



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

DOMANDA NUMERO	102000900816580
Data Deposito	26/01/2000
Data Pubblicazione	26/07/2001

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	22	D		

Titolo

PROCEDIMENTO E DISPOSITIVO PER MIGLIORARE LA QUALITA' DI CORPI METALLICI COLATI IN CONTINUO
--

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo: **MI 2 0 0 0 A 0 0 0 9 6**

"Procedimento e dispositivo per migliorare la qualità di corpi metallici colati in continuo".

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

Con sede in: BUTTRIO (UD)

Inventori designati: Poloni Alfredo, Pavlicevic Milorad,

Kolesnichenko Anatoly, Codutti Andrea

Depositata il con il n.

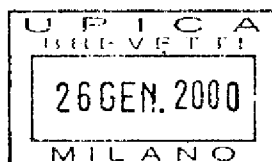
Campo dell'invenzione

La presente invenzione si riferisce a un procedimento per migliorare la qualità di corpi metallici colati in continuo e al relativo dispositivo di attuazione; più precisamente, essa si riferisce a un procedimento essenzialmente elettromagnetico, e al relativo dispositivo di attuazione, utilizzabile negli impianti di colata continua di billette blumi e bramme, per migliorare la qualità superficiale e interna del prodotto colato, quando il cristallizzatore è preceduto da un serbatoio in materiale refrattario.

Stato della tecnica

La colata continua è una tecnica saldamente affermata nella produzione di corpi metallici di varie forme e dimensioni (bramme, billette, blumi), che ha raggiunto un elevato livello di perfezionamento, tanto per l'affidabilità degli impianti quanto per la qualità dei prodotti ottenuti, generalmente soddisfacente.

Tuttavia, nel processo di colata possono verificarsi alcuni eventi che danneggiano la qualità superficiale e interna dei prodotti colati, e/o



BB

determinano disastrose fuoriuscite di metallo liquido dal guscio solidificato. Per esempio, (i) specie in presenza di forti fluttuazioni del livello del menisco, particelle non metalliche provenienti dalla paniera e dalle polveri di copertura possono essere trascinate all'interfaccia tra metallo liquido e cristallizzatore e qui essere inglobate nel metallo in solidificazione, provocando difetti come le inclusioni interne; (ii) disuniformità di velocità di flusso del metallo liquido nel cristallizzatore possono provocare una solidificazione non uniforme, con possibili strappi del guscio in formazione, in particolare per alte velocità di colata a cui tale guscio è più sottile e/o cricche sulla superficie o all'interno della bramma; (iii) disturbi della stabilità del menisco possono provocare una cattiva lubrificazione che produce incollaggi del metallo in solidificazione ad alcuni punti delle pareti del cristallizzatore, aumentando la probabilità di provocare rotture del guscio e/o difetti della sua superficie; (iv) l'oscillazione in senso longitudinale del cristallizzatore, necessaria per prevenire l'incollaggio del metallo in solidificazione alle pareti del cristallizzatore e per facilitare la penetrazione tra questo e il guscio in solidificazione di particolari lubrificanti, può provocare, in presenza di un menisco disturbato, marche di oscillazione profonde e irregolari sulla superficie del guscio.

Questi sono solo alcuni degli inconvenienti che si possono presentare; essi sono di grande rilevanza tanto per la qualità del prodotto colato ottenuto e per la massima produttività raggiungibile che per il costo della sua successiva trasformazione e per la qualità dei prodotti finiti.

Infatti, proprio in vista della possibile difettosità delle bramme è

necessario ispezionarle ed eventualmente sottoporle a trattamenti di condizionamento superficiale. Spesso, tali operazioni non possono essere eseguite a caldo, e il prodotto colato deve essere raffreddato in zone dello stabilimento specificamente previste, portato all'ispezione superficiale, condizionato e infine riportato a elevata temperatura (1200 - 1400 °C) per poter essere ulteriormente lavorato, per esempio laminato a caldo. Chiaramente tutto questo si traduce in un aggravio di costi di produzione, e/o in un peggioramento qualitativo del prodotto finale.

Numerose soluzioni sono state proposte per ovviare a tali inconvenienti. Per esempio, è noto che l'utilizzazione di particolari polveri, dette di copertura, per limitare l'ossidazione del bagno metallico fuso e per lubrificare in maniera più stabile l'interfaccia tra metallo in solidificazione e pareti del cristallizzatore, produce positivi effetti sulla qualità superficiale e interna del prodotto colato.

Mediante l'uso di particolari scaricatori tra paniera e cristallizzatore è possibile controllare il flusso del metallo liquido introdotto nel cristallizzatore, in modo da diminuire le inclusioni non metalliche nel prodotto e favorire la flottazione dei gas in superficie, ridurre i disturbi sul menisco dove avviene la prima solidificazione, evitare flussi "caldi" diretti di metallo fuso che potrebbero portare alla parziale rifusione di alcune zone del guscio in formazione.

L'ottimizzazione delle oscillazioni longitudinali (frequenza e ampiezza, forme non sinusoidali dell'oscillazione) riduce fortemente la presenza di marcature di oscillazione.

Tentativi di miglioramento delle condizioni fluidodinamiche nel

cristallizzatore si riferiscono all'utilizzazione di particolari "serbatoi" in materiale refrattario posti immediatamente prima del cristallizzatore, allo scopo di allontanare dalla zona di inizio solidificazione il menisco del metallo liquido, e quindi limitare la possibilità di trascinamento nel metallo in solidificazione di particelle di refrattario o di scoria, e di favorire l'uniformazione delle velocità, della lubrificazione e dello scambio termico tra prodotto colato e cristallizzatore, in special modo nella zona di prima solidificazione.

Tale tecnica, ancorché interessante, pone ulteriori problemi. Infatti, la zona di giunzione tra il refrattario delle pareti del "serbatoio" e il bordo contiguo del cristallizzatore metallico raffreddato, detta punto triplo, risulta essere molto delicata, tanto per l'eventuale disgregazione del refrattario a causa del forte salto termico tra esso e il cristallizzatore raffreddato, quanto perché il metallo fuso ha la tendenza di iniziare a solidificare proprio in corrispondenza di tale giunzione, con forte possibilità di adesione al refrattario e relativi problemi di formazione di difettosità superficiali nei corpi prodotti o, peggio, di rottura catastrofica della pelle e conseguente fuoriuscita del metallo liquido che può provocare il danneggiamento della macchina di colata e l'arresto delle operazioni.

L'utilizzazione di gas, come azoto o argon, o di lubrificanti solidi (vedi, per esempio, brevetti statunitensi 5.027.887, 5.045.276. 4.130.423), iniettati in corrispondenza di tale giunzione per formare uno strato protettivo, non ha dato risultati particolarmente incoraggianti, essenzialmente per il fatto che il metallo liquido, considerevolmente più



pesante del lubrificante e del gas, spesso riesce a rompere lo strato protettivo e a venire comunque in contatto con le pareti del "serbatoio" in materiale refrattario. E' anche difficile, in tali condizioni, controllare l'uniformità di distribuzione della pressione dei gas, dando origine a cavità sulla superficie dovute a instabilità oppure alla formazione di "pin holes" sulla superficie, per inglobamento del gas da parte del metallo in solidificazione. Inoltre l'utilizzazione di gas soluzione non permette l'introduzione di materiale lubrificante tra guscio in fase di solidificazione e cristallizzatore.

Nei brevetti statunitensi 5.494.095 e 5.379.828 è stato proposto di interporre tra "serbatoio" in materiale refrattario e cristallizzatore un inserto costituito da un materiale avente conducibilità termica ed elettrica minore del materiale con cui è costruito il cristallizzatore, in modo che il metallo fuso cominci a solidificare in corrispondenza dell'inserto stesso; la giunzione tra questo e il refrattario del "serbatoio" viene riscaldata per mezzo di un campo elettromagnetico alternato.

Una soluzione simile, ma senza il riscaldamento del giunto tra refrattario e inserto intermedio, è proposto dal brevetto statunitense 4.773.469.

Nella colata continua, in particolare di bramme sottili (con pochi centimetri di spessore) o di nastro (con spessore di pochi millimetri), è stato proposto di utilizzare campi elettromagnetici per ottenere il confinamento del metallo fuso (vedi, per esempio, brevetti statunitensi 4.353.408 e 5.513.629).

Finora, per quanto a conoscenza dei presenti inventori, in connessione con macchine di colata continua che prevedono un serbatoio in materiale

refrattario direttamente collegato al cristallizzatore metallico raffreddato immediatamente prima di questo, non sono stati proposti sistemi utilizzando campi elettromagnetici per uniformare il flusso del metallo liquido prima dell'ingresso di quest'ultimo nel cristallizzatore raffreddato e per evitare la solidificazione del metallo in corrispondenza della giunzione tra serbatoio e cristallizzatore.

Descrizione dell'invenzione

La presente invenzione si propone di ovviare agli inconvenienti sopra discussi, migliorando la qualità superficiale dei prodotti colati in continuo, permettendo di colare in qualità a velocità più elevate e quindi di ottenere una maggiore produttività, mediante uniformazione del flusso e della temperatura del metallo liquido in detto serbatoio, impedendo l'adesione del metallo in solidificazione in corrispondenza della giunzione tra serbatoio e cristallizzatore raffreddato, riducendo la profondità delle marche di oscillazione dovute all'oscillazione in senso longitudinale del cristallizzatore ed eventualmente cancellandole del tutto.

Il procedimento secondo la presente invenzione utilizza un serbatoio in refrattario, posto al di sopra di un cristallizzatore, nel quale viene versato in continuo, tramite un apposito scaricatore, metallo liquido che si sposta con moto disordinato verso il cristallizzatore e in questo inizia a solidificare all'altezza di una zona di giunzione (detta punto triplo) tra serbatoio e cristallizzatore, formando una cosiddetta pelle del corpo colato estratta in continuo dal cristallizzatore, tale serbatoio avendo lo scopo di allontanare dalla zona di inizio solidificazione il pelo libero del metallo, la scoria surnatante e la zona di metallo fuso a flusso perturbato

per l'effetto della continua aggiunta di metallo, ed è caratterizzato dalla combinazione in relazione di cooperazione di una prima azione di frenaggio e regolarizzazione dei moti disordinati del metallo liquido messa in atto nel serbatoio e di una seconda azione di distacco del metallo liquido all'altezza di detto punto di giunzione, detto distacco del metallo liquido potendo essere accompagnato anche dal distacco di detta pelle dalle pareti del cristallizzatore. Detta prima azione di frenaggio e uniformazione viene realizzata mediante campi elettromagnetici periodicamente interrotti e modificati in direzione e intensità, generati tramite un sistema induttivo costituito da un primo nucleo continuo, posto attorno al serbatoio, dotato almeno di quattro poli, regolarmente disposti tutto attorno al serbatoio, e di avvolgimenti disposti attorno a ciascun polo, detti poli venendo energizzati in un ordine prestabilito (ad esempio contemporaneamente ma con intensità e segno diversi, come in Fig.3) per un determinato periodo di tempo Δt , e con un intervallo di tempo tra due successive energizzazioni pari a $0,1-0,2 \Delta t$. Il valore di corrente utilizzato varia, come si vedrà in seguito, tra 1 e 200 kA. Le correnti sono considerate positive quando il campo magnetico generato è rivolto verso il metallo liquido.

Tale schema di energizzazione dei poli del sistema induttivo genera forze elettromotrici che inducono nel metallo liquido delle opportune azioni di uniformazione del moto dei filetti fluidi del metallo stesso e di rallentamento degli stessi, limitando i disturbi idrodinamici provocati sia dall'immissione dell'acciaio sia dalla azione del sistema elettromagnetico qui di seguito descritto in corrispondenza del punto triplo.

La seconda azione di distacco del metallo liquido dal punto triplo viene realizzata mediante un campo magnetico pulsante, generato da un secondo induttore costituito da una pluralità di spire inserite in un secondo nucleo magnetico che circonda completamente il cristallizzatore ed è generalmente isolato elettricamente dall'ambiente esterno. Il secondo induttore viene attivato mediante corrente impulsiva, di intensità compresa tra 5 e 200 kA, preferibilmente tra 30 e 200 kA, con impulsi di durata compresa tra 50 e 500 μ s, preferibilmente tra 100 e 200 μ s, e frequenza compresa tra 2 e 150 Hz, preferibilmente tra 10 e 100 Hz. Il campo magnetico così prodotto genera forze elettromagnetiche dirette verso il metallo liquido che a loro volta ne provocano il distacco dalle pareti dell'insieme serbatoio/cristallizzatore, creando una cavità stabile tra superficie del metallo liquido e dette pareti.

Il secondo induttore può essere interposto tra serbatoio e cristallizzatore, così essendo direttamente affacciato sulla zona in cui è contenuto il metallo liquido, nel qual caso deve essere opportunamente protetto mediante raffreddamento, oppure può essere posto esternamente al cristallizzatore.

Il procedimento secondo la presente invenzione prevede anche che si possa effettuare una distribuzione di lubrificante all'altezza del detto punto triplo, allo scopo di favorire lo scorrimento della pelle in formazione contro le pareti del cristallizzatore. Tale distribuzione di lubrificante può essere omessa se si utilizzano mezzi per favorire il distacco della pelle in solidificazione dalle pareti del cristallizzatore. Mezzi preferiti a questo scopo sono eccitatori di tipo elettrodinamico, pneumatico,

magnetostrittivo, piezoelettrico eccetera, applicati esternamente al cristallizzatore, almeno uno per parete, per farlo vibrare tanto in senso trasversale che in senso longitudinale allo scopo di diminuire l'attrito tra pelle solidificata e pareti del cristallizzatore.

Il procedimento secondo l'invenzione prevede anche la possibilità di utilizzare un lubrificante con proprietà ferromagnetiche, preferibilmente costituito da una miscela di particelle ferromagnetiche, con dimensioni inferiori a 100 μm , in quantità compresa tra il 5 e il 25% in peso, e gli usuali ossidi in polvere e/o oli del tipo comunemente utilizzato in colata continua. Nell'uso, all'altezza del punto triplo, la parte di lubrificante a contatto con le pareti interne del serbatoio, del cristallizzatore ed eventualmente del secondo induttore, assume una temperatura relativamente bassa, mantenendo una permeabilità magnetica superiore a uno; in tal modo, il campo magnetico prodotto dal secondo induttore, mantiene il lubrificante a contatto con l'induttore stesso, se affacciato all'interno dell'insieme serbatoio/cristallizzatore, e con dette pareti interne. Inoltre, la presenza di particelle ferromagnetiche nel lubrificante assicura che sulla superficie del metallo liquido a contatto con il lubrificante stesso si abbiano forze elettromagnetiche considerevolmente superiori (per esempio 80-100 volte) a quelle ottenibili in loro assenza. Tali forze sono opportunamente rivolte verso il metallo liquido e impediscono al metallo liquido, molto più denso del lubrificante, di rompere lo strato di lubrificante e quindi di entrare a contatto con le pareti del serbatoio e del cristallizzatore.

Per chiarezza di esposizione, si descriverà ora per primo il dispositivo

secondo l'invenzione, una cui realizzazione puramente esemplificativa e non limitativa delle finalità e dell'ampiezza della presente invenzione è rappresentata nelle accluse tavole di disegno, in cui:

Fig. 1 rappresenta una vista schematica in sezione del dispositivo secondo l'invenzione;

Fig. 2 rappresenta una schematizzazione della disposizione degli avvolgimenti di un sistema elettromagnetico di uniformazione del flusso di metallo fuso;

Fig. 3 rappresenta un modo di funzionamento del sistema schematizzato in Fig. 2;

Fig. 4 rappresenta una schematizzazione dell'effetto che l'uso secondo l'invenzione del sistema elettromagnetico di Fig. 2 secondo il modo di funzionamento di Fig. 3 ha sulla circolazione del metallo fuso nel serbatoio e quindi sull'uniformazione del flusso del metallo stesso;

Fig. 5a rappresenta una vista schematica parziale della zona di giunzione tra serbatoio in materiale refrattario e cristallizzatore metallico raffreddato, nel caso in cui si utilizzino mezzi elettromagnetici per generare le forze necessarie al distacco del metallo fuso dall'insieme serbatoio/cristallizzatore;

Fig. 5b è un ingrandimento della zona di giunzione di Fig. 5a;

Fig. 6 rappresenta una vista schematica parziale della zona di giunzione tra serbatoio in materiale refrattario e cristallizzatore metallico raffreddato, in cui l'induttore è esterno al cristallizzatore;

Fig. 7 rappresenta una vista di una sezione secondo A-A di Fig. 6;

Fig. 8 rappresenta una vista secondo la sezione B-B di Fig. 7;

Fig. 9 rappresenta una variante della soluzione di cui alla Fig. 6, in cui si evita l'utilizzazione di lubrificanti mediante mezzi meccanici atti a diminuire l'attrito tra guscio in formazione e pareti del cristallizzatore;

Fig. 10 rappresenta un'ulteriore variante della soluzione di Fig. 6.

Il dispositivo secondo la presente invenzione comprende un recipiente 1, detto serbatoio, in materiale refrattario, eventualmente rastremato verso il basso, per esempio come rappresentato in Fig. 1, sovrapposto a un cristallizzatore 9 metallico, raffreddato mediante un proprio sistema di raffreddamento 10 a circolazione forzata di acqua. In una prima realizzazione dell'invenzione, tra serbatoio 1 e cristallizzatore 9 è interposto un induttore 11 (le cui superfici esterne sono ricoperte da uno strato riportato di ossido di opportuno spessore, per garantire l'isolamento elettrico) comprendente un sistema di iniezione di lubrificante 24. La parte rastremata del recipiente 1 è circondata da un nucleo magnetico 6 provvisto di quattro poli 4, ciascuno provvisto di intercapedine raffreddata 8 e di un avvolgimento 5.

L'induttore 11 è costituito da una pluralità di spire, in materiale a elevata conducibilità elettrica e termica, inserite in un nucleo magnetico 16, è dotato di mezzi 12 di raffreddamento ad acqua e reca al suo interno una pluralità di condotti 14, disposti su uno stesso piano, alimentati tramite collettori 13 con un materiale lubrificante, che viene iniettato mediante un sistema a pompa volumetrica (non mostrato) in corrispondenza della giunzione tra recipiente 1 e cristallizzatore 9, il quale reca in corrispondenza della sua parte iniziale, a contatto del serbatoio 1, inserti ad alta permeabilità magnetica 15 (Figg. 5a e 5b) atti a concentrare il

flusso magnetico e provvisti, sulla superficie di lavoro a contatto con il metallo liquido 2, di uno strato 21 (Figg. 5a e 5b) di rivestimento riportato per esempio mediante tecniche di saldatura a laser, allo scopo di isolarlo elettricamente dal metallo liquido 2.

Secondo una variante realizzativa dell'invenzione, rappresentata nelle Figure da 6 a 8, l'induttore 11 non è posto a contatto con il metallo liquido ma esternamente al cristallizzatore (in modo opportuno elettricamente isolato da questo) a sua volta collegato al serbatoio mediante una giunzione realizzata, in questo caso, preferibilmente impartendo alle pareti esterne della parte del serbatoio a contatto del cristallizzatore un profilo genericamente ogivale o parabolico, dette pareti esterne essendo poste in un alloggiamento di profilo speculare praticato nella parte alta del cristallizzatore, come raffigurato, per esempio, in Fig. 6. In questa realizzazione, il cristallizzatore presenta, entro le sue pareti, un sistema di canali 10b, per la circolazione dell'acqua di raffreddamento, che possono essere collegati a canali 10c per consentire il raffreddamento anche dell'induttore 11. Una serie di intagli 28 (Fig. 8) è preferibilmente praticata nella parte alta del cristallizzatore, allo scopo di favorire, assieme alla speciale forma di detta parte alta illustrata in precedenza, il passaggio e la concentrazione delle forze elettromagnetiche 19 all'altezza del punto triplo, consentendo di ottenere una cavità 23 di soddisfacenti dimensioni ed elevata stabilità. L'alimentazione di lubrificante può essere effettuata, in questo caso, per il tramite della parte inferiore 14b di detti intagli 28, riempiti, per il resto della loro lunghezza, con refrattario, o comunque con materiale

elettricamente isolante.

Una ulteriore realizzazione della presente invenzione, che consente di eliminare l'uso di lubrificante, prevede l'impiego di una pluralità di eccitatori meccanici 30, di tipo pneumatico, elettromeccanico, piezoelettrico, magnetostrittivo, eccetera, applicati esternamente al cristallizzatore, come illustrato in Fig. 9, in numero di almeno uno per parete del cristallizzatore stesso, per indurre in quest'ultimo vibrazioni in senso trasversale e longitudinale, atte a promuovere e a mantenere un distacco della pelle solidificata dalle pareti del cristallizzatore, così diminuendo l'attrito tra loro. Le frequenze degli eccitatori sono preferibilmente quelle di risonanza del sistema cristallizzatore-prodotto colato, per limitare la potenza applicata; dette frequenze dipendono genericamente dalla forma del corpo colato, dalla geometria del cristallizzatore e dalle temperature su questo raggiunte; indicativamente tali frequenze possono variare tra 100 Hz e 25000 Hz.

Infine, nel caso si utilizzino cristallizzatori formati da una pluralità di lastre o di segmenti verticali, montati in modo da essere elettricamente isolati tra di loro, si possono utilizzare bobine 31 (Fig. 10) provviste di sistemi di raffreddamento, per esempio interno 32, e di isolamento 33 rispetto al cristallizzatore 9, attorno al quale sono montate. Tali bobine sono alimentate con corrente impulsiva di intensità compresa tra 5 e 200 kA, preferibilmente tra 30 e 100 kA, durata di impulso compresa tra 50 e 500, preferibilmente tra 100 e 200, μ s, e frequenza compresa tra 2 e 150, preferibilmente tra 10 e 100, Hz. In tal modo, sulla pelle solidificata 20 vengono indotte forze elettromagnetiche 19b, che permettono di

staccare la pelle appena formata dalle pareti del cristallizzatore, diminuendo l'attrito e facilitando il passaggio del lubrificante.

Nel funzionamento, il sistema recipiente 1-cristallizzatore 9, inizialmente chiuso in basso da una falsa barra, viene riempito di metallo fuso tramite uno scaricatore 3; il metallo liquido viene protetto dall'ossidazione tramite uno strato galleggiante 7 di polveri e scoria oppure attraverso la creazione di un'atmosfera inerte in Argon. I poli 4 del nucleo 6 vengono energizzati in un ordine particolare (ad esempio come in figura 3), mediante azionamento aperto-chiuso dei relativi alimentatori (non mostrati) in corrente continua per gli avvolgimenti 5. Lo schema di funzionamento, è riportato in Fig. 3, in cui I_A , I_B , I_C , I_D , indicano le correnti nei quattro avvolgimenti 5, considerate positive quando il campo magnetico generato è rivolto verso il metallo liquido, e Δt indica la durata dell'impulso di corrente; due impulsi successivi sono separati da un intervallo di tempo pari a $0,1-0,2 \Delta t$.

Il metallo fuso 2 alimentato dallo scaricatore 3 non ha un moto regolare, il che provoca disuniformità di temperatura e possibilità di trascinamento entro il bagno, e fino alla zona di inizio solidificazione, di inclusioni non metalliche quali scoria o frammenti di refrattario. L'attivazione degli avvolgimenti 5 con impulsi di corrente continua provoca la formazione di campi magnetici le cui linee di flusso sono indicate con linee continue per esempio in Fig. 4 per il caso di una colata a billette/blumi; si generano in tal modo forze elettromagnetiche, secondo modalità ben note e si induce così sul metallo liquido 2 un moto rappresentato in linea punteggiata. Interrompendo l'alimentazione degli avvolgimenti 5 e

cambiando intensità e/o verso della corrente continua di alimentazione, secondo lo schema di Fig. 3, si ottiene di frenare i moti disordinati del metallo liquido generati dalle modalità della sua introduzione nel serbatoio 1, e il metallo liquido 2 scende mosso quasi esclusivamente dalla forza di gravità, con una distribuzione di velocità pressoché uniforme.

La durata di ciascuna fase di attivazione degli avvolgimenti è compresa tra 1 e 15 secondi, preferibilmente tra 4 e 10 secondi, con un'interruzione tra due fasi successive della durata compresa tra 10 e 20 % del tempo di attivazione.

Il metallo fuso, con un flusso regolarizzato secondo quanto precedentemente illustrato, scende lungo il serbatoio, fino a raggiungere la zona di confine; o punto triplo; qui un ulteriore induttore, inserito tra serbatoio 1 e cristallizzatore 9, oppure esterno a detto cristallizzatore, alimentato con corrente impulsiva come specificato precedentemente, genera un campo di forze elettromagnetiche in grado di creare una cavità 23 che allontana il metallo liquido dal punto triplo, impedendo la sua solidificazione a contatto delle pareti di refrattario del serbatoio, o a contatto con l'induttore. A livello del punto triplo può essere iniettato in detta cavità un lubrificante che può vantaggiosamente contenere particelle ferromagnetiche che aiutano a concentrare dette forze elettromagnetiche permettendo la formazione di una cavità 23 più grande e più stabile.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo per la colata continua di bramme, billette o blumi costituito da un cristallizzatore raffreddato (9) in forma di corpo cavo aperto e da un serbatoio (1) in materiale refrattario posto al di sopra del cristallizzatore (9), nel quale viene versato metallo liquido da colare, caratterizzato dal fatto che detto serbatoio (1) in materiale refrattario è dotato di mezzi (4, 5, 6) atti a frenare e a uniformare i moti disordinati del metallo liquido, e dal fatto che sono presenti mezzi (11), posti all'altezza del confine tra cristallizzatore (9) e serbatoio (1), atti a provocare e a mantenere il distacco del metallo fuso (2) dalle pareti dell'insieme serbatoio/cristallizzatore.
2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi atti a frenare e a uniformare i moti disordinati del metallo liquido sono costituiti da un nucleo continuo (6) posto attorno al serbatoio (1) e dotato di almeno quattro poli (4) e di avvolgimenti (5) disposti attorno a ciascun polo (4), e da mezzi, non mostrati, atti a periodicamente interrompere e modificare l'alimentazione elettrica di detti avvolgimenti, realizzando così campi elettromagnetici periodicamente interrotti e modificati in direzione e intensità.
3. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che tali mezzi atti a provocare e mantenere il distacco del metallo fuso dalle pareti dell'insieme serbatoio/cristallizzatore sono costituiti da un induttore (11), alimentato con corrente impulsiva, costituito da una pluralità di spire inserite in un nucleo magnetico (16).
4. Dispositivo secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che



detto induttore è interposto tra serbatoio (1) e cristallizzatore (9), ed è provvisto di una parete affacciata all'interno dell'insieme serbatoio - cristallizzatore.

5. Dispositivo secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detto induttore è posto esternamente al cristallizzatore (9), la superficie di contatto tra serbatoio (1) e cristallizzatore (9) essendo costituita da profili, delle parti terminali di serbatoio e cristallizzatore, complementari genericamente ogivali o parabolici.

6. Dispositivo secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che il cristallizzatore (9) reca, nella sua parte prossima al serbatoio (1) degli intagli passanti (28).

7. Dispositivo secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che detti intagli (28) sono almeno parzialmente chiusi da materiale trasparente ai campi elettromagnetici, nel qual caso una loro parte rimasta libera 14b funge da passaggio di lubrificante.

8. Dispositivo secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detto induttore (11) è provvisto di una pluralità di condotti (14) per introdurre entro detto vano materiale lubrificante, alimentato tramite collettori (13).

9. Dispositivo secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detto cristallizzatore è provvisto di condotti (10b) per il fluido di raffreddamento, collegati ad analoghi canali (10c) ricavati nell'induttore (11), per il suo raffreddamento.

10. Dispositivo secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che il cristallizzatore (9) reca, in corrispondenza della propria parte iniziale

rivolta verso il serbatoio (1) inserti (15) a elevata permeabilità magnetica, provvisti sulla propria superficie a contatto con il metallo liquido di un rivestimento elettricamente isolante.

11. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che esternamente al cristallizzatore (9) sono posti eccitatori meccanici (30) di tipo elettrodinamico, pneumatico, magnetostrittivo, piezoelettrico e simili, la cui frequenza corrisponde a quella di risonanza del sistema cristallizzatore - corpo colato ed è compresa tra 100 e 25.000 Hz.

12. Procedimento per migliorare la qualità di corpi metallici ottenuti da colata continua, in cui si utilizza un serbatoio in refrattario, posto al di sopra di un cristallizzatore in forma di corpo cavo aperto, nel quale viene versato in continuo tramite un apposito scaricatore metallo liquido che si sposta con moto disordinato verso il cristallizzatore e in questo inizia a solidificare all'altezza di una zona di giunzione (detta punto triplo) tra serbatoio e cristallizzatore, formando una cosiddetta pelle del corpo colato estratta in continuo dal cristallizzatore, tale serbatoio avendo lo scopo di allontanare dalla zona di inizio solidificazione il pelo libero del metallo, la scoria surnatante e la zona di metallo fuso a flusso perturbato per l'effetto della continua aggiunta di metallo, caratterizzato dal fatto che in detto serbatoio viene attuata una prima azione di frenaggio e regolarizzazione dei moti disordinati del metallo liquido nel serbatoio stesso, combinata a una seconda azione di distacco del metallo liquido dalle pareti di serbatoio e cristallizzatore all'altezza di detto punto di giunzione.

13. Procedimento secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto

che detta prima azione di frenaggio e uniformazione del moto del metallo liquido viene realizzata mediante campi elettromagnetici periodicamente interrotti e modificati in direzione e intensità.

14. Procedimento secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che detti campi elettromagnetici vengono generati tramite un sistema induttivo costituito da un primo nucleo continuo, posto attorno al serbatoio, dotato di almeno quattro poli e di avvolgimenti disposti attorno a ciascun polo, detti poli venendo energizzati in un ordine prestabilito per un determinato periodo di tempo Δt , e con un intervallo di tempo tra due successive energizzazioni pari a $0,1-0,2 \Delta t$.

15. Procedimento secondo la rivendicazione 14, caratterizzato dal fatto che detto periodo di tempo Δt è compreso tra 1 e 15 secondi.

16. Procedimento secondo la rivendicazione 15, caratterizzato dal fatto che detto periodo di tempo Δt è compreso tra 4 e 10 secondi.

17. Procedimento secondo la rivendicazione 14, caratterizzato dal fatto che la corrente utilizzata per la generazione di detti campi elettromagnetici è compresa tra 1 e 200 kA.

18. Procedimento secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che la seconda azione di distacco del metallo liquido dal punto triplo viene realizzata mediante un campo magnetico pulsante, generato da un secondo induttore costituito da una pluralità di spire inserite in un secondo nucleo magnetico che circonda completamente il cristallizzatore ed è isolato elettricamente dall'ambiente esterno.

19. Procedimento secondo la rivendicazione 18, caratterizzato dal fatto che detto secondo induttore viene attivato mediante corrente impulsiva,

di intensità compresa tra 5 e 200 kA, con impulsi di durata compresa tra 50 e 500 μ s, e frequenza compresa tra 2 e 150 Hz.

20. Procedimento secondo la rivendicazione 19, caratterizzato dal fatto che detta intensità di corrente è compresa tra 30 e 200 kA.

21. Procedimento secondo la rivendicazione 19, caratterizzato dal fatto che la durata di detti impulsi di corrente è compresa tra 100 e 200 μ s.

22. Procedimento secondo la rivendicazione 19, caratterizzato dal fatto che la frequenza di detta corrente impulsiva è compresa tra 100 e 200 Hz.

23. Procedimento secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che all'altezza del detto punto triplo si effettua una iniezione di lubrificante, allo scopo di favorire lo scorrimento della pelle in formazione contro le pareti del cristallizzatore.

24. Procedimento secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che oltre il distacco del metallo liquido viene effettuato anche un distacco della pelle in solidificazione dalle pareti del cristallizzatore, promosso imponendo al cristallizzatore vibrazioni in senso tanto trasversale che longitudinale, rispetto all'asse del cristallizzatore stesso, per il tramite di eccitatori meccanici di tipo elettrodinamico, pneumatico, magnetostriativo, piezoelettrico e simili, applicati esternamente al cristallizzatore, almeno uno per parete.

25. Procedimento secondo la rivendicazione 23, caratterizzato dal fatto che detto lubrificante è provvisto di proprietà ferromagnetiche.

26. Procedimento secondo la rivendicazione 25, caratterizzato dal fatto che detto lubrificante comprende una miscela di particelle

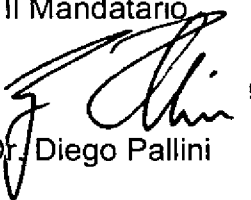
ferromagnetiche con dimensioni inferiori a 100 μm , in quantità compresa tra il 5 e il 25% in peso del lubrificante totale.

(GM/pd)

Milano, li 26 Gennaio 2000

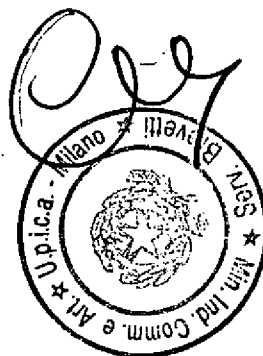
p. DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.p.A.

Il Mandatario



Dr. Diego Pallini

NOTARBARTOLO & GERVASI S.p.A.



[Handwritten signature]

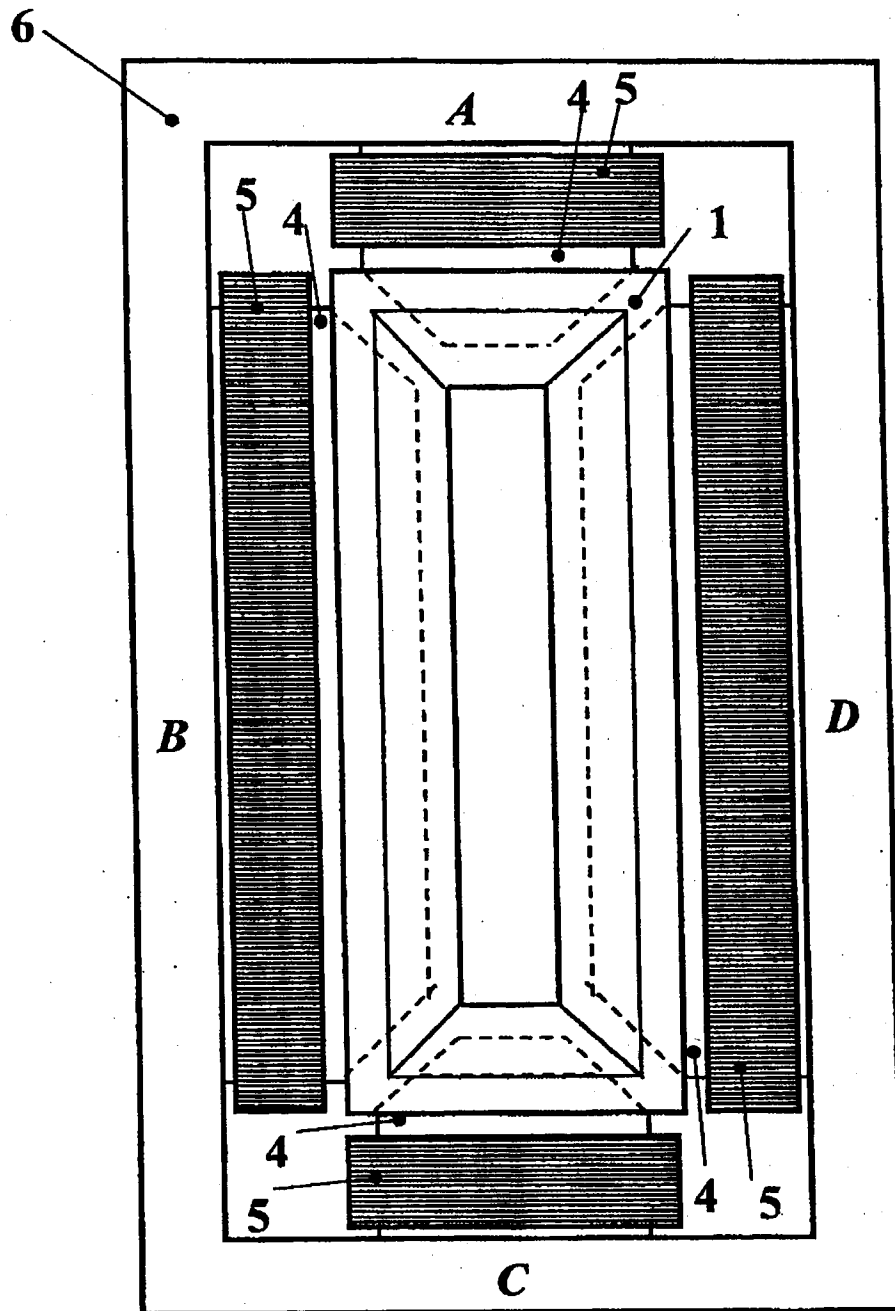
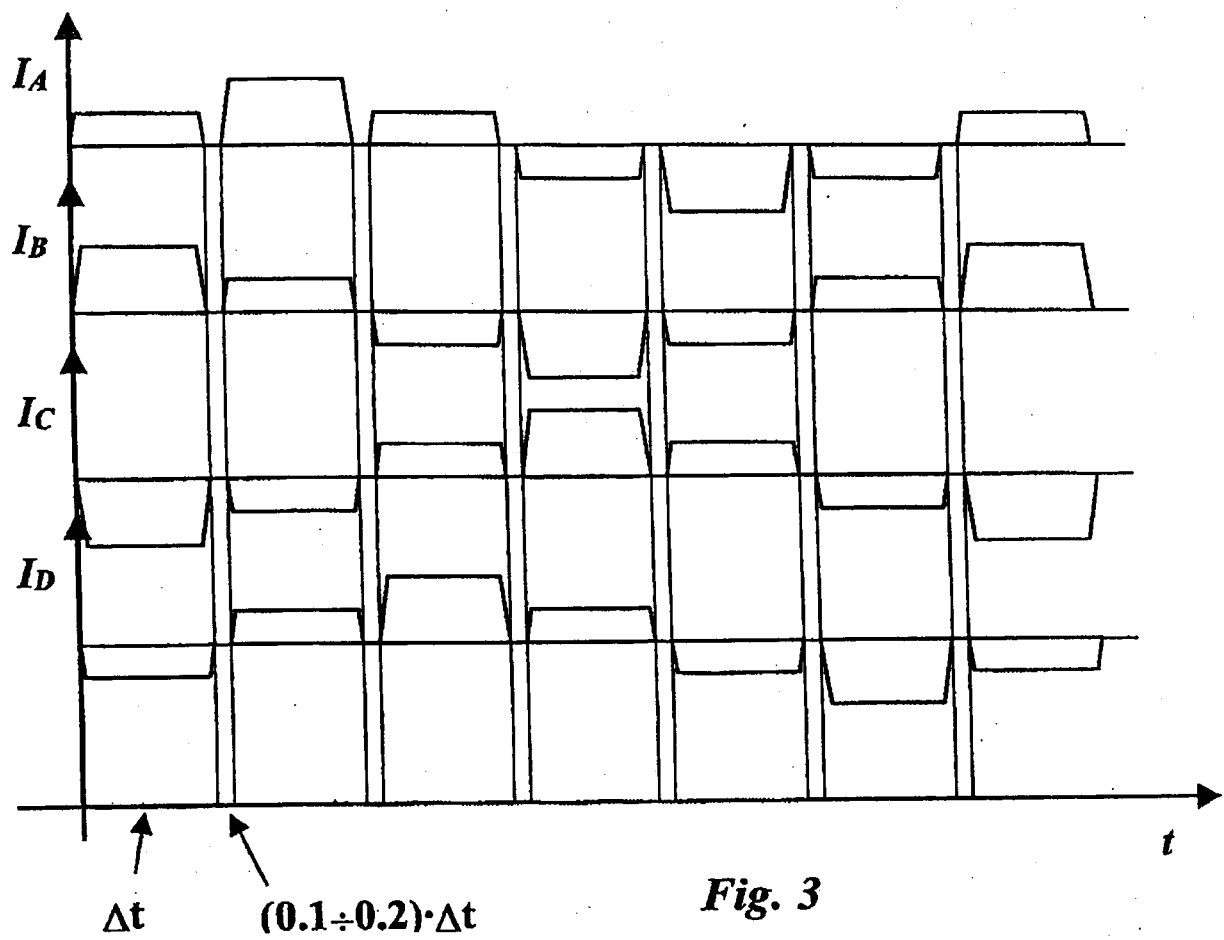


Fig. 2

MI 2000A000096



[Handwritten signature]



MI 2 0 0 0 A 0 0 0 9 6

004

J. Chin.

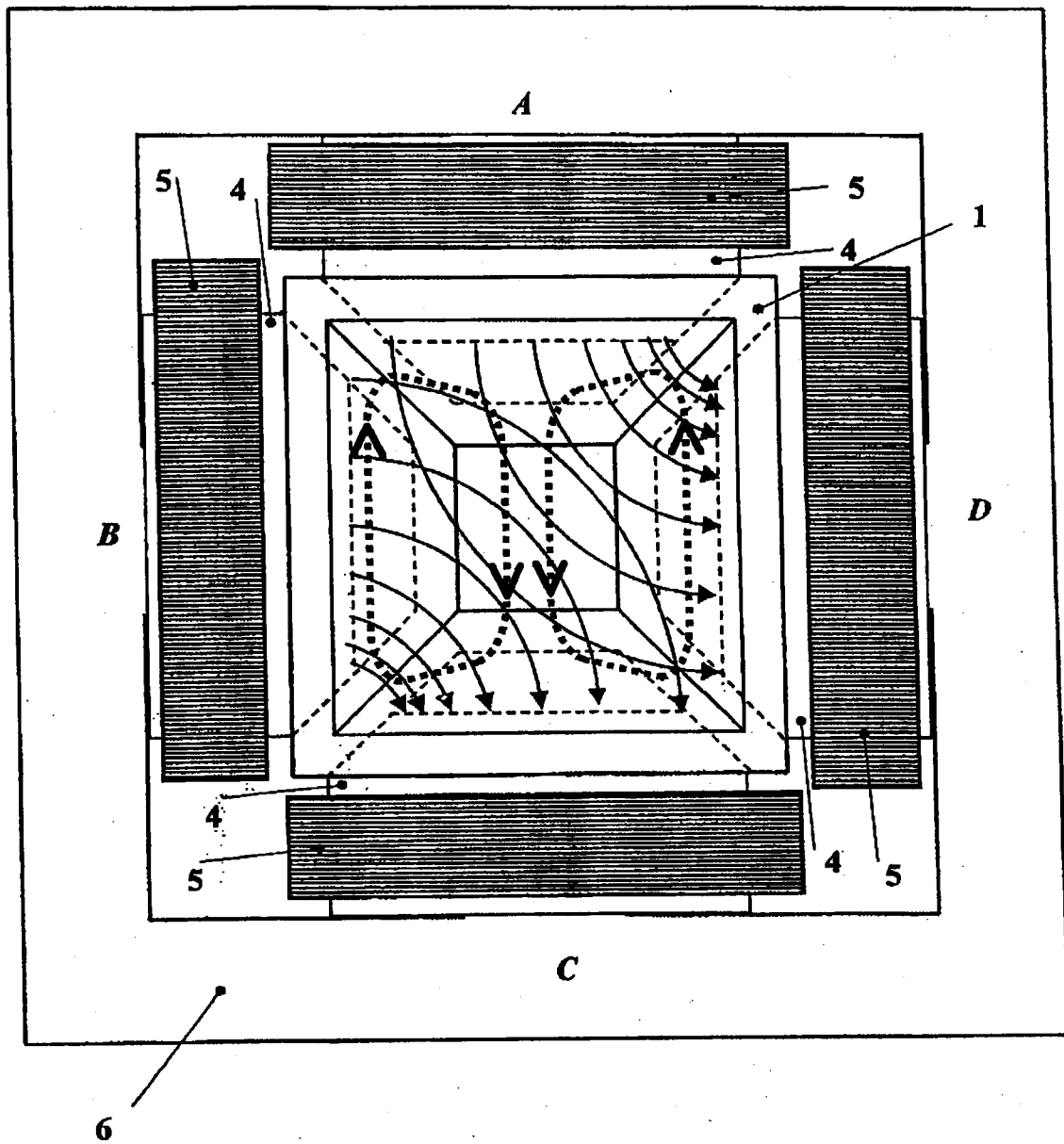
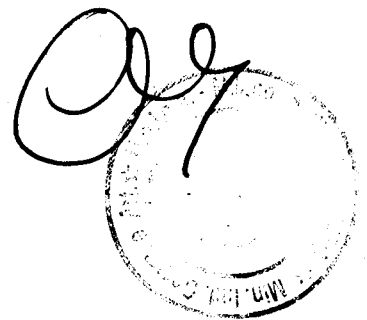


Fig. 4

MI 2060A 000096



[Handwritten signature]

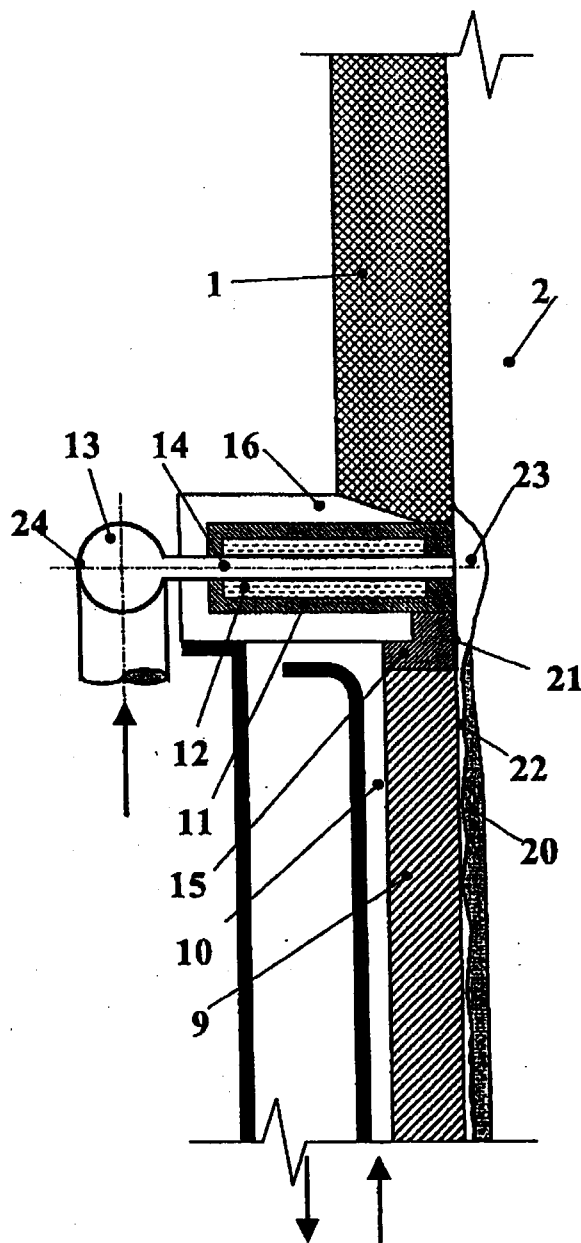


Fig. 5a

MI 2000A000096

[Handwritten signature]
 Not. Bartolo & Cervasi S.p.A.

Thin

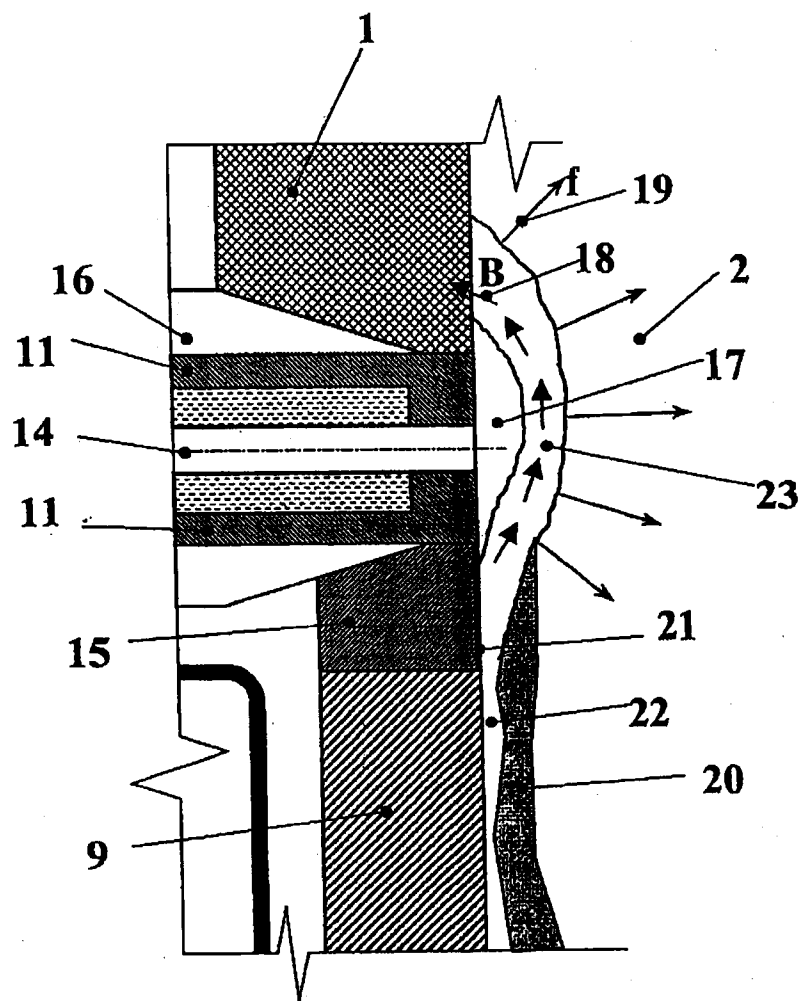


Fig. 5b

M 2 0 0 0 A 0 0 0 0 9 6

007

Thin

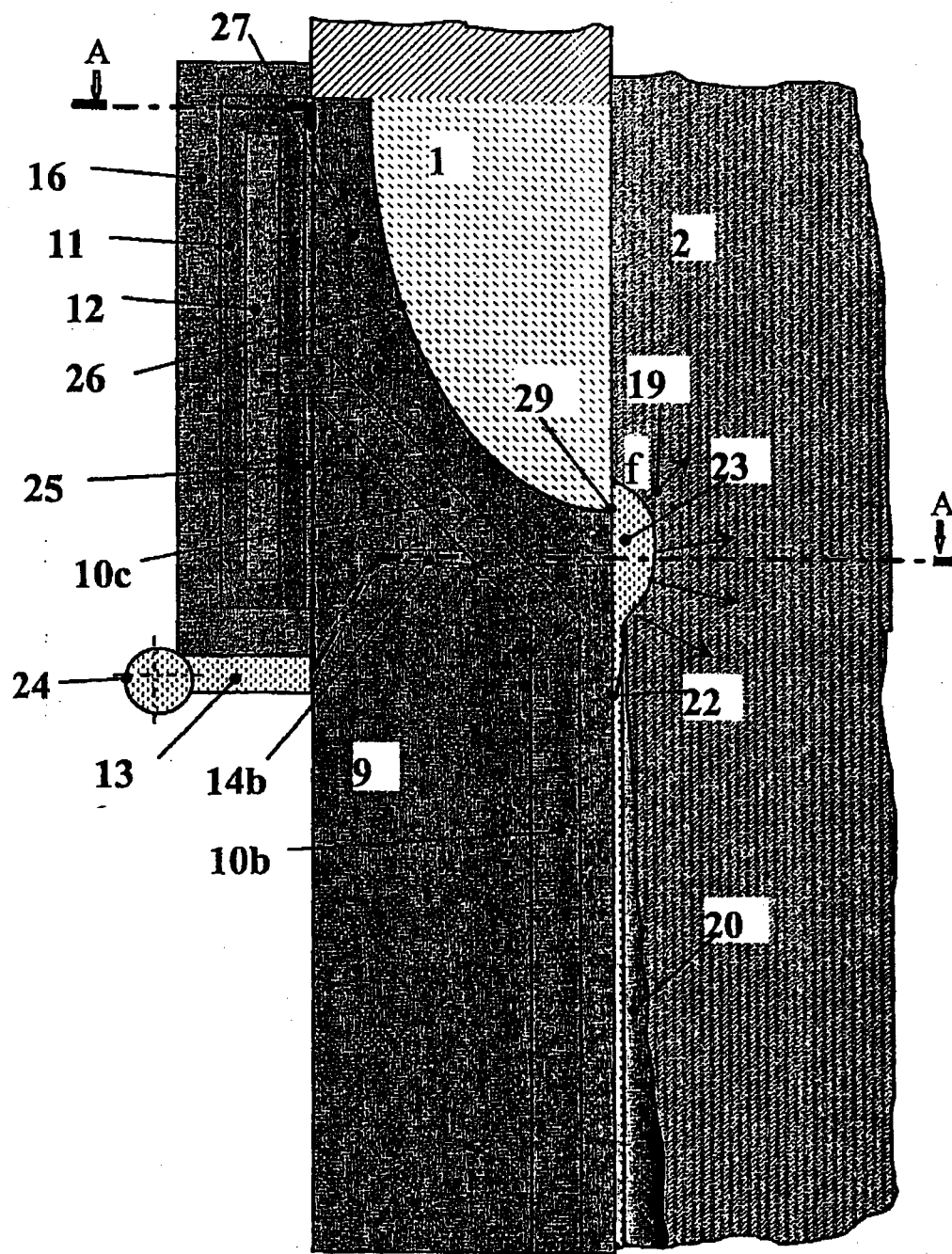


Fig.6

MI 2009 A 000096



J. Min'

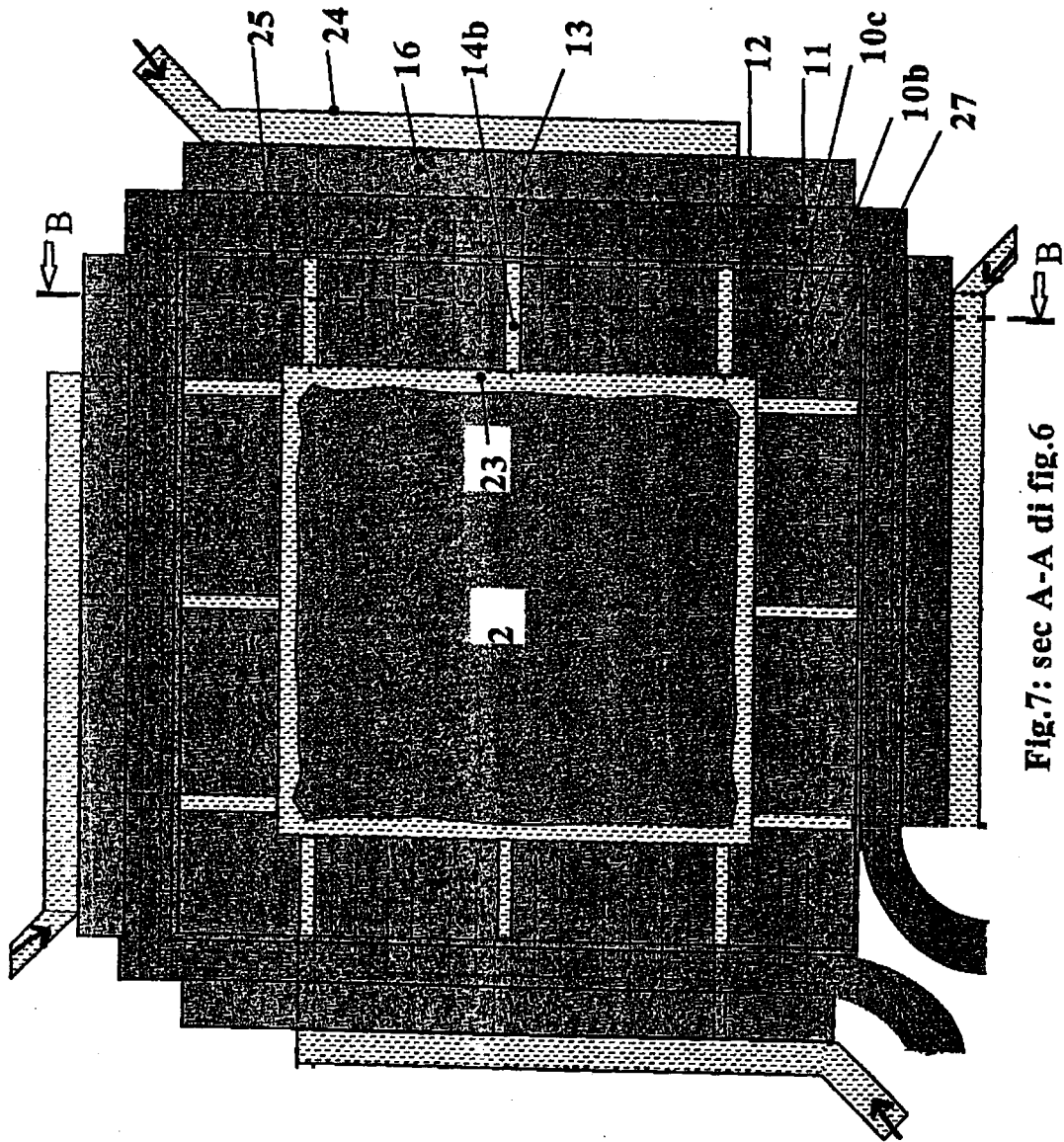


Fig.7: sec A-A di fig.6

M 0000A000096

007

Stamp: *NOTAR BARTOLO & GEBVASI S.p.A.*

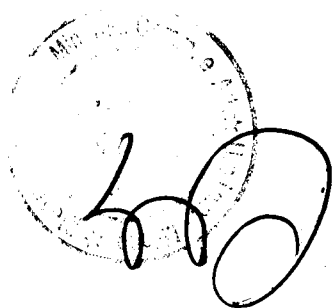
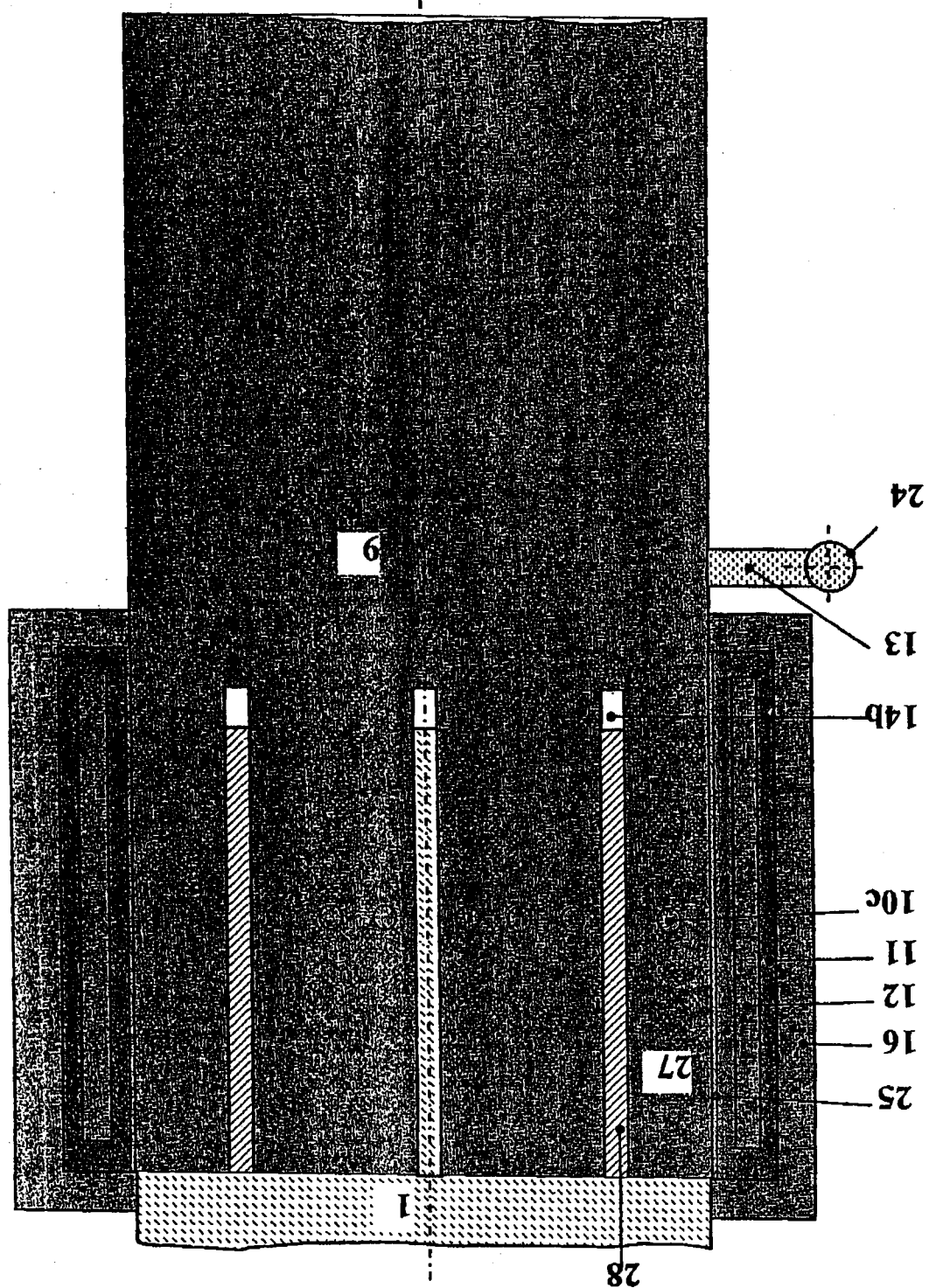
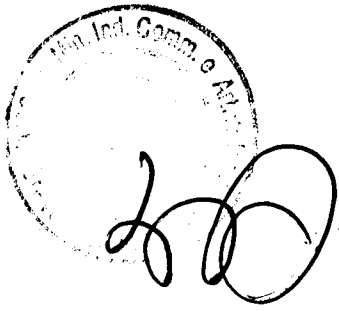


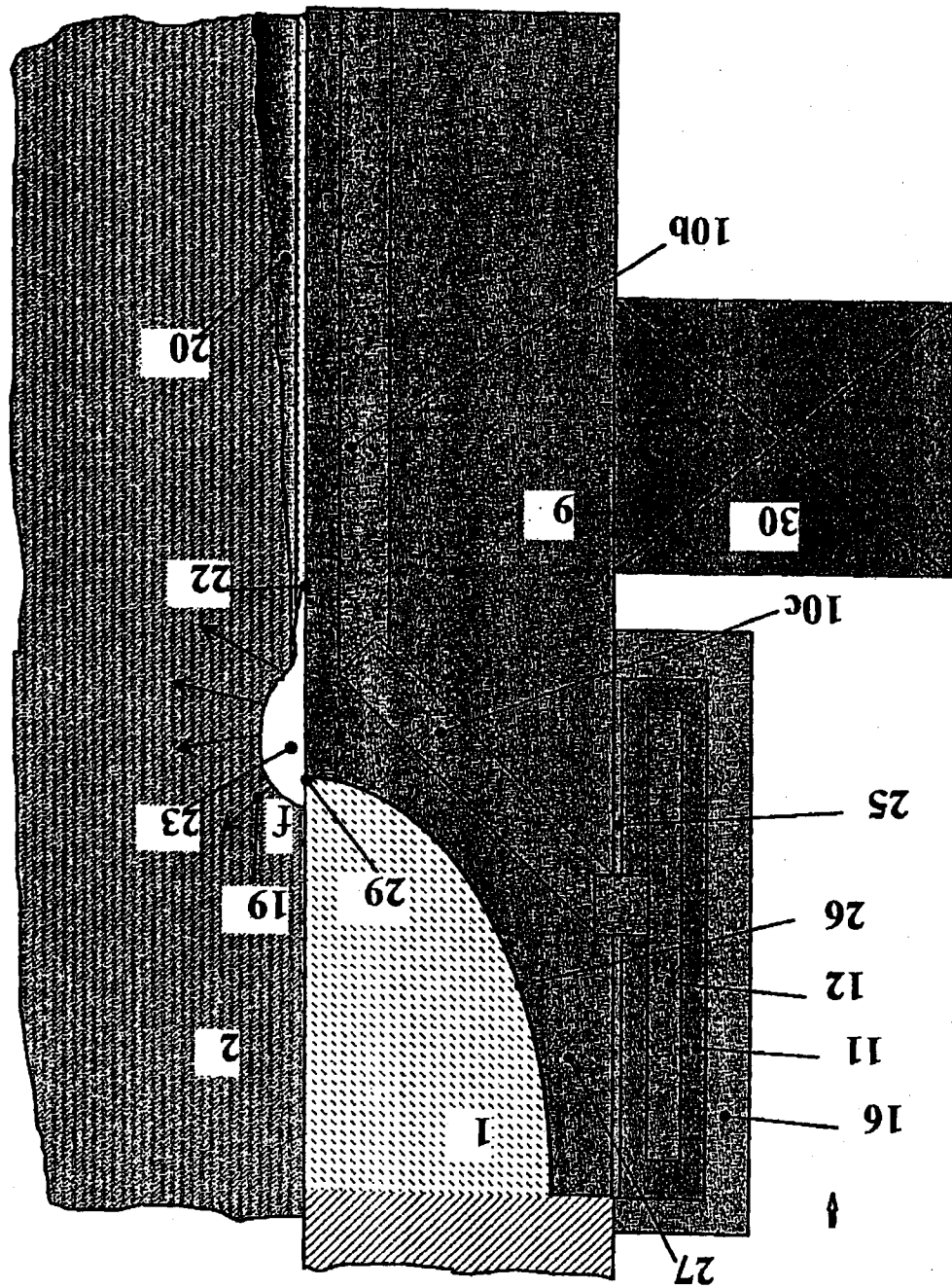
Fig.8: sec B-B di fig.7





MI 2000A00096

Fig. 9



Min. Ind. Comm. e

004

M 2 0 0 0 A 0 0 0 0 9 6

Fig. 10

