



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

UIBM

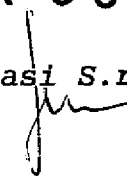
DOMANDA NUMERO	101994900368619
Data Deposito	20/05/1994
Data Pubblicazione	20/11/1995

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	23	C		

Titolo

PROCEDIMENTO PER L'ALLUMINIATURA DI ACCIAI INOSSIDABILI FERRITICI E PRODOTTO COSI' OTTENUTO.

CSM.205

Notarbartolo & Gervasi S.r.l.


DESCRIZIONE

a corredo di una Domanda di Brevetto per Invenzione Industriale dal titolo: "Procedimento per l'alluminatura di acciai inossidabili ferritici e prodotto così ottenuto".

Titolare: ILVA Laminati Piani S.p.A.

con sede in ROMA

Inventori: Claudio CAMPOLUCCI; Ferdinando COLAIACOVO; Maria Pia SFORZA; Marcello TADDEI; Angelo CAPOCCIA; Gelasio GIARDETTI.

Depositata il

Con il numero

CAMPO DELL'INVENZIONE

La presente invenzione si riferisce a un procedimento per l'alluminatura di acciai inossidabili ferritici e al prodotto così ottenuto e, più precisamente, si riferisce a un procedimento di formazione in continuo, per immersione in un bagno allo stato fuso, di un rivestimento a base di alluminio su acciaio, per esempio su un nastro di acciaio inossidabile ferritico, e al nastro dotato di detto rivestimento.

TECNICA ANTERIORE

Per gli acciai al carbonio è noto utilizzare l'alluminatura per aumentarne la capacità di resistenza all'ossidazione a caldo, o comunque alla corrosione.

Il meccanismo di protezione è semplice: l'alluminio forma facilmente un ossido estremamente stabile e aderente, in grado quindi di schermare il materiale sottostante da ulteriori attacchi cor-

rosivi. Tuttavia, per esplicitare appieno le proprie capacità protettive, il rivestimento di alluminio deve essere continuo e sufficientemente duttile da sopportare le deformazioni cui viene sottoposto durante la lavorazione del nastro di acciaio, deformazioni che possono essere molto severe. Purtroppo, alle temperature del bagno fuso di rivestimento a base di alluminio, accade che il ferro del substrato reagisca con l'alluminio per formare un composto intermetallico fragile. Inoltre, se la superficie del nastro è sporca, per esempio di olii di laminazione, e/o di polverino di carbonio, e/o di ossidi, l'alluminio fuso non bagna la superficie del nastro, e lascia quindi delle zone non rivestite, o comunque su cui il rivestimento non aderisce. Si può quindi avere tanto la presenza di zone non rivestite o con bassa aderenza del rivestimento, quanto la presenza di rotture, in forma di scheggiature e/o di sottili fessure, del rivestimento; questi difetti lasciano scoperto il substrato che viene rapidamente aggredito e distrutto dagli agenti ambientali, per esempio ossigeno a elevata temperatura. Tali situazioni sono ben note e sono state affrontate per numerose classi di acciai al carbonio.

Sempre per gli acciai al carbonio, si è cercato di rimediare ai difetti sopra ricordati modificando la composizione del bagno di rivestimento, con l'introduzione del silicio, che diminuisce la formazione dei composti fragili Fe-Al, e/o del manganese, con funzioni analoghe. Per esempio, secondo la domanda di brevetto francese 2.200.373, utilizzando un bagno di rivestimento a base

di alluminio e silicio, all'interfaccia acciaio-rivestimento si forma un composto $\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{Al}_9$ in forma di placchette che, per la loro forma, tendono a innescare la formazione di cricche durante le operazioni di formatura o di piegatura del nastro rivestito. Aggiungendo manganese al bagno, si otterrebbe la modificazione della morfologia di tale composto che diventerebbe globulare, e quindi meno prone a causare la formazione di cricche.

Le aumentate esigenze tecnologiche, hanno spostato l'attenzione su tipi di acciaio più nobili e hanno condotto alla produzione di acciai inossidabili di tipo ferritico rivestiti con alluminio; anche questi, tuttavia, non solo mantengono le problematiche già espresse per gli acciai al carbonio, ma le esaltano in particolare per quanto riguarda la bagnabilità dell'acciaio.

Il brevetto statunitense 4.675.214 riconosce che "i problemi associati con la non bagnabilità dei rivestimenti di alluminio su acciai inossidabili ferritici sono ben noti. I rivestimenti a caldo di alluminio sono scarsamente aderenti agli acciai inossidabili ferritici e normalmente presentano zone nude o non rivestite ...". Tale indesiderabile comportamento è attribuito al fatto che "il cromo è molto più facilmente ossidabile del ferro così che gli acciai legati al cromo possono più facilmente non essere bagnati degli acciai al carbonio a causa dei film di ossidi eccessivamente spessi." Questo brevetto si propone di ovviare a tale situazione riducendo al massimo il quantitativo di ossidi presenti sul nastro di acciaio inossidabile ferritico trattando

quest'ultimo, prima dell'immersione nel bagno di alluminio commercialmente puro, in atmosfera protettiva contenente almeno il 95%, e preferibilmente il 100%, di idrogeno. Inoltre consiglia di controllare, in detta atmosfera protettiva, il punto di rugiada e il contenuto di ossigeno, che devono rispettivamente essere inferiori a 4 °C e a 200 ppm, preferibilmente a -12°C e a 40 ppm.

Tuttavia, sembra che questi accorgimenti non abbiano raggiunto il risultato voluto. Infatti, la domanda di brevetto europeo EP 0467749 A1 esamina un processo assai simile a quello sopra ricordato, consistente nel preriscaldare il nastro a circa 677 °C e quindi nel portarlo al di sopra di 843 °C in atmosfera riduttrice, per poi raffreddarlo in un'atmosfera contenente almeno il 95% di idrogeno e tuffarlo in un bagno di alluminio liquido. Secondo la domanda di brevetto europeo, in queste condizioni si forma una lega fragile ferro-alluminio che danneggia le proprietà di resistenza alla corrosione e all'ossidazione in ambienti ostili.

Per ovviare a un simile inconveniente, detta domanda di brevetto propone un processo in cui il nastro (i) viene riscaldato a una temperatura inferiore a 500 °C in un'atmosfera non ossidante, contenente meno del 3% di ossigeno; (ii) viene portato a una temperatura inferiore a 950 °C in una seconda atmosfera non ossidante, avente un punto di rugiada inferiore a -40 °C; (iii) viene portato quindi a una temperatura vicina a quella di rivestimento, tenendolo in atmosfera non reattiva, costituita da azoto o da azoto/idrogeno contenente meno di 20 ppm di ossigeno e con un pun-

to di rugiada inferiore a -60°C ; (iv) è immerso nel bagno di rivestimento contenente anche silicio fino all'11% in peso.

La seconda atmosfera non ossidante può essere (vedi Esempio, pag 5) una miscela azoto/idrogeno, contenente il 60% di idrogeno.

Secondo questa domanda di brevetto europeo, in tal modo si migliora grandemente l'aderenza del rivestimento, misurata con una prova "a m pieghe alternate", non meglio identificata.

Anche questa domanda di brevetto non appare del tutto soddisfacente, innanzitutto per l'indeterminazione del suo insegnamento e poi anche perchè prove eseguite nel tentativo di comprenderne i meccanismi di funzionamento non hanno prodotto risultati particolarmente brillanti.

Secondo quanto sopra esposto, il problema affrontato nell'alluminatura dell'acciaio inossidabile ferritico non è stato finora quello della bagnabilità del nastro, bensì quello del miglioramento della duttilità del rivestimento.

In effetti, tanto da considerazioni teoriche sulla cinetica di ossidazione dei vari elementi interessati, quanto da sperimentazioni preliminari, i problemi connessi al rivestimento di nastri di acciaio inossidabile ferritico per immersione a caldo in bagni fusi a base di alluminio non appaiono soddisfacentemente affrontati e risolti.

Per esempio, le cinetiche di reazione non consentono una sostanziale riduzione dell'ossido di cromo, per lo meno alle temperature e con i tempi di trattamento possibili in un impianto indu-

striale di alluminiatura a caldo.

Rispetto allo stato dell'arte prima esposto, non sembrano quindi giustificati né gli elevati contenuti di idrogeno prima dell'immersione nel bagno di alluminio (con le inevitabili complicazioni processistiche e impiantistiche legate all'utilizzazione di idrogeno praticamente puro a elevata temperatura), richiesti dal brevetto statunitense 4.675.214, né le elevate temperature di trattamento necessarie secondo la domanda di brevetto europeo EP 0 467 749 A1, il quale continua a impiegare considerevoli percentuali di idrogeno a temperatura ancor più elevata che nel brevetto statunitense (il che impone un sensibile ulteriore aumento dei costi di produzione) e che quindi affida il miglioramento della qualità del prodotto all'effetto del silicio di diminuire la formazione della lega fragile Fe-Al.

Manca quindi un processo per la produzione di nastri di acciaio inossidabile ferritico rivestiti per immersione a caldo con uno strato protettivo a base di alluminio, che sia il più possibile sicuro e poco costoso e che offra un prodotto di elevata qualità.

SOMMARIO DELL'INVENZIONE

L'invenzione ha per oggetto un procedimento di rivestimento, per immersione a caldo, con lega di alluminio e silicio di acciaio inossidabile ferritico contenente dal 5 al 19% in peso di cromo, il procedimento comprendendo la combinazione in relazione di cooperazione dei passi di controllare e contenere la temperatura massima raggiunta dall'acciaio durante il suo riscaldamento, di limi-

tare il contenuto di idrogeno dell'atmosfera riduttrice in cui viene tenuto l'acciaio durante il suo trattamento a elevata temperatura e di includere nel bagno di rivestimento un piccolo quantitativo di manganese.

Consequente oggetto dell'invenzione è un prodotto, preferibilmente un nastro, di acciaio inossidabile ferritico, contenente dal 5 al 19% in peso di cromo, recante un rivestimento a base di alluminio e silicio ottenuto con tale procedimento e contenente manganese in quantità compresa tra lo 0,045 e lo 0,40% in peso.

Altro oggetto dell'invenzione è un nastro di acciaio inossidabile ferritico, contenente dal 5 al 19% in peso di Cr, recante un rivestimento a base di alluminio, silicio e manganese, nel quale gran parte del manganese si trova in un sottile strato di interfaccia con il nastro.

D'ora in poi, le composizioni sono espresse come percentuale in peso.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

L'invenzione si riferisce a un procedimento per l'alluminiatura in continuo per immersione a caldo di nastri di acciaio inossidabile ferritico contenente dal 5 al 19% in peso di cromo, in cui il nastro è fatto passare in continuo attraverso un impianto comprendente in sequenza:

(i) un primo forno, di pretrattamento, a riscaldamento diretto in atmosfera non ossidante essenzialmente composta da fumi di combustione (CO , CO_2 , H_2O e N_2) che contengono in particolare dall'

1,5 al 4% di CO, dall' 8 all' 11% di CO₂ e meno dell' 1% di O₂,
avente temperatura compresa tra 1100 e 1300 °C e in cui il nastro
raggiunge una temperatura compresa tra 400 e 650 °C;

(ii) un secondo forno, di riscaldamento, in atmosfera di azoto e idro-
geno avente temperatura compresa tra 750 e 1000 °C;

(iii) un terzo forno, di mantenimento, in atmosfera di azoto e
idrogeno avente temperatura compresa tra 650 e 850 °C;

(iv) una zona di raffreddamento in atmosfera di azoto e idrogeno
in cui il nastro raggiunge una temperatura pari a, o superiore al
massimo di 20 °C, a quella del bagno di alluminatura; e infine

(v) un bagno di alluminatura avente una temperatura compresa tra
630 e 680 °C;

caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre la combinazione
in relazione di cooperazione dei seguenti passi:

(1) la temperatura massima raggiunta dal nastro nel forno di ri-
scaldamento è mantenuta tra 600 e 850 °C; (2) la temperatura massima
del nastro nel forno di mantenimento è compresa tra 650 e 700 °C;
(3) il contenuto di idrogeno nell'atmosfera dei forni da quello
di riscaldamento alla zona di raffreddamento compresa è mantenuto tra
il 10 e il 30%; (4) al bagno di rivestimento a base di alluminio
commercialmente puro e comprendente Si tra il 6 e il 12% e Fe tra
l'1 e il 3%, viene aggiunto manganese tra lo 0,05 e lo 0,35%.

Il contenuto di idrogeno nell'atmosfera dei forni sopradetti è
preferibilmente compreso tra il 15 e il 23%.

Secondo la presente invenzione, la scelta dei valori di tempera-

tura, di contenuto di idrogeno dell'atmosfera riducente e del contenuto di manganese nel bagno dipende dai fattori qui di seguito esposti.

Come accennato in precedenza, le cinetiche di reazione escludono che l'ossido di cromo presente alla superficie dell'acciaio (responsabile, assieme all'ossido di ferro e ad altre impurezze, della non bagnabilità del nastro da parte del bagno di rivestimento) possa essere signifativamente ridotto, alle temperature e per i tempi di trattamento del processo di rivestimento. Pertanto appare totalmente inutile preoccuparsi dell'ossido di cromo, e conviene badare alle altre cause di non bagnabilità del nastro. Per quanto riguarda gli olii di laminazione rimasti sul nastro, e altre simili impurezze, le elevate temperature raggiunte dai gas di combustione nel forno di preriscaldamento garantiscono la loro eliminazione, mentre la loro composizione assicura una minima ulteriore ossidazione del ferro. Per quanto riguarda l'eliminazione degli ossidi di ferro, è possibile ottenerla secondo la presente invenzione anche riducendo, entro i limiti sopra esposti, la temperatura raggiunta dal nastro nel forno di riscaldamento e in quello di mantenimento nonché il contenuto di idrogeno nell'atmosfera dei forni da quello di riscaldamento alla sezione di raffreddamento compresa. In tal modo, non solo si ottengono i risultati voluti, ma è anche possibile realizzare notevoli economie di esercizio, a causa della minore temperatura di riscaldamento del nastro e del minor quantitativo di idrogeno impiegato, che a sua volta permette un

minor costo di investimento per l'impianto, che può essere progettato per funzionare in condizioni meno gravose.

Infine, l'aggiunta di manganese al bagno di rivestimento consente a questo elemento, che si ritrova praticamente integralmente nel rivestimento ottenuto, di arricchirsi in un'interfaccia di spessore tra 4 e 8 μm , migliorando la bagnabilità del nastro e la stabilità all'ossidazione dell'interfaccia stessa mediante formazione di un cromato complesso, mentre il manganese che rimane sciolto nel restante rivestimento ne migliora la resistenza all'ossidazione a caldo e la brillantezza.

Poiché, in questo processo, le capacità di riduzione dell'atmosfera contenente idrogeno sono praticamente al limite, è opportuno curare che non intervengano altri fattori di disturbo. Così, il punto di rugiada nelle varie zone dell'impianto deve essere opportunamente controllato. Più precisamente, secondo la presente invenzione nel forno riducente di riscaldamento il punto di rugiada devono essere compresi tra -12°C all'inizio del forno e -35°C alla sua fine; preferibilmente tali valori sono rispettivamente inferiori a -15 e a -25°C . Nel forno di mantenimento, il punto di rugiada è compreso tra -20 e -40°C , preferibilmente inferiore a -28°C . Nella sezione di raffreddamento, il punto di rugiada è compreso tra -15 e -40°C , preferibilmente inferiore a -30°C .

Il prodotto così ottenuto è un acciaio inossidabile ferritico, avente un contenuto in Cr compreso tra il 5 e il 19% in peso, recante un rivestimento a base di alluminio, contenente anche

silicio, ferro e manganese, e avente uno spessore compreso tra 15 e 50 μm , preferibilmente tra 20 e 30 μm .

Nel rivestimento, il manganese è presente in quantità compresa tra lo 0,045 e lo 0,40% in peso; inoltre, almeno il 70% del manganese si trova segregato nei primi 4-8 μm , di interfaccia con il nastro di acciaio.

ESEMPI

Due nastri di acciaio inossidabile ferritico AISI 409 e AISI 430 sono stati trattati secondo la presente invenzione nel seguente processo:

(i) Preriscaldamento in forno non ossidante a fiamma libera, diviso in due zone. La composizione dell'atmosfera era: CO 2,6%, CO₂ 9,7%, O₂ < 0,9%, resto azoto e vapor d'acqua. Nella prima zona del forno, la temperatura dell'atmosfera era di 1200 °C, mentre nella seconda zona la temperatura era di 1090 °C. In uscita da questa sezione, la temperatura del nastro era di 550 °C. Il tempo di permanenza nel forno è stato di 38 s.

(ii) Riscaldamento in forno riducente, diviso in due zone, in atmosfera di azoto e idrogeno. La temperatura dell'atmosfera, in funzione del resto del trattamento, era compresa tra 800 e 980 °C. Il punto di rugiada era di -18 °C all'inizio del forno e di -32 °C al suo termine. Il tempo di permanenza del nastro nel forno è stato di 50 s.

(iii) Mantenimento di temperatura in forno con atmosfera di azoto e idrogeno. La temperatura dell'atmosfera, in funzione del resto

del trattamento, era compreso tra 680 e 900 °C, con un punto di rugiada di -30 °C. Il tempo di permanenza del nastro in questa sezione è stato di 32 s.

(iv) Raffreddamento in atmosfera di azoto e idrogeno, avente una temperatura tra 640 e 680 °C, con punto di rugiada di -40 °C. La temperatura del nastro in uscita da questa zona era di 660 °C.

(v) Immersione in un bagno contenente Si 8%, Fe massimo 1,5%, quantità variabili di manganese, il resto essendo alluminio di grado commerciale.

Per quanto riguarda gli altri parametri di processo secondo l'invenzione, gli esperimenti sono stati eseguiti utilizzando i valori riportati in Tabella 1.

Nella Tabella 2, la valutazione è espressa come ossidazione (incremento di peso, in g/m^2) dopo 1, 3, e 5 cicli di riscaldamento in aria a 900 °C per 48 ore, seguito da raffreddamento a temperatura ambiente.

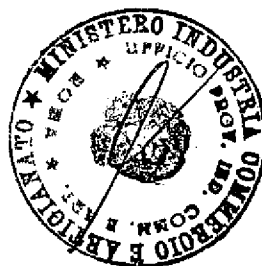
Per confronto, sono stati valutati altri prodotti noti nella tecnica, ottenuti secondo quanto descritto nei brevetti US 4.675.214 e EP 0467749 A1. I risultati ottenuti per i tre cicli di riscaldamento sono stati (sempre come aumento di peso in g/m^2): 82, 173, 260 e, rispettivamente, 75, 157, 225.

Nei prodotti secondo l'invenzione, l'analisi microelettronica ha permesso di stabilire che il manganese subisce un notevole arricchimento entro i primi 8 μm del rivestimento; in particolare in questo strato di interfaccia è stata misurata una quantità di

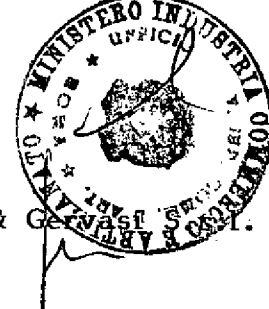
manganese compresa dal 70% circa a più del 99% del manganese presente nel bagno fuso di rivestimento.

Come si vede, nei prodotti secondo la presente invenzione, ossia nei campioni 5, 6, 8-11, 20, 23-26, la resistenza all'ossidazione a caldo si mostra notevolmente buona. Al di fuori dei parametri di processo trovati significativi dalla presente invenzione, non si ottengono valori soddisfacenti di resistenza all'ossidazione.

RM 4 A 000316



RM 94 A 000316



Notarbartolo & Gervasi

TABELLA 1

Camp. N°	Mn, % peso	Temp. riscaldamento nastro °C	Temp. mant. nastro °C	H ₂ , % peso
1	0	670	650	30
2		840	690	30
3		920	750	30
4	0,08	630	620	24
5		670	650	13
6				24
7		840	630	24
8			650	13
9				24
10			690	13
11				24
12			750	13
13				24
14		920	670	13
15				24
16			750	13
17				24
18	0,28	630	620	24
19		670	650	13
20				24
21		840	630	13
22				24
23			650	13
24				24
25			690	13
26				24
27			750	13
28				24
29		920	670	13
30				24
31			750	13
32				24
33	1,0	670	630	13
34				24
35			650	13
36				24
37		840	630	13
38				24
39			670	13
40				24
41		920	670	13
42				24
43			750	13
44				24

RM94 A 000316

Notarbartolo & Gervasi



TABELLA 2

Campione N°	Incremento di peso g/m ²					
	Acciaio AISI					
	409			430		
	Ciclo numero					
	1	3	6	1	3	5
1	78	138	226	70	123	214
2	75	144	246	71	129	220
3	81	150	267	73	148	274
4	73	162	254	66	155	239
5	48	105	158	46	103	152
6	46	99	151	44	96	148
7	70	132	194	63	122	179
8	46	102	165	43	100	157
9	45	100	162	48	97	162
10	43	99	159	41	96	155
11	45	88	145	42	80	138
12	68	112	174	61	103	166
13	66	107	174	60	101	161
14	71	126	180	63	119	176
15	70	116	172	61	106	167
16	71	134	187	64	121	169
17	66	114	183	59	106	172
18	73	130	193	66	124	185
19	45	92	147	40	81	123
20	44	90	146	41	87	138
21	57	115	193	55	112	186
22	68	132	191	60	129	197
23	46	94	152	43	74	117
24	45	93	142	36	95	135
25	38	84	132	32	79	127
26	34	76	117	29	72	113
27	70	126	169	62	118	160
28	66	138	179	59	130	168
29	71	133	193	65	127	188
30	65	124	178	58	121	169
31	71	129	194	65	124	189
32	70	133	206	63	127	196
33	71	127	200	67	123	195
34	68	125	206	61	118	200
35	67	135	188	61	122	182
36	65	131	183	59	125	181
37	76	141	198	64	126	180
38	70	125	201	63	116	193
39	66	118	177	58	104	163
40	76	122	178	70	114	167
41	78	146	199	70	129	185
42	75	138	181	67	125	174
43	72	142	208	69	133	198
44	66	136	191	60	123	178

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per l'alluminiatura in continuo per immersione a caldo di nastri di acciaio inossidabile ferritico contenente dal 5 al 19% in peso di cromo, in cui il nastro è fatto passare in continuo attraverso un impianto comprendente in sequenza:

(i) un primo forno, di pretrattamento, a riscaldamento diretto in atmosfera non ossidante essenzialmente composta da fumi di combustione (CO , CO_2 , H_2O e N_2) che contengono in particolare dall' 1,5 al 4% di CO , dall' 8 all' 11% di CO_2 e meno dell' 1% di O_2 , avente temperatura compresa tra 1100 e 1300 °C e in cui il nastro raggiunge una temperatura compresa tra 400 e 650 °C;

(ii) un secondo forno, di riscaldamento, in atmosfera di azoto e idrogeno avente temperatura compresa tra 750 e 1000 °C;

(iii) un terzo forno, di mantenimento, in atmosfera di azoto e idrogeno avente temperatura compresa tra 650 e 850 °C;

(iv) una zona di raffreddamento in atmosfera di azoto e idrogeno in cui il nastro raggiunge una temperatura pari a, o superiore al massimo di 20 °C, a quella del bagno di alluminiatura; e infine

(v) un bagno di alluminiatura avente una temperatura compresa tra 630 e 680 °C;

caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre la combinazione in relazione di cooperazione dei seguenti passi:

(1) la temperatura massima raggiunta dal nastro nel forno di riscaldamento è mantenuta tra 600 e 850 °C; (2) la temperatura massima del nastro nel forno di mantenimento è compresa tra 650 e 700 °C;

(3) il contenuto di idrogeno nell'atmosfera dei forni da quello di riscaldamento alla zona di raffreddamento compresa è mantenuto tra il 10 e il 30%; (4) al bagno di rivestimento a base di alluminio commercialmente puro e comprendente, in % in peso, Si tra il 6 e il 12% e Fe tra l'1 e il 3%, viene aggiunto manganese tra lo 0,05 e lo 0,35%.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il contenuto di idrogeno nell'atmosfera dei forni sopradetti è compreso tra il 15 e il 23%.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che nel forno riducente di riscaldamento il punto di rugiada devono essere compresi tra -12°C all'inizio del forno e -35 °C alla sua fine, nel forno di mantenimento è compreso tra -20 e -40 °C e nella sezione di raffreddamento è compreso tra -15 e -40 °C.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che nel forno riducente di riscaldamento il punto di rugiada è inferiore a -15 °C all'inizio del forno e a -25 alla sua fine, nel forno di mantenimento è inferiore a -28 °C e nella sezione di raffreddamento è inferiore a -30 °C.

5. Prodotto in acciaio inossidabile ferritico, avente un contenuto in Cr compreso tra il 5 e il 19% in peso, rivestito con una lega a base di alluminio, ferro e silicio, caratterizzato dal fatto che il rivestimento contiene anche manganese, e ha uno spessore compreso tra 15 e 50 µm.

6. Prodotto secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto

CSM.205

Notarbartolo & Gervasi S.r.l.

che nel rivestimento, il manganese è presente in quantità compresa tra lo 0,045 e lo 0,40% in peso e che almeno il 70% del manganese si trova segregato nei primi 4-8 μm , di interfaccia con il substrato di acciaio.

7. Prodotto secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che il rivestimento ha uno spessore compreso tra 20 e 30 μm .

Roma, 19 MAG 1994

/GM

p. ILVA LAMINATI PIANI S.p.A.

Il Mandatario

Dr. Giulio Mariani

della NOTARBARTOLO & GERVASI S.r.l.

