



23

23 JUL 21

23 2870

259833

PATENTE DE INVENCION

que por veinte años, para España y sus Posesiones, se solicita a favor de la Firma: ALUMINIUM-INDUSTRIE-AKTIEN-GESELLSCHAFT, entidad suiza, residente en CHIPPIIS (SUIZA), por: "PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE ALEACIONES DE ALUMINIO-SILICIO Y HORNO PERFECCIONADO PARA SU REALIZACION".

Memoria Descriptiva

Desde hace decenios las aleaciones, de aluminio-silicio, denominadas a continuación aleaciones de AlSi son producidas en el metodo electrotermico por reducci3n con materias primas oxidicas del aluminio y del silicio con ayuda de agentes de reducci3n carbonicos. Para ello se disponen en la naturaleza de fuentes de materia prima inagotable que existen muy extensamente en muchos yacimientos. Con m1s frecuencia se encuentran las materias primas en forma de caolin, alumina y analogo.

259833



10 El procedimiento para la producción electrotermico de
aleaciones de AlSi empleado actualmente, es realizado en hornos de
cuba con electrodos verticales y ha sido desarrollado empiricamente
De todas formas se ha logrado en el curso de los años aumentar poco
a poco el contenido en aluminio en las aleaciones de AlSi. Hace unos
30 años se consideraba como límite máximo alcanzable un contenido en
15 aluminio de 65%. Más tarde se logró aumentar el contenido en alumi-
nio a 70%; pero no se ha conseguido aún alcanzar hasta ahora un
contenido en aluminio mayor de 70 hasta 72% (referido a la suma
Al + Si). Los ensayos para producir una aleación rica de aluminio
daban por resultado siempre solamente un producto que consistia en
20 carburo de aluminio y aleación de AlSi.

La presente invención se refiere a un procedimiento en el
que se consigue producir mediante reducción electrotermica de mate-
rias primas que contienen alumina y acido silicio practicamente
aleaciones de AlSi de más de 72% Al. libre de carbono.

25 La solicitante ha llegado a conocer el que la producción
de aleaciones de AlSi, libre de carbono o carburo respectivamente
por reducción directa de las materias primas en el horno eléctrico
representa en lo esencial un problema termico, que no puede resol-
verse en los hornos electrotermicos utilizados generalmente para
30 dicho fin. Debido a que la temperatura es alta y variable en los
hornos electricos de construcción actual, existente en estos hornos
temperaturas incontrolables. A temperaturas elevadas e incontrola-
bles llegan ahora a originarse por la acción de carbono y gases car-
bonicos sobre alumina y acido silicio o aluminio y silicio respec-
tivamente los carburos correspondientes tan pronto como se trata de
35 producir aleaciones de AlSi ricos en aluminio, o sea tales alea-
ciones que contienen más del 65% de aluminio.

La solicitante ha encontrado ahora que pueden obtenerse
aleaciones de AlSi con el 72% y más de aluminio cuando se cumplen

259833



40 las condiciones siguientes:

1ª La reducción de los oxidos de aluminio y de silicio debe efectuarse en una zona de temperatura estrecha, en que es grande la velocidad de las reacciones que llevan a la formación de la aleación de AlSi (llamado tambien aluminio-silicio) a la que carburos del aluminio y del silicio ya formados reaccionan con alúmina y ácido silícico, produciendose el metal, y a la que las perdidas de aluminio y silicio por evaporización son todavía reducidas. Dicha zona de temperatura se extiende desde 2050 hasta 2200°C aproximadamente. Manteniéndose un límite superior de temperatura de 2.200°C aprox. resultan todavía reducidas las perdidas por evaporización. A más de 2.200°C aprox. aumenta mucho la volatilización del aluminio y del silicio.

2ª La mezcla reaccionante debe calentarse en un tiempo lo más cort posible hasta la zona de temperatura favorable, para la separación del metal, para que la zona de temperatura favorable a la formación de carburo de 1600°C hasta 2000°C sea recorrida tan rápidamente que practicamente no tiene lugar ninguna formación de carburo.

3ª La aleación de AlSi producida debe ser separada continuamente del recinto de reacción caliente lo más pronto posible despues de formarse y llevada a una temperatura a la que ya no puede tener lugar ninguna carbonización con la consiguiente formación de carburos bajo el efecto de carbono y gases carbonicos. Consiguientemente debe procurarse el que la aleación de AlSi salga lo más rápido posible del recinto de reducción.

65 Mediante el procedimiento según invención se consigue cumplir simultaneamente las tres condiciones ante mencionadas.

Conforme el procedimiento según invención se echa por un lado la mezcla reaccionante de tal manera que con ello se impide un recalentamiento en el recinto de reducción. En otras palabras, por

259833



70 la clase y el modo de introducción de la mezcla reaccionante se im-
pide el que la temperatura en el recinto de reducción suba a una
altura en que son demasiado grandes las pérdidas en aluminio y sili-
cio por la evaporización, o sea hasta más de 2.200°C, preferentemen-
te hasta una temperatura situada todavía debajo del grado indicado.
75 Esto se puede conseguir de tal manera que la mezcla reaccionante
tenga una temperatura situada suficientemente muy por debajo del
límite máximo admisible en el recinto de reducción. La mezcla reac-
cionante puede tener por ejemplo la temperatura ambiente; según el
tamaño y la construcción del horno puede resultar favorable suminis-
80 trar la mezcla reaccionante en estado precalentado. Además es nece-
sario suministrar la mezcla reaccionante al horno o continuamente
o en pequeños intervalos de tiempo.

Por otro lado se procura en la invención el que la alea-
ción de AlSi producida en forma líquida abandone la zona caliente
85 del recinto de reducción ininterrumpida y rápidamente sin que tenga
que filtrarse o fluir por una capa menos caliente de la masa reac-
cionante en que puede formarse carburo de aluminio. En los procedi-
mientos electrotermicos conocidos para la obtención de aluminio,
fluye la aleación producida por entre la capa de una carga no reac-
90 cionada en silicio que existe el peligro de carburación, o sea de
la formación de carburos.

La zona de reducción está separada según la invención de
la aleación de AlSi recogida más abajo por un recinto en el que la
aleación de AlSi es enfriada lo más rápidamente posible hasta una
95 temperatura (por ejemplo entre el punto de fusión y 1600°C) a la que
ya no puede tener lugar ninguna reacción entre la aleación de AlSi
con carbono con la consiguiente formación de carburos. El carbono
podría ser suministrado o por las paredes del colector o en cambio
por partes de la mezcla reaccionante arrastradas por la aleación de
100 AlSi al salir del recinto de reducción o incluso podrían caerse las
mismas sencillamente desde el recinto de reducción al colector. Por

259833 23



consiguiente debe existir un recinto de separación entre la zona de reducción y el metal recogido.

105 Además en la realización del procedimiento según invención
el calor es introducido en el recinto de reducción por calefacción
por reostato eléctrico, siendo lo más conveniente rodear el recinto
de reducción lateralmente por una masa conductora, por ejemplo, de
carbón menudo, por la que se conduce la corriente eléctrica; pero
también pueden aplicarse barras calentadoras u otros conductores
110 térmicos, procurando pues el que el calor sea admitido al recinto
de reducción lateralmente. Incluso pueden disponerse barras calen-
tadoras adicionalmente dentro del propio recinto de reducción en
que las mismas pasan por la mezcla reaccionante. También entra en
elección una calefacción por inducción. Existen muchas posibilidades
115 de llevar la mezcla reaccionante a la temperatura de reacción sin
tener que utilizar electrodos de arco voltaico. Esencial es un sumi-
nistro suficiente de calor para que pueda mantenerse el ambiente de
temperatura favorable.

La velocidad de suministro de la mezcla reaccionante debe
120 estar regulada de tal manera que el calor admitido al horno sea ab-
sorbido, tanto para el rápido calentamiento y la fusión de la mezcla
reaccionante y la reducción de los óxidos como para la compensación
de las pérdidas por los productos de reacción evacuados. Con el fin
de mantener un ambiente de temperatura favorable resulta conveniente
125 suministrar la mezcla reaccionante de tal manera que el recinto de
reducción esté constantemente lleno.

La naturaleza física de la mezcla reaccionante que se ha
de introducir, influye lógicamente en el curso de la reacción. General-
mente la mezcla reaccionante es introducida en procedimiento de esta
130 índole en forma de briquetas. En la realización del procedimiento
según invención se consigue un curso de reacción particularmente
uniforme, en el que se mantiene el equilibrio térmico, de tal manera

259833



que se introduce en procedimientos de esta índole la mezcla reac-
cionante en forma granulada de 15 hasta 20 m/m de diámetro. Para
135 formar este granulado se da la mezcla reaccionante por ejemplo de
una manera por lo general conocida y una vez añadido 20 hasta 25%
de agua sobre un disco rotatorio, o la misma es tratada de un tam-
bor rotatorio. Puede ser conveniente añadir a la mezcla reaccionan-
te algunos porcentos de azufre en forma de sulfuros, sulfatos u
140 otras combinaciones sulfuricas para conseguir una fusión más rápida.

A la temperatura adecuada de por ejemplo 2100°C aprox.
resulta tanto una fusión rápida como una reducción rápida. Al sumi-
nistrarse continuamente nueva carga, colocándola directamente sobre
la superficie de la carga suministrada anteriormente y que sigue
145 bajandose constantemente tiene la nueva carga en cierto modo un efec-
to algo refrigerante sobre la masa en estado de fusión, por lo que
se evita un sobrecalentamiento ya que no puede calentar una sus-
tancia que está fundiéndose, hasta más de su punto de fusión, reinan-
do en el propio recinto de fusión siempre una temperatura constante.

El recinto de reducción puede estar dispuesto conveniente-
mente en forma vertical encima del colector, pudiendo llegar la alea-
ción de AlSi en una disposición de esta índole lo más rápidamente
posible al colector, por ejemplo, cayendo libremente al mismo. Cuan-
do la zona de reducción se encuentra por ejemplo en la parte más
155 baja de un crisol reductor que está dispuesto a distancia suficiente
encima del colector de modo que la aleación de AlSi líquida pueda
enfriarse suficientemente en una caída libre, una vez abandonada la
zona de reducción, quedando el metal recogido por dicha disposición
separado espacialmente de manera suficiente del fondo perforado del
160 crisol, se han creado las condiciones que permiten la realización
del procedimiento según invención.

El objeto del espacio separador debajo del recinto de
reducción es la interrupción lo más rápida posible del contacto de

2593



165 la aleación líquida de AlSi con la carga en reacción; más, pueden estar dispuestos en dicho espacio de separación, por ejemplo, dobles fondos perforados que impiden una radiación excesiva de calor desde el recinto de reacción hacia abajo o que suprimen completamente tal radiación. El espacio separador puede ser llenado en parte también por un lecho de trozos o granos de una sustancia que es mala conductora de calor y que no reacciona con la aleación de AlSi líquida
170 por ejemplo, con trozos de corundio. Trozos o granos de esta índole pueden estar colocados también sobre dobles fondos perforados.

También puede ser ventajoso la intercalación de obstáculos entre el recipiente de reducción y el colector.

175 En lugar de una estructura vertical puede elegirse también aquella en que la aleación de AlSi fluye inclinada al recipiente colector. En una disposición de esta índole se procura convenientemente el que las paredes a lo largo de las cuales fluye la aleación de AlSi, tenga tal composición o bien tal temperatura que
180 que no pueda reaccionar con la aleación de AlSi, con la consiguiente formación de carburos.

Puede ser favorable disponer en el espacio separador elementos de refrigeración, con objeto de acelerar la refrigeración de la aleación de AlSi que pasan por el mismo. Dichos elementos
185 pueden estar constituidos por barras de material inerte con una intercalación de cobre, de las cuales el calor es absorbido fuera del horno por un líquido refrigerante.

También puede ser ventajoso dotar el recipiente colector de una instalación por la que el mismo puede ser, tanto, calentado como refrigerado, de modo que puede ser regulado a la temperatura
190 necesaria para mantener el equilibrio térmico.

En la realización del procedimiento según invención puede entenderse naturalmente por recipiente colector también un canal o caldero del que fluye la aleación de AlSi ininterrumpidamente a



259833

195 otro recipiente o incluso a un aparato de fundición, por ejemplo, a una maquina de fundir lingotes.

Debido a que la mezcla reaccionante debe ser llevada en un tiempo lo más corto posible hasta la zona más favorable de temperatura de reacción, debiendo pasar por la zona de temperatura desde 1600 hasta 2000°C favorable a la formación de carburo, lo má
200 rápidamente posible, es conveniente, al iniciar el proceso, calentar el recinto de reacción ya antes de introducir la mezcla reaccionante por ejemplo a una temperatura de 2050 hasta 2200°C.

Naturalmente puede emplearse el procedimiento según invención también, en caso de que se anhela obtener una aleación de aluminio-silicio que contiene menos de 72% Al, por ejemplo, bajando hasta 65% Al o incluso 60%. Aunque se ha conseguido obtener ya aluminio silicico de más de 60% o incluso de más de 65% Al en los hornos electricos corrientes, supera el procedimiento según invención para la obtención de aleaciones de AlSi, de esta índole, porque se puede dominar mucho mejor el proceso de reducción, siendo por lo tanto también más ventajoso el procedimiento en lo que se refiere a su energía.

Las aleaciones de AlSi obtenidas en el procedimiento según invención pueden tener un contenido bastante elevado en hierro (como aproximadamente en el aluminio ferrosilicico), en titanio y otros elementos.

Las figuras 1 y 2 (en sección vertical y transversal) sirven para ilustrar la idea inventiva en un horno más pequeño para ensayos, de una potencia de alrededor de 80kW. La camisa de hierro del horno 1 está dotada de un revestimiento, de chamota 2 y lleno de carbón menudo 3. Dos paredes paralelas 4 de piedras de magnesi-
220 tas limitan el espacio interior en los dos lados de los enlaces hembra de traída de corriente en grafito 5 y de los electrodos de acero 6 refrigerados por agua. En el horno está dispuesto un crisol
225

259833



230 cilindrico 7 de grafito a tal altura que su parte inferior que sirve de recinto de reducción se encuentra a la misma altura como los enlaces hembra 5 de traída de corriente. El crisol 7 está rodeado por un cilindro 8 de carbón para electrodos que sirve para transferir el calor uniformemente al recinto de reducción. Debajo del crisol reductor 7 está dispuesto un recipiente de paso 9 que igualmente es de grafito y que tiene un fondo perforado. Debajo del recipiente de paso 9 se encuentra el recipiente colector 10 fabricado de grafito arcilloso, cuya parte inferior sale abajo del horno y está rodeado por una camisa 11 de polvo de chamota, que la protege contra un enfriamiento exagerado. Sobre el crisol reductor 7 se encuentra colocada una placa gruesa de recubrimiento 12 fabricada de carbón para electrodos con abertura central destinada al suministro de material.

240 Como se vé, la carga reaccionante en el crisol 7, que mediante una calefacción por reostato electrico está mantenido a una temperatura de por ejemplo 2050°C, está separada especialmente de la aleación de AlSi que se recoge en el recipiente colector 10. La aleación de AlSi formada en el crisol, sale antes de poder carburarse por un fondo perforado del recinto de reacción, pasando por el recipiente de paso 9 al recipiente colector 10 que en parte se encuentra fuera del horno. La temperatura que reina en el recipiente colector es solamente de 900°C aprox. o sea de 1150° a 1300°C más baja que la de la zona de reducción, de modo que la aleación de AlSi liquida no absorbe ningún carbono.

250 Las figuras 3 y 4 presentan en corte vertical o transversal respectivamente, otro ejemplo de un pequeño horno de ensayo siendo la disposición en él la misma como en el horno de ensayo según las figuras 1 y 2. Las dos paredes de piedras de magnesitas no existen aqui, estando montados en su lugar las conexiones de corriente para una calefacción adicional mediante las barras calentadoras de grafito 13.



259833

En hornos de la estructura ilustrada se podía obtener entre otros una aleación de AlSi con 76,0% de Al y 23,1% Si consistiendo el resto en las corrientes impurezas (hierro, titanio etc que se encuentran generalmente en el aluminio-silicio electrotermico. Esta aleación de AlSi fué obtenida de una mezcla de materia prima de la siguiente composición:

260

- 27,4% de caolin bruto
- 23,8% de caolin calcinado,
- 23,6% de alumina
- 2,1% de cuarzo
- 23,1% de carbon vegetal.

La mezcla fué desmenuzada en gramos de 15 hasta 20 m/m de diametro que aguantaban sin sufrir daño una caída de 1,5 hasta 2 metros.

265

Antes de introducirse la mezcla reaccionante el crisol de reducción 7, fué llevado a una temperatura de 2100 hasta 2200°C y mantenido a una temperatura, aun durante el suministro continuo de masa reaccionante.

270

REIVINDICACIONES

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la practica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita PATENTE DE INVENCION por 20 años en España:

275

"PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE ALEACIONES DE ALUMINIO-SILICIO Y HORNO PERFECCIONADO PARA SU REALIZACION"; caracterizándose por lo siguiente:

280

1º. Procedimiento para la obtención de aleaciones de aluminio-silicio y horno perfeccionado para su realización, mediante reducción electrotermica de materias primas oxidicas del aluminio y del sili-

259833



285 cio con ayuda de agentes reductores carbonicos en un horno calen-
tado por reostato eléctrico, caracterizado porque las mezclas de
sustancias que se han de tratar son introducidas directamente en
un recinto de reducción calentado desde 2050 hasta 2200°C en que
tiene lugar un calentamiento rápido, siendo llevada la aleación
líquida de aluminio-silicio formada, inmediatamente despues de abar-
donar la zona de reducción, rapidamente a un recinto de temperatura
290 mucho más baja que aquella que reina en el recinto de reacción.

2º. Procedimiento para la obtención de aleaciones de aluminio-sili-
cio y horno perfeccionado para su realización, según reivindica-
ción 1ª, caracterizado porque la aleación líquida de aluminio-sili-
cio es recogida a una temperatura entre su punto de fusión y 1600°C
295 aprox.

3º. Procedimiento para la obtención de aleaciones de aluminio-sili-
cio y horno perfeccionado para su realización, según reivindica-
ción 1ª, caracterizado porque es impedido el que sea sobrepasada
la temperatura máxima en la zona de reducción con ayuda de la mez-
cla de reacción suministrada ininterrumpidamente o en pequeños in-
300 tervalos de tiempo.

4º. Procedimiento para la obtención de aleaciones de aluminio-sili-
cio y horno perfeccionado para su realización, según reivindica-
ción 1ª, caracterizado porque el recinto de reacción es mantenido
siempre lleno de mezcla reaccionante.
305

5º. Procedimiento para la obtención de aleaciones de aluminio-sili-
cio y horno perfeccionado para su realización, según reivindica-
ción 1ª, caracterizado porque el calor en la zona de reducción es
suministrado en lo esencial desde el exterior.

6º. Procedimiento para la obtención de aleaciones de aluminio-sili-
cio y horno perfeccionado para su realización, según reivindica-
ción 1ª, caracterizado porque se añade a la mezcla reaccionante
algunos porcentos de azufre en forma de sulfuros, sulfatos y otras
combinaciones sulfuricas.
310

259833



- 315 7^º- Procedimiento para la obtención de aleaciones de aluminio-silicio y horno perfeccionado para su realización, según reivindicación 1^ª - 6^ª, caracterizado por un horno calentado por reostato electrico en que está dispuesto inmediatamente debajo del fondo perforado del recinto de reacción en que tiene lugar la reducción,
- 320 un espacio separador en que es enfriada la aleación líquida de aluminio-silicio y que separa el fondo del recinto de reacción la aleación de aluminio-silicio recogida.
- 8^º- Procedimiento para la obtención de aleaciones de aluminio-silicio y horno perfeccionado para su realización, según reivindicación 1^ª - 7^ª, caracterizado por estar dispuestos en el espacio separador uno o varios dobles fondos perforados, obstáculos o análogos fabricados de un material que no reacciona con la aleación de aluminio-silicio.
- 9^º. Procedimiento para la obtención de aleaciones de aluminio-silicio y horno perfeccionado para su realización, según reivindicación 1^ª - 8^ª caracterizado por llevar elementos de refrigeración en el espacio separador.
- 330 10^º. Procedimiento para la obtención de aleaciones de aluminio-silicio y horno perfeccionado para su realización, según reivindicación 1^ª - 9^ª caracterizado porque el espacio colector situado debajo del espacio separador está dotado de una instalación para calentar y/o refrigerar.
- 335 11^º. "PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE ALEACIONES DE ALUMINIO-SILICIO Y HORNO PERFECCIONADO PARA SU REALIZACION".

Consta la presente memoria descriptiva de doce hojas numeradas y mecanografiadas en una sola cara a las que se acompañan dos planos para su mejor comprensión.

MADRID, 28 JULIO DE 1.960-

Rodolfo de la Torre

259833

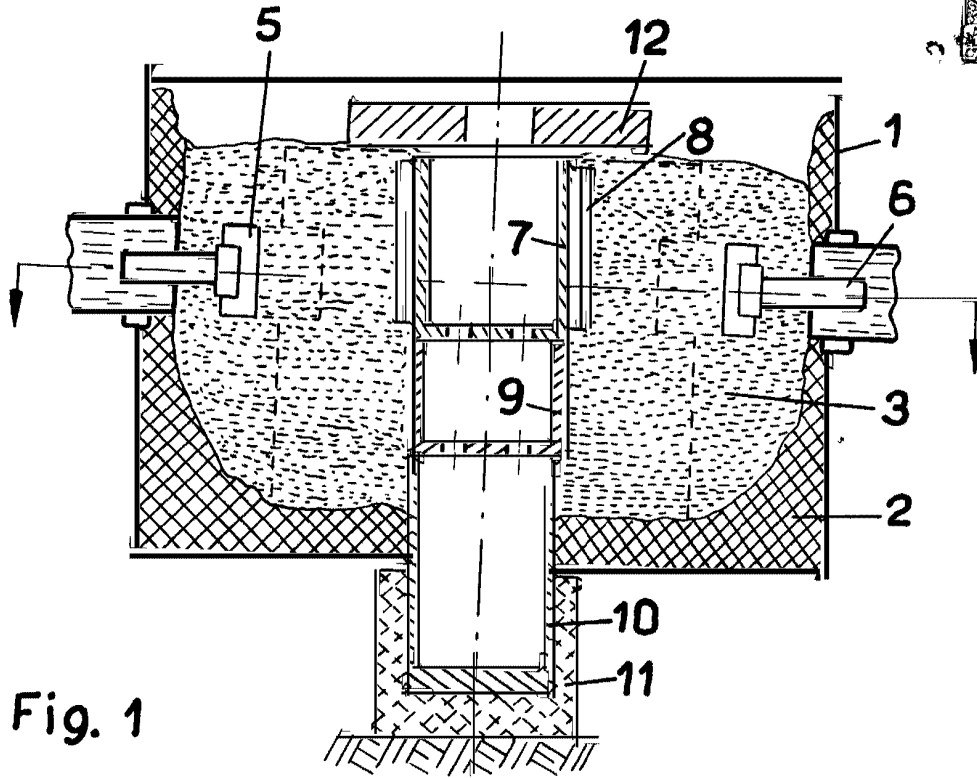


Fig. 1

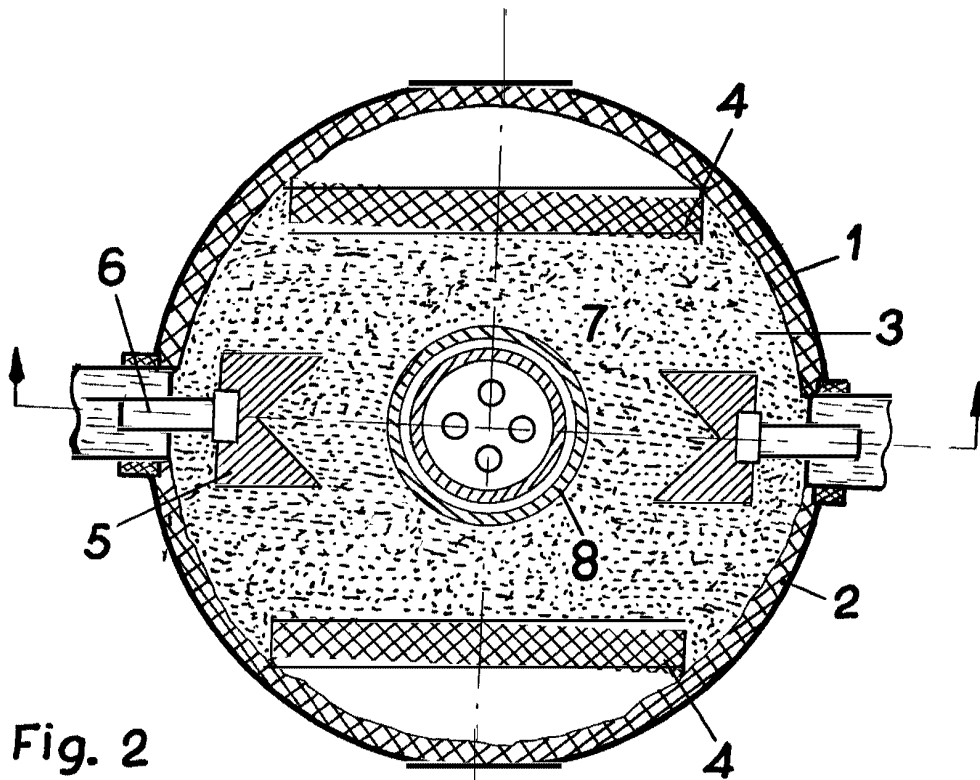


Fig. 2

ESCALA VARIABLE

259833

259833

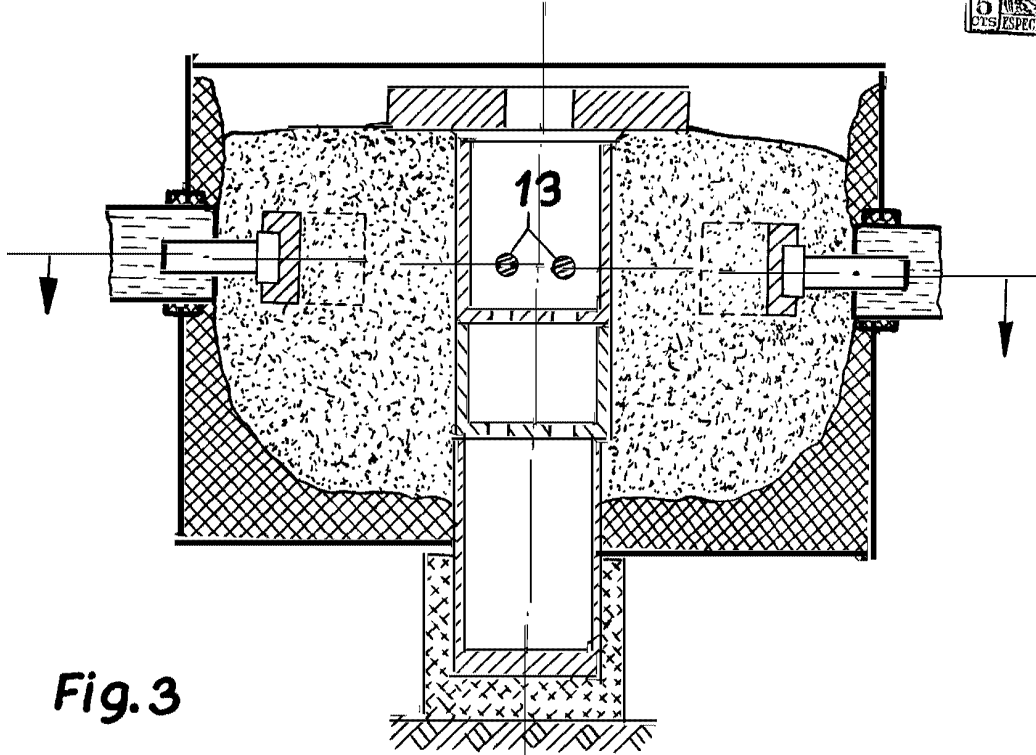


Fig. 3

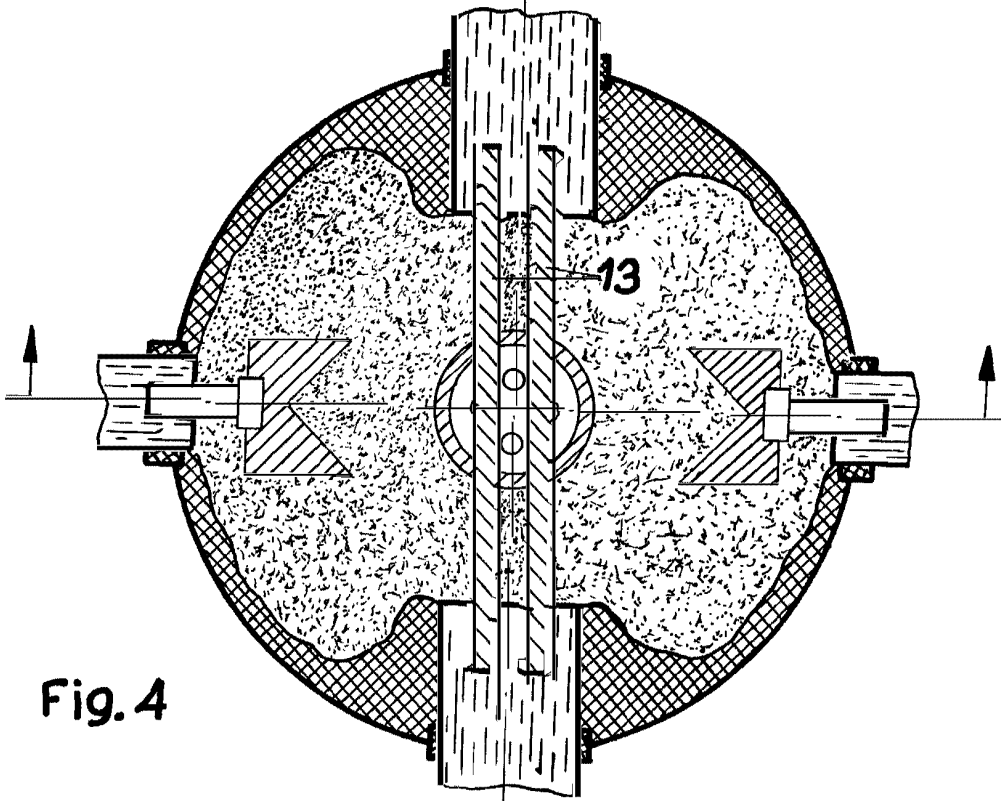


Fig. 4

ESCALA VARIABLE