

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901937167A1

Publication Date

20121018

Applicant

DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.P.A.

Title

DISPOSITIVO PER L'INIEZIONE DI MATERIALE SOLIDO IN UN BAGNO DI
METALLO LIQUIDO, E RELATIVO PROCEDIMENTO.

Classe Internazionale: F 27 D 023 / 0000

Descrizione del trovato avente per titolo:

"DISPOSITIVO PER L'INIEZIONE DI MATERIALE SOLIDO IN UN BAGNO DI METALLO LIQUIDO, E RELATIVO PROCEDIMENTO"

5 a nome DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.p.A. di nazionalità italiana con sede in via Nazionale, 41 - 33042 BUTTRIO (UD).

dep. il al n.

* * * * *

10 CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente trovato si riferisce ad un dispositivo, ed al relativo procedimento, per l'iniezione di materiale solido sotto bagno, per lo più in forma granulare, polverulenta e/o particellare, allo scopo di minimizzare
15 il tempo di passaggio dal dispositivo al bagno, aumentando così il volume (peso) del materiale introdotto, così da aumentare l'efficienza e generare opportune e volute reazioni chimiche in un bagno di metallo liquido, oppure per addittivare il metallo liquido per migliorarne la
20 qualità, ovvero per altre ragioni ancora.

Il presente trovato si applica principalmente, anche se non esclusivamente, nei processi di fusione di metalli in forni elettrici ad arco (EAF - Electric Arc Furnace) allo scopo di migliorare l'efficienza di tali processi,
25 migliorare la qualità del prodotto ottenuto, ridurre i

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.p.A.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

tempi di fusione, aumentare la durata dei componenti
usurabili, aumentare l'efficienza energetica dei solidi
introdotti, a parità di volume e/o a parità di efficienza,
ridurre i volumi introdotti e quindi i consumi degli
5 stessi, con riduzione dei costi di acquisto, ridurre i
consumi energetici, ad esempio elettrici, ed ottenere
ulteriori vantaggi come nel seguito evidenziati.

STATO DELLA TECNICA

Sono noti i processi di fusione che utilizzano forni
10 elettrici ad arco per fondere materiali metallici di vario
tipo e provenienza ed ottenere metallo liquido da avviare
a processi di lavorazione a valle, quali ad esempio la
colata, la laminazione, od altro.

E' noto che, durante il processo di fusione, oltre a
15 fornire energia elettrica per l'alimentazione degli
elettrodi, vengono normalmente utilizzati dispositivi
ausiliari che svolgono varie funzioni complementari benché
estremamente importanti per l'ottimizzazione del processo
e l'ottenimento di un prodotto finale di buona qualità.

20 E' noto ad esempio l'utilizzo di bruciatori, lance ad
ossigeno, nonché iniettori di materiale solido, di varia
tipologia e funzione, per migliorare le condizioni di
processo, ridurre i consumi energetici, e limitare l'usura
delle parti, in particolare delle estremità degli
25 elettrodi formando scoria schiumosa, e del materiale

refrattario che costituisce il tino e parti delle pareti laterali.

Ad esempio, è noto iniettare, oppure introdurre, nel bagno di metallo liquido materiale carbonaceo in polvere o
5 particelle allo scopo di promuovere la formazione di scoria schiumosa sulla superficie del bagno, in modo da aumentare il fattore di copertura dell'arco elettrico e ridurre in questo modo sia il consumo degli elettrodi sia il consumo energetico.

10 Per svolgere tale funzione, il materiale carbonaceo può essere introdotto nel bagno insieme al materiale metallico da fondere, ad esempio mischiato ad esso sia nel caso di carica continua con trasportatore, sia nel caso di carica discontinua con ceste.

15 In alternativa, oppure in combinazione, il materiale carbonaceo può essere iniettato nel bagno tramite apposite lance disposte sopra, od anche sotto, il livello superiore del bagno di metallo liquido (menisco), sì da mescolarsi con il bagno stesso e permettere la realizzazione delle
20 reazioni chimiche che favoriscono il rapido sviluppo della scoria schiumosa.

Esempi di tali soluzioni si possono trovare nell'US-B2-6.614.831 e nell'US-4.110.107.

Tuttavia, si è verificato che i metodi noti sopra
25 indicati di introduzione del materiale carbonaceo, ed in

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

generale di altri materiali solidi all'interno del bagno di metallo liquido, non sono soddisfacenti dal punto di vista dell'aumento dell'efficienza energetica dei solidi introdotti e dell'ottimizzazione dei risultati ricercati.

5 Si è infatti riscontrato che, nel caso di iniettore sopra o dentro il bagno, l'efficienza di processo è limitata in quanto le polveri o particelle carbonacee vanno ad interessare soltanto uno strato superiore, o comunque ridotto, del bagno di metallo liquido, e solo in
10 tempi successivi coinvolgono la parte rimanente.

In questi casi, l'avviamento tardivo e limitato delle reazioni chimiche tra materiale carbonaceo e bagno di metallo liquido fa sì che la scoria schiumosa si formi con ritardo, contenendo quindi l'effetto di copertura
15 dell'arco, e quindi non svolgendo efficacemente la sua funzione di preservare l'usura degli elettrodi e concretizzare risparmi energetici.

Altro svantaggio è che questo tipo di introduzione favorisce una perdita del prodotto che si incendia e va
20 nei fumi, senza vantaggio alcuno per il processo.

Uno scopo del presente trovato è pertanto quello di aumentare l'efficienza di introduzione di materiale solido, per lo più in forma granulare, pulverolenta e/o
particellare, all'interno di un bagno di metallo liquido
25 in un processo di fusione, allo scopo di massimizzare il

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

volume, ovvero il peso, di materiale introdotto nel bagno e la sua profondità nello stesso, con tutto il vantaggio che quando è sotto il bagno reagisce con il massimo rendimento.

5 Altro scopo è quello di velocizzare l'avvio delle reazioni chimiche, coinvolgendo la totalità di metallo liquido del bagno in modo da rendere massimo il risultato finale di tali reazioni.

Per ovviare agli inconvenienti della tecnica nota e per
10 ottenere questi ed ulteriori scopi e vantaggi, la Richiedente ha studiato, sperimentato e realizzato il presente trovato.

ESPOSIZIONE DEL TROVATO

Il presente trovato è espresso e caratterizzato nelle
15 rivendicazioni indipendenti. Le rivendicazioni dipendenti espongono altre caratteristiche del presente trovato o varianti dell'idea di soluzione principale.

Secondo il presente trovato, viene previsto un
dispositivo di iniezione ad alta energia cinetica ed alta
20 quantità di moto, di una quantità discreta di materiale solido in particelle, polvere o granulato, di varia granulometria, ad esempio compresa tra 0,15 e 15-20 mm, preferibilmente tra 5 e 8 mm. Il dispositivo di iniezione comprende un condotto tubolare applicabile su una parete
25 laterale di un forno di fusione in modo da disporre la sua

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

estremità di uscita all'interno del volume del forno, con una voluta orientazione rispetto alla verticale, ad esempio compresa tra 15 e 70 gradi, al di sopra del menisco del metallo liquido contenuto nel forno di fusione.

Il dispositivo di iniezione è idoneo ad iniettare una predeterminata quantità di materiale solido all'interno del bagno di metallo liquido sostanzialmente di qualsiasi tipo in relazione al risultato che si vuole ottenere, ad esempio materiale carbonaceo, formatori di scoria quale ad esempio calce, inerti, scoria, materiali provenienti da demolizioni, per esempio "fluff" da trituratori, polveri provenienti dai filtri a manica dei fumi, minerali di natura diversa, ecc.

Secondo il presente trovato, il dispositivo di iniezione comprende, a monte del suddetto condotto tubolare ed associata ad esso, una camera, o serbatoio, di contenimento del materiale solido, e mezzi emettitori selettivamente collegabili a detta camera, o serbatoio e configurati e predisposti per produrre un getto impulsivo di fluido pre-compresso il quale, in combinazione con una valvola di uscita selettivamente apribile, disposta ad un'estremità del suddetto condotto, determina l'emissione di un flusso impulsivo del materiale contenuto nella suddetta camera, o serbatoio, con alta energia cinetica ed

alta quantità di moto, tale da raggiungere sostanzialmente il fondo del tino, attraversando l'intero strato di scoria ed il bagno di metallo liquido.

In una soluzione preferita, il getto impulsivo di fluido è costituito da un gas ad alta pressione che viene immesso, facendolo espandere, all'interno della suddetta camera, o serbatoio, di contenimento del materiale solido, in una posizione a monte della suddetta valvola di uscita, in modo temporalmente coordinato all'apertura di tale valvola.

Così facendo, cioè sostanzialmente sincronizzando l'immissione del fluido, ad esempio gas, in pressione all'interno del dispositivo e l'apertura della valvola di uscita, ed utilizzando tempi molto ridotti di apertura sia della valvola che immette il gas in pressione all'interno del dispositivo dove si espande, sia della valvola di uscita del materiale dal dispositivo, si ottiene un flusso di materiale, con alta energia cinetica ed alta quantità di moto, che penetra ed attraversa lo strato di scoria e di metallo liquido e raggiunge sostanzialmente il fondo del tino.

In una forma preferita di realizzazione dell'invenzione, viene utilizzata una velocità di introduzione del materiale superiore ai 4 m/s, vantaggiosamente superiore agli 8 m/s, ancor più

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.R.L.
P.le Cavendish, 6/2 - 33100 UDINE

preferibilmente superiore ai 9 - 10 m/s.

In un'altra forma di realizzazione preferita dell'invenzione, il tempo di apertura della valvola che immette il gas in pressione all'interno del condotto tubolare del dispositivo è inferiore a 0,4 secondi, 5 vantaggiosamente inferiore a 0,3 secondi, ancor più vantaggiosamente inferiore a 0,2 secondi.

In una forma di realizzazione preferita, la pressione del gas introdotto all'interno del condotto tubolare del 10 dispositivo per realizzare l'emissione del flusso impulsivo di materiale è superiore a 5 bar, vantaggiosamente superiore a 7 bar, ancor più vantaggiosamente superiore a 8 - 10 bar.

La portata di materiale emesso ad ogni ciclo impulsivo 15 di emissione è, in una soluzione preferenziale del trovato, vantaggiosamente superiore a 3 kg/s, vantaggiosamente superiore a 4 kg/s, ancor più vantaggiosamente superiore a 4 - 5 kg/s.

In un'ulteriore soluzione preferenziale, il tempo di 20 apertura della valvola di uscita del materiale, associata all'estremità del condotto tubolare del dispositivo, è compreso tra 0,2 e 0,8 secondi, vantaggiosamente tra 0,3 e 0,7 secondi, ancora più vantaggiosamente tra 0,4 e 0,6 secondi.

25 Secondo il trovato, i valori sopra indicati sono

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

modificabili in funzione delle condizioni operative e del risultato da ottenere.

Ad esempio, tali valori possono essere modificati in funzione dell'altezza del bagno liquido in cui s'inietta il materiale, che può variare in relazione al ciclo di fusione in corso. In fase di spillaggio, ed alla fine di esso, ad esempio, il livello del bagno liquido all'interno del forno è molto basso, nell'ordine di 200 - 400 millimetri corrispondenti all'altezza del piede liquido che viene sempre mantenuto all'interno del forno stesso.

Tale situazione, cioè l'immissione di materiale carbonaceo alla fine dello spillaggio, rappresenta un caso molto importante per l'ottimizzazione del processo in quanto è necessario che, alla ripartenza di un nuovo ciclo di fusione, si ottenga la produzione di una scoria schiumosa di altezza e volume tali da garantire l'adequata copertura dell'arco elettrico e del materiale di usura del forno.

In tale situazione, i parametri di immissione, principalmente velocità del flusso, portata e tempi di apertura delle valvole, verranno opportunamente tarati per concretizzare in modo ottimale il raggiungimento del fondo del tino senza rovinarlo da parte del getto dei materiali e la sua distribuzione ad interessare tutto il bagno liquido.

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavendish, 6/2 - 33100 UDINE

Nel caso di introduzione di materiale solido durante il processo di fusione e/o durante l'affinazione, quando il livello del bagno può raggiungere anche gli 800-1000 mm o più, i parametri di immissione verranno aumentati rispetto al caso precedente riguardante la fase successiva allo spillaggio, concretizzando gli stessi vantaggi che il presente trovato permette di ottenere.

Anche i parametri geometrici del dispositivo, ad esempio lunghezza e diametro del condotto tubolare, distanza della sua estremità di uscita dal livello superiore del bagno, angolazione rispetto alla verticale, ecc., possono essere modificati sia in fase di montaggio iniziale che anche durante la fase stessa di immissione del materiale nel bagno.

15 ILLUSTRAZIONE DEI DISEGNI

Queste ed altre caratteristiche del presente trovato appariranno chiare dalla seguente descrizione di una forma preferenziale di realizzazione, fornita a titolo esemplificativo, non limitativo, con riferimento agli annessi disegni in cui:

- la fig. 1 è una vista di un dispositivo secondo il presente trovato applicato su una parete di un forno elettrico;
- la fig. 2 è una vista in pianta di un forno elettrico in cui è applicato un dispositivo di iniezione secondo la fig. 1.

DESCRIZIONE DI UNA FORMA PREFERENZIALE DI REALIZZAZIONE

Con riferimento alle figure allegate, il numero di riferimento 10 indica nel suo complesso un dispositivo di iniezione di materiale solido in granuli, polvere o
5 particelle, applicabile ad un pannello che costituisce parte della parete laterale di un forno elettrico 11, nel caso illustrato di tipo ad arco elettrico (EAF).

Il forno elettrico 11 contiene, in uso, un bagno di metallo liquido 12 il cui livello superiore 12a può avere
10 un'altezza variabile, normalmente, da un minimo di circa 200 - 400 millimetri, corrispondenti solitamente al piede liquido che rimane sempre all'interno del forno, anche dopo lo spillaggio, ad un massimo di circa 800 - 1000 millimetri, nella fase di completamento della fusione e
15 di affinazione.

Il metallo liquido 12 può essere ricoperto da uno strato di scoria 13 avente un'altezza normalmente di circa 200 - 500 millimetri a riposo.

Il forno 11 comprende un tino 14 realizzato in
20 materiale refrattario, che ne definisce il fondo e la parte inferiore delle pareti laterali, superiormente alla quale sono disposti pannelli di raffreddamento 15. Il tutto è chiuso da una volta (non illustrata) attraverso la quale vengono inseriti gli elettrodi (anch'essi non
25 illustrati), tutto ciò essendo sostanzialmente noto nella

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

tecnica.

Il dispositivo 10 viene applicato in cooperazione con i pannelli di raffreddamento 15 e comprende sostanzialmente un condotto tubolare 16, avente un diametro che può variare tra 60 e 150-200 mm, vantaggiosamente tra 80 e 120 mm, ed una lunghezza che può variare tra 800 e 1500 mm.

Nel caso illustrato esemplificativamente in fig. 2 è presente un unico dispositivo 10 applicato su un rispettivo pannello 15, ma è chiaro che i dispositivi di iniezione, in alcune forme di realizzazione, potrebbero essere più di uno, disposti sulla circonferenza alle giuste distanze tecnologiche tra di loro.

Un'estremità inferiore 16a del condotto tubolare 16 è all'interno del forno elettrico 11, rivolta verso il metallo liquido 12 per l'iniezione del materiale solido, ed un'estremità superiore 16b del condotto tubolare 16 è associata, ovvero rigidamente fissata, ad una prima valvola di uscita 17, ed in asse con questa.

Tale prima valvola di uscita 17 mette selettivamente in collegamento il condotto tubolare 16 con l'estremità inferiore di una camera, o serbatoio, 18 atto a contenere una predeterminata e discreta quantità di materiale.

Il serbatoio 18 ha forma allungata e sostanzialmente allineata assialmente al condotto tubolare 16.

All'estremità superiore del serbatoio 18 è associata una seconda valvola 19. A detta seconda valvola 19 è associato a monte un condotto 20 utilizzabile per l'alimentazione del materiale solido in granuli, polvere
5 o particelle, nel serbatoio 18.

Il condotto 20 può essere di qualsiasi tipo e collegato ad un serbatoio di accumulo, ad una linea di alimentazione automatica, o ad altra attrezzatura di stoccaggio ed alimentazione di materiale solido in
10 polvere o granuli del tipo di cui si discute.

Il condotto 20 può essere anche associato a meccanismi deviatori e/o valvole a più vie per la connessione ad una pluralità di serbatoi ognuno contenente un materiale di tipologia e/o granulometria differente in funzione del
15 tipo di trattamento e/o della fase di processo in corso.

Un condotto di immissione 21 di un fluido pre-compresso, nel caso di specie gas in pressione, ad esempio aria o preferibilmente altro gas sostanzialmente inerte, è previsto in associazione al dispositivo 10, la
20 posizione di collegamento od innesto di detto condotto di immissione 21 essendo prevista vantaggiosamente in corrispondenza della parte superiore del serbatoio 18 di materiale.

Una valvola 22, o terza valvola, è prevista lungo detto
25 condotto 21 per attivare/disattivare l'immissione del

fluido pre-compresso a monte del serbatoio 18 generando quindi, coordinatamente all'apertura della prima valvola, o valvola di uscita 17, l'emissione di un flusso impulsivo di materiale, indicato in fig. 2 con la lettera
5 F, sotto la spinta del getto pre-compresso di fluido, ad esempio gas, che si espande, verso il metallo liquido 12.

In modo coordinato, il serbatoio presenta una zona 18a di selettiva comunicazione, grazie alla terza valvola 22, con il condotto 21, ovvero una zona 18a del serbatoio 18,
10 in corrispondenza dell'innesto del condotto 21, in cui il fluido pre-compresso fa il suo ingresso, espandendosi, nel serbatoio 18, tale zona 18a dovendo preferibilmente rimanere sgombra di materiale per il funzionamento del dispositivo 10.

15 La procedura di riempimento del serbatoio 18 prevede la chiusura della prima valvola di uscita 17, o valvola di uscita, l'apertura della seconda valvola 19, o valvola di entrata, e l'attivazione di un meccanismo di alimentazione del materiale (non illustrato e di per sé
20 noto) attraverso il condotto 20. Una volta riempito il serbatoio 18 con la voluta quantità di materiale, la seconda valvola 19 viene chiusa ed il dispositivo 10 è pronto per l'introduzione del materiale all'interno del bagno liquido alla successiva apertura delle valvole 17 e
25 22. In particolare, si determina l'introduzione del

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

materiale verso il metallo liquido effettuando l'apertura della prima valvola di uscita 17 e successivamente, in rapida sequenza, l'apertura della terza valvola 22, per consentire l'espansione del getto impulsivo di fluido pre-compresso nel serbatoio 18. Il getto impulsivo di fluido pre-compresso si miscela sostanzialmente istantaneamente al materiale solido nel serbatoio 18 e lo trascina attraverso il condotto tubolare 16, ottenendo l'emissione di detto flusso impulsivo F del materiale contenuto nel serbatoio 18 con alta energia cinetica ed alta quantità di moto attraverso detto condotto tubolare 16 verso detto metallo liquido 12.

In funzione della tipologia di materiale, delle condizioni di processo, del risultato da ottenere, della quantità di metallo liquido 12 presente all'interno del forno 11, della posizione e della struttura del dispositivo 10, i parametri operativi di funzionamento del dispositivo 10 possono essere regolati e fatti variare per ottenere la migliore funzionalità, anche nel corso dell'immissione stessa.

I presenti parametri, preferenziali ma non vincolanti o limitativi, sono stati sperimentati dalla Richiedente per una procedura di introduzione di materiale carbonaceo utilizzato per attivare la formazione di scoria schiumosa in una fase successiva allo spillaggio di una quantità di

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.R.L.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

metallo liquido dal forno 10.

Per ottenere una velocità di introduzione del materiale superiore ai 9-10 m/s, che si è verificata vantaggiosa per permettere al materiale di raggiungere il fondo del tino
5 14 e permettere una efficace propagazione del materiale ad una elevata quantità di metallo, è stato utilizzato un tempo di apertura della terza valvola 22 inferiore a 0,2 secondi.

La pressione del gas pre-compresso introdotto dal
10 condotto 21 all'interno del condotto tubolare 16 del dispositivo 10 per realizzare l'emissione del flusso impulsivo F di materiale è stata superiore a 8 bar.

La portata di materiale emesso ad ogni ciclo impulsivo è stata superiore a 4,5 kg/s, mentre il tempo di apertura
15 della prima valvola di uscita 17 del materiale è stato tra 0,4 e 0,6 secondi. Il ciclo complessivo per l'esecuzione del flusso impulsivo F di materiale è stato inferiore a 1 secondo.

La portata di materiale iniettato nel bagno liquido è
20 stata pari a circa 5-6 kg/s, mentre la portata del gas in pressione è stata di circa 40-70 l/s.

Utilizzando questi valori, con una granulometria media del materiale carbonaceo di circa 2-4 mm, si è ottenuto un
tempo di attraversamento dell'intera altezza del bagno
25 liquido pari a circa 0,1 s, ottenendo così il risultato

che l'intero materiale carbonaceo ha attraversato lo strato di scoria 13 soprastante e l'intero spessore di metallo liquido 12 senza disperdersi né creare fiammate od altre perdite durante il tragitto.

5 In questo modo, un'elevatissima percentuale del materiale carbonaceo iniettato ha potuto reagire in modo sostanzialmente immediato con il metallo liquido 12, creando rapidamente le condizioni per la formazione di un ingente volume di scoria schiumosa, tutto a vantaggio
10 delle condizioni di processo per la ripartenza di un nuovo ciclo di colata.

I parametri suddetti possono essere modificati nel caso di materiali diversi, e/o nel caso di differenti condizioni di processo, rientrando comunque negli
15 intervalli indicati nella presente descrizione.

È chiaro che al dispositivo fin qui descritto possono essere apportate modifiche e/o aggiunte di parti, senza per questo uscire dall'ambito del presente trovato.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo per l'iniezione di una quantità discreta di materiale solido in particelle, polvere o granulato, di varia granulometria, ad esempio compresa tra 0,15 e 15-20
5 mm, comprendente un condotto tubolare (16) applicabile su una parete laterale di un forno di fusione (11) in modo da disporre la sua estremità di uscita all'interno del volume del forno di fusione (11) ed al di sopra del menisco del metallo liquido (12) contenuto nel forno di fusione (11),
10 con una voluta orientazione rispetto alla verticale, per iniettare il materiale solido all'interno del metallo liquido (12), **caratterizzato dal fatto che** prevede una camera, o serbatoio, (18) di contenimento del materiale solido a monte di detto condotto tubolare (16) ed
15 associata ad esso, e mezzi emettitori (21, 22) selettivamente collegabili a detta camera, o serbatoio (18) e configurati e predisposti per produrre un getto impulsivo di fluido pre-compresso il quale, in
combinazione con una prima valvola di uscita (17)
20 selettivamente apribile, disposta ad un'estremità di detto condotto (16), determina l'emissione di un flusso impulsivo (F) del materiale solido contenuto in detta camera, o serbatoio (18), con alta energia cinetica e quantità di moto.

25 2. Dispositivo come nella rivendicazione 1,

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

caratterizzato dal fatto che il getto di fluido pre-compresso è costituito da un flusso gassoso ad alta pressione che viene immesso, facendolo espandere, all'interno della camera, o serbatoio (18) tramite un
5 condotto di immissione (21) cooperante con mezzi a valvola (22) e collegato al dispositivo in una posizione a monte di detta prima valvola di uscita (17), in modo temporalmente coordinato all'apertura di detta prima valvola di uscita (17).

10 3. Dispositivo come nella rivendicazione 1 o 2, **caratterizzato dal fatto che** detti mezzi emettitori (21, 22) e detta prima valvola di uscita (17) sono configurati per realizzare una velocità di introduzione del materiale superiore ai 4 m/s, vantaggiosamente superiore agli 8
15 m/s, ancor più preferibilmente superiore ai 9-10 m/s.

4. Dispositivo come ad una o l'altra delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** detti mezzi emettitori prevedono mezzi a valvola (22) e sono configurati per determinare un tempo di apertura dei
20 mezzi a valvola (22) che immettono il fluido pre-compresso all'interno della camera, o serbatoio (18) inferiore a 0,4 secondi, vantaggiosamente inferiore a 0,3 secondi, ancor più vantaggiosamente inferiore a 0,2 secondi.

5. Dispositivo come ad una o l'altra delle
25 rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che**

detta camera, o serbatoio, (18) è disposta sostanzialmente allineata assialmente al detto condotto tubolare (16) e presenta alla sua estremità inferiore associata al condotto tubolare (16) detta prima valvola di uscita (17) e alla sua estremità opposta una seconda valvola, o valvola di entrata (19) associata a mezzi di alimentazione (20) del materiale solido.

6. Procedimento per l'iniezione di una quantità discreta di materiale solido in particelle, polvere o granulato, di varia granulometria, ad esempio compresa tra 0,15 e 15-20 mm, mediante un dispositivo (10) comprendente un condotto tubolare (16) applicabile su una parete laterale di un forno di fusione (11) in modo da disporre la sua estremità di uscita all'interno del volume del forno di fusione (11) ed al di sopra del menisco del metallo liquido (12) contenuto nel forno di fusione (11), con una voluta orientazione rispetto alla verticale, per iniettare il materiale solido all'interno del metallo liquido (12), **caratterizzato dal fatto che** prevede di utilizzare una camera, o serbatoio, (18) di contenimento del materiale solido a monte di detto condotto tubolare (16) ed associata ad esso e mezzi emettitori (21, 22) selettivamente collegabili a detta camera, o serbatoio (18) e configurati e predisposti per produrre un getto impulsivo di fluido pre-compresso il quale, in

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.P.A.
P.le Cavallotti, 6/2 - 33100 UDINE

combinazione con una prima valvola di uscita (17) selettivamente apribile, disposta ad un'estremità di detto condotto (16), determina l'emissione di un flusso impulsivo (F) del materiale contenuto in detta camera, o serbatoio (18) con alta energia cinetica ed alta quantità di moto.

7. Procedimento come nella rivendicazione 6, **caratterizzato dal fatto che** prevede che la velocità di introduzione del materiale sia superiore ai 4 m/s, vantaggiosamente superiore agli 8 m/s, ancor più preferibilmente superiore ai 9 m/s.

8. Procedimento come nella rivendicazione 6 o 7, **caratterizzato dal fatto che** i mezzi emettitori comprendono mezzi a valvola (22) di immissione del fluido pre-compresso e **che** prevede che il tempo di apertura dei mezzi a valvola (22) di immissione del fluido pre-compresso all'interno del condotto tubolare (16) del dispositivo (10) sia inferiore a 0,4 secondi, vantaggiosamente inferiore a 0,3 secondi, ancor più vantaggiosamente inferiore a 0,2 secondi.

9. Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 6 a 8, **caratterizzato dal fatto che** prevede che la pressione del fluido pre-compresso introdotto all'interno del condotto tubolare (16) del dispositivo per realizzare l'emissione del flusso

impulsivo (F) di materiale sia superiore a 5 bar, vantaggiosamente superiore a 7 bar, ancor più vantaggiosamente superiore a 8 - 10 bar.

10. Procedimento come in una qualsiasi delle
5 rivendicazioni da 6 a 9, **caratterizzato dal fatto che** prevede che la portata di materiale emesso ad ogni ciclo impulsivo di emissione sia superiore a 3 kg/s, vantaggiosamente superiore a 4 kg/s, ancor più vantaggiosamente superiore a 4 - 5 kg/s.

10 11. Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti da 6 a 10, **caratterizzato dal fatto che** prevede che il tempo di apertura della prima valvola di uscita (17) del materiale, associata all'estremità del condotto tubolare (16) del dispositivo
15 (10), sia compreso tra 0,2 e 0,8 secondi, vantaggiosamente tra 0,3 e 0,7 secondi, ancora più vantaggiosamente tra 0,4 e 0,6 secondi.

12. Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti da 6 a 11, **caratterizzato dal**
20 **fatto che** prevede una fase di riempimento di detta camera, o serbatoio, (18) disposta sostanzialmente allineata assialmente al detto condotto tubolare (16) e presentante, alla sua estremità inferiore associata al condotto tubolare (16), detta prima valvola di uscita
25 (17) e alla sua estremità opposta una seconda valvola, o

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.P.A.
P.le Cavallotti, 6/2 - 33100 UDINE

valvola di entrata, (19) associata a mezzi di alimentazione (20) del materiale solido, detta camera, o serbatoio, (18) presentando una zona (18a) che viene posta in selettiva comunicazione con detti mezzi emettitori (21, 22) mediante una terza valvola (22) di detti mezzi emettitori (21, 22), detta fase di riempimento prevedendo la chiusura di detta prima valvola di uscita (17), l'apertura della seconda valvola (19) e l'attivazione di un meccanismo di alimentazione del materiale attraverso i mezzi di alimentazione (20), riempiendo quindi la camera, o serbatoio, di contenimento del materiale solido (18) con la voluta quantità di materiale e mantenendo libera la zona (18a) di selettiva comunicazione con detti mezzi emettitori (21, 22), e, dopo la fase di riempimento, la seconda valvola (19) viene chiusa e successivamente si determina l'introduzione del materiale verso detto metallo liquido (12) mediante detti mezzi emettitori (21, 22), effettuando l'apertura della prima valvola di uscita (17) e successivamente, in rapida sequenza, l'apertura della terza valvola (22) per consentire l'espansione del getto impulsivo di fluido pre-compresso nella camera, o serbatoio (18), ottenendo l'emissione di detto flusso impulsivo (F) del materiale dalla camera, o serbatoio (18) con alta energia cinetica ed alta quantità di moto

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLE S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

attraverso detto condotto tubolare (16) verso detto metallo liquido (12).

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

SL/LF 18.04.2011

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavallotti, 6/2 - 33100 UDINE

CLAIMS

1. Injection device for injecting a discrete amount of solid material in particles, powder or granulated form, of varying grain size, for example comprised between 0.15
5 and 15-20 mm, comprising a tubular pipe (16) which can be applied on a lateral wall of a melting furnace (11) so as to dispose its exit end inside the volume of the melting furnace (11) and above the meniscus of the liquid metal (12) contained in the melting furnace (11), with a
10 desired orientation with respect to the vertical, in order to inject the solid material inside the liquid metal (12), **characterized in that** it provides a chamber or tank (18) to contain the solid material upstream of said tubular pipe (16) and associated therewith, and
15 emitter means (21, 22) which can be selectively connected to said chamber or tank (18) and configured and predisposed to produce an impulsive jet of pre-compressed fluid which, in combination with a first exit valve (17) which can be selectively opened, disposed at one end of
20 said pipe (16), determines the emission of an impulsive flow (F) of the solid material contained in said chamber or tank (18), with high kinetic energy and quantity of motion.

2. Device as in claim 1, **characterized in that** the jet of
25 pre-compressed fluid consists of a high-pressure gaseous

flow which is introduced, making it expand, inside the chamber or tank (18), by means of an introduction pipe (21) cooperating with valve means (22) and connected to the device in a position upstream of said first exit valve (17), in a manner temporally coordinated to the opening of said first exit valve (17).

3. Device as in claim 1 or 2, **characterized in that** said emitter means (21, 22) and said first exit valve (17) are configured so as to produce an introduction speed of the material higher than 4 m/s, advantageously higher than 8 m/s, and even more preferably higher than 9-10 m/s.

4. Device as in any claim hereinbefore, **characterized in that** said emitter means provide valve means (12) and are configured to determine an opening time of the valve means (22) which introduce the pre-compressed fluid inside the chamber or tank (18) of less than 0.4 seconds, advantageously less than 0.3 seconds and even more advantageously less than 0.2 seconds.

5. Device as in any claim hereinbefore, **characterized in that** said chamber or tank (18) is disposed substantially aligned axially to said tubular pipe (16) and has said first exit valve (17) at its lower end, associated with the tubular pipe (16), and at its opposite end a second valve or entrance valve (19), associated with means (20) to feed the solid material.

6. Method for injecting a discrete amount of solid material in particles, powder or granulated form of various grain size, for example comprised between 0.15 and 15-20 mm, by means of a device (10) comprising a tubular pipe (16) which can be applied on a lateral wall of a melting furnace (11) so as to dispose its exit end inside the volume of the melting furnace (11) and above the meniscus of the liquid metal (12) contained in the melting furnace (11), with a desired orientation with respect to the vertical, in order to inject the solid material inside the liquid metal (12), **characterized in that** it provides to use a chamber or tank (18) to contain the solid material upstream of said tubular pipe (16) and associated therewith, and emitter means (21, 22) which can be selectively connected to said chamber or tank (18) and configured and predisposed to produce an impulsive jet of pre-compressed liquid which, in combination with a first exit valve (17) which can be selectively opened, disposed at one end of said pipe (16), determines the emission of an impulsive flow (F) of the material contained in said chamber or tank (18), with high kinetic energy and high quantity of motion.

7. Method as in claim 6, **characterized in that** it provides that the introduction speed of the material is higher than 4 m/s, advantageously higher than 8 m/s, and even

more preferably higher than 9 m/s.

8. Method as in claim 6 or 7, **characterized in that** the emitter means comprise valve means (22) to introduce the pre-compressed fluid **and in that** it provides that the opening time of the valve means (22) which introduce the pre-compressed fluid into the tubular pipe (16) of the device (10) is less than 0.4 seconds, advantageously less than 0.3 seconds and even more advantageously less than 0.2 seconds.

9. Method as in any claim from 6 to 8, **characterized in that** it provides that the pressure of the pre-compressed fluid introduced into the tubular pipe (16) of the device (10) to achieve the emission of the impulsive flow (F) of the material is higher than 5 bar, advantageously higher than 7 bar and even more advantageously higher than 6 - 10 bar.

10. Method as in any claim from 6 to 9, **characterized in that** the flow rate of material emitted with every impulsive emission cycle is higher than 3 kg/s, advantageously higher than 4 kg/s, even more advantageously higher than 4 - 5 kg/s.

11. Method as in any claim from 6 to 10, **characterized in that** it provides that the opening time of the first exit valve (17) of the material, associated with the end of the tubular pipe (16) of the device (10), is comprised

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.R.L.
P.le Cavallotti, 6/2 - 33100 UDINE

between 0.2 and 0.8 seconds, advantageously between 0.3 and 0.7 seconds and even more advantageously between 0.4 and 0.6 seconds.

12. Method as in any claim from 6 to 11, **characterized in**
5 **that** it provides a step of filling said chamber or tank (18), disposed substantially aligned axially to said tubular pipe (16) and having said first exit valve (17) at its lower end associated with the tubular pipe (16), and at the opposite end a second valve, or entrance valve
10 (19), associated with means (20) to feed the solid material, said chamber or tank (18) having a zone (18a) which is put in selective communication with said emitter means (21, 22) by means of a third valve (22) of said emitter means (21, 22), said filling step providing the
15 closure of said first exit valve (17), the opening of the second valve (19) and the activation of a feed mechanism to feed the material through the feed means (20), thus filling the chamber or tank (18) which contains the solid material (18) with the desired amount of material and
20 keeping free the zone (18a) of selective communication with said emitter means (21, 22) and, after the filling step, the second valve (19) is closed and subsequently the introduction is determined of the material toward said liquid metal (12) by means of said emitter means
25 (21, 22), effecting the opening of the first exit valve

(17) and subsequently, in rapid succession, the opening of the third valve (22) so as to allow the expansion of the impulsive jet of pre-compressed fluid into the chamber or tank (18), obtaining the emission of said
5 impulsive flow (F) of the material from the chamber or tank (18) with high kinetic energy and high quantity of motion through said tubular pipe (16) toward said metal liquid (12).

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

1/2

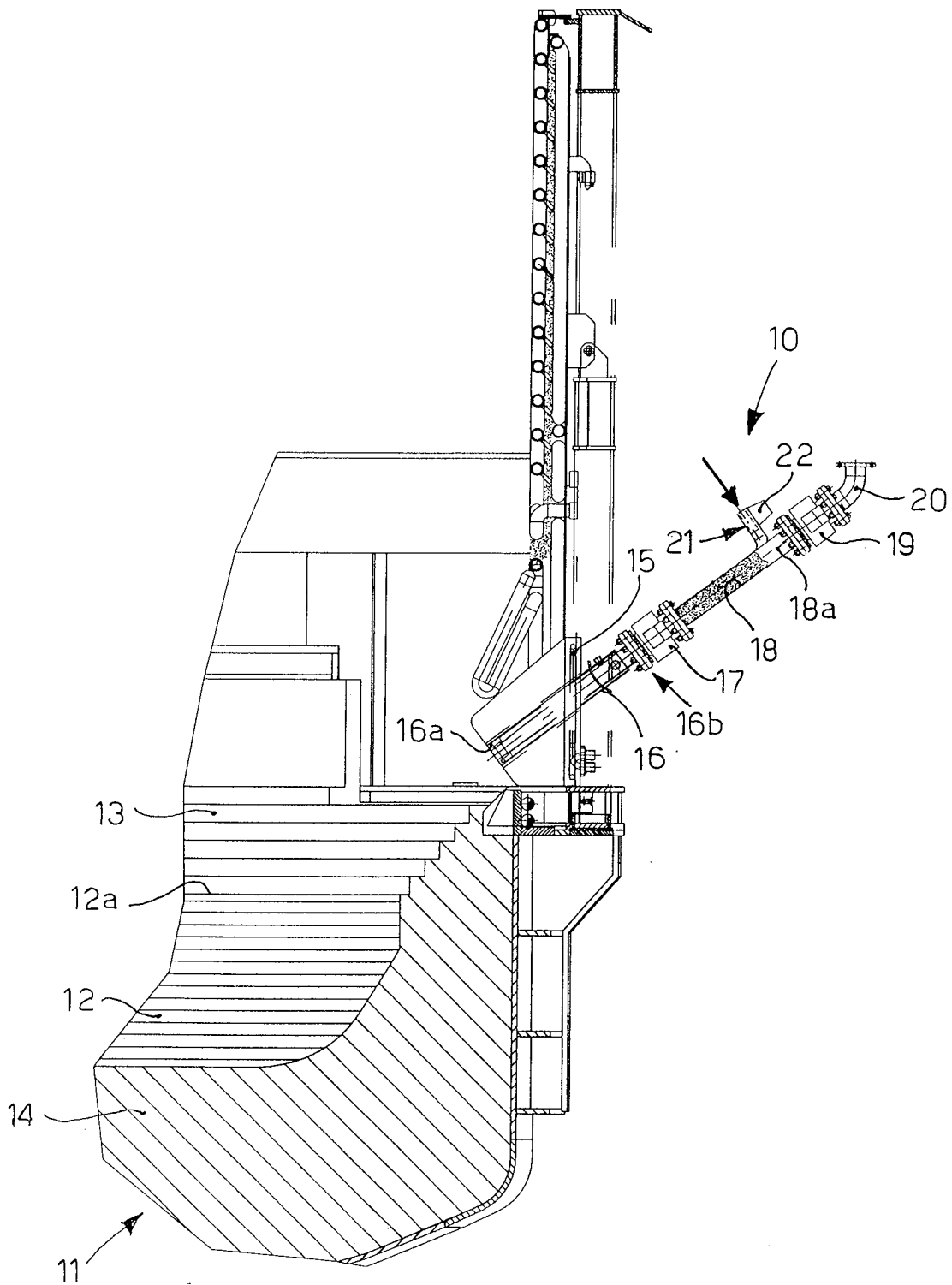


fig. 1

Il mandataro
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavallotti, 6/2 33106 UDINE

2/2

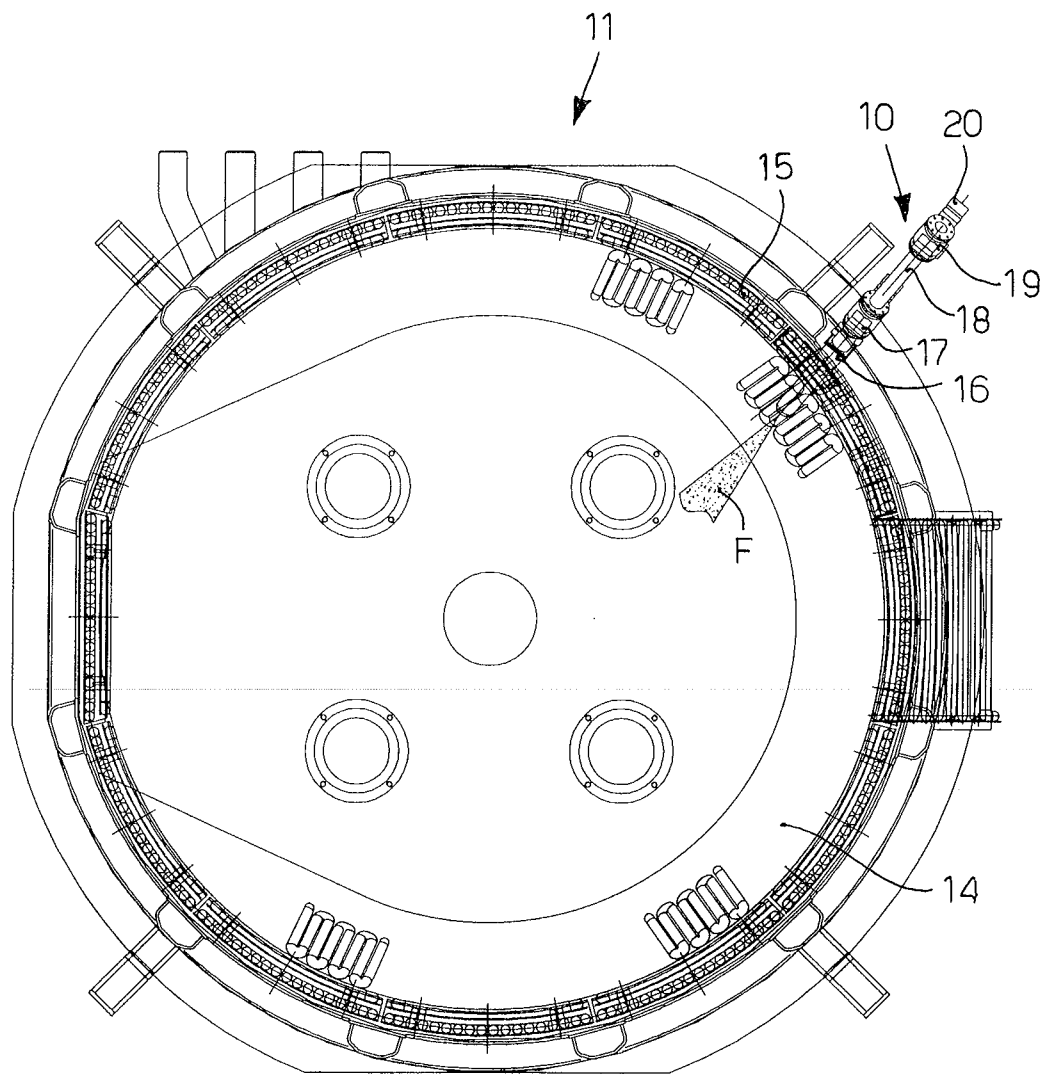


fig. 2