componente rivestito come precedentemente descritto, esemplificato e rivendicato.

p.p. CENTRO SVILUPPO MATERIALI S.p.A.

Giorgio Strini
(Iscr. Albo n. 452 BM)

Strini



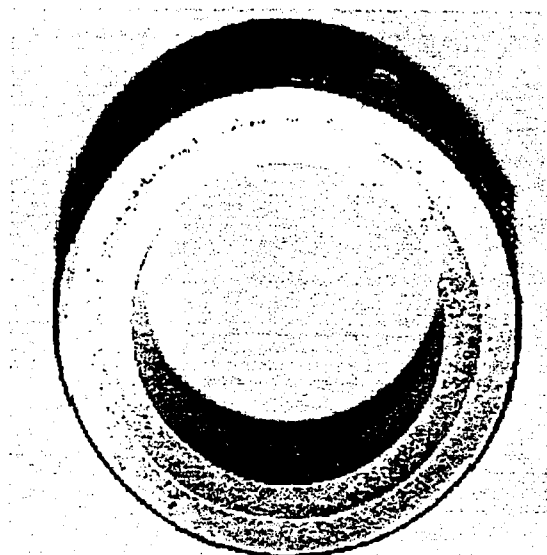


FIGURA 1

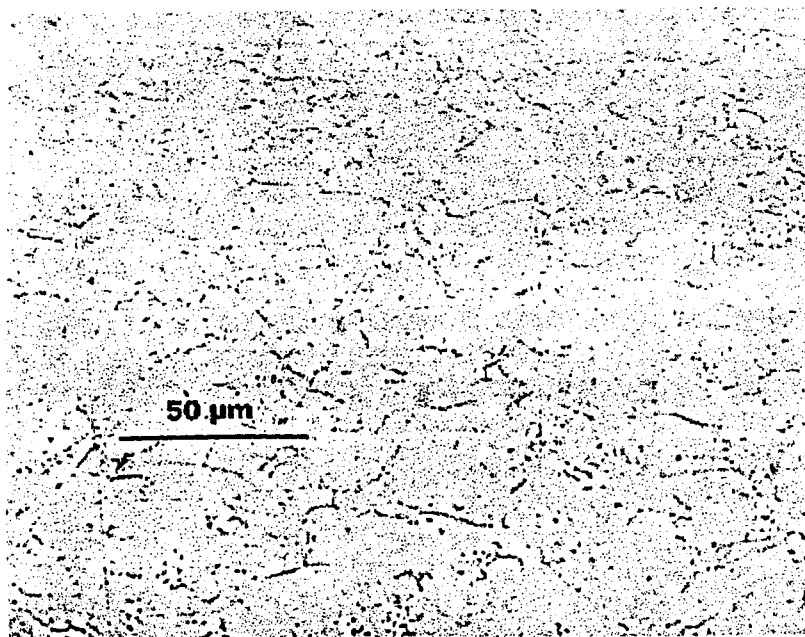


FIGURA 2



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

Giorgio Strini
(Isr. Albo n. 452 BM)