



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

DOMANDA NUMERO	102001900933327
Data Deposito	29/05/2001
Data Pubblicazione	29/11/2002

Priorità	A 964/2000
Nazione Priorità	AT
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	21	C		

Titolo

PROCEDIMENTO PER FONDERE SPUGNA METALLICA E FORNO AD ARCO ELETTRICO PER L'ATTUAZIONE DEL PROCEDIMENTO.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Procedimento per fondere spugna metallica e forno ad arco elettrico per l'attuazione del procedimento",

di: Voest-Alpine Industrieanlagenbau GmbH & Co.,
nazionalità austriaca, Turmstraße 44, A-4020 Linz,
Austria AT

Inventori designati: Mittag, Peter; Berger, Harald.

Depositata il: 29 maggio 2001

TO 2001A 00050

TESTO DELLA DESCRIZIONE

L'invenzione si riferisce ad un procedimento per fondere spugna metallica, in particolare spugna di ferro, in un forno ad arco elettrico che presenta almeno un elettrodo, in cui la spugna metallica viene introdotta nel forno ad arco elettrico con formazione di almeno un getto di spugna metallica che incontra la superficie del bagno presente nel forno ad arco elettrico nelle immediate vicinanze di un elettrodo, e in cui per la decarburazione o la miscelazione del bagno o l'introduzione di energia nel fuso metallico si insuffla ossigeno in detto fuso, nonché ad un forno ad arco elettrico per l'attuazione del procedimento.

È nota (EP-0 964 065 A1, EP-0 418 656 A1)

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

l'introduzione di sostanze solide, come polveri metallurgiche, polveri di filtrazione e/o scorie non trattate o minerale non ridotto in un forno ad arco elettrico, e in particolare l'insufflazione in un fuso metallico presente in detto forno ad arco elettrico. In questo caso si è dimostrato vantaggioso introdurre ossigeno attraverso una lancia al di sopra della superficie del bagno del fuso metallico e all'interno di uno strato di scoria al di sopra di esso, ed effettuare quindi una post-combustione di monossido di carbonio formatosi grazie ad un aggiunta di O_2 in una zona vicina al fuso metallico, immettendo la quantità di calore ottenuta con detta post-combustione direttamente nel fuso metallico.

È inoltre noto il prevedere per la fusione di rottami, dispositivi di post-combustione per l'applicazione della tecnica di post-combustione di CO. A questo scopo sono previsti nel forno ad arco elettrico ugelli o cannelli di post-combustione fissi. Tali dispositivi non sono tuttavia impiegabili in caso di bagno poco profondo.

Compito dell'invenzione è la possibilità di impiegare la tecnica di post-combustione di CO anche per forni ad arco elettrico per la fusione di spugna metallica, in particolare di spugna di fer-

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

ro, in condizioni di bagno poco profondo. Nei forni ad arco elettrico per la fusione di spugna di ferro, quest'ultima viene introdotta attraverso un foro nel coperchio, posizionato non centralmente ad esempio alla periferia del coperchio, mediante uno scivolo o piano inclinato, in quantità fino a 7.000 kg/min. Di norma si introducono senza misure particolari in media da 28 a 40 kg di spugna di ferro per MW di potenza elettrica applicata e al minuto. La spugna di ferro in pezzi (pellet e/o bricchette) ed eventualmente in particelle fini giunge nei pressi del centro del forno ad arco elettrico, ossia nel suo centro energetico, in cui sono disposti uno o più elettrodi, descrivendo una parabola di lancio. Si ottiene in tal modo una rapida fusione. In un forno di questo tipo esiste il problema di un'introduzione non idonea di ossigeno per la post-combustione, che può determinare un aumento del consumo degli elettrodi dovuto all'ossigeno, una diminuzione della resa metallica causato dal maggiore calo di fusione di ferro e un aumento del carico termico degli elementi laterali e di copertura del forno ad arco elettrico, di norma raffreddati ad acqua, senza che venga inoltre trasmessa ulteriore energia al materiale fuso.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

Fine dell'invenzione è evitare questi svantaggi e difficoltà ponendosi il compito di realizzare un procedimento e un forno ad arco elettrico che permettano una post-combustione di CO molto efficiente durante la fusione di spugna di ferro in condizioni di bagno poco profondo, in cui è possibile introdurre la spugna metallica nel centro energetico o nelle sue immediate vicinanze.

Questo compito viene risolto secondo l'invenzione grazie al fatto che, oltre all'ossigeno introdotto nel fuso metallico per la decarburazione o per la miscelazione del bagno o per l'immissione di energia, si insuffla nel forno ad arco elettrico almeno un getto di ossigeno o un getto di un gas contenente ossigeno a bassa velocità per la post-combustione di CO, che incontra la superficie del bagno nella zona del punto di incontro con il getto di spugna metallica, preferibilmente convogliato nel forno ad arco elettrico solamente per gravità, e/o nelle immediate vicinanze del punto di incontro con il getto di spugna metallica, e che crea una schermatura rispetto all'elettrodo o agli elettrodi in forma di scudo protettivo nella zona o nelle vicinanze di detto punto di incontro sul lato del getto di spugna metallica rivolto verso l'elettrodo

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

o gli elettrodi del forno ad arco elettrico.

In tal modo, il CO formato dalla spugna metallica contenente carbonio che cade sulla scoria contenente ossigeno con la conseguente fusione, subisce una post-combustione con ossigeno a CO_2 e l'energia così liberata viene trasmessa alla spugna di ferro del getto aggiunto e alla scoria o al bagno. La scoria riscaldata mostra in tal modo una miglior porosità ed avvolge meglio l'arco o gli archi, riducendo quindi l'irradiazione di calore sugli elementi laterali e di copertura raffreddati ad acqua. Si ottiene in tal modo nel complesso un risparmio energetico di $\geq 35 \text{ KWh/t}$ di acciaio liquido.

Secondo l'invenzione si immette quindi nel forno ad arco elettrico almeno un getto di ossigeno o un getto di un gas contenente ossigeno solo per la post-combustione di CO, in cui è essenziale che questo(i) getto(i) di ossigeno venga(no) orientato(i) in direzione del centro energetico, e nella zona e/o nelle immediate vicinanze del punto di incontro tra la spugna di ferro e il fuso, e che tuttavia gli elettrodi siano protetti dal contatto diretto con l'ossigeno.

Il getto di ossigeno o di un gas contenente

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUIX
s.r.l.

ossigeno introdotto in aggiunta viene di preferenza insufflato nel forno ad arco elettrico a velocità subsonica.

Il getto di ossigeno o di un gas contenente ossigeno introdotto in aggiunta viene di preferenza insufflato a bassa pressione, preferibilmente ad una pressione massima di 6 bar, in modo che la scoria non venga deviata dal getto di ossigeno o di gas contenente ossigeno introdotto in aggiunta per la post-combustione, e gli archi rimangano effettivamente avvolti dalla scoria porosa. Per bassa pressione si intende la pressione a cui con un diametro prestabilito degli ugelli non si raggiungono velocità ultrasoniche.

La spugna di ferro viene opportunamente introdotta nel forno ad arco elettrico in pezzi, preferibilmente pellet e/o bricchette, ed eventualmente in parte in forma di particelle fini.

Secondo una forma di realizzazione preferita il getto di ossigeno o di gas contenente ossigeno viene schermato rispetto all'elettrodo o agli elettrodi a partire da circa la metà dell'altezza libera della camera interna del forno ad arco elettrico fino al punto di incontro con la superficie del bagno, almeno sul lato del getto di spugna metallica

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUIX
s.r.l.

rivolto verso l'elettrodo o gli elettrodi, in cui "circa" indica $\pm 20\%$, preferibilmente $\pm 10\%$.

Un forno ad arco elettrico per l'attuazione del procedimento secondo l'invenzione, provvisto di almeno un elettrodo e di una apertura di carica nel coperchio per l'introduzione della spugna metallica per forza di gravità, e di un dispositivo per l'immissione di ossigeno per introdurre ossigeno nel fuso metallico, è caratterizzato da almeno una lancia per l'insufflazione di ossigeno, che può essere portata attraverso un'apertura in una posizione sporgente rispetto all'interno del forno, detta posizione essendo orientata in modo che il getto di ossigeno, visto dall'elettrodo o dagli elettrodi, sia schermato rispetto a detto elettrodo o elettrodi grazie alla spugna metallica che precipita nel forno ad arco elettrico per gravità, almeno nella zona del punto di incontro di detta spugna metallica con la superficie del bagno.

Per un esatto posizionamento dell'introduzione di ossigeno è possibile spostare la lancia per l'insufflazione di ossigeno rispetto al forno ad arco elettrico, di preferenza orientandola e spostandola avanti e indietro.

L'invenzione verrà ora illustrata in maggior

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUIX
s.r.l.

dettaglio grazie agli esempi di realizzazione raffigurati nel disegno, in cui la fig. 1 mostra una sezione verticale e centrale di un forno ad arco elettrico (forno a corrente trifase) secondo una prima forma di realizzazione, e la fig. 2 e la fig. 4 mostrano una vista schematica dall'alto di un forno a corrente trifase o a corrente continua secondo un'altra forma di realizzazione dell'invenzione. La fig. 3 riproduce in rappresentazione schematica il principio di funzionamento dell'invenzione attraverso il particolare III della fig. 1. Le figg. 5 e 6 illustrano una vista schematica dall'alto e una sezione verticale lungo la linea VI-VI della fig. 5 di un forno ad elettrodi inclinati secondo un'ulteriore forma di realizzazione dell'invenzione.

Un forno ad arco elettrico 1, la cui porzione inferiore 2 è provvista di pareti refrattarie, presenta una copertura 3, che forma con i pannelli 4 che costituiscono le pareti laterali del forno ad arco elettrico 1 la camera interna del forno. La copertura 3 è formata a sua volta da un nucleo di copertura 5 e da un anello di pannelli raffreddati ad acqua 4, da detto coperchio 5 sporge secondo la fig. 1 un elettrodo 6 collocato centralmente ri-

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

spetto al forno ad arco elettrico 1, che forma un arco rispetto alla superficie del fuso metallico 7 coperto da uno strato di scoria 8. Nel fuso metallico penetrano le lance 9 per l'immissione di ossigeno, attraverso cui l'ossigeno viene introdotto nel fuso metallico 7 per la decarburazione, la miscelazione del bagno e l'immissione di energia.

Lateralmente rispetto al nucleo di copertura 5, la copertura 3 presenta un'apertura 10 attraverso la quale la spugna di ferro 11 viene immessa nel forno in forma di pellet e/o bricchette ed eventualmente anche in forma di particelle fini, mediante scivoli o piani inclinati 12. La spugna di ferro 11 precipita quindi dal foro 10 descrivendo una parabola di lancio e giungendo nei pressi dell'elettrodo 6, ossia nel centro energetico del forno ad arco elettrico 1 o nelle immediate vicinanze, garantendo in tal modo una rapida fusione della spugna di ferro 11.

Secondo l'invenzione dalla copertura 3 sporge inoltre almeno una lancia per l'insufflazione di ossigeno 13, attraverso cui viene insufflato nel forno ad arco elettrico 1 ossigeno puro o un gas contenente ossigeno a bassa velocità, ad esempio 200 m/sec, e con una pressione massima di 6 bar,

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

preferibilmente di 3-6 bar. La lancia per l'insufflazione ossigeno 13 è orientata in modo che il getto di ossigeno 14 incontri la superficie del bagno 16 ad esempio nella zona in cui il getto di spugna di ferro 15 colpisce la superficie del bagno, e la direzione della lancia per l'insufflazione di ossigeno 13 viene scelta - e ciò è essenziale per l'invenzione - in modo che il getto di spugna di ferro 15 formi tra l'elettrodo 6 e il getto di ossigeno 14 uno schermo protettivo che impedisce il contatto diretto tra l'ossigeno insufflato e l'elettrodo 6.

Ciò avviene poiché il foro 10 per l'alimentazione della spugna di ferro 11 ha una forma tale da permettere di realizzare una schermatura protettiva in spugna di ferro 11 il più possibile efficace, che migliora l'assorbimento di energia della post-combustione e protegge l'elettrodo o gli elettrodi 6 dal getto di ossigeno 14.

Come è evidente in particolare dalla fig. 3, il CO formatosi principalmente nella zona del centro energetico, ossia nella zona del punto di incontro tra la spugna metallica 11 e la superficie del bagno 16, viene sottoposto a post-combustione a CO₂ dopo il passaggio attraverso lo strato di sco-

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUIX
s.r.l.

ria 8 mediante l'apporto di ossigeno presente in questa zona.

La lancia per l'insufflazione di ossigeno 13 è una speciale lancia di post-combustione mobile raffreddata ad acqua, montata vantaggiosamente su un manipolatore in modo che il getto di ossigeno possa essere diretto con precisione all'interno del forno. Il manipolatore è installato di preferenza su un braccio di supporto del forno nella zona della copertura 3, e in particolare nelle vicinanze del foro 10 per l'introduzione della spugna di ferro 11.

La post-combustione viene avviata solo quando la spugna metallica 11 cade nel forno ad arco elettrico già ad una determinata portata minima, come ad esempio circa 1.000 kg/min, e quando viene già insufflato ossigeno nel bagno di ferro 7. In tal modo si assicura la funzione protettiva del getto di spugna di ferro 15 tra il getto di ossigeno e l'elettrodo.

Dalla fig. 2 è evidente che il getto di spugna di ferro 15 introdotto possibilmente nel centro energetico del forno ad arco elettrico forma uno schermo protettivo per i tre elettrodi 6, così da evitare il contatto diretto tra gli elettrodi 6 e

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

l'ossigeno introdotto con le lance di insufflazione 13.

Lo stesso concetto viene applicato anche ad un forno ad arco elettrico operante con corrente continua 1, come mostrato nella forma di realizzazione secondo la fig. 4, in cui il getto di spugna di ferro 15 scherma i getti di ossigeno 14 introdotti con le lance di insufflazione 13 rispetto al singolo elettrodo 6.

Per un forno ad elettrodi inclinati (COMELT), provvisto di elettrodi inclinati 6 distribuiti uniformemente lungo il perimetro del forno, come da figg. 5 e 6, la spugna di ferro 11, contrariamente agli esempi di realizzazione illustrati nelle altre figure, non cade descrivendo una parabola di lancio, ma verticalmente e centralmente in caduta libera nel centro energetico posto all'interno del perimetro circolare formato dalle estremità degli elettrodi. Le lance di post-combustione 13 collocate ad esempio centralmente tra due elettrodi inclinati 6 in corrispondenza della copertura 3, nell'esempio raffigurato in fig. 5 tre di numero, insufflano ossigeno a bassa pressione e bassa velocità nella zona del punto di contatto con il getto della spugna di ferro 15, senza tuttavia puntare in

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUIX
s.r.l.

direzione di un elettrodo 6. Nonostante la posizione circondata dagli elettrodi inclinati 6, il getto di spugna di ferro 15 in caduta verticale forma con la periferia conica uno schermo protettivo tra i getti di ossigeno 14 delle lance di insufflazione 13 e una parte degli elettrodi 6. L'elettrodo o gli elettrodi 6 non protetti da uno schermo in spugna metallica non presentano data la disposizione inclinata cali di fusione maggiori rispetto ai restanti elettrodi 6.

La configurazione del getto di spugna di ferro 15 e dei getti di ossigeno 14 viene opportunamente scelta in modo da garantire una protezione attraverso il getto di spugna di ferro 15 fino ad una determinata altezza al di sopra della superficie del bagno 16, in particolare fino alla metà $\pm 20\%$, preferibilmente $\pm 10\%$, dell'altezza libera H della camera interna del forno ad arco elettrico 1.

Per la post-combustione di CO si insufflano tra 300 Nm³/h e 1.300 Nm³/h di ossigeno o gas contenente ossigeno per ogni lancia di insufflazione 13 ad una pressione massima, come già detto, di 6 bar. Si evita in tal modo che il getto di ossigeno 14, tramite il contatto con lo strato di scoria 8, influenzi negativamente la porosità oppure penetri

nella scoria o la sposti. La lancia per l'insufflazione di ossigeno 13 è provvista di un ugello con un diametro compreso tra 20 e 60 mm, ed è preferibilmente in rame.

La velocità di insufflazione di ossigeno della lancia (o delle lance) di post-combustione viene regolata gradualmente e dipende dai seguenti parametri:

- velocità di alimentazione della spugna di ferro
- somma della velocità di insufflazione di ossigeno delle lance di scarico impiegate
- contenuto di carbonio della spugna metallica
- analisi degli scarichi

Con una velocità di alimentazione ad esempio di 3 t di spugna di ferro/min, una velocità di insufflazione di ossigeno per l'affinamento ad esempio di 3.000 Nm³/h e un contenuto di carbonio della spugna metallica circa del 2%, vengono insufflati con l'impiego di due lance 13 di post-combustione per ogni lancia 13.800 Nm³/h a bassa pressione, preferibilmente 3-6 bar.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUIX
s.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per fondere spugna metallica (11), in particolare spugna di ferro (11), in un forno ad arco elettrico (1) che presenta almeno un elettrodo (6), in cui la spugna metallica (11) viene introdotta nel forno ad arco elettrico (1) con formazione di almeno un getto di spugna metallica (15) che incontra la superficie del bagno (16) presente nel forno ad arco elettrico (1) nelle immediate vicinanze di un elettrodo (6), e in cui per la decarburazione o la miscelazione del bagno o l'introduzione di energia nel fuso metallico (7) si insuffla ossigeno in detto fuso (7), caratterizzato dal fatto che oltre all'ossigeno introdotto nel fuso metallico (7) per la decarburazione o per la miscelazione del bagno o per l'immissione di energia, si insuffla nel forno ad arco elettrico (1) almeno un getto di ossigeno (14) o un getto (14) di un gas contenente ossigeno a bassa velocità per la post-combustione di CO, che incontra la superficie del bagno (16) nella zona del punto di incontro con il getto di spugna metallica (15), preferibilmente convogliato nel forno ad arco elettrico (1) solamente per gravità, e/o nelle immediate vicinanze del punto di incontro con il getto di spugna metal-

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUIX
s.r.l.

lica (15), che crea una schermatura rispetto all'elettrodo o agli elettrodi (6) in forma di scudo protettivo nella zona o nelle vicinanze di detto punto di incontro sul lato del getto di spugna metallica (15) rivolto verso l'elettrodo o gli elettrodi (6) del forno ad arco elettrico (1).

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il getto di ossigeno (14) o il getto (14) di gas contenente ossigeno introdotto in aggiunta, viene insufflato nel forno ad arco elettrico (1) a velocità subsonica.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1 oppure 2, caratterizzato dal fatto che il getto di ossigeno (14) o il getto (14) di un gas contenente ossigeno introdotto in aggiunta, viene insufflato a bassa pressione, preferibilmente con una pressione massima di 6 bar.

4. Procedimento secondo una o più delle rivendicazioni 1 a 3, caratterizzato dal fatto che la spugna di ferro (11) viene introdotta nel forno ad arco elettrico in pezzi, preferibilmente pellet e/o bricchette, ed eventualmente in parte in particelle fini.

5. Procedimento secondo una o più delle rivendicazioni 1 a 4, caratterizzato dal fatto che il

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

getto di ossigeno (14) o il getto (14) di un gas contenente ossigeno viene schermato rispetto all'elettrodo o agli elettrodi (6) a partire da circa metà dell'altezza libera (H) della camera interna del forno ad arco elettrico (1) fino al punto di incontro con la superficie del bagno (16), almeno sul lato del getto di spugna metallica (15) rivolto verso l'elettrodo o gli elettrodi (6).

6. Forno ad arco elettrico (1) per l'attuazione del procedimento secondo una o più delle rivendicazioni 1 a 5, provvisto di almeno un elettrodo (6) e di un foro di carica nella copertura (10) per l'introduzione della spugna metallica (11) per forza di gravità, e di un dispositivo per l'immissione di ossigeno (9) per introdurre ossigeno nel fuso metallico (7), caratterizzato da almeno una lancia per l'insufflazione di ossigeno (13), che può essere portata, attraverso un'apertura in una posizione sporgente rispetto all'interno del forno, detta posizione essendo orientata in modo che il getto di ossigeno (14), visto dall'elettrodo o dagli elettrodi (6), sia schermato rispetto a detto elettrodo o elettrodi grazie alla spugna metallica (11) che precipita per gravità nel forno ad arco elettrico (1), almeno nella zona del punto di

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

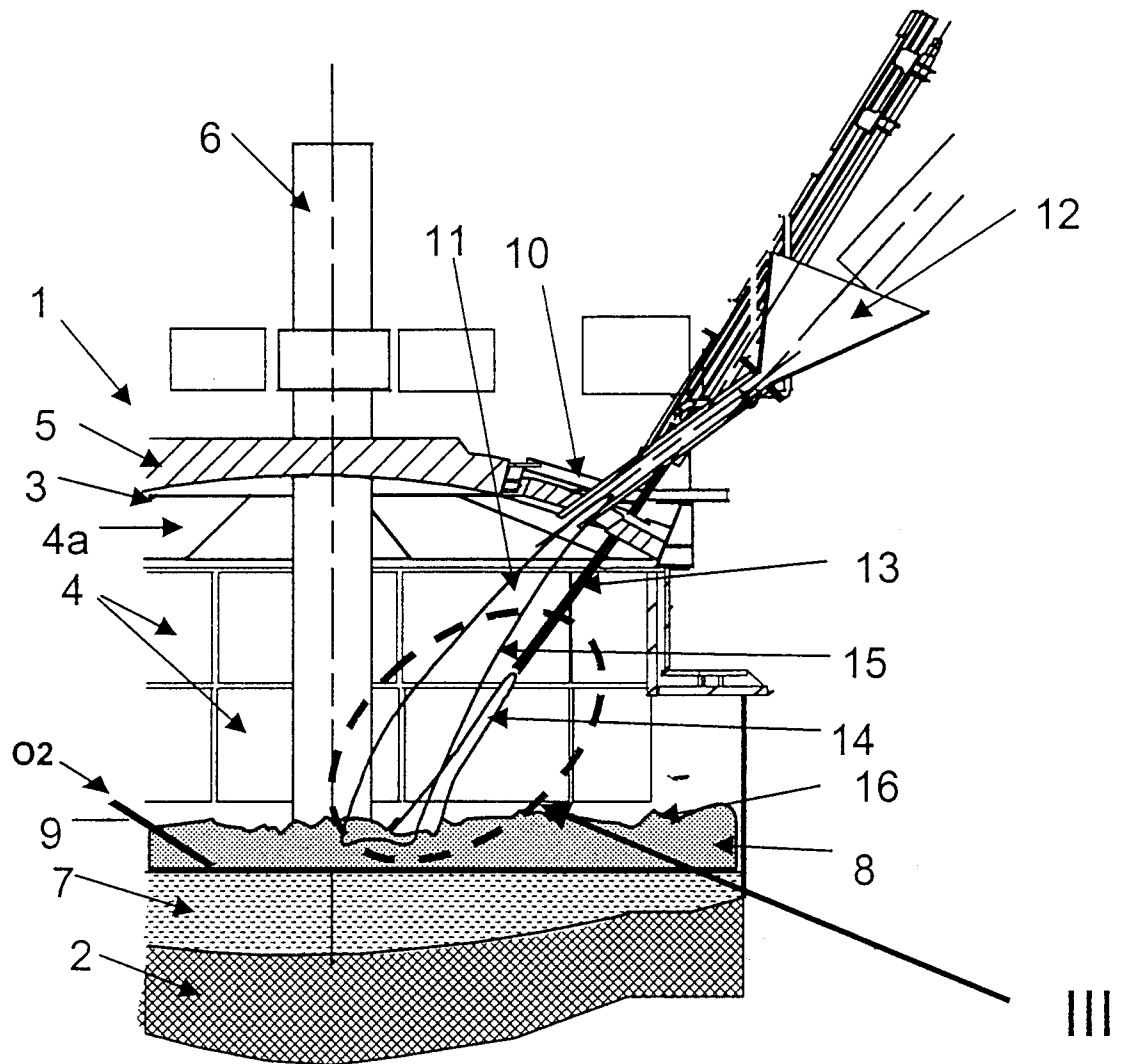
incontro di detta spugna metallica (11) con la superficie del bagno (16).

7. Forno ad arco elettrico secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che la lancia per l'insufflazione di ossigeno (13) è mobile rispetto a detto forno ad arco elettrico (1), preferibilmente orientabile e spostabile avanti e indietro.


Ing. Lucio BOSOTTI
N. iscriz. 1180/260
(la proprio e per gli altri)


C.C.I.A.A.
Torino

Fig. 1



C.G.I.A.A.
Torino

Ing. Luciano BOSOTTI
N. inv. ALBO 260
(in proprio e per gli altri)

Fig. 2

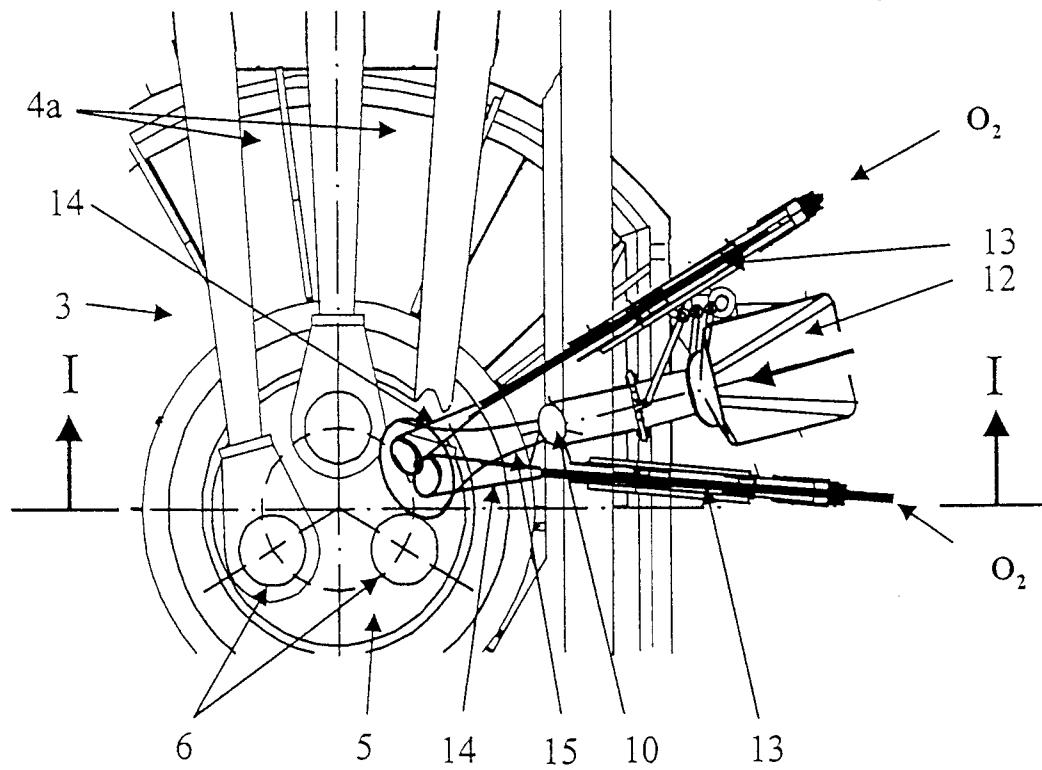
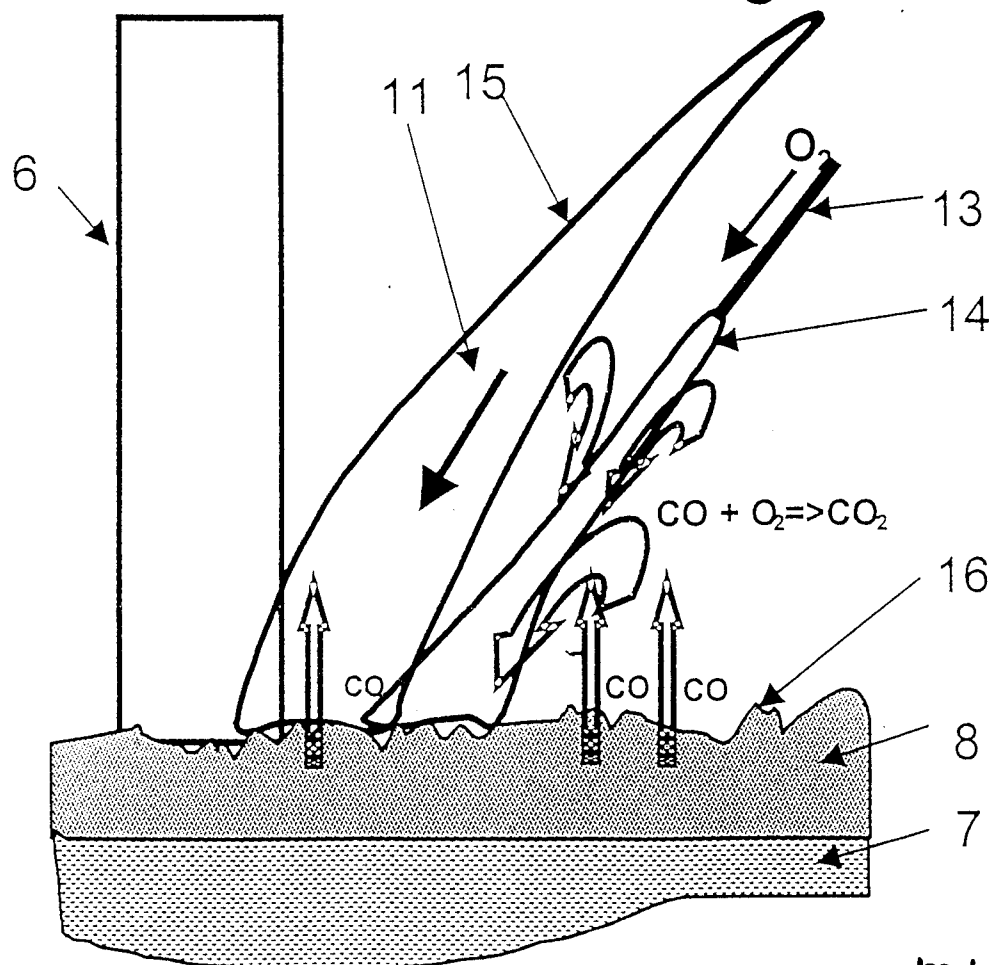


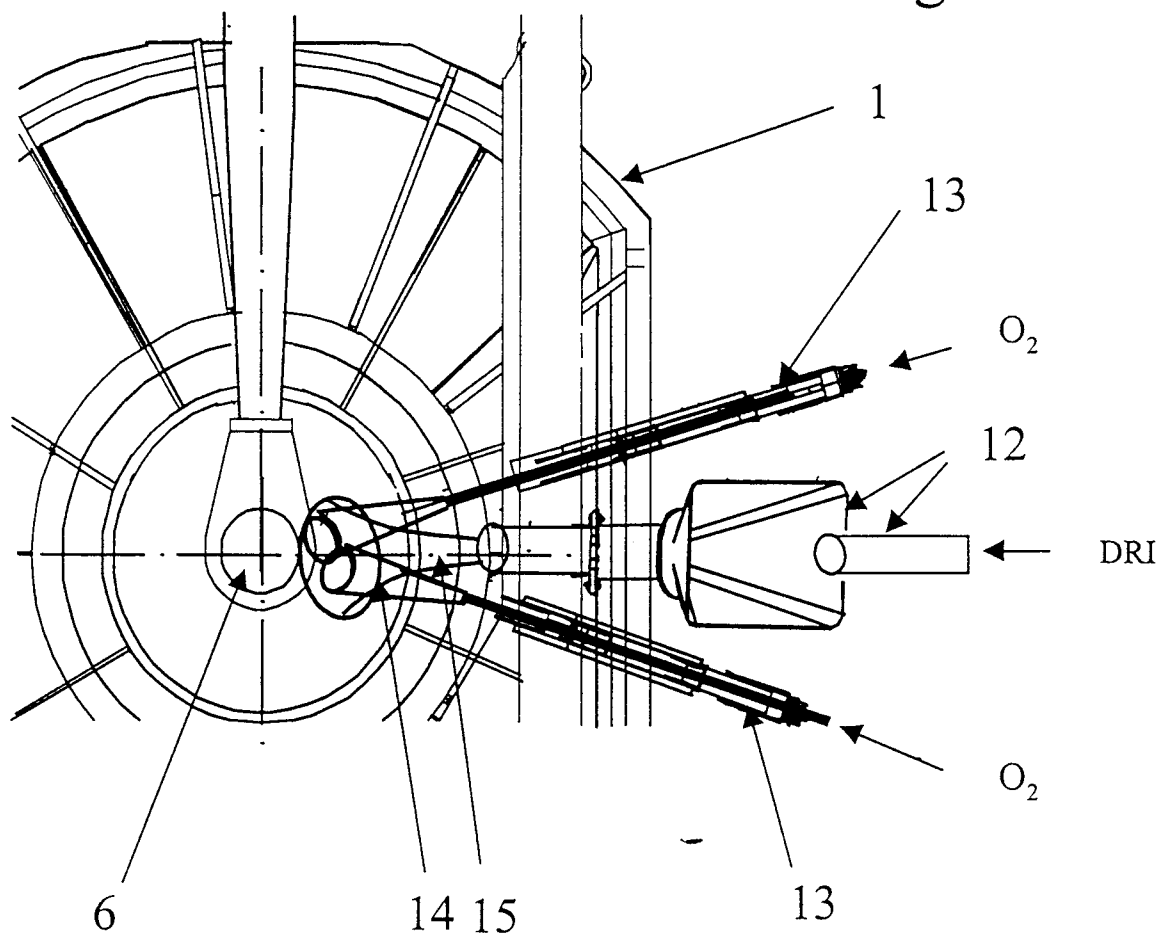
Fig. 3



C.C.I.A.A.
Torino

Ing. Luciano BOSOTTI
N. iscriz. AL/O 260
(In proprio e per gli altri)

Fig. 4



Ing. L. A. A.
Vigino

Fig. 5

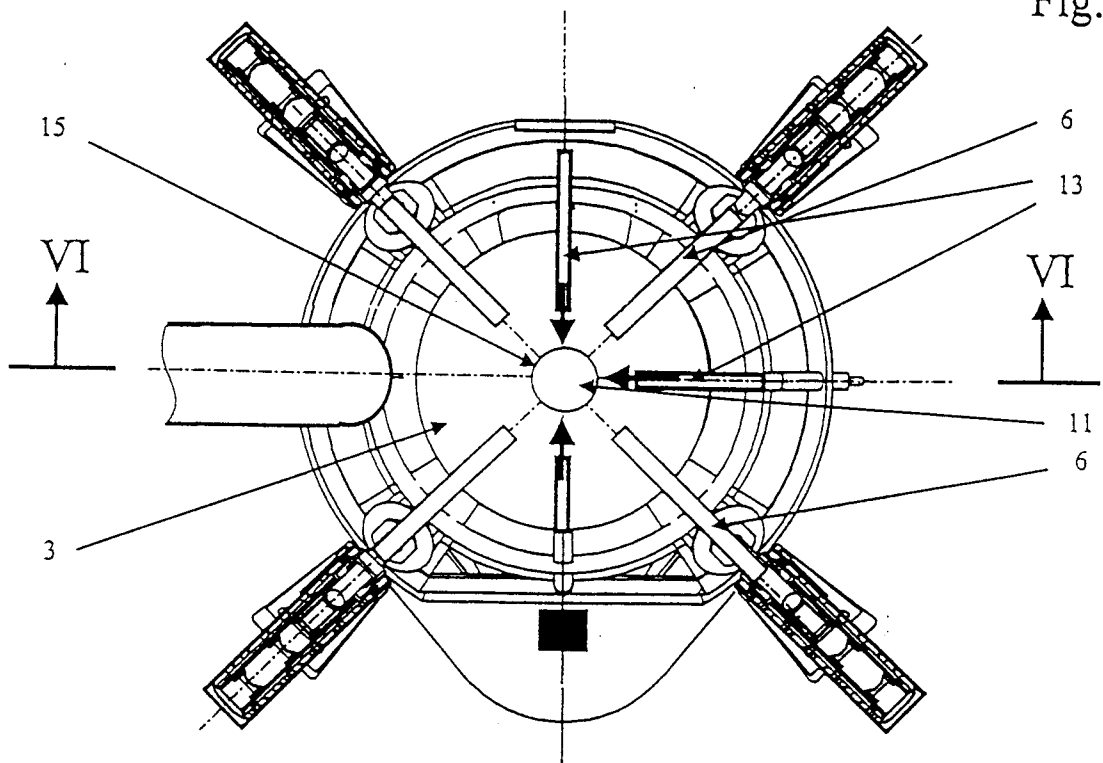
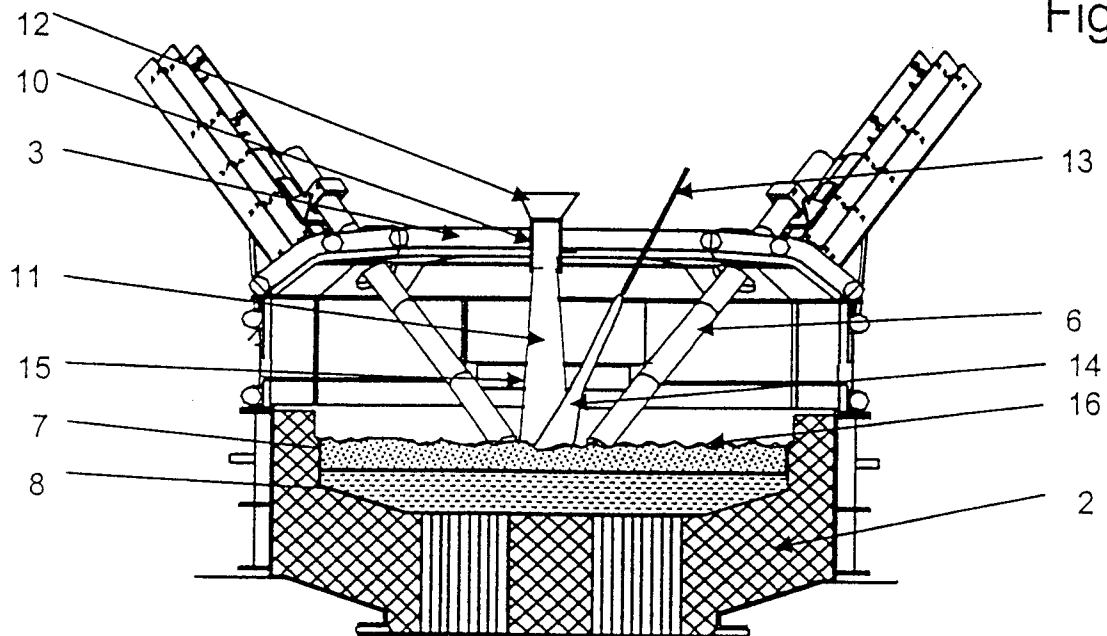


Fig. 6



C.C.I.A.A.
Torino

Ing. Luciano BOSOTTI
N. iscriz. ALBO 260
(in proprio e per gli altri)