



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101999900784551
Data Deposito	07/09/1999
Data Pubblicazione	07/03/2001

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	21	B		

Titolo

FORNO PER LA RIDUZIONE DIRETTA DI OSSIDI DI FERRO



1 Classe Internazionale: C21B 13/02

2 Descrizione del trovato avente per titolo:

3 "FORNO PER LA RIDUZIONE DIRETTA DI OSSIDI DI FERRO"

4 a nome DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.p.A. di

5 nazionalità italiana con sede in Via Nazionale -

6 33042 BUTTRIO (UD)

7 dep. il

al n.

UD 99 A 000160

- 7 SET. 1999

* * * * *

9 CAMPO DI APPLICAZIONE

10 La presente invenzione si riferisce ad un forno
11 per la produzione di ferro metallico mediante
12 riduzione diretta a partire da minerale di ferro, in
13 cui il ferro è presente in forma di ossidi. Il forno
14 è di tipo gravitazionale ed è provvisto di
15 un'apertura superiore dalla quale viene introdotto
16 il minerale di ferro, grezzo o sotto forma di
17 pellets, e di un'uscita inferiore dalla quale viene
18 estratto il ferro ridotto direttamente (DRI). Il
19 forno è provvisto di un zona centrale molto estesa
20 nella quale, a diversi livelli, viene iniettato gas
21 riducente per trasformare il minerale di ferro in
22 ferro metallico.

23 STATO DELLA TECNICA

24 Sono noti forni di tipo gravitazionale o "shaft"
25 per processi di riduzione diretta comprendenti

Gian Carlo Dal Forno
Il mandante
GIAN CARLO DAL FORNO
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

- 7 SET. 1999



1 diverse zone funzionali: di preriscaldamento, di
2 riduzione, e di raffreddamento e carburazione.

3 Normalmente la zona di raffreddamento e
4 carburazione è fisicamente localizzata nel cono di
5 scarico del materiale, nel quale sono introdotti
6 opportuni gas come metano, gas di processo, e/o gas
7 di tenuta, detto anche "seal gas", al fine di
8 sottrarre calore al prodotto già ridotto allo stato
9 metallico.

10 Nei forni noti con scarica calda del materiale, la
11 parte inferiore conica serve solamente o
12 prevalentemente per convogliare il materiale verso
13 il foro di uscita, dato che il processo di
14 deposizione di carbone comincia già nella parte
15 finale della zona di riduzione, ovvero appena al di
16 sopra della parte inferiore conica.

17 In tali forni, pertanto, solamente una porzione,
18 pari a circa il 50% dell'altezza totale, viene
19 utilizzata per la reazione vera e propria, mentre
20 una considerevole quota, pari a circa il 30%
21 dell'intera altezza, viene esclusivamente utilizzata
22 per convogliare il materiale verso il foro di
23 uscita, con una notevole riduzione sull'efficienza
24 del forno nel suo insieme, misurata come quantità di
25 minerale prodotto in rapporto al volume del forno,

- 7 SET. 1999



1 ovvero alla sua altezza complessiva.

2 ESPOSIZIONE DEL TROVATO

3 Il forno per produrre ferro metallico dalla
4 riduzione diretta di ossidi di ferro, di cui al
5 presente trovato, è espresso e caratterizzato nella
6 rivendicazione principale.

7 Altri aspetti innovativi del presente trovato sono
8 espressi nelle rivendicazioni secondarie.

9 Il forno secondo il presente trovato è del tipo in
10 cui l'alimentazione, sia del materiale che del gas
11 riducente, avviene in continuo, affinché si crei un
12 flusso continuo verticale e gravitazionale del
13 materiale ed avvenga contestualmente la riduzione
14 diretta del minerale.

15 Il forno di riduzione secondo il trovato è dotato
16 di mezzi di alimentazione dall'alto del minerale di
17 ferro e di mezzi per l'evacuazione dal basso del
18 ferro metallico ridotto ed è dotato di almeno un
19 collettore di ingresso, disposto lateralmente, per
20 l'iniezione del gas riducente in corrispondenza di
21 una o più zone di riduzione all'interno del forno
22 stesso.

23 Uno scopo del presente trovato è quello di
24 realizzare un forno di riduzione in cui, a parità
25 del suo volume complessivo, sia incrementata

Il mandatarario
GIAN CARLO DAL FORNO
STUDIO GLP S.r.l.

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

27 SET. 1999



1 l'efficienza ed il rendimento dello stesso ed in cui
2 ci sia una stabile ed uniforme distribuzione del gas
3 riducente in tutto il volume del forno riempito con
4 minerale di ferro, così da ottenere sia una elevata
5 produttività che una migliore qualità del ferro
6 ridotto direttamente (DRI).

7 In accordo con tale scopo, il forno di riduzione
8 secondo il presente trovato comprende una zona
9 inferiore, conica o tronco conica, in cui mediante
10 mezzi di iniezione ausiliari è atto ad essere
11 iniettato gas riducente addizionale, aumentando così
12 l'effettiva zona di riduzione all'interno del forno
13 stesso.

14 Secondo una caratteristica del trovato, per
15 incrementare ed ottimizzare la distribuzione del gas
16 riducente, in detta zona inferiore possono essere
17 utilizzati opportuni mezzi di distribuzione di gas
18 riducente caldo con diramazioni a forma di abete,
19 noti anche come "Alberi di Natale", che sono stati
20 fino ad oggi utilizzati per la distribuzione di gas
21 di raffreddamento.

22 Con questa soluzione innovativa, a parità di
23 volume del forno, la produzione può aumentare di
24 almeno il 30% grazie al fatto che anche il volume
25 del cono inferiore è attivo per la riduzione del

Il mandataria
GIAN CARLO DAL FORNO
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

- 7 SET. 1999



1 minerale di ferro.

2 Se invece si sceglie di mantenere fissa la
3 produzione, per esigenze legate alla capacità
4 produttiva di un determinato impianto o per
5 qualsiasi altro motivo, il volume complessivo del
6 forno, e quindi la sua altezza, può diminuire di
7 conseguenza rispetto ai forni di tipo noto.

8 Dato che il materiale, specialmente nel primo
9 caso, fluisce più rapidamente nel forno di riduzione
10 e mantiene una temperatura pressoché costante, non
11 c'è bisogno di ricorrere a mezzi per la
12 facilitazione del flusso, detti anche "burden
13 feeders".

14 Con il forno secondo il presente trovato, inoltre,
15 può essere realizzata l'entrata multipla di gas
16 caldo riducente, con tutti i vantaggi che tale
17 soluzione comporta, come descritto nella domanda di
18 brevetto N°UD98A000212 che la Richiedente ha
19 depositato in data 11.12.1998.

20 L'eventuale raffreddamento del materiale prodotto
21 dal forno secondo il presente trovato, e non inviato
22 direttamente al forno ad arco elettrico ("EAF"), è
23 atto ad essere realizzato in un recipiente o
24 contenitore separato, alimentato da una miscela di
25 gas di tipo noto, costituita da gas naturale, gas di

Gian Carlo Dal Forno
GIAN CARLO DAL FORNO
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

- 7 SET 1999



1 processo e cosiddetto "top gas", per raggiungere i
2 livelli di temperatura e carburazione necessarie per
3 la passivazione e lo stoccaggio.

4 Nella zona superiore del forno, al di sopra della
5 zona di reazione, o reattore vero e proprio,
6 l'aspirazione del gas si realizza con la
7 collaborazione di opportuni mezzi per
8 l'intercettazione e l'intrappolamento dei fumi, come
9 ad esempio una volta a ciclone del tipo descritto
10 nella domanda di brevetto N°UD99A000158 che la
11 Richiedente ha depositato in data 06.09.1999.

12 Una pluralità di aperture radiali sono anche
13 previste per facilitare il deflusso dei gas, ridurre
14 la loro velocità ed il conseguente asporto di
15 polveri.

16 ILLUSTRAZIONE DEI DISEGNI.

17 Queste ed altre caratteristiche del presente
18 trovato saranno chiare dalla seguente descrizione di
19 una forma preferita di realizzazione, fatta a titolo
20 esemplificativo e non limitativo con l'ausilio degli
21 annessi disegni, in cui:

- 22 - la fig.1 è una vista laterale, schematizzata di un
23 forno di riduzione diretta di ossidi di
24 ferro secondo il presente trovato; e
25 - la fig.2 è una sezione secondo la linea A-A di

- 7 SET. 1999



1 fig.1.

2 DESCRIZIONE DI UNA FORMA PREFERITA DI REALIZZAZIONE

3 Con riferimento alla fig.1, un forno 10 per la
4 riduzione diretta di ossidi di ferro secondo il
5 presente trovato comprende un contenitore 11 di
6 forma sostanzialmente cilindrica, un serbatoio di
7 caricamento superiore 12 dal quale è atto ad essere
8 introdotto il minerale (ossidi di ferro), una zona
9 mediana di reazione o reattore 14, in cui avviene la
10 reazione di riduzione degli ossidi di ferro, ed una
11 zona inferiore 15 di forma tronco-conica, con
12 conicità rivolta verso il basso, provvista di
13 un'apertura di uscita 13, dalla quale è atto ad
14 essere estratto il ferro ridotto direttamente (DRI).

15 Il forno 10, in corrispondenza del reattore 14,
16 comprende due condotti circonferenziali 16 e 17,
17 attraverso i quali è atta ad essere introdotta una
18 miscela di gas riducente, proveniente da un condotto
19 18.

20 Il gas riducente e l'impianto a monte del condotto
21 18 possono essere di qualsiasi tipo noto, per
22 esempio del tipo descritto nella sopra citata
23 domanda di brevetto N° UD98A000212.

24 Secondo una caratteristica del trovato, nella zona
25 inferiore 15, attraverso un terzo condotto

- 7 SET. 1999



1 circonferenziale 19, collegato al condotto 18, è
2 atto ad essere introdotto gas riducente addizionale.

3 In questo modo la zona effettiva di reazione,
4 ovvero il reattore 14, si estende fino in prossimità
5 dell'apertura inferiore 13, aumentando il suo volume
6 di almeno il 30%, con conseguente incremento della
7 capacità produttiva complessiva.

8 Il volume complessivo di gas riducente introdotto
9 nella zona inferiore 15 è esemplificativamente
10 compreso fra il 20% ed il 40% della quantità totale
11 di gas riducente introdotto nel forno 10.

12 Valvole di regolazione 20 sono disposte
13 all'ingresso di ogni condotto circonferenziale 16,
14 17, 19 per regolare selettivamente l'afflusso di gas
15 riducente nel forno 10.

16 Secondo una variante, non rappresentata nei
17 disegni, il gas riducente può essere iniettato nella
18 zona inferiore 15 anche attraverso un apposito
19 dispositivo interno al cono, atto a distribuire in
20 maniera ottimale il flusso del gas stesso ed a
21 facilitare il deflusso gravitazionale della carica
22 di minerale.

23 Il ferro ridotto, scaricato ancora caldo dal forno
24 10, è atto ad essere inviato direttamente in un
25 forno fusorio 21, quale un forno elettrico ad arco

Il mandato
GIAN CARLO DAL FORNO
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

7 SET. 1999



1 (EAF), per la fusione finale, oppure ad un
2 contenitore 22, nel quale può essere raffreddato in
3 qualsiasi modo noto in sé.

4 Il contenitore cilindrico 11 è provvisto, nella
5 sua zona superiore 23, di un'apertura laterale 25
6 dalla quale sono atti ad uscire i fumi prodotti
7 dalla reazione diretta del ferro.

8 Nella zona superiore 23 è prevista una volta
9 toroidale 24, nella parte interna della quale, per
10 facilitare il deflusso dei fumi ed impedire che
11 particelle solide fuoriescano insieme ai fumi
12 stessi, sono ricavate quattro aperture radiali 26
13 (fig.2).

14 E' ovvio che al forno 10 fin qui descritto possono
15 essere apportate modifiche o aggiunte di parti,
16 senza per questo uscire dall'ambito del presente
17 trovato.

18 E' altresì ovvio che, sebbene il presente trovato
19 sia stato descritto con riferimento ad un esempio
20 specifico, una persona esperta del ramo potrà
21 senz'altro realizzare molte altre forme equivalenti
22 di forni per la riduzione diretta di ossidi di
23 ferro, tutte rientranti nell'oggetto del presente
24 trovato.

27 SET. 1999



RIVENDICAZIONI

- 1
- 2 1 - Forno di tipo gravitazionale per la riduzione
- 3 diretta di minerale di ferro comprendente almeno una
- 4 zona superiore (23) provvista di mezzi di
- 5 alimentazione (12) dall'alto del minerale di ferro,
- 6 una zona mediana di reazione (14) nella quale
- 7 avvengono le reazioni per la riduzione del minerale
- 8 di ferro, una zona inferiore (15), conica o tronco
- 9 conica, dalla quale è atto ad essere scaricato il
- 10 ferro metallico ridotto, e primi mezzi di iniezione
- 11 (16, 17) per l'introduzione di gas riducente in
- 12 detta zona di reazione (14), **caratterizzato dal**
- 13 **fatto che** secondi mezzi di iniezione (19) per
- 14 l'introduzione di gas riducente addizionale sono
- 15 previsti in corrispondenza di detta zona inferiore
- 16 (15), aumentando così l'effettiva zona di riduzione
- 17 all'interno del forno (10) stesso.
- 18 2 - Forno come nella rivendicazione 1,
- 19 **caratterizzato dal fatto che** detti primi mezzi
- 20 di iniezione comprendono almeno un primo condotto
- 21 circonferenziale (16, 17) e che detti secondi mezzi
- 22 di iniezione comprendono un ulteriore condotto
- 23 circonferenziale (19).
- 24 3 - Forno come nella rivendicazione 2,
- 25 **caratterizzato dal fatto che** detti condotti

Il mandatarario
GIAN CARLO DAL FORNO
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE



1 circonferenziali (16, 17 e 19) sono collegati ad un
2 unico condotto (18) di gas riducente mediante
3 valvole di regolazione del flusso (20).
4 4 - Forno come nella rivendicazione 1,
5 **caratterizzato dal fatto che** detta zona
6 inferiore (15) è pari a circa il 30% di detta zona
7 mediana di reazione (14), per cui anche la capacità
8 produttiva complessiva aumenta proporzionalmente.
9 5 - Forno come nella rivendicazione 1,
10 **caratterizzato dal fatto che** in detta zona
11 superiore (23) è prevista una volta toroidale (24),
12 nella parte interna della quale è ricavata una
13 pluralità di aperture radiali (26) atte a facilitare
14 il deflusso dei fumi ed impedire che particelle
15 solide fuoriescano dal forno insieme ai fumi stessi.
16 6 - Forno come nella rivendicazione 1,
17 **caratterizzato dal fatto che** detti mezzi di
18 iniezione (19) comprendono un dispositivo disposto
19 all'interno di detta zona inferiore (15) ed atto a
20 distribuire in maniera ottimale il flusso di detto
21 gas riducente ed a facilitare il deflusso
22 gravitazionale della carica di minerale.
23 7 - Forno come nella rivendicazione 1,
24 **caratterizzato dal fatto che** il volume
25 complessivo di gas riducente introdotto in detta

- 7 SET. 1999



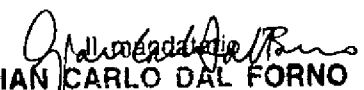
1 zona inferiore (15) è compreso fra 20% e 40% della
2 quantità totale di gas riducente introdotto nel
3 forno (10).

4 8 - Forno di tipo gravitazionale per la riduzione
5 diretta di minerale di ferro, sostanzialmente come
6 descritto, con riferimento agli annessi disegni.

7 p. DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.p.A.

8 Udine, 07.09.1999

9 gdf


GIAN CARLO DAL FORNO
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

UD 99A000130

27 SET. 1999

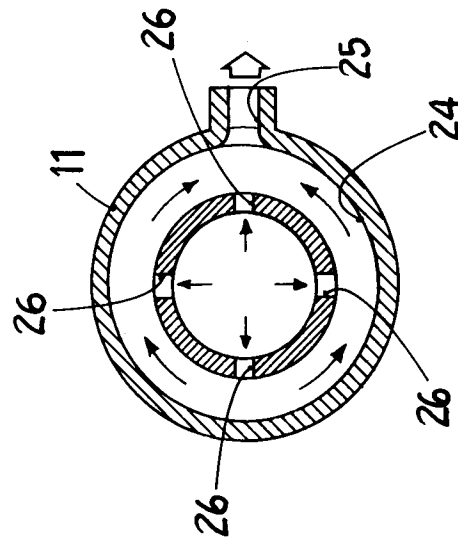


Fig.2

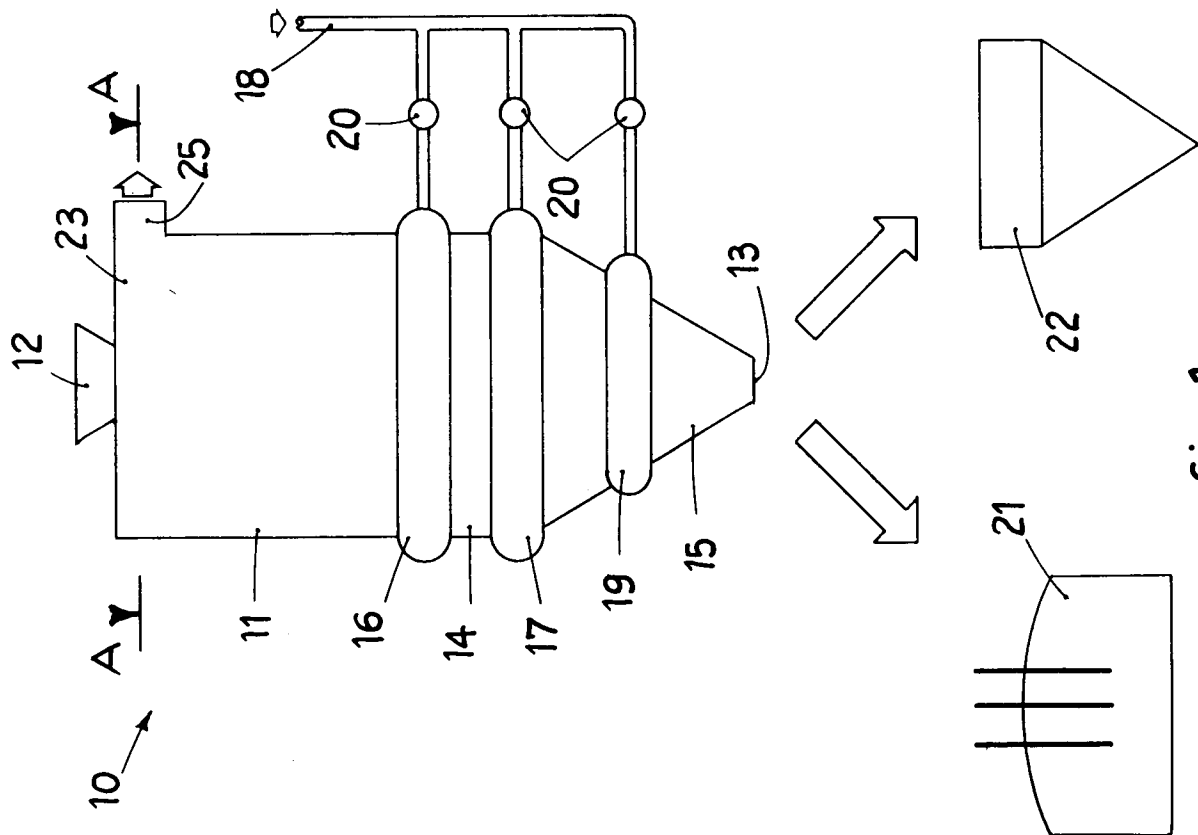


Fig.1