



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101997900575492
Data Deposito	14/02/1997
Data Pubblicazione	14/08/1998

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	22	D		

Titolo

ALIMENTATORE DI METALLO FUSO PER LINGOTTIERA DI MACCHINE DI COLATA
CONTINUA.

SIB 91207

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo:
"ALIMENTATORE DI METALLO FUSO PER LINGOTTIERA DI
MACCHINE DI COLATA CONTINUA"

delle ditte

1) ACCIAI SPECIALI TERNI S.p.A.

con sede a TERNI (ITALIA)

2) VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau GmbH

con sede a LINZ (AUSTRIA)

RM 97 A 000081

>>>><<<<

La presente invenzione si riferisce ad un alimentatore di metallo liquido in macchine di colata continua di prodotti di piccolo spessore e, più precisamente, ha per oggetto un alimentatore di metallo fuso per macchine di colata continua il quale è atto ad alimentare il metallo fuso nella lingottiera in un modo uniforme e trasversalmente alla lingottiera stessa.

Sono note le macchine di colaggio in continuo di metallo fuso che prevedono una lingottiera delimitata da una coppia di rulli cilindrici controrotanti con assi orizzontali e giacenti o non su uno stesso piano orizzontale, e da due elementi terminali di contenimento laterale poggiati a contatto sulle parti terminali di detti rulli.

Tali rulli sono generalmente metallici e raffreddati internamente per mezzo di una circolazione di fluido refrigerante in pressione (ad esempio acqua) e spaziati fra loro per consentire l'estrazione in continuo dalla lingottiera di un corpo solidificato che ha uno spessore pari alla spaziatura fra gli stessi e larghezza all'incirca pari alla larghezza dei rulli su cui avviene la solidificazione.

Inoltre, è previsto che la lingottiera così descritta sia alimentata da un alimentatore di metallo fuso il quale, a sua volta, è collegato ad una paniera sovrastante la lingottiera.

Fino ad oggi numerosi sono gli sforzi da parte dei più grandi produttori di acciaio e degli impiantisti per riuscire a risolvere i numerosi problemi associati al colaggio in continuo di spessori sottili di acciaio legato, in particolare inossidabile e magnetico, la cui qualità dipende, tra l'altro, dalla perfezione superficiale del corpo colato.

Infatti, tra le cause più importanti di difettosità superficiale in un prodotto colato in continuo si include la disuniformità di distribuzione del metallo fuso in lingottiera.

Questa disuniformità provoca differenze di temperatura e di flusso di materiale che, a loro volta, influiscono sulla velocità di raffreddamento e sullo spessore del prodotto colato nonché sulla sua struttura ed omogeneità superficiale.

In particolare, le variazioni di flusso di materiale e della sua temperatura conducono ai seguenti problemi:

- a) ondosità superficiale, la quale determina una curva non orizzontale dei punti di inizio solidificazione con conseguente disuniformità di temperature nel prodotto colato che favoriscono l'incremento della difettosità superficiale, cioè l'incremento della densità di cricche e della rugosità superficiale;
- b) distribuzione non omogenea della temperatura in lingottiera, che causa oscillazioni longitudinali di spessore, dette anche depressioni.

I suddetti problemi sono ancora più sentiti nel caso di colata continua di prodotti sottili. Infatti, date le ridotte dimensioni delle lingottiere, è difficoltoso il controllo della portata e delle relative turbolenze nonché della distribuzione delle temperature.

A tale scopo, sono stati messi a punto diversi

metodi e dispositivi. Per esempio, il brevetto EP 515 075 descrive un metodo ed una apparecchiatura di colata continua di prodotti metallici sottili.

L'apparecchiatura comprende un alimentatore di metallo fuso alla lingottiera costituito da un condotto di entrata del metallo fuso che si estende fino ad una luce di uscita del metallo fuso. L'alimentatore è caratterizzato dal fatto che detto condotto presenta una superficie laterale curva atta a eliminare eventuali turbolenze e discontinuità di flusso di metallo fuso nella lingottiera sottostante.

Tale soluzione appare da un lato eccessivamente complessa dal punto di vista meccanico, in vista della necessità di avere una paniera solidalmente collegata ad uno stramazzo e ad un tuffante a fessura. D'altro lato, essa non presenta buoni requisiti di praticità, quali la semplicità di realizzazione dell'alimentatore, la grande affidabilità, la maneggevolezza di manipolazione, la facilità di eseguire il preriscaldamento dell'alimentatore sia in posizione montata che fuori linea e la possibilità di spostarlo a caldo per la messa in servizio.

La presente invenzione consente di superare

tutti gli inconvenienti sopra menzionati. È infatti oggetto della presente invenzione fornire un alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua comprendente un corpo cilindrico, all'interno del quale è ricavato un condotto di efflusso del metallo fuso proveniente dalla paniera alla quale il corpo cilindrico è collegato tramite un raccordo troncoconico, ricavato integralmente col corpo cilindrico in corrispondenza dell'estremità superiore di quest'ultimo, caratterizzato dal fatto che l'estremità libera del corpo cilindrico è di forma sostanzialmente troncopiramidale e presenta una molteplicità di luci di efflusso in comunicazione col condotto di efflusso.

Inoltre, secondo la presente invenzione, l'estremità libera dell'alimentatore presenta almeno due facce inclinate che formano un angolo con l'asse longitudinale dell'alimentatore compreso tra 10° e 45° .

Ulteriormente, secondo la presente invenzione, almeno due luci di detta molteplicità di luci di efflusso hanno il loro asse longitudinale che forma un angolo con l'asse longitudinale dell'alimentatore compreso tra 0° e 95° e,

preferibilmente, tra 65° e 95° .

Inoltre, secondo la presente invenzione, la base dell'estremità libera di forma troncopiramidale dell'alimentatore può essere piana oppure convessa.

Inoltre, secondo la presente invenzione, l'alimentatore presenta almeno una parte degli assi longitudinali di detta molteplicità di luci di efflusso ed il proprio asse longitudinale giacenti sullo stesso piano.

Eventualmente, secondo la presente invenzione, almeno due luci di detta molteplicità di luci di efflusso hanno i propri assi longitudinali che formano un angolo compreso tra 0° e 90° con l'asse longitudinale di detto alimentatore e ciascuno di detti assi longitudinali giace su un piano ortogonale al piano che contiene gli assi longitudinali delle rimanenti luci di efflusso e di detto alimentatore.

Inoltre, secondo la presente invenzione, l'alimentatore presenta eventualmente la base della sua estremità libera con almeno una luce di efflusso di forma a fessura.

Ulteriormente, secondo la presente invenzione, l'alimentatore è caratterizzato dal fatto di essere

realizzato in materiale refrattario scelto dal gruppo comprendente: silice, allumina grafite e allumina grafite ricoperta di zirconia.

La presente invenzione verrà meglio illustrata nel seguito dalla descrizione di varie sue forme di realizzazione preferite, date a titolo esemplificativo e non limitativo, e con riferimento ai disegni annessi.

La figura 1 è una vista in sezione longitudinale di una prima forma di realizzazione dell'alimentatore, secondo la presente invenzione;

la figura 2 è una vista in pianta dal basso dell'alimentatore della figura 1;

la figura 3 è una vista da un lato ed in sezione longitudinale dell'alimentatore della figura 1;

la figura 4 è una vista in sezione longitudinale di una seconda forma di realizzazione dell'alimentatore secondo la presente invenzione;

la figura 5 è una vista in pianta dal basso dell'alimentatore della figura 4;

la figura 6 è una vista in sezione longitudinale di una terza forma di realizzazione dell'alimentatore secondo la presente invenzione;

la figura 7 è una vista in pianta dal basso

dell'alimentatore della figura 6; e

le figure 8, 9 e 10 sono viste in sezione longitudinale, in pianta dal basso e da un lato in sezione longitudinale, rispettivamente, di una quarta forma di realizzazione dell'alimentatore secondo la presente invenzione.

Facendo ora riferimento alla figura 1, in essa viene mostrato in sezione longitudinale, l'alimentatore della presente invenzione secondo una prima sua forma di realizzazione.

L'alimentatore presenta un corpo cilindrico 1 superiormente al quale è ricavato di un sol pezzo un raccordo 2 troncoconico per il collegamento di quest'ultimo con la panierà sovrastante (non mostrata nella figura). L'estremità libera dell'alimentatore presenta una parte 3, di forma troncopiramidale, raccordata al corpo cilindrico 1 ed una base 4 di forma convessa.

La parte troncopiramidale 3 ha due facce 3a inclinate e due facce 3b sostanzialmente verticali (non mostrate nella figura e meglio illustrate in appresso).

All'interno del corpo cilindrico 1 è ricavato un condotto principale 5 di efflusso del metallo fuso. Il condotto principale 5, superiormente è in

comunicazione con l'esterno attraverso una luce 6, ed inferiormente è collegato ad una molteplicità di luci di efflusso (più avanti meglio descritte) che comunicano verso l'esterno.

Detta molteplicità di luci di efflusso è costituita da una coppia di luci 7 simmetricamente disposte e che hanno il proprio asse longitudinale che forma un angolo α con l'asse longitudinale dell'alimentatore.

Inferiormente a ciascuna luce 7, sono ricavate rispettivamente due luci 8 e 9, di minor diametro rispetto alle luci 7. Le luci 8 e 9 hanno i propri assi longitudinali che formano un angolo β e γ , rispettivamente, con l'asse longitudinale dell'alimentatore. Inoltre, in corrispondenza del centro della base 4 è ricavata un'ulteriore luce 10 di eguale diametro rispetto al diametro delle luci 8 e 9 e verticalmente disposta.

Inoltre, in corrispondenza della parte dove sono ricavate la due luci 7, sono ulteriormente ricavate due luci 11 (una sola delle quali in figura e di diametro sostanzialmente equivalente alle luci 8, 9 e 10), quest'ultime si affacciano sulle facce 3b dell'estremità libera 3 e, quindi, ortogonalmente alle facce 3a. In maniera analoga

alle luci 7, anche le luci 11 formano un angolo α con l'asse longitudinale dell'alimentatore.

Con riferimento ora alla figura 2, essa mostra in pianta dal basso l'alimentatore della figura 1.

Come si può meglio notare, le luci 7, 8, 9 e 10 giacciono tutte su uno stesso piano il quale contiene l'asse longitudinale dell'alimentatore.

Con riferimento alla figura 3, essa mostra in sezione longitudinale e da un lato, l'alimentatore della figura 1.

Come si può meglio notare, le luci 11 sono ricavate sulle facce 3b e hanno il proprio asse longitudinale che forma un angolo α con l'asse longitudinale dell'alimentatore ed il loro diametro è sostanzialmente uguale a quello delle luci 8, 9 e 10.

Facendo riferimento ora alla figure 4 e 5, esse mostrano in sezione longitudinale ed in pianta dal basso, rispettivamente, una seconda forma di realizzazione dell'alimentatore della presente invenzione.

Per semplicità descrittiva, le parti uguali hanno gli stessi numeri e, quindi, la loro descrizione viene omessa in quanto già descritte in precedenza.

Come si può meglio notare nelle figure, la base 4 presenta una unica luce 12 di efflusso la quale presenta una forma a fessura. Analogamente alla forma di realizzazione precedente, la luce 12 giace nello stesso piano delle luci 7 e dell'asse longitudinale dell'alimentatore. Inoltre, le luci 7 formano un angolo α con l'asse longitudinale dell'alimentatore.

Con riferimento ora alle figure 6 e 7, esse mostrano in sezione longitudinale ed in pianta dal basso, rispettivamente, una terza forma di realizzazione dell'alimentatore della presente invenzione.

Per semplicità descrittiva, le parti uguali hanno gli stessi numeri e, quindi, la loro descrizione viene omessa in quanto già descritte in precedenza.

Come si può meglio notare nelle figure, la base 4 dell'estremità libera 3 dell'alimentatore è di forma piana e presenta coppie di luci 7, 8 e 9 che hanno i propri assi longitudinali che formano angoli α , β , γ , rispettivamente, con l'asse longitudinale dell'alimentatore. Inoltre, in corrispondenza del centro della base 4 è ricavata un'ulteriore luce 10 di eguale diametro rispetto al

diametro delle luci 8 e 9 e verticalmente disposta.

Bisogna qui precisare che, come è possibile notare dalle precedenti figure, la forma della sezione delle luci, può essere circolare, ovale, rettangolare, quadrata e poligonale o qualsiasi altra. La disposizione delle luci è comunque simmetrica rispetto all'asse longitudinale dell'alimentatore. Gli assi longitudinali della coppia di luci 7 possono essere orizzontali, inclinati verso il basso oppure verso l'alto.

Il numero di luci per ciascuna faccia dell'estremità libera, e cioè le facce 3a e 3b, può essere singolo oppure possono essere anche multipli (due, tre, quattro ecc.). In corrispondenza delle due facce laterali 3b possono essere previste luci 11 di dimensioni inferiori o uguali a quelle delle luci laterali 7. In questo modo viene facilitato il ricambio del metallo.

Inoltre, le luci inferiori 8, 9 e 10 possono essere di forma e numero variabile.

La parte inferiore dell'alimentatore può essere curva o piana. L'adozione dell'una o dell'altra soluzione è legata da una parte alle necessarie garanzie di resistenza che il manufatto deve possedere e dall'altra parte ad una

conveniente lunghezza dei condotti di guida per il getto.

Con riferimento ora alle figure 8, 9 e 10, viene in esse mostrato una quarta forma di realizzazione dell'alimentatore, secondo la presente invenzione.

Tale quarta forma di realizzazione corrisponde ad un dimensionamento ottimale dell'alimentatore.

A tale scopo, per il dimensionamento delle sezioni e delle lunghezze dell'alimentatore sono stati condotti calcoli tramite simulazioni numeriche con un codice di calcolo termofluidodinamico commerciale (PHOENICS della Cham) il quale utilizza le formule della fluidodinamica note a tutti gli esperti della tecnica e, quindi, per motivi di chiarezza e semplicità descrittiva qui di seguito non vengono riportate.

Secondo quanto esposto nelle figure, viene riportata una tabella che illustra il dimensionamento ottimale dell'alimentatore, espresso in forma parametrica adimensionale.

Tabella 1

Altezza totale dell'alimentatore	H
Altezza della parte di estremità troncopiramidale	$H_2 = 0.355 H$
Altezza del punto di partenza delle luci laterali	$H_3 = 0.127 H$
Altezza del punto di partenza delle luci inferiori	$H_4 = 0.101 H$
Altezza del raccordo troncoconico	$H_5 = 0.065 H$
Altezza del bordo verticale del raccordo	$H_6 = 0.040 H$
Altezza del raccordo conico sul condotto principale	$H_7 = 0.027 H$
Diametro equivalente del condotto principale	$D_1 = 0.087 H$
Diametro equivalente esterno del corpo cilindrico	$B = 0.137 H$
Larghezza dell'estremità libera del corpo cilindrico	$L = 0.300 H$
Spessore dell'estremità libera del corpo cilindrico	$B_1 = 0.125 H$
Diametro equivalente della parte terminale del condotto principale	$B_2 = 0.064 H$
Diametro interno del raccordo troncoconico	$B_3 = 0.118 H$
Diametro esterno del raccordo troncoconico	$B_4 = 0.175 H$
Diametro equivalente delle luci laterali	$D_2 = 0.057 H$
Diametro equivalente delle luci inferiori	$D_3 = 0.022 H$
Raggio di curvatura della base convessa	$R_1 = 0.250 H$
Raggio di curvatura del bordo dell'estremità libera	$R_2 = 0.032 H$

Quindi, ottenuto il dimensionamento ottimale, è stato realizzato un prototipo e provato su un modello in scala 1:1 in una lingottiera e sul quale è stata impiegata acqua come fluido di lavoro.

Quale metallo fluido di riferimento, è stato scelto l'acciaio liquido.

Le prove sperimentali condotte si riferiscono ad una portata di circa 10 m³/h di metallo fuso con una velocità media del getto nel condotto principale di circa 1.4 m/s.

Inoltre, l'alimentatore di metallo fuso della presente invenzione è atto a venire preriscaldato ad una temperatura compresa tra $T_{liquidus}$ - 600°C e $T_{liquidus}$, essendo $T_{liquidus}$ la temperatura alla quale il metallo fuso inizia la solidificazione.

Ulteriormente, l'alimentatore di metallo fuso secondo la presente invenzione è atto ad alimentare una lingottiera parzialmente immerso nel bagno di metallo fuso e ad una profondità equivalente ad una distanza compresa tra 5 e 120 mm a partire dalla luce di efflusso più alta dell'alimentatore.

Le prestazioni dell'alimentatore così realizzato sono state confrontate con un alimentatore cilindrico di riferimento a 2 luci con asse orizzontale.

Tali prestazioni riguardano il grado di uniformità termica, la distribuzione uniforme del metallo liquido, l'ondosità superficiale, il lavaggio delle piastre laterali con metallo caldo ed il ricambio del metallo in superficie.

Il confronto è riportato nella tabella seguente.

Tabella 2

PRESTAZIONI	ALIMENTATORE CILINDRICO DI RIFERIMENTO	ALIMENTATORE SECONDO LA PRESENTE INVENZIONE
Uniformità termica ^(a)	100	61
Deviazione standard del gradiente termico ^(b)	100	85
Ondosità superficiale ^(c)	100	66
Lavaggio delle pareti laterali di contenimento ^(d)	100	125
Ricambio superficiale di metallo ^(e)	100	82

^(a): è il rapporto della massima differenza di temperatura nella direzione trasversale fra il caso della presente invenzione ed il caso di riferimento;

^(b): è il rapporto di deviazione standard del gradiente di temperatura lungo la direzione longitudinale fra il caso della presente invenzione ed il caso di riferimento;

^(c): è il rapporto fra l'altezza media delle onde che si registrano nel caso della presente invenzione e l'altezza media delle onde che si hanno nel caso di riferimento;

^(d): è il rapporto dell'area delle pareti laterali investite da acciaio a temperatura uguale o

superiore alla temperatura di solidus aumentata del 35% dell'intervallo di solidificazione liquidus - solidus, del caso della presente invenzione e l'area totale della parete laterale di contenimento. Quindi, viene normalizzato rispetto al caso di riferimento;

(e): è il rapporto del tempo medio di permanenza del metallo liquido al menisco intorno all'alimentatore (che è la zona a più basso grado di ricambio di metallo liquido) fra il caso della presente invenzione e il caso di riferimento.

Come è possibile notare, dalla tabella si evincono le migliori prestazioni ottenibili con il nuovo alimentatore secondo la presente invenzione rispetto a quello di riferimento sotto i vari profili dell'uniformità termica, dell'ondosità superficiale e del ricambio di metallo al menisco.

La presente invenzione non è limitata agli esempi di realizzazione precedentemente descritti ma ne comprende qualsiasi forma di realizzazione prevista nel campo delle rivendicazioni annesse.

Oliberto Tonon
(iscr. Albo n. 83)



S.I.B.
ROMA

RIVENDICAZIONI

RM 97 A 000081

1. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua comprendente un corpo cilindrico (1) all'interno del quale è ricavato un condotto principale di efflusso (5) del metallo fuso proveniente dalla paniera alla quale il corpo cilindrico (1) è collegato tramite un raccordo troncoconico (2), ricavato integralmente col corpo cilindrico (1) in corrispondenza dell'estremità superiore di quest'ultimo, caratterizzato dal fatto che l'estremità libera (3) del corpo cilindrico (1) è di forma sostanzialmente troncopiramidale e presenta una molteplicità di luci di efflusso (7, 8, 9, 10, 11) in comunicazione col condotto principale di efflusso (5).

2. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua secondo la rivendicazione 1, in cui l'estremità libera (3) del corpo cilindrico (1) presenta almeno due facce inclinate (3a) che formano ciascuna un angolo con l'asse longitudinale dell'alimentatore compreso tra 10° e 45° .

3. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua secondo

la rivendicazione 1 o 2, in cui almeno due luci di detta molteplicità di luci di efflusso (7, 8, 9, 10, 11) hanno il proprio asse longitudinale che forma un angolo con l'asse longitudinale dell'alimentatore compreso tra 0° e 95° e, preferibilmente, tra 65° e 95° .

4. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il rapporto tra area di efflusso in entrata e somma delle aree di efflusso in uscita è compreso tra 0.4 e 1.1 e, più preferibilmente, tra 0.6 e 0.8.

5. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui l'estremità libera (3) di forma troncopiramidale ha la base (4) piana.

6. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui l'estremità libera (3) di forma troncopiramidale ha la base (4) convessa.

7. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua secondo

una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui una parte degli assi longitudinali di detta molteplicità di luci di efflusso (7, 8, 9, 10, 11) e l'asse longitudinale dell'alimentatore giacciono sullo stesso piano.

8. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 6, in cui almeno due luci di detta molteplicità di luci di efflusso (7, 8, 9, 10, 11) hanno i propri assi longitudinali che formano un angolo compreso tra 0° e 90° con l'asse longitudinale di detto alimentatore e ciascuno di detti assi longitudinali giace su un piano ortogonale al piano che contiene gli assi longitudinali delle rimanenti luci di efflusso e di detto alimentatore.

9. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui la base (4) dell'estremità libera (3) di forma sostanzialmente troncopiramidale presenta almeno una luce (12) di efflusso a forma di fessura.

10. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti,

caratterizzato inoltre dal fatto di essere realizzato in materiale refrattario scelto dal gruppo comprendente: silice, allumina grafite e allumina grafite ricoperta di zirconia.

11. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto alimentatore è atto a venire preriscaldato ad una temperatura compresa tra $T_{liquidus}$ - $600^{\circ}C$ e $T_{liquidus}$, essendo $T_{liquidus}$ la temperatura alla quale il metallo fuso inizia la solidificazione.

12. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto alimentatore è atto ad alimentare detta lingottiera parzialmente immerso nel bagno di metallo fuso e ad una profondità equivalente ad una distanza compresa tra 5 e 120 mm a partire dalla luce di efflusso più alta dell'alimentatore.

13. Alimentatore di metallo fuso per lingottiera di macchine di colata continua come precedentemente descritto, esemplificato e rivendicato.

p.p. 1) ACCIAI SPECIALI TERNI S.p.A.

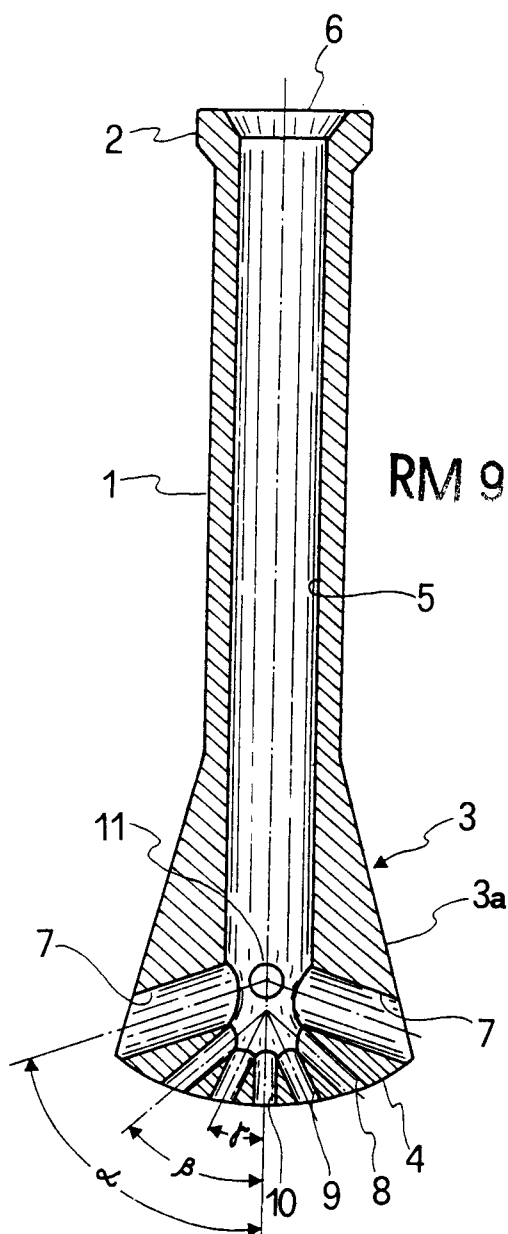


FIG 1

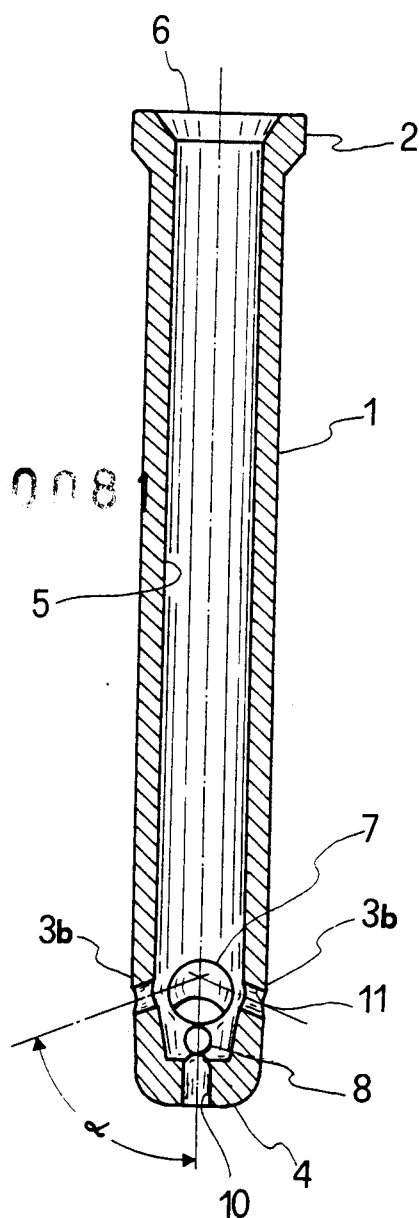


FIG 3

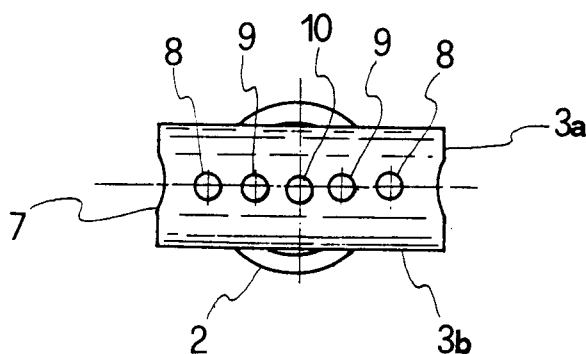


FIG 2



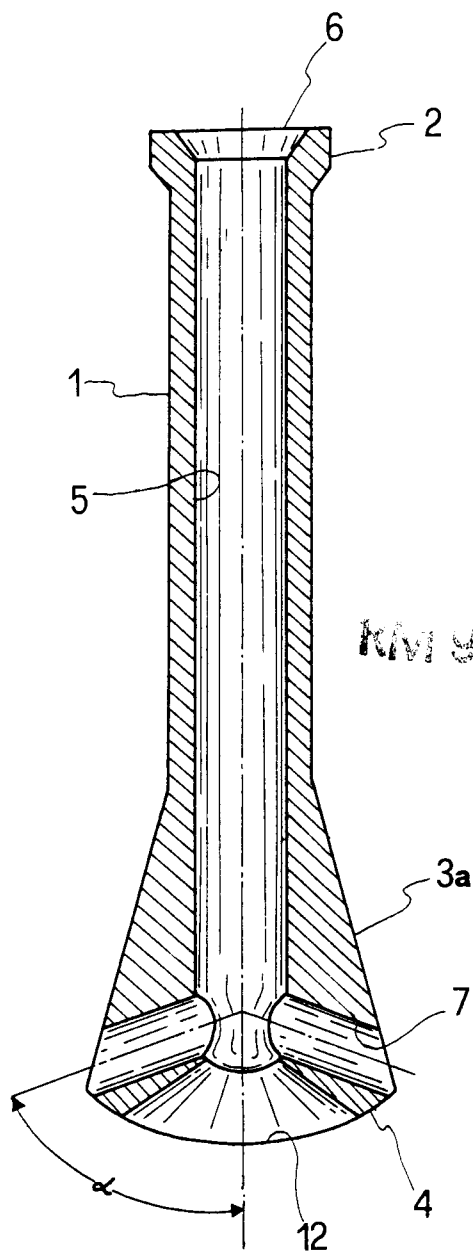


FIG 4

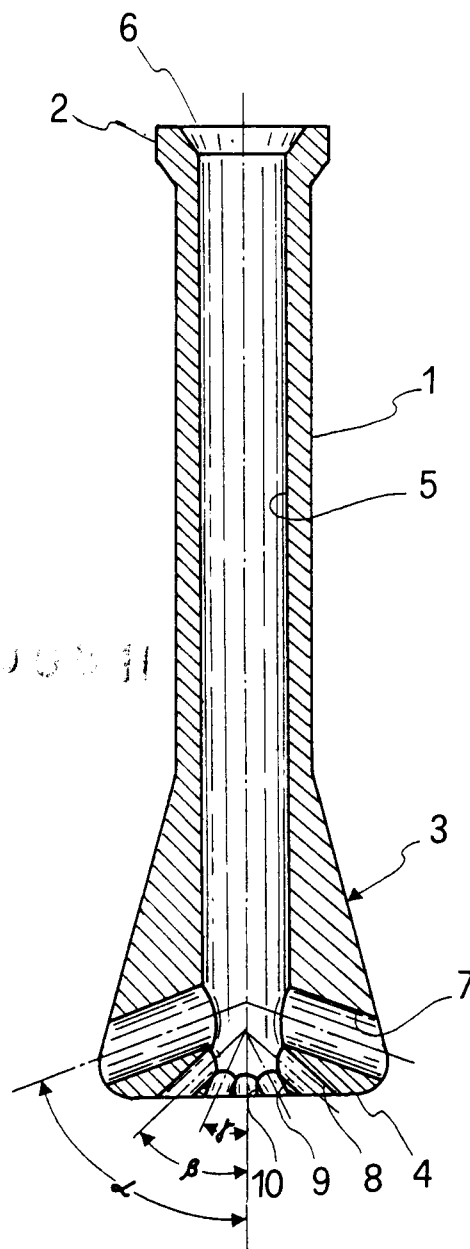


FIG 6

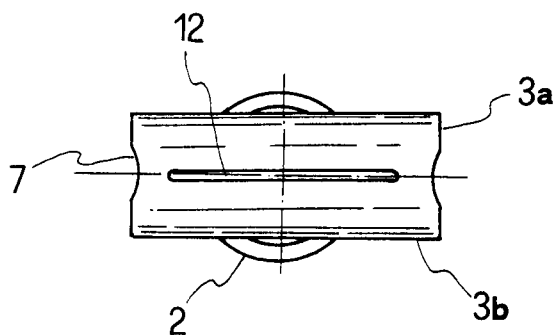


FIG 5

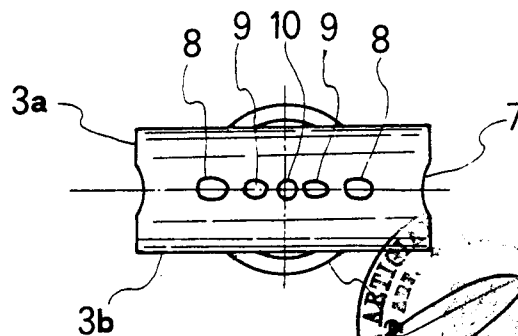


FIG 7



Gilberto Tonon
(Isr. Albo n. 83)

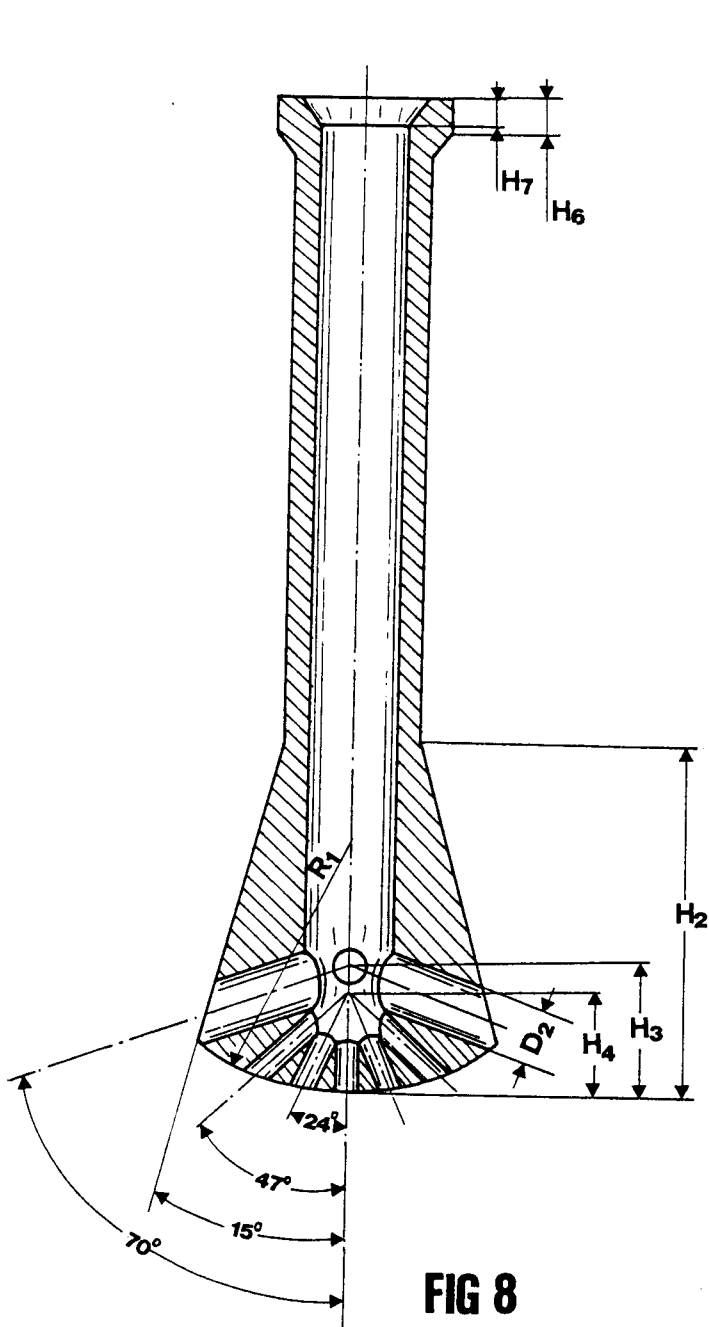


FIG 8

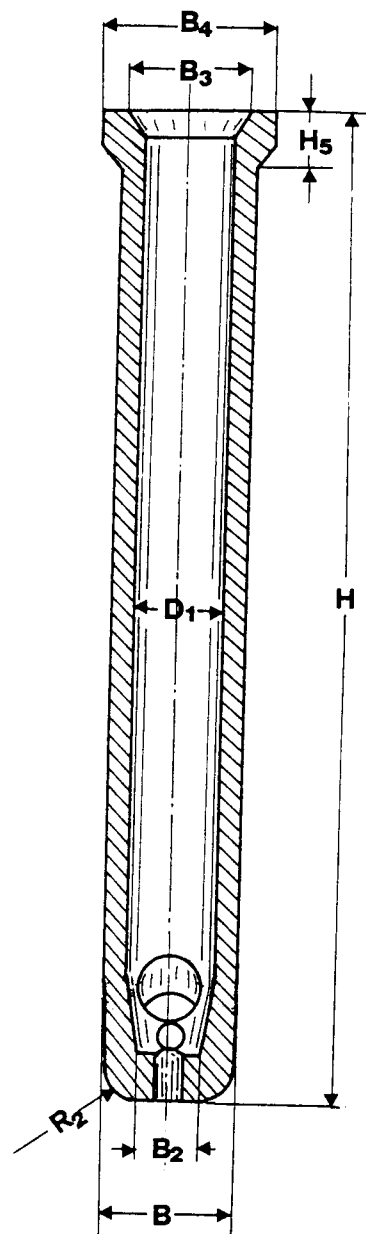


FIG 10

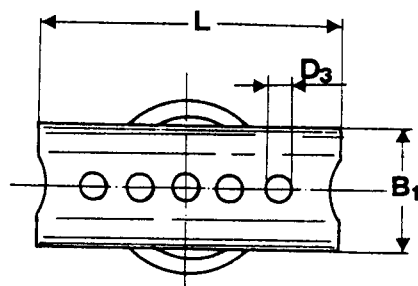


FIG 9

Gilberto Tonon
(Isr. Albo n. 83)