



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102010901807757
Data Deposito	09/02/2010
Data Pubblicazione	09/08/2011

Classifiche IPC

Titolo

FILO PER SALDATURA E RELATIVO PROCEDIMENTO DI FABBRICAZIONE.

FILO PER SALDATURA E RELATIVO PROCEDIMENTO DI FABBRICAZIONE

La presente invenzione riguarda un filo per saldatura che consente di effettuare saldature in modo semplice, efficace, affidabile, sicuro per gli operatori, ed economico, migliorando la qualità della saldatura, aumentando la produttività dei processi di saldatura, ed eliminando i rischi per la salute degli operatori dovuti alla presenza di fumi e/o di sostanze nocive sprigionate dal filo durante la saldatura.

La presente invenzione riguarda altresì un procedimento di fabbricazione di tale filo, che risulta ecologico, sicuro per gli operatori, ed economico, aumentando l'uniformità della qualità del filo fabbricato.

Attualmente, i fili metallici per saldatura ad arco, usualmente di acciaio, hanno la superficie rivestita di una pellicola di rame, dello spessore di circa 15 μm , allo scopo di proteggere i fili per un intervallo di tempo garantito dal produttore, usualmente pari a 6 mesi, dall'ossidazione dovuta agli agenti atmosferici. Inoltre, il rivestimento superficiale mantiene i fili lisci e privi di asperità superficiali.

Con riferimento alla Figura 1, si può osservare che il procedimento di fabbricazione dei convenzionali fili per saldatura inizia con una fase 1 di svolgimento di una vergella, ovvero di una barra di metallo a sezione circolare avente diametro superiore a 5 mm, usualmente pari a 5,5 mm, da una matassa sulla quale è avvolta.

Successivamente, la vergella viene sottoposta ad una fase 2 di decapaggio, per preparare la superficie esterna di essa eliminando eventuali sostanze chimiche e/o scaglie di laminazione e/o residui di ruggine.

La vergella viene poi sottoposta ad una prima fase 3 di trafilatura a secco per ottenere un filo intermedio di 2 mm di diametro, che viene raccolto in rocche usualmente del peso di circa 2000 Kg.

Durante il passaggio nella macchina trafilatrice il metallo si incrudì-

sce, per cui (per molti tipi di vergella di partenza) è necessaria una fase 4 di ricottura per renderlo più duttile, durante la quale il filo intermedio viene ad esempio riscaldato fuori dal contatto con l'aria a 750°C per 12 ore e successivamente raffreddato molto lentamente per oltre 12 ore fino a riportarne la temperatura alla temperatura ambiente. In proposito, per alcuni tipi particolari del cosiddetto acciaio basso legato (o acciaio COR-TEN), altamente sensibili all'incrudimento, tale trattamento deve essere ripetuto dopo ogni passata di laminazione, per cui i cicli di trafilatura sono inframezzati ad una pluralità, preferibilmente tre, cicli di ricottura.

Successivamente, il filo intermedio viene sottoposto ad una fase 5, in cui viene effettuata una trafilatura a bagno per ottenere un filo, di diametro intermedio (leggermente superiore, usualmente del 10% circa, a quello finale), seguita, senza soluzione di continuità, da un bagno di ramatura. Durante il bagno di ramatura, il filo viene ricoperto mediante bagno chimico da uno strato di rame dello spessore di circa 15 µm. In particolare, il bagno chimico attraverso cui viene fatto passare il filo è composto da acido solforico (H_2SO_4), solfato di rame ($CUSO_4$) e acqua (H_2O), e la ramatura avviene per scambio chimico mediante l'attacco del ferro del filo da parte della soluzione acida. Durante la ramatura, una parte del ferro viene sciolta nel bagno chimico.

La fase 5 si conclude con una trafilatura finale di calibrazione a freddo, detta anche skin-pass, in cui il diametro del filo rivestito di rame viene calibrato tramite una compressione di circa il 10% del suo diametro.

Il filo così ottenuto viene poi avvolto in una successiva fase 6 di bobinatura in rocche commerciali, usualmente del peso di 15 Kg, che vengono imballate.

Quando destinato ad alcune speciali applicazioni, il filo, invece della fase 6, viene sottoposto ad una fase 7 in cui viene raddrizzato e tagliato in spezzoni rettilinei, usualmente di lunghezza variabile da 900 a 1000 mm, che vengono imballati.

Tuttavia, i convenzionali fili metallici per saldatura ad arco soffrono di alcuni inconvenienti, legati sia al procedimento di fabbricazione che al processo di saldatura.

Innanzitutto, la ramatura della fase 5 del procedimento di fabbricazione presenta alcuni problemi in relazione sia alla deposizione di un rivestimento omogeneo e di spessore costante che all'impatto ambientale della ramatura stessa.

Infatti, man mano che la concentrazione di acido solforico e di solfato di rame diminuisce, il bagno chimico viene rabboccato manualmente, e ciò, unitamente all'aumento della concentrazione di ferro, comporta una discontinuità delle caratteristiche del bagno stesso che influiscono sulla qualità della deposizione del rame rendendola non omogenea e poco regolare. In particolare, la velocità di deposizione del rame sul filo diminuisce con l'aumentare della percentuale di ferro nel bagno chimico, per cui trattandosi di un processo continuo nel quale ogni tratto di filo sosta nel bagno per uno stesso intervallo di tempo, man mano che il bagno si carica di ferro, lo spessore dello strato depositato varia e peggiora la sua finitura superficiale.

Inoltre, quando la percentuale del ferro nel bagno chimico raggiunge il valore di circa 30 g/litro, la deposizione del rame si fa così difettosa che il bagno deve essere considerato esausto e quindi va sostituito. Il bagno esausto non può essere scaricato direttamente perché è altamente inquinante. Pertanto, esso deve essere raccolto in appositi contenitori a tenuta ermetica e conservato in attesa che sia consegnato ad imprese specializzate nel trattamento di rifiuti speciali nocivi. A tale proposito, si deve tenere presente che l'Unione Europea ha fissato norme severe per lo smaltimento dei rifiuti e dei fanghi contenenti sali di rame e di ferro, che richiedono l'eliminazione del rame impiegato in tutti i processi a caldo.

Quando poi, durante l'esecuzione di una saldatura ad arco, i fili metallici entrano nell'arco elettrico per essere fusi e depositati sul materiale

da saldare, una significativa porzione del rame del rivestimento superficiale vaporizza, dato che la temperatura dell'arco è molto elevata, ed un'altra porzione si fonde insieme al materiale metallico di apporto.

Come conseguenza della vaporizzazione del rame, durante la saldatura si generano delle emissioni gassose, ovvero dei fumi, molto tossiche per l'uomo. Tali fumi devono pertanto essere aspirati con opportune cappe, allontanati dall'ambiente di lavoro, fatti passare in depositi filtranti, e solo dopo la loro neutralizzazione possono essere scaricati in atmosfera.

Per quanto riguarda la porzione del rame che, invece di vaporizzare, si fonde insieme al materiale metallico di apporto, essa risulta un elemento dannoso per l'efficacia della saldatura. Infatti, la presenza di rame, anche in minime quantità, nel materiale metallico di apporto provoca spruzzi di materiale fuso, produce porosità nel cordone di saldatura, ed altera le caratteristiche del materiale di base (ovvero del materiale sul quale si effettua la saldatura) in prossimità della saldatura, fino a produrre una fragilità della zona saldata e/o una diminuzione della resistenza a trazione e della resilienza. In proposito, si deve notare che questi effetti negativi della fusione del rame con il materiale di apporto sono molto dipendenti dalla percentuale residua di rame non vaporizzato, che varia in ogni istante del processo di saldatura, provocando un'accentuata diminuzione della affidabilità e ripetibilità delle saldature ottenute.

Un ulteriore inconveniente dei fili di saldatura convenzionali è dovuto al frequente distacco della pellicola di rame o di sue piccole parti durante la movimentazione del filo, in particolare nel corso del processo di saldatura. Ciò provoca la formazione di una polvere sottile che intasa l'ugello dell'elettrodo rivestito con conseguente spegnimento dell'arco elettrico.

Un altro inconveniente dei fili di saldatura convenzionali è dovuto al fatto che, in generale, ad elevati valori di tensione e corrente del processo di saldatura elettrica, la saldatura presenta irregolarità di deposizione del materiale metallico di apporto e si verificano spruzzi di materiale fuso in

tutte le direzioni. Nel caso di fili di saldatura rivestiti di rame, questi fenomeni negativi risultano accentuati e quindi è necessario limitare la corrente e, conseguentemente, l'energia dell'arco e la velocità di avanzamento della saldatura.

Pertanto, la convenzionale protezione superficiale mediante ramatura del filo per saldatura penalizza significativamente l'affidabilità, la ripetibilità e la qualità della saldatura e causa molti problemi in relazione alla sicurezza degli operatori ed all'impatto ambientale sia nei processi industriali di fabbricazione del filo che nei processi di saldatura che impiegano il filo rivestito di rame.

Lo scopo della presente invenzione è, pertanto, quello di ottenere saldature più affidabili e con migliori caratteristiche meccaniche di fragilità, di resistenza a trazione e della resilienza della zona saldata rispetto a quella della tecnica anteriore.

E' ancora scopo della presente invenzione è quello di eliminare i rischi per la salute degli operatori e ridurre drasticamente i problemi di impatto ambientale attualmente presenti nei processi di saldatura.

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di ridurre drasticamente i problemi di impatto ambientale attualmente presenti nel procedimento di fabbricazione dei fili di saldatura convenzionali.

Forma oggetto specifico della presente invenzione un filo per saldatura, comprendente un'anima, realizzata di un materiale comprendente o consistente di ferro, esternamente provvista di un rivestimento superficiale, caratterizzato dal fatto che detto rivestimento comprende o consiste di uno strato superficiale di magnetite.

Sempre secondo l'invenzione, lo strato superficiale di magnetite può essere formato a partire da detto materiale dell'anima.

Ancora secondo l'invenzione, lo strato superficiale di magnetite può avere spessore variabile da 0,2 μm a 4 μm , preferibilmente da 0,5 μm a 2 μm , più preferibilmente da 0,5 μm a 1,5 μm , ancora più preferibilmente

pari a 1 μm .

Ulteriormente secondo l'invenzione, il filo per saldatura può avere sagoma circolare.

I vantaggi offerti dal filo per saldatura secondo l'invenzione sono numerosi e significativi.

Innanzitutto, il filo per saldatura secondo l'invenzione ha lo strato superficiale più duro e con un più elevato punto di fusione, rispetto al resto del metallo del filo. Di conseguenza, al momento della fusione del filo nell'arco, lo strato esterno di magnetite resta solido per un tempo maggiore e costituisce una sorta di guida per l'arco e per il metallo fuso, con effetto stabilizzante per l'arco stesso. In altre parole, durante la saldatura, l'anima del filo si fonde mentre lo strato esterno di magnetite, non ancora decomposto, esercita una riduzione del diametro dell'arco con conseguente concentrazione dell'energia dell'arco stesso. Ciò consente di migliorare significativamente le prestazioni, realizzando un'ottima regolarità di saldatura, rendendo possibile, durante i cicli di saldatura, l'utilizzo di maggiori potenze ed il raggiungimento di maggiori velocità di avanzamento, migliorando la qualità di saldatura ed incrementando la produttività.

Inoltre, la maggiore durezza dello strato superficiale rispetto al metallo dell'anima del filo secondo l'invenzione, protegge il metallo dalla ruggine ed evita l'insorgere dei problemi presenti in un rivestimento di rame convenzionale, quali la formazione di scaglie e di polvere che costituiscono una delle più importanti cause di ostruzione dell'ugello dell'elettrodo rivestito e dell'interruzione del flusso del filo, con conseguente spegnimento dell'arco elettrico e riduzione di produttività.

Ancora, durante la saldatura, la magnetite dello strato superficiale, invece di fondersi, si decompone in ferro ed ossigeno libero a causa delle alte temperature sviluppate dall'arco elettrico. La presenza dell'ossigeno proveniente dalla decomposizione della magnetite non avrà alcun effetto negativo nel caso di saldatura in atmosfera di CO_2 o di gas inerte, perché

l'ossigeno si libera solo all'interno dell'arco e si combina immediatamente con la scoria, senza influenzare minimamente né il metallo di apporto né quello in prossimità del cordone di saldatura. Ciò consente di non alterare le caratteristiche del materiale base in prossimità della saldatura, specie riguardo alla resistenza a trazione ed alla resilienza, migliorando significativamente la qualità della saldatura.

In altre parole, il filo per saldatura secondo l'invenzione consente di ottenere: immutate caratteristiche del materiale di base in prossimità della saldatura, grazie alla totale assenza del materiale dello strato superficiale, ovvero la magnetite, nel metallo di apporto; ottima regolarità di saldatura per l'effetto stabilizzante sull'arco da parte dello strato superficiale di magnetite; maggiore produttività del processo di saldatura, grazie al raggiungimento di maggiori velocità di avanzamento ed alla riduzione dei fermi.

Ulteriormente, il filo per saldatura secondo l'invenzione riduce drasticamente i problemi di impatto ambientale, eliminando fumi e sostanze nocive prodotti dal rivestimento del filo secondo la tecnica anteriore nei pressi dell'arco elettrico durante il processo di saldatura.

Infine, il filo per saldatura secondo l'invenzione risulta efficacemente protetto dall'ossidazione dovuta agli agenti atmosferici per un intervallo di tempo superiore a 6 mesi.

Forma inoltre oggetto specifico della presente invenzione un procedimento di fabbricazione di un filo per saldatura come precedentemente descritto, caratterizzato dal fatto di comprendere le seguenti fasi:

- A. pulire un filo comprendente o consistente di ferro per rimuovere impurità superficiali; e
- B. passivare il filo ottenuto dalla fase A in modo da formare uno strato superficiale di magnetite.

Sempre secondo l'invenzione, la fase B può comprendere un trattamento termico e/o elettrico del filo ottenuto dalla fase A.

Ancora secondo l'invenzione, la fase B può comprendere le se-

guenti sotto-fasi:

- B.1 immergere il filo ottenuto dalla fase A in un'atmosfera con contenuto di ossigeno variabile da 21% V/V fino al 100%;
- B.2 riscaldare il filo ottenuto dalla fase A fino ad una temperatura non inferiore a 300 °C e non superiore a 710 °C, più preferibilmente non inferiore a 450 °C e non superiore a 550 °C, ancora più preferibilmente pari a 500 °C, preferibilmente per un intervallo di tempo non inferiore a 0,5 secondi e non superiore a 100 secondi, più preferibilmente non superiore a 50 secondi, ancora più preferibilmente non superiore a 20 secondi, persino più preferibilmente non superiore a 2 secondi,

la sotto-fase B.2 essendo preferibilmente effettuata per mezzo di passaggio di corrente nel filo.

Ulteriormente secondo l'invenzione, la fase B può comprendere, dopo la sotto-fase B.2, la seguente sotto-fase:

- B.3 raffreddare il filo ottenuto dalla sotto-fase B.2, preferibilmente mediante un raffreddamento rapido, più preferibilmente mediante immersione in un bagno liquido e/o per passaggio sotto getti di liquido refrigerante e successiva asciugatura.

Sempre secondo l'invenzione, la fase A può comprendere una pulitura del filo comprendente o consistente di ferro in un bagno di acqua (H₂O) e soda caustica (NaOH).

Ancora secondo l'invenzione, il procedimento può comprendere altresì, dopo la fase A e prima della fase B, la seguente fase:

- C. sottoporre il filo ottenuto dalla fase B ad una trafilatura di calibrazione a freddo, o skin-pass, in cui il filo ottenuto dalla fase A viene preferibilmente compresso di non più dell'10% del suo diametro.

Il procedimento di fabbricazione secondo l'invenzione consente di ottenere una maggiore costanza della qualità del filo prodotto.

Inoltre, il procedimento utilizza sostanze non dannose per la salute

degli operatori, quali l'ossigeno.

Ancora, il procedimento elimina i problemi di impatto ambientale dovuti a bagni acidi, fanghi esausti e sostanze tossiche da smaltire.

Infine, il procedimento di fabbricazione secondo l'invenzione ha una maggiore produttività.

La presente invenzione verrà ora descritta, a titolo illustrativo, ma non limitativo, secondo sue preferite forme di realizzazione, con particolare riferimento alle Figure dei disegni allegati, in cui:

la Figura 1 mostra schematicamente un procedimento di fabbricazione di un filo per saldatura secondo la tecnica anteriore;

la Figura 2 mostra una vista in sezione di una preferita forma di realizzazione del filo per saldatura secondo l'invenzione; e

la Figura 3 mostra schematicamente una preferita forma di realizzazione del procedimento di fabbricazione del filo per saldatura secondo l'invenzione.

Nelle Figure numeri di riferimento identici saranno utilizzati per elementi analoghi.

Con riferimento alla Figura 2, si può osservare che la preferita forma di realizzazione del filo per saldatura secondo l'invenzione comprende un'anima 20, realizzata di un materiale comprendente o consistente di ferro (incluso, ad esempio, acciaio e ghisa), avente sagoma preferibilmente circolare, esternamente provvista di uno strato superficiale 21 di magnetite (F_3O_4 , nota anche come ossido ferroso-ferrico), preferibilmente di spessore variabile da $0,5\ \mu m$ a $2\ \mu m$, perfettamente aderente all'anima 20 del filo in quanto è direttamente formato a partire dal materiale dell'anima 20 del filo e, dunque, è parte strutturale del filo stesso.

Con riferimento alla Figura 3, si possono osservare schematicamente le fasi della preferita forma di realizzazione del procedimento di fabbricazione del filo per saldatura secondo l'invenzione.

Analogamente al procedimento di fabbricazione del filo per saldatu-

ra secondo la tecnica anteriore mostrato in Figura 1, il procedimento di Figura 3 comprende una fase 1 di svolgimento di una vergella, una fase 2 di decapaggio, una prima fase 3 di trafilatura a secco, eventualmente seguita da una fase 4 di ricottura (e le fasi 3 e 4 possono anche essere ripetute più volte), ed una fase finale che può essere una fase 6 di bobinatura ed imballo od una fase 7 di raddrizzamento e taglio in spezzoni rettilinei e successivo imballo.

Successivamente alle fasi 3 e 4, il procedimento di Figura 3 prevede una fase 5' di trafilatura a bagno per ottenere un filo di diametro intermedio superiore, preferibilmente per non più del 10%, a quello finale ottenuto in seguito ad una calibratura finale.

Successivamente, il procedimento fabbricazione secondo l'invenzione prevede una fase 30 di pulitura del filo in un bagno di acqua (H_2O) e soda caustica ($NaOH$), allo scopo di rimuovere qualsiasi impurità superficiale del filo. La fase 30 si conclude con una trafilatura finale di calibratura a freddo, detta anche skin-pass, in cui il diametro del filo rivestito di rame viene calibrato tramite una compressione (preferibilmente di non più del 10% del suo diametro) per mezzo di un passaggio del filo in un utensile detto filiera (o anche trafila). In particolare, il diametro finale del filo è preferibilmente variabile da 0,6 mm a 1,6 mm, più preferibilmente pari a 0,6 mm o 0,8 mm o 0,9 mm o 1,0 mm o 1,2 mm o 1,6 mm.

Successivamente, il filo pulito viene sottoposto ad una fase 31 di passivazione, in cui viene formato lo strato superficiale di magnetite, preferibilmente di spessore variabile da 0,2 μm a 4 μm , più preferibilmente da 0,5 μm a 2 μm , ancora più preferibilmente da 0,5 μm a 1,5 μm , persino più preferibilmente pari a 1 μm ; lo strato superficiale di magnetite viene preferibilmente formato attraverso un trattamento termico e/o elettrico.

Preferibilmente, la fase 31 viene effettuata mediante un trattamento termico che prevede l'immersione del filo in un'atmosfera con contenuto di ossigeno variabile da quello naturale dell'ambiente (21% V/V) fino al 100%

(atmosfera di ossigeno puro). Il filo in tale atmosfera viene riscaldato fino ad una temperatura non inferiore a 300°C e non superiore a 710°C, più preferibilmente non inferiore a 450°C e non superiore a 550°C, ancora più preferibilmente pari a 500°C, preferibilmente per un intervallo di tempo non inferiore a 0,5 secondi e non superiore a 100 secondi, più preferibilmente non superiore a 50 secondi, ancora più preferibilmente non superiore a 20 secondi, persino più preferibilmente non superiore a 2 secondi. Preferibilmente, il trattamento termico avviene per mezzo di passaggio di corrente, più preferibilmente pari a 70 Ampere, nel filo trasmessa dalle pulegge che trasportano il filo all'interno dell'atmosfera contenente ossigeno.

Successivamente, il filo provvisto dello strato superficiale di magnetite viene sottoposto ad un raffreddamento rapido mediante immersione in un bagno liquido e/o per passaggio sotto getti di liquido refrigerante, seguito da una asciugatura. Alternativamente, il filo provvisto dello strato superficiale di magnetite potrebbe essere raffreddato in un modo differente, oppure, nel caso in cui debba poi essere sottoposto ad un trattamento a caldo, esso potrebbe anche non essere raffreddato.

In quel che precede sono state descritte le preferite forme di realizzazione e sono state suggerite delle varianti della presente invenzione, ma è da intendersi che gli esperti del ramo potranno apportare modificazioni e cambiamenti senza con ciò uscire dal relativo ambito di protezione, come definito dalle rivendicazioni allegate.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.

RIVENDICAZIONI

1. Filo per saldatura, comprendente un'anima (20), realizzata di un materiale comprendente o consistente di ferro, esternamente provvista di un rivestimento superficiale, caratterizzato dal fatto che detto rivestimento comprende o consiste di uno strato superficiale (21) di magnetite.

2. Filo per saldatura secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che lo strato superficiale (21) di magnetite è formato a partire da detto materiale dell'anima (20).

3. Filo per saldatura secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che lo strato superficiale (21) di magnetite ha spessore variabile da 0,2 μm a 4 μm , preferibilmente da 0,5 μm a 2 μm , più preferibilmente da 0,5 μm a 1,5 μm , ancora più preferibilmente pari a 1 μm .

4. Filo per saldatura secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto di avere sagoma circolare.

5. Procedimento di fabbricazione di un filo per saldatura secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, caratterizzato dal fatto di comprendere le seguenti fasi:

- A. pulire (30) un filo comprendente o consistente di ferro per rimuovere impurità superficiali; e
- B. passivare (31) il filo ottenuto dalla fase A in modo da formare uno strato superficiale (21) di magnetite.

6. Procedimento secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che la fase B comprende un trattamento termico e/o elettrico del filo ottenuto dalla fase A.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che la fase B comprende le seguenti sotto-fasi:

- B.1 immergere il filo ottenuto dalla fase A in un'atmosfera con contenuto di ossigeno variabile da 21% V/V fino al 100%;
- B.2 riscaldare il filo ottenuto dalla fase A fino ad una temperatura non inferiore a 300°C e non superiore a 710°C, più preferibilmente non

inferiore a 450 °C e non superiore a 550 °C, ancora più preferibilmente pari a 500 °C, preferibilmente per un intervallo di tempo non inferiore a 0,5 secondi e non superiore a 100 secondi, più preferibilmente non superiore a 50 secondi, ancora più preferibilmente non superiore a 20 secondi, persino più preferibilmente non superiore a 2 secondi,

la sotto-fase B.2 essendo preferibilmente effettuata per mezzo di passaggio di corrente nel filo.

8. Procedimento secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che la fase B comprende, dopo la sotto-fase B.2, la seguente sotto-fase:

B.3 raffreddare il filo ottenuto dalla sotto-fase B.2, preferibilmente mediante un raffreddamento rapido, più preferibilmente mediante immersione in un bagno liquido e/o per passaggio sotto getti di liquido refrigerante e successiva asciugatura.

9. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 5 a 8, caratterizzato dal fatto che la fase A comprende una pulitura del filo comprendente o consistente di ferro in un bagno di acqua (H₂O) e soda caustica (NaOH).

10. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 5 a 9, caratterizzato dal fatto di comprendere altresì, dopo la fase A e prima della fase B, la seguente fase:

C. sottoporre il filo ottenuto dalla fase B ad una trafilatura di calibrazione a freddo, o skin-pass, in cui il filo ottenuto dalla fase A viene preferibilmente compresso di non più dell'10% del suo diametro.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.

1/2

ATTUALE PROCESSO

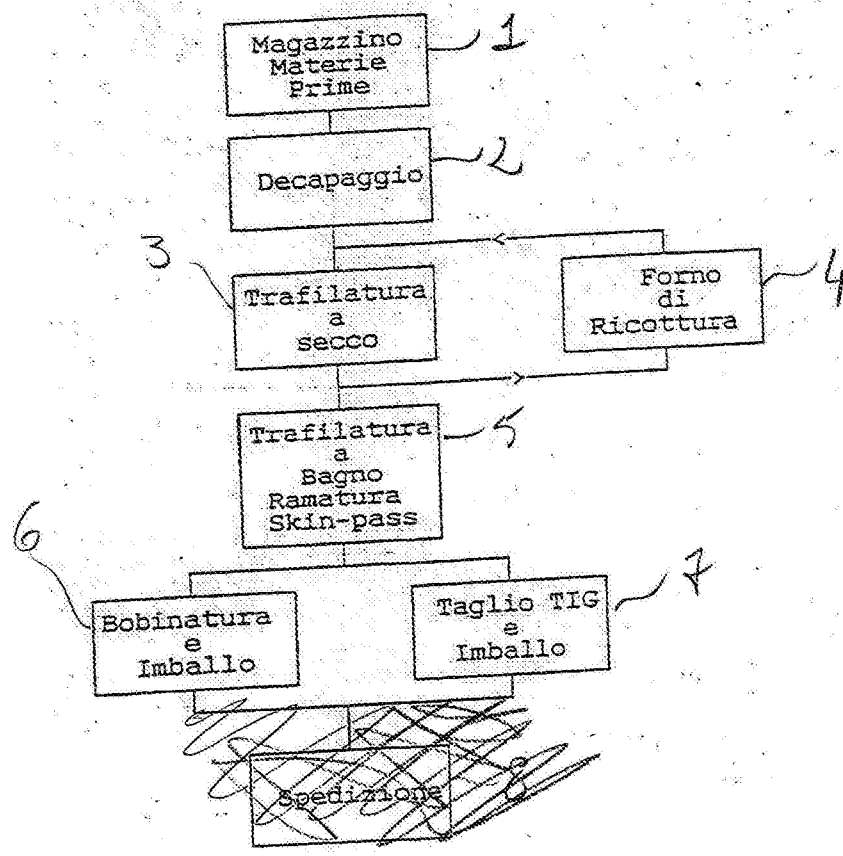


Fig. 1

2/2

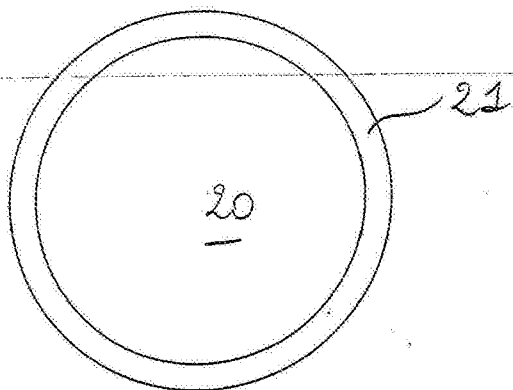


Fig. 2

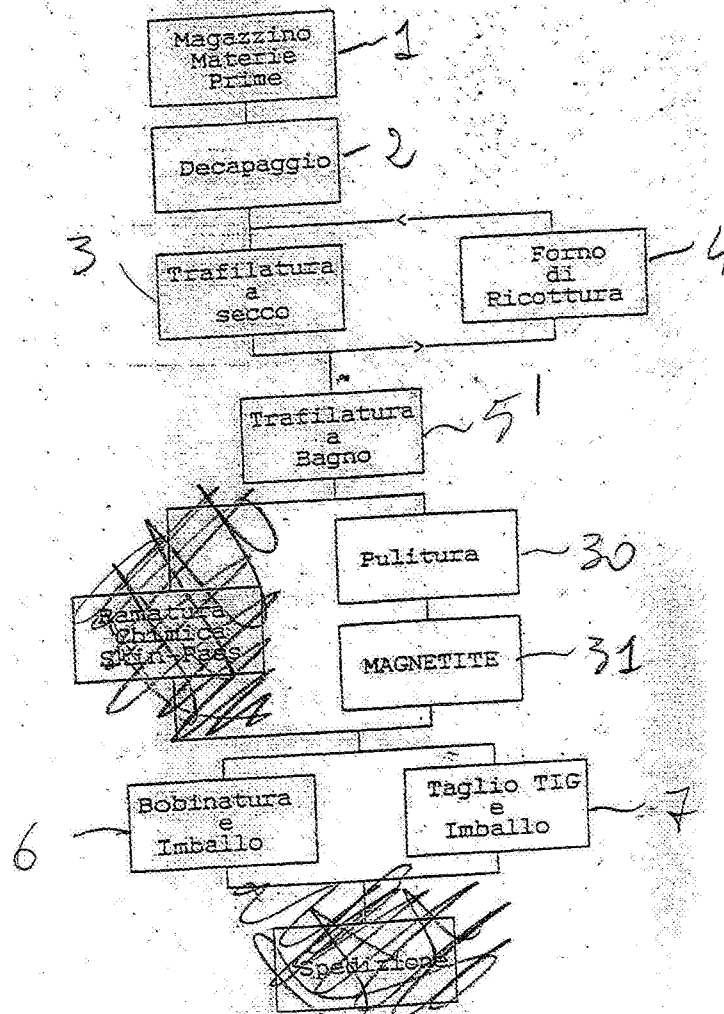


Fig. 3