



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101996900556516
Data Deposito	15/11/1996
Data Pubblicazione	15/05/1998

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	21	D		

Titolo

PROCEDIMENTO ED IMPIANTO PER LA FUSIONE E PURIFICAZIONE DI LEGHE DI ALLUMINIO, RAME, OTTONE, PIOMBO E BRONZO
--

Descrizione del Brevetto per Invenzione industriale avente per titolo:
Procedimento ed impianto per la fusione e purificazione di leghe di alluminio,
rame, ottone, piombo e bronzo.

Richiedente: S.E.TRI. S.r.l., avente sede legale in 34100 Trieste (TS) - Via
5 Canova, 27 - Codice Fiscale e Partita IVA 00865650329.

Inventori: Ing. GASPERETTI BRUNO, nato il 09.02.1941, residente in 65195
Wiesbaden (Germania) - Philippsberg 15, di nazionalità italiana ed Ing.
KOLESNICHENKO ANATOLJ, residente in 253147 Kiev (Ucraina),
Rusanovskaia, Naberezhnaja 18/1-87, di nazionalità ucraina, entrambi
10 collaboratori della succitata S.E.TRI. S.r.l..

Rappresentata dal MANDATARIO: STUDIO TECNICO S.A.I. S.a.s., avente
sede in 34122 Trieste (TS) - Via Imbriani 2, Codice Fiscale e Partita IVA
00829000322, nella persona del Dott. BOSCHIN ADRIANO - Consulente in
Proprietà Industriale - iscritto all'Albo dei Mandatari presso l'Ufficio Italiano
15 Brevetti e Marchi al N° BM 501.

Domanda di Brevetto depositata il: 15 NOV. 1996

con Verbale N°

presso l'Ufficio Provinciale Industria, Commercio ed Artigianato (Ufficio
Brevetti) di Trieste.

20 O ----- O ----- O

Procedimento ed impianto per la fusione e purificazione di leghe di alluminio,
rame, ottone, piombo e bronzo.

La presente invenzione trova valido impiego nel settore metallurgico ed in
special luogo in quello riguardante la fusione elettromagnetica e la purificazione
25 di leghe di alluminio, rame, ottone, piombo e bronzo prima di ulteriori

Dott. Adriano BOSCHIN



Ad. Boschini

trattamenti previsti per differenti scopi. Per comodità tali materiali saranno definiti in seguito con il solo termine di metalli.

Sono noti i forni a crogiolo ad induzione magnetica per riscaldare e fondere una materia prima metallica tramite un campo magnetico alternato.

5 I forni a induzione conosciuti permettono di usare dalle fasi di avvio materia prima solida, ma essi necessitano di energia elettrica ad alta frequenza e di speciali sorgenti di potenza che possono compensare l'alta reattanza. L'efficacia elettrica del forno è conseguentemente bassa.

I forni a canale induttivo hanno un alto rendimento in potenza, ma per le fasi di
10 avvio essi necessitano solo di metallo liquido per riempire tutto lo spazio, dove il calore Joule si distribuisce. Pertanto l'attività di un forno a induzione a canale non può essere interrotta per tutto il periodo di funzionamento. Inoltre un forno a canale induttivo tende a bloccare nei muri interni ossidi e materiali intermetallici per opposizione alla corrente che è indotta nel campo magnetico
15 dell'induttore. Molti metodi di pulitura dei canali a induzione non sono efficaci, sono troppo costosi e, ciò che è più importante, conducono a grandi perdite a causa dell'interruzione del processo principale di fusione.

Entrambi i tipi di forno non danno la possibilità di scaricare il metallo fuso senza inclinare il forno stesso; questa operazione può però causare la rottura del suo
20 materiale refrattario. Solo la pompa magneto dinamica descritta nel Brevetto del Prof. V. Polishchuk (USSR n° 176.184) permette di pompare all'esterno il metallo trattato, ma essa è stata progettata come un forno a canale induttivo e può essere altrettanto inquinata dal processo di fusione delle leghe metalliche.

I forni ad induzione magnetica convenzionali non sono in grado di purificare il
25 metallo fuso durante o dopo la fusione; è quindi necessario provvedere ad una

Dott. Adriano BOSCHIN



Handwritten signature of Adriano Boschini

sua successiva purificazione mediante agitazione meccanica ed impiego di composti chimici contenenti torio o cloro che causano in seguito l'inquinamento dell'ambiente.

Scopo dell'invenzione in oggetto è quello di superare gli svantaggi connessi all'impiego dei conosciuti forni a induzione magnetica mediante un
5 procedimento in grado di consentire, tramite l'agitazione magnetica, sia la fusione del metallo che la sua purificazione.

Un altro scopo è quello di realizzare un impianto ad induzione magnetica in grado di sfruttare tale procedimento.

10 Questi ed altri scopi vengono raggiunti dal procedimento per la fusione e purificazione di leghe di alluminio, rame, ottone, piombo e bronzo, oggetto della presente invenzione, il quale consta dei seguenti passaggi:

- caricamento di materia prima metallica (rottami e lingotti) fredda e solida in un crogiolo;
- 15 - riscaldamento ad induzione elettromagnetica e fusione della materia prima metallica nel crogiolo dentro un sistema magnetico trifase con un campo mobile e creazione di un flusso turbolento nel metallo fuso;
- agitazione vorticoso del metallo fuso tramite induzione elettromagnetica e purificazione del metallo fuso stesso con estrazione dell'idrogeno disciolto, delle
20 particelle di ossidi, di materiali inter metallici e di altre inclusioni non elettroconduttive mediante loro coagulazione in agglomerati di dimensioni tali da permettere una loro efficace filtrazione;
- scarico tramite una pompa magneto idrodinamica del metallo dal crogiolo per ulteriori trattamenti o azioni tecnologiche come la colata continua o periodica
25 attraverso un filtro ceramico a spruzzo o filtri a rete in fibra di vetro o di

Dott. Adriano BOSCHIN



A. Boschini

carbonio che permettono la filtrazione meccanica degli agglomerati sopra menzionati presenti nel metallo fuso.

Per la realizzazione di tale procedimento può venire utilizzato un impianto costituito preferibilmente da due apparecchiature ad induzione magnetica
5 preferibilmente identiche di cui la prima viene impiegata per il riscaldamento, la fusione della materia prima e il pompaggio del metallo fuso nella seconda apparecchiatura, mentre quest'ultima viene usata per ottenere la purificazione ed il de-gasamento del metallo fuso ed il suo trasferimento verso un ulteriore
trattamento (colata continua o periodica).

10 Ognuna delle sopra menzionate apparecchiature è composta essenzialmente da:

- una vasca o crogiolo;
- un apparato elettromagnetico opportunamente configurato;
- un filtro;
- un sistema di alimentazione elettrica.

15 In dettaglio ciascuno dei due crogioli è circondato inferiormente da un magnete permanente cavo al cui interno si trovano preferibilmente tre coppie di elettromagneti orizzontalmente spazati formati da avvolgimenti di fili elettrici che avvolgono nuclei consistenti in blocchi preferibilmente rettangolari di
20 materiale ferromagnetico. Le tre coppie di elettromagneti sono disposte in opposizione ed adiacenti ai crogioli; all'interno degli elettromagneti si trovano i poli del campo magnetico indotto dagli elettromagneti stessi.

La forma dei nuclei ferromagnetici degli elettromagneti opposti è tale che il traferro diminuisce procedendo dall'alto verso il basso. La forma del profilo della
25 parte inferiore del crogiolo ripete quella dei succitati nuclei ed è pertanto a "V", ad "U" od in forme intermedie.

Dott. Adriano BOSCHIN



[Handwritten signature]

Il crogiolo dell'apparecchiatura adibita alla fusione è equipaggiato di un tubo di uscita costruito con materiale elettro conduttivo per lo scarico e il trasporto del metallo fuso nel crogiolo della seconda apparecchiatura. L'entrata di tale tubo è preferibilmente posta vicino ad un'estremità della base del crogiolo.

- 5 Anche il secondo crogiolo è equipaggiato di un tubo di uscita, in materiale elettro conduttivo, per l'alimentazione dei sistemi necessari per il successivo trattamento (colata). Pure in questo caso l'entrata dello stesso è preferibilmente posta vicino ad un'estremità della base del crogiolo.

- Tali tubi possono essere realizzati anche in materiale non elettroconduttivo. La
10 loro entrata può essere situata in qualsiasi punto dei crogioli ma posizionandola, come sopra descritto, nei pressi di un'estremità della base si raggiunge la massima efficacia nel trasporto del materiale in quanto quest'ultimo entra nei tubi alla massima velocità raggiungibile.

- Le connessioni degli avvolgimenti alla rete trifase elettrica può essere a stella o
15 triangolare.

- Le succitate coppie di avvolgimenti generano un campo magnetico primario mobile sia nell'apparecchiatura di fusione che in quella di purificazione. Il campo magnetico induce delle correnti parassite all'interno della materia prima di intensità tale che quest'ultima viene fusa e/o mantenuta a temperatura
20 costante.

- Tale campo magnetico primario induce inoltre dei flussi di materia entro i crogioli; le differenze fra i vari tipi di flusso (numero di vortici ed intensità) riscontrabili nella fase di fusione o di purificazione vengono ottenute agendo contemporaneamente sui seguenti parametri: il livello di potenza elettrica
25 impiegata e le diverse combinazioni delle connessioni degli avvolgimenti al

Dott. Adriano BOSCHIN



[Handwritten signature]
[Handwritten signature]

sistema trifase.

Se il campo magnetico primario viene creato sfruttando la massima potenza e connettendo ciascuna coppia di avvolgimenti ad una differente fase della rete in corrente alternata si viene a formare solo un flusso vorticoso ed esso avvolge
5 tutto lo spazio di metallo fuso all'interno della vasca. Connettendo tutte le coppie di avvolgimenti alla stessa fase della rete e sfruttando una potenza ridotta viene creato un certo numero di flussi vorticosi all'interno del metallo liquido.

Agitando in questo modo la massa le inclusioni solide presenti assorbono sulla loro superficie l'idrogeno disciolto nel metallo fuso; le dimensioni degli
10 agglomerati aumentano sino al punto tale che è possibile estrarli attraverso filtri durante la fuoriuscita del metallo fuso dal secondo crogiolo.

Il campo magnetico viene impiegato anche per la fuoriuscita del materiale da ciascun crogiolo.

Il campo magnetico primario in tutti i casi è concentrato nella parte inferiore del
15 traferro magnetico dove la distanza tra i poli è piccola.

Il campo magnetico mobile viene quindi usato secondo il procedimento in oggetto sia per la fusione del metallo liquido e della materia prima durante il processo di fusione o rifusione che per la sua agitazione intensa che, infine, per il pompaggio del metallo fuso dal primo crogiolo al secondo e da questo
20 all'esterno.

Per la realizzazione del procedimento in oggetto può essere utilizzato in alternativa un impianto presentante un solo crogiolo, nel quale avviene sia la fusione che la purificazione del metallo oppure più crogioli, di volumi uguali o diversi.

25 Il crogiolo destinato alla fusione per induzione può presentare anche due sole

Dott. Adriano BOSCHIN



A. Boschini

coppie di elettromagneti. In questo caso ci sarà però una minor efficienza in termini di rapporto fra la potenza elettrica fornita ed utilizzata. L'apparecchiatura destinata alla purificazione può invece prevedere l'utilizzo di un numero di elettromagneti pari ad un multiplo di tre.

- 5 La superficie dei nuclei elettromagnetici degli elettromagneti opposti può essere anche perfettamente verticale; la forma del profilo della parte inferiore dei crogioli, essendo simile a quella dei poli, sarà in questo caso verticale. L'efficienza degli apparati sopra menzionati risulterà però ridotta.

- 10 I crogioli possono essere dotati di coperchi a tenuta d'aria per permettere il mantenimento sotto vuoto dell'ambiente interno. Tali coperchi sono opportunamente collegati con un comune apparato in grado di creare il vuoto entro i crogioli stessi.

Pure il tubo per la movimentazione del materiale fuso da un crogiolo all'altro può essere dotato di un filtro ad una delle due estremità.

- 15 Il procedimento in oggetto consente di utilizzare un solo impianto sia per la fusione che per la purificazione dei metalli. Tali processi possono essere interrotti e ripartire in un qualsiasi momento.

- 20 Agendo semplicemente sulle connessioni elettriche è possibile far eseguire all'apparecchiatura una diversa funzione: fusione, purificazione, trasporto, scarico.

Per la purificazione non sono più necessari trattamenti con agenti chimici inquinanti.

- 25 La potenza totale fornita al sistema nella fase di fusione è circa la metà di quella fornita ad altri impianti a fusione per induzione conosciuti. Ciò è dovuto alla particolare configurazione del sistema (elettromagneti presenti solo nella parte

Dott. Adriano BOSCHIN



inferiore del crogiolo e particolare configurazione a "V" del crogiolo) ed al fatto che il materiale già fuso viene fatto girare in modo da bagnare i pezzi di materia ancora solidi facilitandone così la fusione di questi ultimi.

5 Nella fase di purificazione la potenza fornita al sistema scende ad un decimo del valore massimo nominale. Normalmente nella purificazione secondo i procedimenti conosciuti si riscontra invece un notevole spreco di potenza in quanto il materiale deve essere fuso nuovamente oppure mantenuto ad una temperatura notevole.

10 Il metallo fuso puro viene scaricato senza ribaltare il crogiolo che lo contiene e vengono così drasticamente ridotti i pericoli dovuti al trasferimento di metallo fuso; inoltre non ci sono problemi di rottura del materiale refrattario del crogiolo.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno maggiormente dalla descrizione di due forme di esecuzione, preferite ma non esclusive, dell'impianto impiegato per lo sfruttamento del procedimento in oggetto,
15 illustrato a titolo indicativo e non limitativo negli uniti disegni, in cui:

- la figura 1 mostra la vista prospettica di un impianto a due crogioli;
- la figura 2 illustra la sezione longitudinale del crogiolo di purificazione e del relativo apparato elettromagnetico;
- la figura 3 mostra la sezione trasversale dello stesso crogiolo raffigurato nella
20 figura 2;
- le figure 4 e 5 rappresentano, rispettivamente, la sezione longitudinale e quella trasversale del suddetto apparato elettromagnetico;
- la figura 6 mostra una vista superiore dello stesso apparato elettromagnetico;
- la figura 7 illustra lo schema dell'agitazione della materia prima tramite il
25 campo magnetico mobile durante il processo di fusione;

Dott. Adriano BOSCHIN



Adriano Boschini

- la figura 8 mostra lo schema del sistema di vortici creatisi nel metallo liquido durante la purificazione che consentono la coagulazione delle particelle e l'estrazione dell'idrogeno;
 - le figure 9, 10 e 11 illustrano lo schema della coagulazione delle particelle;
 - 5 - la figura 12 mostra una sezione longitudinale del tubo di scarico del metallo fuso dal crogiolo di purificazione nella quale si evidenzia l'apparato per la filtrazione delle particelle accresciute;
 - le figure 13, 14 e 15 rappresentano gli schemi elettrici delle apparecchiature nelle fasi, rispettivamente, di fusione, scarico e purificazione;
 - 10 - la figura 16 illustra la vista prospettica di un impianto ad un solo crogiolo.
- Più in particolare, il procedimento in oggetto si attua mediante un impianto dotato di due crogioli 1, 1' ceramici, di cui il primo è destinato solo alla fusione della materia prima 2 ed il secondo alla purificazione del metallo fuso 2'.
- Ciascuno di tali crogioli 1, 1' è circondato alla base da un magnete permanente
- 15 cavo 3, 3' al cui interno si trovano tre coppie di elettromagneti formati da avvolgimenti 4, 4' di fili elettrici (racchiusi da un involucro di materiale isolante) che avvolgono nuclei consistenti in blocchi rettangolari 5, 5' di materiale ferromagnetico, ad esempio ferro. Le tre coppie di elettromagneti sono disposte in opposizione; all'interno degli elettromagneti si trovano i poli del campo
- 20 magnetico indotto dagli elettromagneti stessi. I blocchi rettangolari 5, 5' sono smussati in maniera tale che il traferro diminuisce procedendo dall'alto verso il basso.
- Gli avvolgimenti 4, 4', indipendentemente operanti, sono connessi ad una rete elettrica in corrente alternata trifase in modi variabili.
- 25 Il flusso magnetico scorre attraverso il traferro tra le coppie di poli e si richiude

Dott. Adriano BOSCHIN



attraverso i circuiti rettangolari passanti attraverso i magneti permanenti cavi 3, 3'.

La forma del profilo della parte inferiore dei crogioli 1, 1' ripete quella dei blocchi rettangolari 5, 5'.

- 5 I bordi superiori dei crogioli 1, 1' ceramici sono circondati da una bordatura 6, 6' che è connessa con le pareti dei crogioli 1, 1' tramite colla ceramica.

Il crogiolo 1 per la fusione ed il crogiolo 1' per la purificazione sono chiusi da coperchi 7, 7'; entrambi i coperchi 7, 7' sono a tenuta d'aria per permettere il mantenimento sotto vuoto dell'ambiente interno.

- 10 Un tubo di scarico 8 collega, passando attraverso le pareti laterali, i crogioli 1, 1'; un secondo tubo di scarico 9, sempre passante attraverso una parete laterale, permette l'allontanamento del metallo purificato dal crogiolo 1'. Il tubo di scarico 9 presenta inoltre, alla sua estremità posta all'esterno, una scatola 10 contenente i filtri 11 cambiabili di ceramica o fibra per le particelle coagulate.

- 15 I tubi di scarico 8, 9 sono costruiti con materiale elettro conduttivo. Le entrate di entrambi sono poste vicino ad un'estremità delle basi dei crogioli 1, 1'. In prossimità delle entrate dei tubi di scarico 8, 9 sono presenti dei convogliatori 12, 12' del materiale fuso ad imbuto (ad esempio delle semplici lamine).

- 20 I tubi di scarico 8, 9 si innestano ermeticamente all'interno delle pareti dei crogioli 1, 1'. Le estremità dei tubi di scarico 8, 9 e quelle dei relativi convogliatori 12, 12' non toccano la base dei crogioli 1, 1'; conseguentemente fra tali particolari e la parte inferiore di ciascun crogiolo 1, 1' è presente uno spazio.

Il procedimento di fusione e purificazione del metallo avviene come di seguito descritto.

- 25 Il crogiolo 1 di fusione viene caricato con la materia prima 2 (lingotti o rottami

Dott. Adriano BOSCHIN



Adriano Boschini

metallici). Una corrente alternata alimenta le coppie di avvolgimenti 4. In un primo momento ciascuna coppia di avvolgimenti 4 viene connessa ad una differente fase (A, B e C) del sistema di alimentazione trifase.

5 Gli elettromagneti generano un campo magnetico orizzontale primario mobile, posto orizzontalmente fra le tre coppie di poli di materiale ferromagnetico. Questo campo magnetico induce delle correnti parassite nella materia prima creando un riscaldamento Joule e forze elettromeccaniche (o di Lorenz) che producono un flusso magnetoidrodinamico con trasferimento di massa all'interno del crogiolo 1.

10 Il calore Joule generato da queste correnti è di intensità tale da riscaldare la materia prima fino a farla raggiungere la temperatura di fusione e la sua trasformazione in stato liquido. Essendo gli elettromagneti posti nella parte bassa del crogiolo 1 la densità e la forza di azione delle correnti sono molto maggiori in questa zona per cui, grazie anche al decremento verso il basso del traferro magnetico, il materiale fuso si trova inizialmente tutto nella parte bassa del
15 crogiolo 1 stesso.

Il campo magnetico mobile è tale da indurre la movimentazione del metallo fuso; quest'ultimo lava via i pezzi di materiale solido della materia prima solida posta superiormente ed, agendo come elemento di riscaldamento, fa aumentare il
20 processo di fusione. È così possibile impiegare potenze elettriche ridotte.

Come prima descritto, il campo magnetico produce un flusso magnetoidrodinamico all'interno del metallo fuso. Ciò avviene grazie all'interazione del campo magnetico primario e delle correnti parassite all'interno dei pezzi di materia prima e del metallo fuso, che ha quale risultato delle forze
25 elettromagnetiche. Queste forze creano un flusso vorticoso che avvolge tutto lo

Dott. Adriano BOSCHIN



Adriano Boschini

spazio di metallo fuso all'interno del crogiolo 1 e che consente di muovere pezzi di materia prima o di far scorrere il metallo fuso all'interno del crogiolo 1 stesso. Il campo magnetico mobile viene quindi usato sia per la fusione che per l'agitazione intensa del metallo liquido e della materia prima fusa durante il processo di fusione.

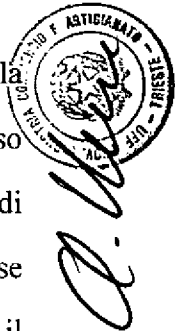
La potenza elettrica negli avvolgimenti durante le fasi di riscaldamento della materia prima e di fusione è massima (100%) al fine di generare grazie alle correnti parassite il calore necessario alla fusione.

Dopo la completa fusione di tutta la materia prima nel crogiolo 1, per la realizzazione del successivo stadio dello scarico ed il trasporto del metallo fuso al secondo crogiolo 1' solo una coppia 4 di avvolgimenti del crogiolo 1 di fusione viene connessa ad una singola fase del sistema di voltaggio trifase (mentre le altre due non sono connesse elettricamente) ma in modo da ottenere il capovolgimento del moto del campo magnetico che ha come risultato l'inversione del moto del metallo fuso.

Il metallo fuso, avvolto dal campo magnetico mobile, è ora spinto verso il convogliatore 12 ad imbuto del tubo di scarico 8. Tale convogliatore 12 e quello 12' del tubo 9 hanno due funzioni: aumentare la superficie d'entrata dei tubi 8, 9 ed incrementare la turbolenza attorno alle bocche di questi ultimi e nello spazio esistente fra i convogliatori 12, 12' stessi ed il fondo dei crogioli 1, 1'. Aumentando la turbolenza diminuisce la viscosità ed il materiale può entrare nei tubi 8, 9 con maggiore facilità.

Il metallo fuso, spinto dalle forze di Lorenz, è costretto dunque ad imboccare il tubo 8 ed a risalirlo e viene così pompato nel secondo crogiolo 1' adibito alla purificazione. Il campo magnetico mobile viene in quindi usato per il trasporto

Dott. Adriano BOSCHIN



all'esterno del metallo fuso dal crogiolo 1.

Dopo lo scaricamento quest'ultimo è pronto per ricevere il successivo carico di materia prima.

Quando il metallo fuso ha raggiunto il crogiolo 1' tutte le coppie di avvolgimenti
5 4' che lo circondano vengono connesse alla stessa fase di voltaggio (alimentazione monofase). Le coppie di avvolgimenti 4' laterali sono connesse con la stessa polarità (in parallelo) mentre la coppia di avvolgimenti 4' centrale è connessa in opposizione di fase rispetto alle coppie laterali.

Gli elettromagneti generano un campo magnetico orizzontale primario mobile,
10 posto orizzontalmente fra le tre coppie di poli di materiale ferromagnetico.

Anche in questo caso il campo magnetico induce delle correnti parassite nella materia prima creando un riscaldamento Joule. Il calore Joule generato da queste correnti è di intensità tale da fornire solo una compensazione delle perdite di calore verso l'ambiente e per mantenere il metallo allo stato liquido. La corrente
15 negli avvolgimenti 4' può dunque essere ridotta al 10% rispetto alla fase di fusione. Il valore del voltaggio deve comunque essere sufficientemente sostenuto per creare i sotto descritti flussi vorticosi all'interno del metallo fuso.

Il campo magnetico produce, analogamente a quanto visto prima, anche flussi magnetoidrodinamici (con trasferimento di massa) all'interno del metallo fuso
20 grazie all'interazione del campo magnetico primario e delle correnti parassite all'interno del metallo fuso, che ha quale risultato delle forze elettromagnetiche (o di Lorenz).

Ma, come risultato della particolare connessione si formano in questo caso tre circuiti di corrente nel metallo liquido: attorno al flusso magnetico generato da
25 ogni coppia di poli. Essi sono la causa della comparsa di quattro (per valori di

Dott. Adriano BOSCHIN



Adriano Boschini

corrente inferiori a 10 A) o sei (per valori superiori a 20 A) vortici nel metallo fuso che sono la causa del processo di separazione e coagulazione nel metallo fuso delle inclusioni di seguito descritto.

Essendo gli elettromagneti posti nella parte bassa del crogiolo l' la densità del
5 flusso magnetico, delle correnti parassite e delle forze elettromagnetiche aumenta dall'alto verso il fondo del crogiolo l'.

Il processo di coagulazione e separazione delle inclusioni è molto profondo, più profondo della semplice separazione magnetoidrodinamica. Particelle 13 di
10 differenti inclusioni solide non elettro conduttive (particelle di ossidi, materiali inter-metallici, ecc.) si muovono all'interno del metallo fuso grazie all'azione delle forze elettromagnetiche prima descritte; tali forze sono dipendenti dal volume e dalla sezione trasversale delle particelle 13. Come risultato di tale azione le particelle 13 si muovono a velocità diverse (indicate come v_x nelle figure 9, 10 ed 11) anche se sottoposte alle medesime forze elettromagnetiche e
15 pertanto sono possibili collisioni fra di esse.

Le particelle 13 solide presenti assorbono sulla loro superficie i gas disciolti nel metallo fuso, in particolare l'idrogeno (H_2), come piccole bolle. Mentre le particelle 13 fluiscono vorticosamente esse collidono fra loro; il contatto delle diverse particelle 13 con le bolle di idrogeno presenti sulla superficie induce
20 delle forze capillari molto intense che causano l'unione delle particelle 13 stesse in agglomerati. Questa unione di particelle 13 è un processo non reversibile e l'aumento delle dimensioni delle particelle 13 si attua spontaneamente.

L'intensità delle collisioni delle particelle 13 aumenta perché le diverse velocità delle particelle 13 aumentano a loro volta. Il processo di coagulazione prosegue a
25 valanga. L'intensità dell'accrescimento della massa delle particelle 13 che si

Dott. Adriano BOSCHIN



uniscono è proporzionale alla quinta potenza della grandezza delle particelle 13. Le dimensioni degli agglomerati così formati dipende dal tempo di trattamento: dopo alcuni minuti la dimensione degli agglomerati aumenta fino a 2-4 mm. La quantità delle particelle 13 più piccole diminuisce per assorbimento da parte di
5 quelle di dimensione maggiore.

Dopo alcuni minuti di trattamento di coagulazione può essere fatto il vuoto all'interno dei due crogioli 1, 1' a prescindere che nel primo crogiolo 1 prosegue o meno la fusione. Il trattamento in vuoto non è obbligatorio eccetto nel caso siano richieste delle specifiche particolari per il metallo fuso.

10 Lo scarico del metallo puro 2' dal secondo crogiolo 1' al successivo impianto quale la colata continua si realizza attraverso la connessione di una sola coppia 4' di avvolgimenti del crogiolo 1' ad una singola fase del sistema di voltaggio trifase. La pressione totale (sollecitazione del moto più componenti magnetiche di pressione) nello scarico aumenta fino al livello necessario per lo svuotamento
15 del metallo fuso 2'.

Il metallo fuso, spinto dalle forze di Lorenz, è costretto dunque ad imboccare il tubo 9 ed a risalirlo e viene così pompato all'esterno. Il campo magnetico mobile viene in quindi usato per l'allontanamento del metallo fuso dal crogiolo 1'.

20 Durante la fuoriuscita del metallo fuso dal crogiolo 1' le particelle 13 coagulate di ossidi, dei materiali inter-metallici e dei gas che sono assorbiti sulla superficie delle particelle 13 sono estratte attraverso i filtri 11 cambiabili di ceramica o fibra posti nella scatola 10.

L'impianto, così concepito, è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo iniziale. Inoltre tutti i particolari
25 sono sostituibili con altri tecnicamente equivalenti.

Dott. Adriano BOSCHIN



[Handwritten signature]

Fra tali varianti si segnala l'apparecchiatura illustrata nella figura 16, dotata di un solo crogiolo 1" nel quale avviene sia la fusione che la purificazione del metallo. Tale apparecchiatura è simile a quelle descritte precedentemente: presenza di un magnete permanente cavo 3", di coppie di elettromagneti formati da avvolgimenti 4", ecc..

Dott. Adriano BOSCHIN



INDUSTRIA COMMERCIO E ARTIGIANATO
PROV. BERGAMO



RIVENDICAZIONI

1 - Procedimento ed impianto per la fusione e purificazione di leghe di alluminio, rame, ottone, piombo e bronzo, in cui detto impianto è caratterizzato dal fatto di essere costituito preferibilmente da due apparecchiature ad induzione magnetica preferibilmente identiche di cui la prima viene impiegata per il riscaldamento, la fusione della materia prima ed il pompaggio del metallo fuso nella seconda apparecchiatura, mentre quest'ultima viene usata per ottenere la purificazione ed il degasamento del metallo fuso ed il suo trasferimento verso un ulteriore trattamento, dove ognuna delle sopra menzionate apparecchiature è composta essenzialmente da una vasca o crogiolo (1, 1'), un apparato elettromagnetico opportunamente configurato, un filtro (11) ed un sistema di alimentazione elettrica; ciascuno dei predetti crogioli (1, 1') è circondato inferiormente da un magnete permanente cavo (3, 3') al cui interno si trovano preferibilmente tre coppie di elettromagneti orizzontalmente spaziati formati da avvolgimenti (4, 4') di fili elettrici che avvolgono nuclei consistenti in blocchi (5, 5') preferibilmente rettangolari di materiale ferromagnetico; dette coppie di elettromagneti sono disposte in opposizione ed adiacenti ai crogioli (1, 1'); all'interno dei predetti elettromagneti si trovano i poli del campo magnetico indotto dagli elettromagneti stessi; il flusso magnetico scorre attraverso il traferro tra le coppie di poli e si richiude attraverso i circuiti rettangolari passanti attraverso i magneti permanenti cavi (3, 3'); la forma dei nuclei ferromagnetici degli elettromagneti opposti è tale che il traferro diminuisce procedendo dall'alto verso il basso; la forma del profilo della parte inferiore dei crogioli (1, 1') ripete quella dei predetti nuclei ed è pertanto a "V", ad "U" od in forme intermedie; sia il crogiolo (1) dell'apparecchiatura adibita alla fusione che crogiolo (1')

Doti. Adriano BOSCHIN



Adriano Boschini

- dell'apparecchiatura destinata alla purificazione del metallo sono equipaggiati di un tubo (8, 9) di uscita costruito con materiale elettro conduttivo per lo scarico e il trasporto del metallo fuso (2'); l'entrata di detti tubi (8, 9) è preferibilmente posta vicino ad un'estremità della base del crogiolo (1, 1'); il tubo di scarico (9)
- 5 dell'apparecchiatura destinata alla purificazione presenta ad una sua estremità una scatola (10) contenente i filtri (11) cambiabili di ceramica o fibra atti a trattenere le inclusioni coagulate; in prossimità delle entrate dei tubi di scarico (8, 9) possono essere presenti dei convogliatori (12, 12') ad imbuto del materiale fuso; detti crogioli (1, 1') sono chiusi da coperchi (7, 7'); gli avvolgimenti (4, 4')
- 10 delle due apparecchiature sono indipendentemente operanti e sono connessi ad una rete elettrica in corrente alternata trifase in modi variabili.
- 2 - Procedimento ed impianto, secondo la rivendicazione 1, in cui l'apparecchiatura ad induzione magnetica destinata alla fusione per induzione della materia prima (2) è caratterizzata dal fatto di poter presentare anche due
- 15 sole coppie di elettromagneti.
- 3 - Procedimento ed impianto, secondo la rivendicazione 1, in cui l'apparecchiatura ad induzione magnetica destinata alla purificazione del metallo fuso (2') è caratterizzata dal fatto di poter prevedere l'utilizzo di un numero di elettromagneti pari ad un multiplo di tre.
- 20 4 - Procedimento ed impianto, secondo la rivendicazione 1, in cui sia la faccia prospiciente ai crogioli (1, 1', 1'') dei nuclei elettromagnetici degli elettromagneti che la parte inferiore dei crogioli (1, 1', 1'') sono caratterizzati dal fatto di poter essere perfettamente verticali.
- 5 - Procedimento ed impianto, secondo la rivendicazione 1, in cui i crogioli (1,
- 25 1', 1'') sono caratterizzati dal fatto di poter essere dotati di coperchi (7, 7') a

Dott. Adriano BOSCHIN



Adriano Boschini

tenuta d'aria opportunamente collegati con un comune apparato in grado di creare il vuoto entro i crogioli (1, 1', 1'') stessi.

6 - Procedimento ed impianto, secondo la rivendicazione 1, in cui il tubo (8) per la movimentazione del materiale fuso (2') da un crogiolo (1) all'altro (1') è caratterizzato dal fatto di poter essere dotato di un filtro ad una delle due
5 estremità.

7 - Procedimento ed impianto, secondo la rivendicazione 1, nel quale i tubi (8, 9) per lo scarico ed il trasporto dai crogioli (1, 1') del metallo fuso (2') sono caratterizzati dal fatto di poter essere realizzati in materiale non
10 elettroconduttivo; l'entrata dei predetti tubi (8, 9) può essere situata in qualsiasi punto dei crogioli (1, 1').

8 - Procedimento ed impianto, secondo le rivendicazioni precedenti, in cui detto procedimento è caratterizzato dal fatto di consistere nei seguenti passaggi:

- caricamento della materia prima (2) metallica (rottami e lingotti) fredda e
15 solida nel crogiolo (1) dell'apparecchiatura destinata alla fusione;
- riscaldamento ad induzione elettromagnetica e fusione della materia prima (2) metallica nel crogiolo (1) dentro un sistema magnetico trifase; i predetti elettromagneti generano un campo magnetico orizzontale primario mobile, posto
20 orizzontalmente fra le tre coppie di poli di materiale ferromagnetico; detto campo magnetico induce delle correnti parassite nella materia prima creando un riscaldamento Joule di intensità tale da riscaldare la materia prima fino a farla raggiungere la temperatura di fusione e forze elettromeccaniche che producono un flusso magnetoidrodinamico vorticoso che avvolge tutto lo spazio di metallo fuso all'interno del crogiolo (1) e che consente di muovere pezzi di materia prima
25 o di far scorrere il metallo fuso all'interno del crogiolo (1) stesso; la fusione della

Dott. Adriano BOSCHIN



materia prima (2) e la creazione di un solo flusso è possibile connettendo ciascuna coppia di avvolgimenti (4) ad una differente fase (A, B e C) del sistema di alimentazione trifase ed utilizzando la massima potenza elettrica;

- 5 - nel caso di impiego di due (o più) apparecchiature: scarico e trasporto del metallo fuso (2') dall'apparecchiatura di fusione a quella di purificazione mediante una pompa magneto idrodinamica attraverso la connessione di almeno una coppia (4) di avvolgimenti del crogiolo (1) dell'apparecchiatura di fusione ad una singola fase del sistema di voltaggio trifase; la direzione del moto del campo magnetico mobile è tale che il metallo fuso (2') è costretto ad imboccar
- 10 il tubo (8) ed a risalirlo e viene così pompato all'esterno; durante la fuoriuscita del metallo fuso (2') dal crogiolo (1) esso può subire una prima filtrazione meccanica;
- agitazione vorticoso del metallo fuso (2') tramite induzione elettromagnetica e contemporanea purificazione del metallo fuso (2') stesso; i predetti
- 15 elettromagneti generano un campo magnetico orizzontale primario mobile, posto orizzontalmente fra le coppie di poli di materiale ferromagnetico, il quale induce delle correnti parassite nella materia prima creando un riscaldamento Joule di intensità tale da fornire solo una compensazione delle perdite di calore verso l'ambiente e per mantenere il metallo allo stato liquido e flussi
- 20 magneto idrodinamici con trasferimento di massa all'interno del metallo fuso (2') grazie alle forze elettromagnetiche; essendo tutte le coppie di avvolgimenti (4') che circondano il crogiolo (1') connesse alla stessa fase di voltaggio (alimentazione monofase) ma con diversa polarità, si formano vari circuiti di corrente nel metallo liquido: attorno al flusso magnetico generato da ogni coppia
- 25 di poli che sono la causa della comparsa di più vortici nel metallo fuso (2'); detta

Dott. Adriano BOSCHIN



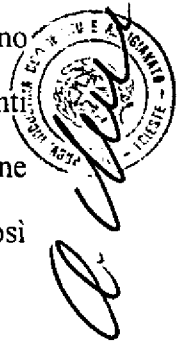
(Handwritten signature)

agitazione magnetoidrodinamica causa il movimento tumultuoso dell'idrogeno disciolto, delle particelle di ossidi, di materiali inter metallici e di altre inclusioni non elettroconduttive presenti nel metallo fuso (2'); dette inclusioni si muovono a velocità diverse in quanto dipendenti da forze che sono a loro volta dipendenti dal volume e dalla sezione trasversale delle inclusioni e pertanto sono possibili collisioni fra di esse; le particelle (13) solide delle inclusioni assorbono sulla loro superficie i gas disciolti nel metallo fuso, in particolare l'idrogeno (H₂), come piccole bolle; mentre le particelle (13) fluiscono vorticosamente esse collidono fra loro; il contatto delle diverse particelle (13) con le bolle di idrogeno presenti sulla superficie induce delle forze capillari molto intense che causano l'unione delle particelle (13) stesse in agglomerati; le dimensioni degli agglomerati così formati dipende dal tempo di trattamento;

- scarico tramite una pompa magneto idrodinamica del metallo (2') dal crogiolo di purificazione (1') per ulteriori trattamenti o azioni tecnologiche come la colata continua o periodica attraverso la connessione di almeno una coppia (4') di avvolgimenti del crogiolo (1') ad una singola fase del sistema di voltaggio trifase; il metallo fuso (2'), spinto dalle forze di Lorenz, è costretto ad imboccare il tubo (9) ed a risalirlo e viene così pompato all'esterno; durante la fuoriuscita del metallo fuso (2') dal crogiolo (1') gli agglomerati di particelle (13) coagulate di ossidi, dei materiali inter-metallici e dei gas assorbiti sulla loro superficie sono estratti per filtrazione meccanica attraverso un filtro (11) ceramico a spruzzo od a rete in fibra di vetro o di carbonio o di altro tipo conosciuto.

9 - Procedimento ed impianto, secondo le rivendicazioni 1, 4, 5, 7 e 8, in cui detto impianto è caratterizzato dal fatto di poter utilizzare un'apparecchiatura ad induzione magnetica con un solo crogiolo (1"), nel quale avviene sia la fusione

Dott. Adrijano BOSCHIN



che la purificazione del metallo (2, 2') oppure un numero di apparecchiature ad induzione magnetica superiore a due - nelle quali i crogioli (1, 1') possono avere volumi uguali o diversi - di cui alcune destinate alla fusione della materia prima ed altre alla sua purificazione.

5 10 - Procedimento ed impianto, secondo le rivendicazioni 1, 4, 5, 7, 8 e 9, caratterizzato dal fatto che la densità del flusso magnetico, delle correnti parassite e delle forze elettromagnetiche sono molto maggiori nella parte bassa dei crogioli (1, 1', 1'') sia grazie al fatto che gli elettromagneti sono adiacenti alla stessa che al fatto che il traferro magnetico si decrementa procedendo dall'ar
10 verso il basso.

11 - Procedimento ed impianto, secondo le rivendicazioni precedenti, il tutto come precedentemente descritto ed illustrato negli allegati disegni.

Per la S.E.TRI. S.r.l.

Firmato: Dott. Boschini Adriano

15

Trieste, 15 NOV. 1996

Dott. Adriano BOSCHINI



TS 96 A 000011

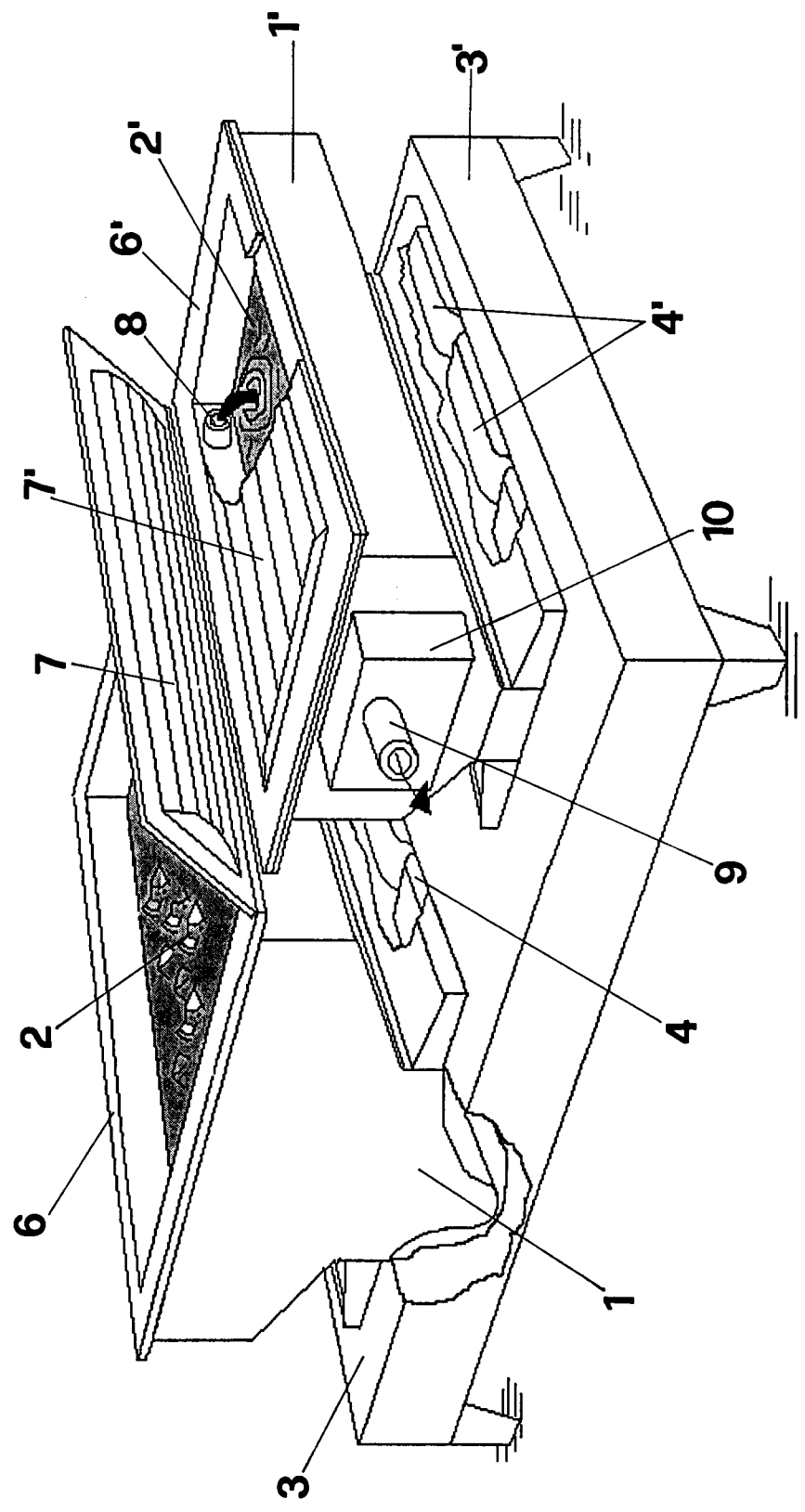


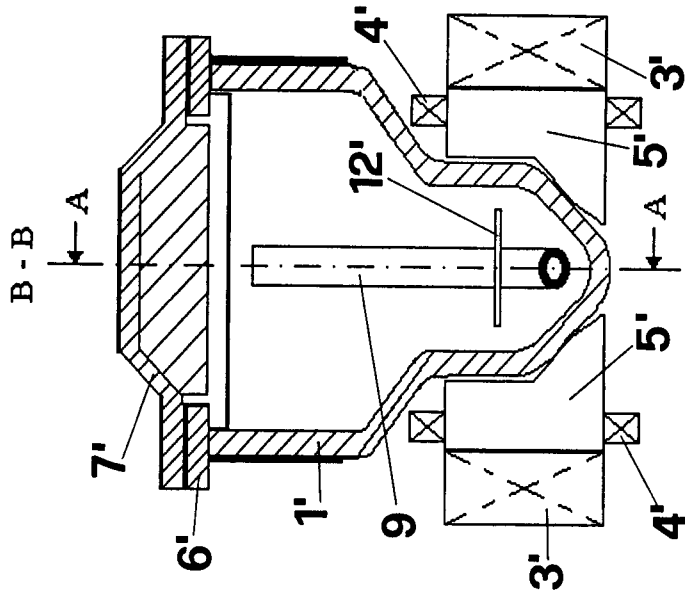
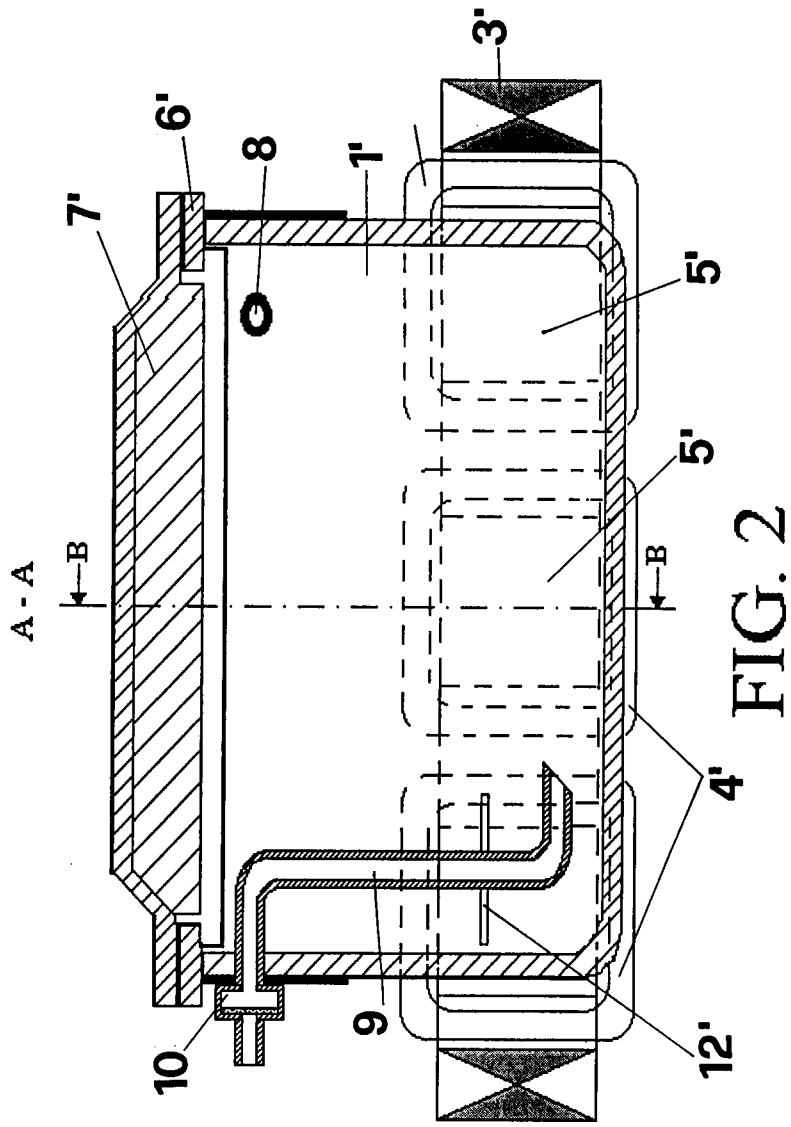
FIG. 1

TRIESTE, 15 NOV. 1996

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN



TS 96 A 000011



TRIESTE, 15 NOV 1996

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN



TS 96 A 000011

A-A

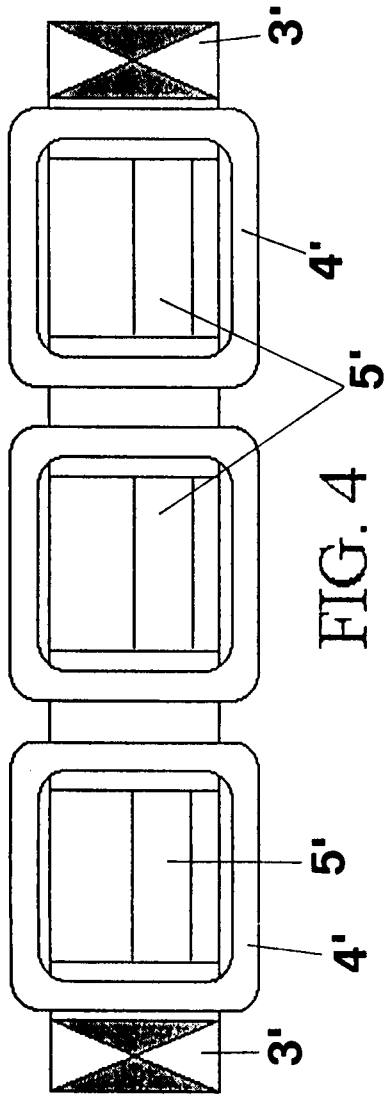


FIG. 4

B-B

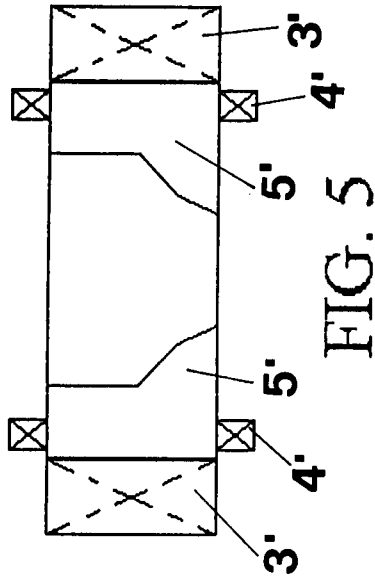


FIG. 5

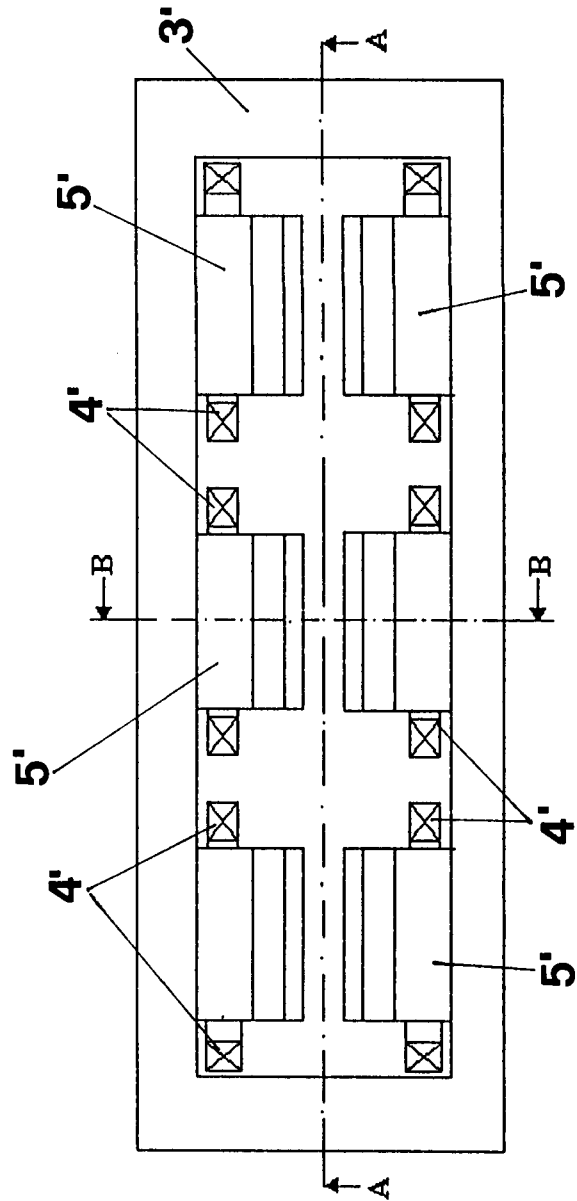


FIG. 6

TRIESTE, 15 NOV. 1996

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN



Handwritten signature

TS 96 A 000011

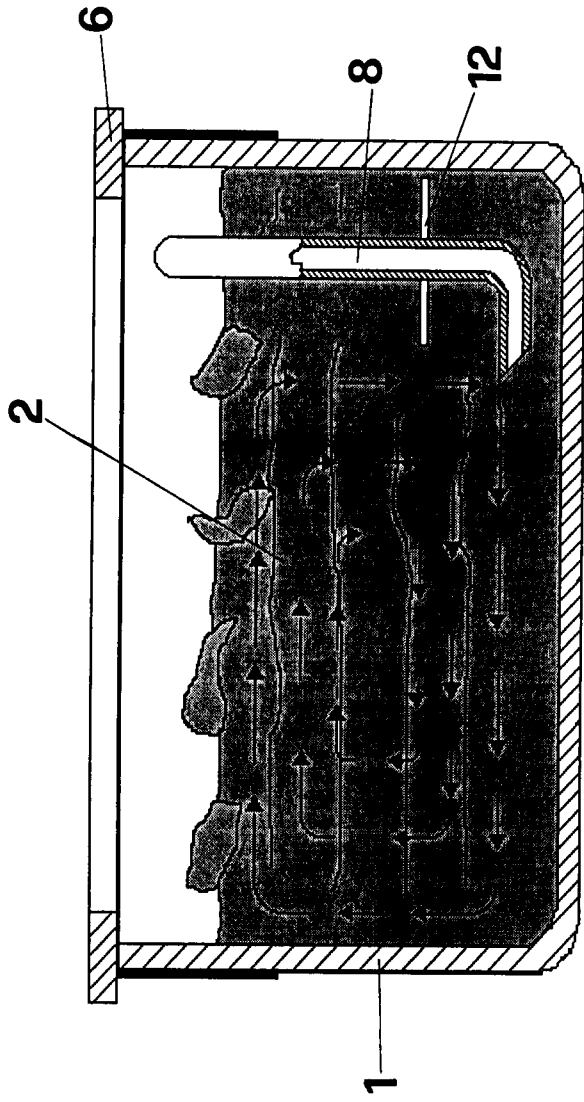


FIG. 7

TRIESTE, 15 NOV 1996

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN



TS 96 A 000011

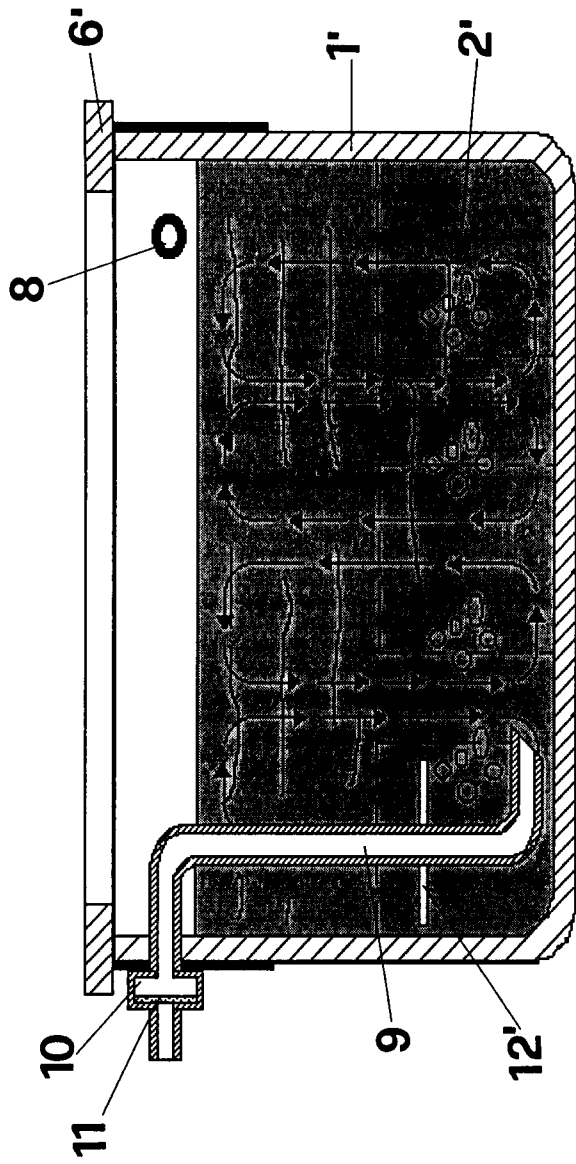


FIG. 8

TRIESTE, 15 NOV. 1996

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN



TS 96 A 000011

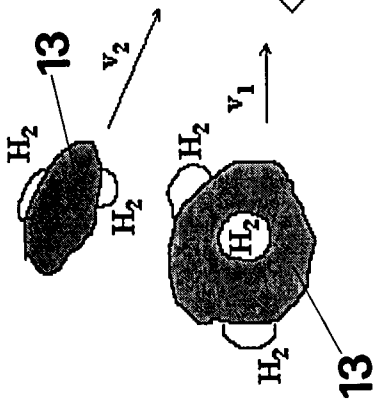


FIG. 9

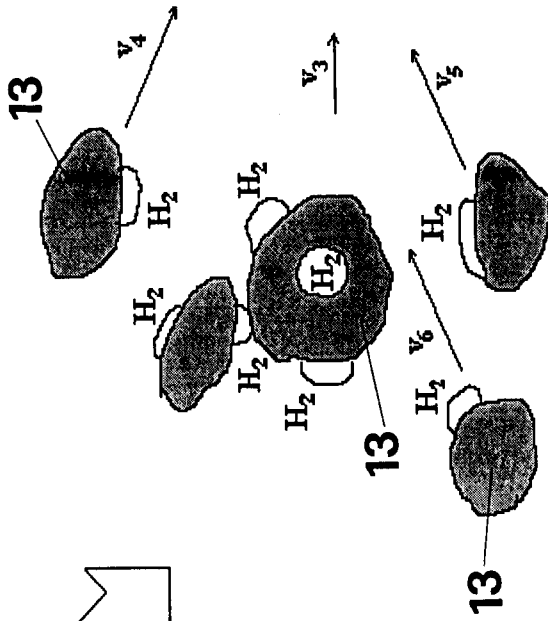


FIG. 10

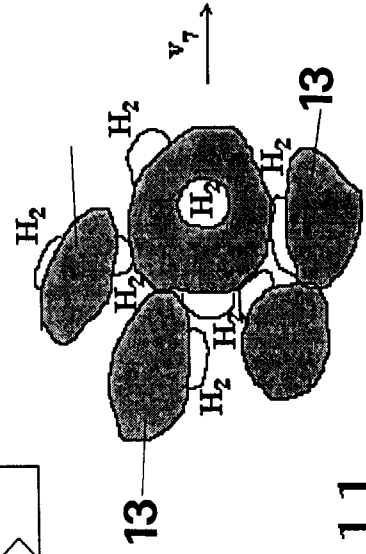


FIG. 11

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN



TRIESTE, 15 NOV. 1996

TS 96 A 0 0 0 0 1 1

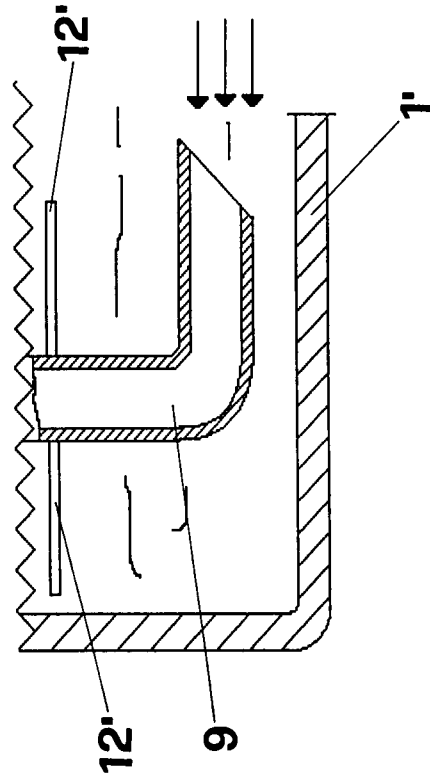
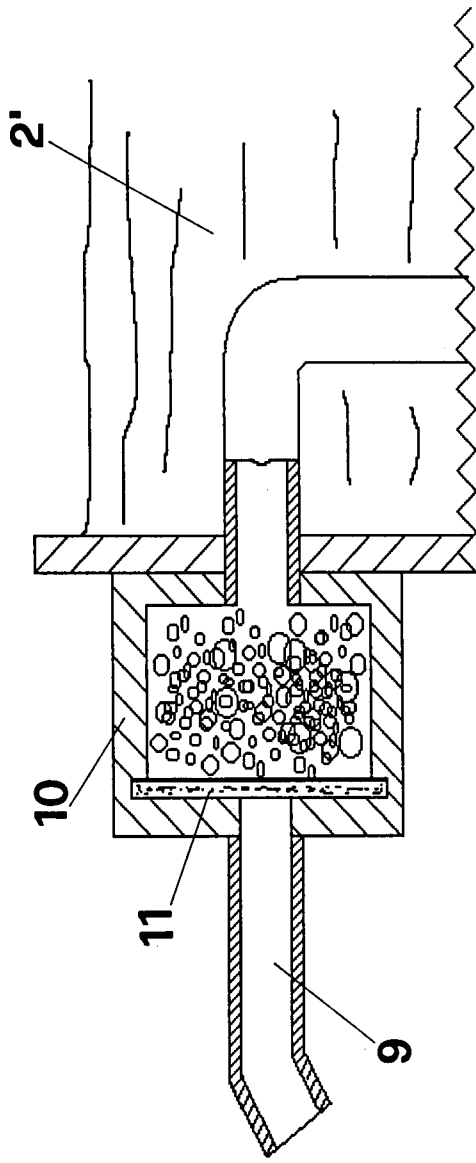


FIG. 12

TRIESTE, 15 NOV. 1996

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN



TS 96 A 000011

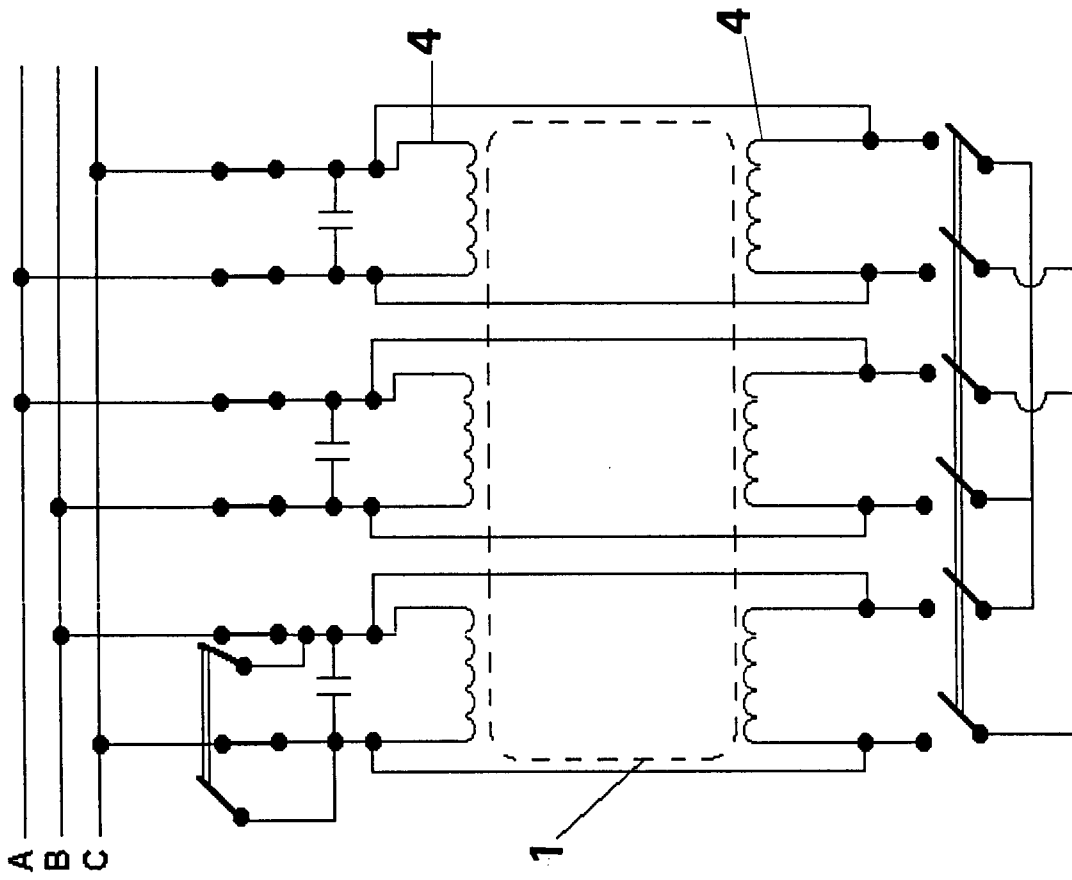


FIG. 13

TRIESTE, 15 NOV. 1993

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN



TS 96 A 000011

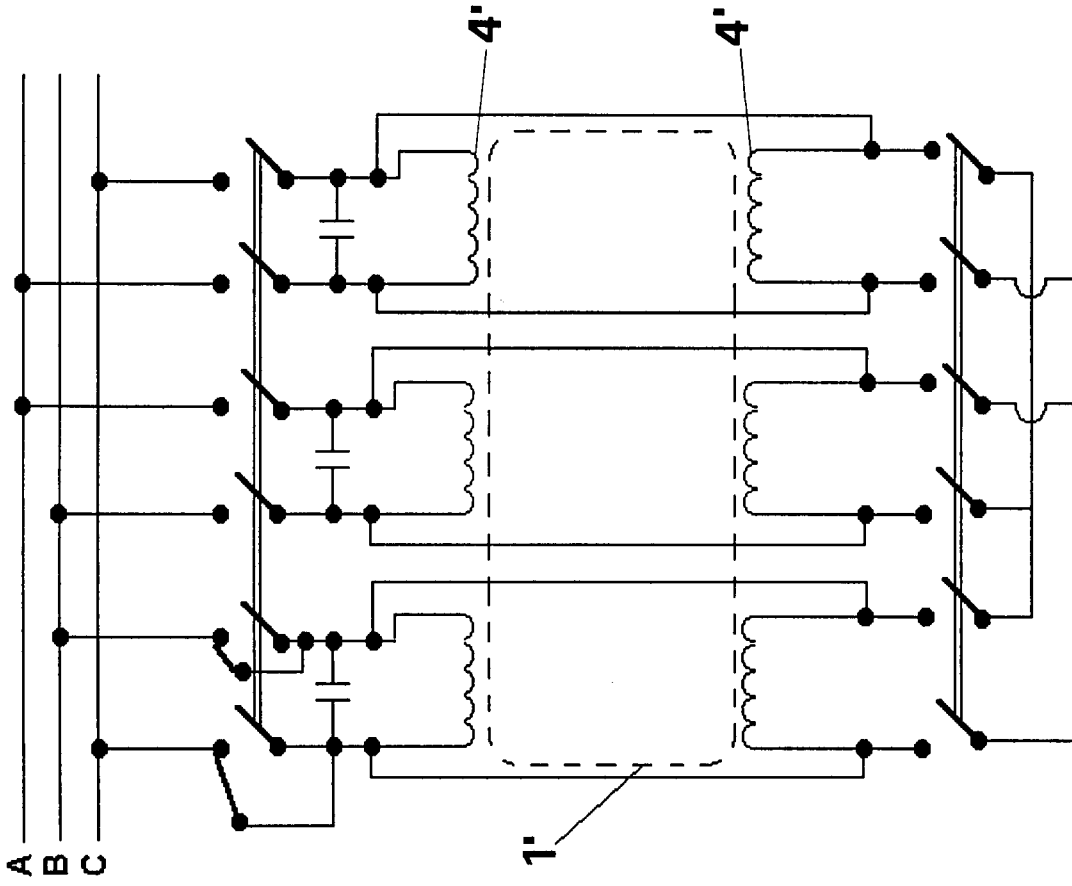


FIG. 14

TRIESTE, 15 NOV. 1996

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN

Adriano Boschini
Stamp: TRIESTE - 15 NOV 1996

TS 96 A 0 0 0 0 1 1

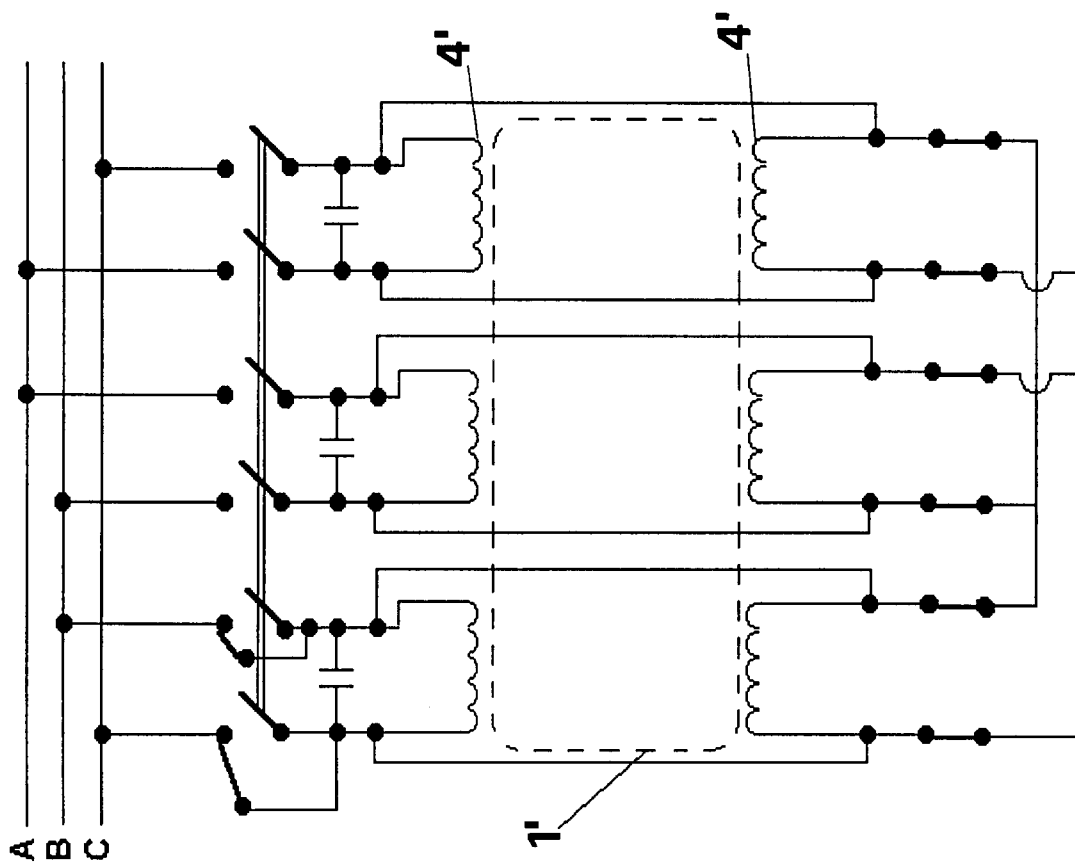


FIG.15

TRIESTE, 1 5 NOV 1996

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN



Handwritten signature

TS 96 A 0 0 0 0 1 1

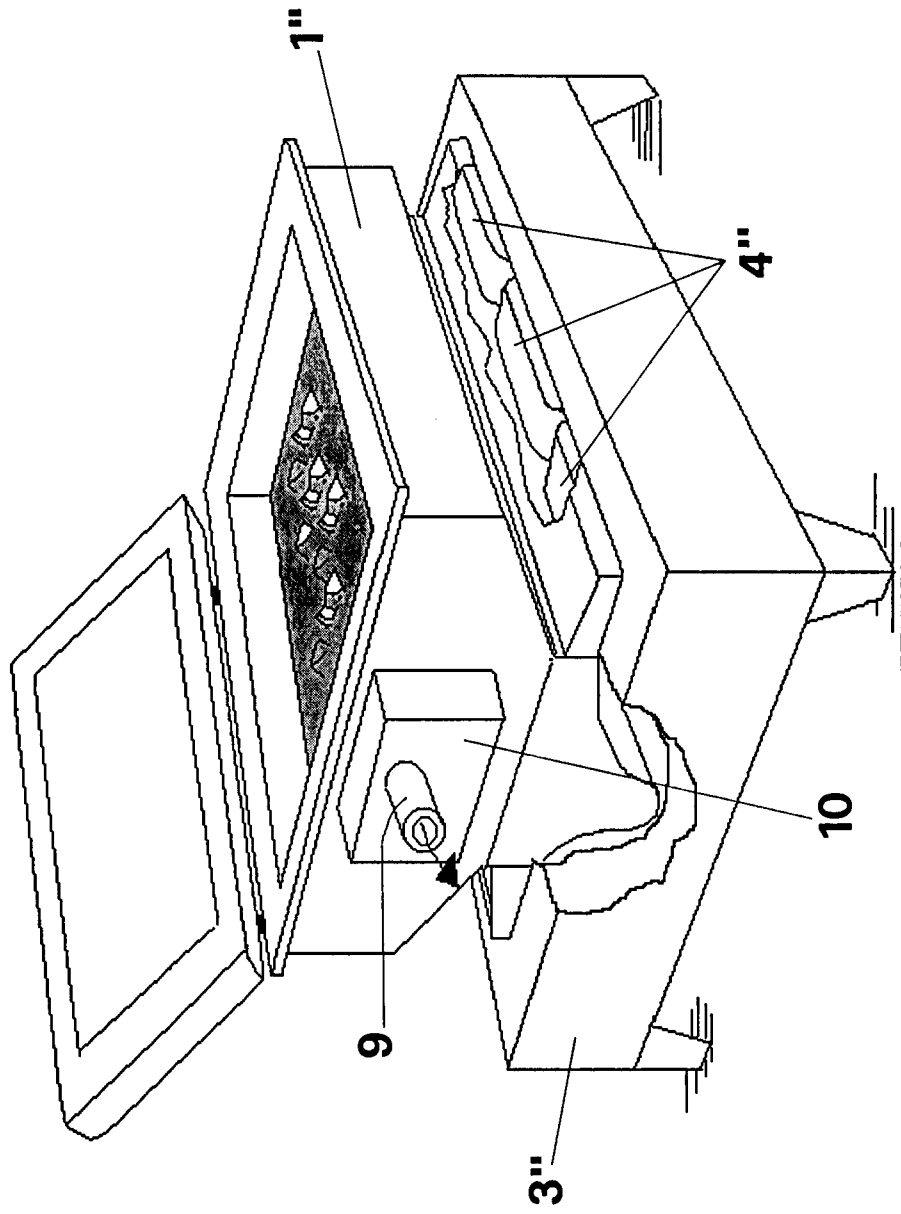


FIG. 16

TRIESTE, 1 5 NOV. 1996

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN



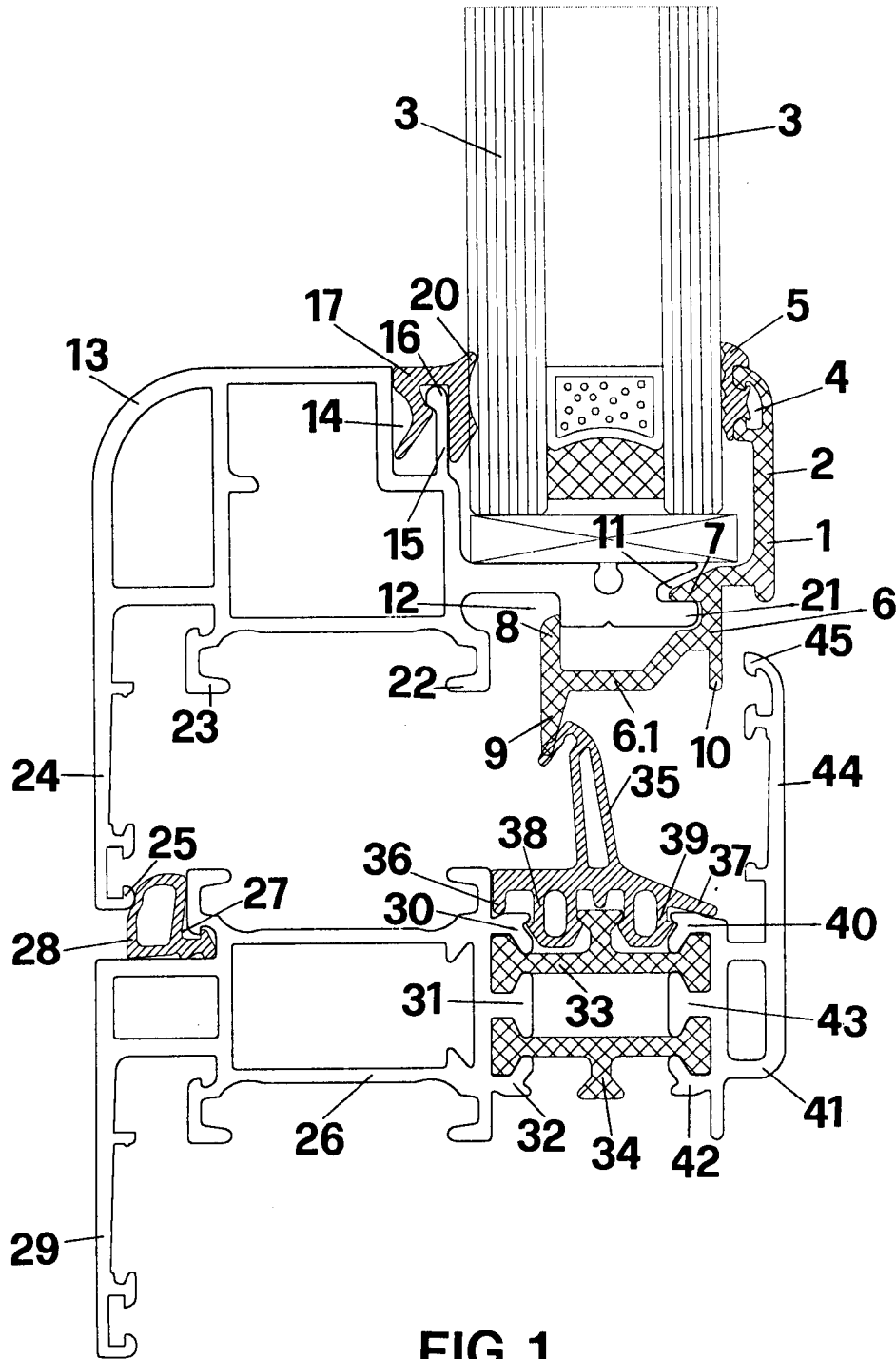


FIG. 1

TRIESTE, 30 DIC. 1996

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN



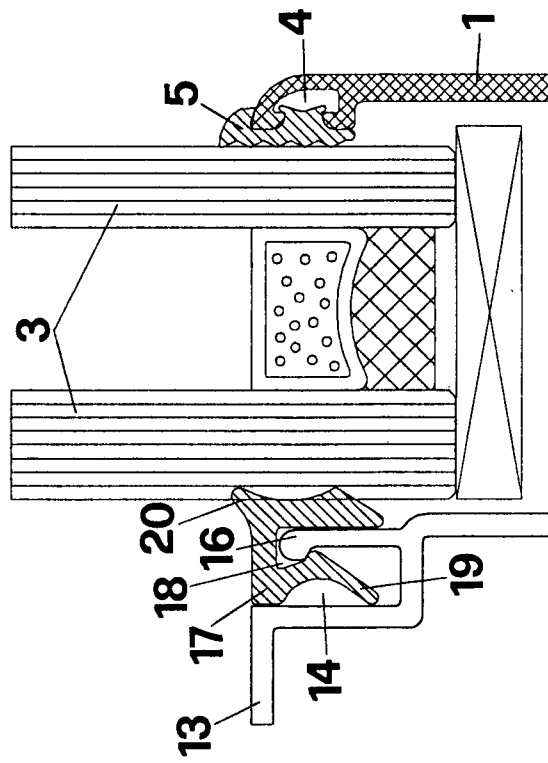


FIG. 2

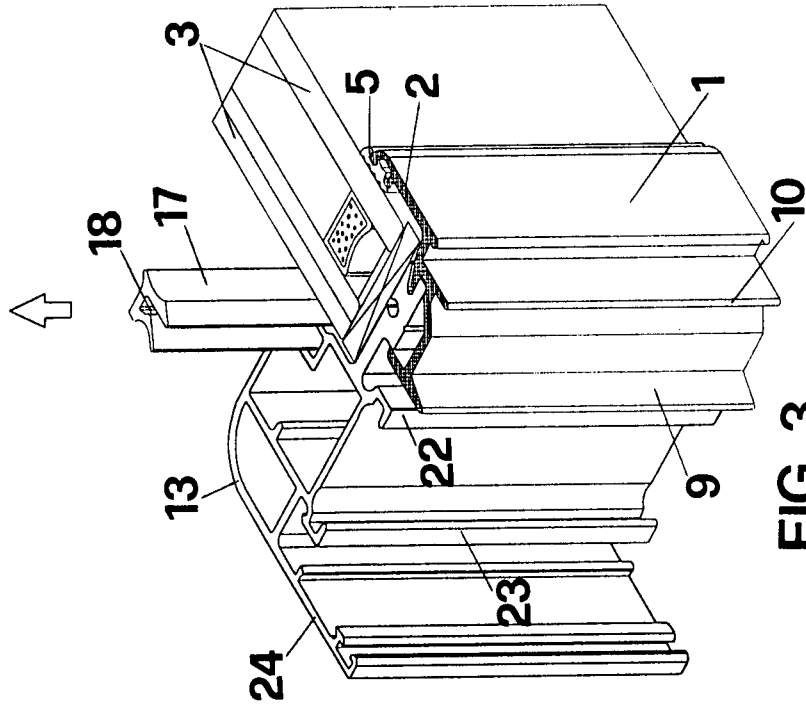


FIG. 3

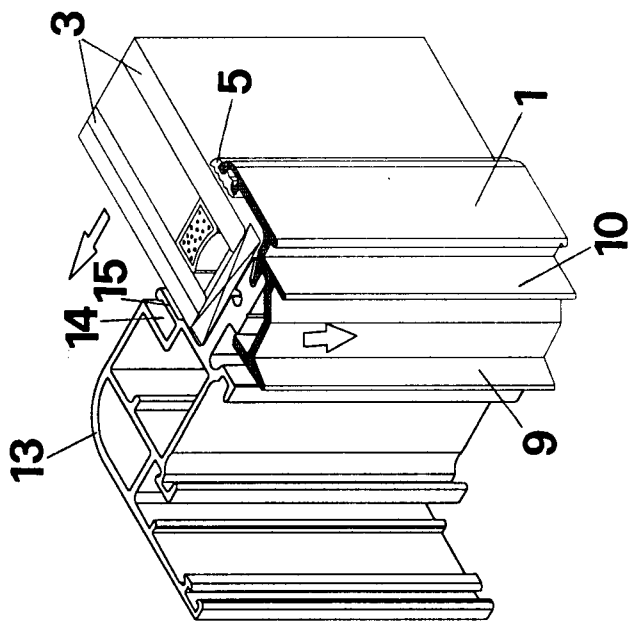


FIG. 4

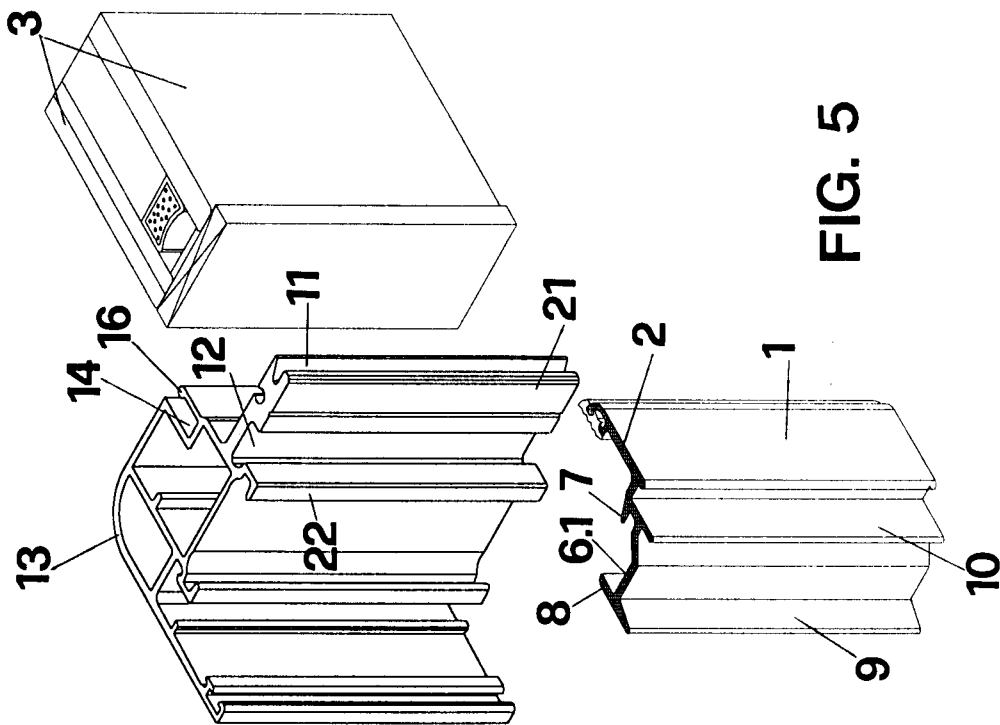


FIG. 5

TRIESTE, 30 DIC. 1996

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN



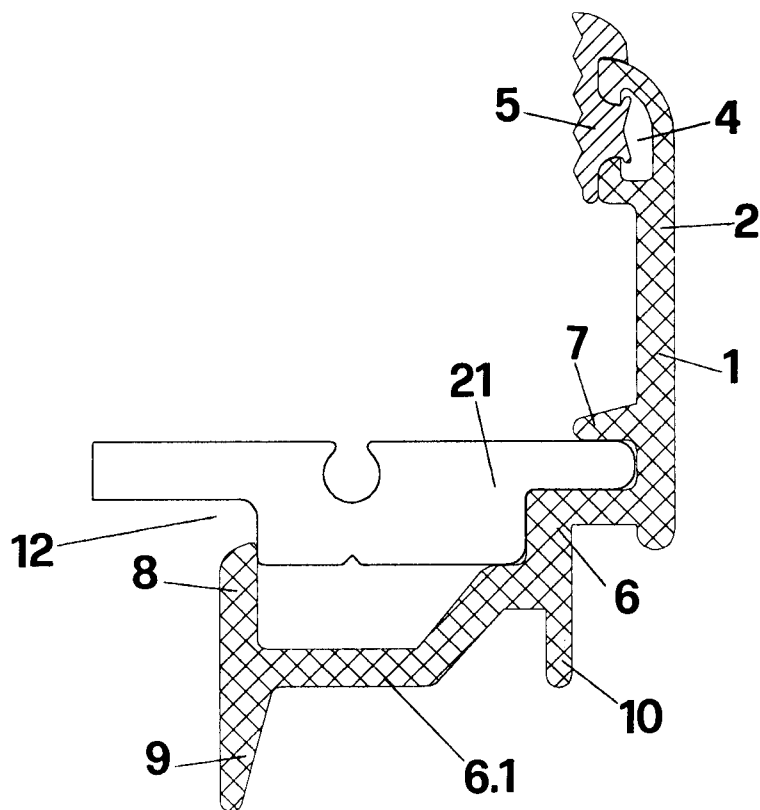


FIG. 6

TRIESTE, 30 DIC 1996

FIRMATO: DOTT. ADRIANO BOSCHIN

Adriano Boschini
Stampa circolare: TRIESTE