

388416

30



M.H. Guerga - B.L.D. Hallier 2.2

388416

| |
|------------------------|
| SECCION TECNICA |
| CLASIFICACION I. P. C. |
| CLASE <u>B.28</u> |
| SUBCLASE <u>B</u> |

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE INVENCION
EN ESPAÑA POR: "PROCESO DE FABRICACION POR FUNDICION DE
OBJETOS CERAMICOS UTILIZANDO CALENTAMIENTO POR MICROON-
DAS" A NOMBRE DE STANDARD ELECTRICA, S.A., CON DOMICILIO
EN MADRID, CALLE DE RAMIREZ DE PRADO Nº 5.

El presente invento se refiere a un proceso para calentamiento por microondas para la producción de piezas de objetos en material cerámico partiendo de una mezcla pastosa para el método llamado de fundición. Encuentra sobre todo su aplicación en la industria de objetos sanitarios de cerámica de grandes dimensiones.

En la producción presente de piezas sanitarias, se utiliza como partida una pasta que es una suspensión acuosa de los componentes de la pasta cerámica que tiene la consistencia de un líquido cremoso.

De acuerdo con los procesos conocidos se hacen sucesivamente las operaciones siguientes:

La llamada fundición - o relleno - de una pieza

388416



15 consistente en introducir la pasta en un molde poroso para darle la forma interior que es la forma exterior del objeto que tiene que reproducirse; el agua de la mezcla se absorbe lentamente en el enlucido y se forma una capa de pasta blanda y suave en la superficie interna del molde. Al final de
20 un cierto tiempo que depende de la porosidad del enlucido, de la densidad de la pasta de la humedad predeterminada del molde y de la diferencia de temperatura entre la pasta y el molde, el espesor de la capa es suficiente, se coloca la pasta y el exceso de la pasta se saca por un orificio abierto en la parte inferior del molde (vaciado).
25

Finalmente, durante un largo período de endurecimiento, la capa de pasta continúa deshidratándose por migración de la humedad hacia el enlucido; se produce una cierta contracción y se despega del molde. El molde está hecho,
30 por ejemplo, de varias piezas unidas por una junta, se abre y la pieza así fundida se recoge, siendo lo suficientemente rígida para ser enviada sobre unos soportes adecuados para el secado final.

El mayor inconveniente del proceso tradicional de
35 deshidratación natural sin la intervención de agentes exteriores reside en la considerable duración del endurecimiento que puede exceder de 24 horas. Los procesos modernos que utilizan una ventilación forzada de los moldes mediante aire caliente, requieren todavía tiempos largos. A título
40 de ejemplo, para un lavabo, la duración total con estos procesos modernos de funcionamiento desde el comienzo del llenado del molde con la pasta al final consistente en sacarlo del molde es del orden de siete horas y media de las que al-



45 rededor de dos horas son para que se forme la pieza y cinco
para el endurecimiento. En una cadena moderna de fabricación,
con una gran salida de piezas, las estaciones en las que
se hacen las piezas y se endurecen corren el peligro, si
el número de moldes es insuficiente, de convertirse en
cuellos de botella de la producción. Entonces es necesario
50 multiplicar el número de moldes que son objetos costosos,
para aumentar considerablemente las superficies de trabajo
y almacenamiento así como la superficie reservada para el
secado de los moldes que están en reposo entre dos períodos
de ser puestos en servicio.

55 El objeto del presente invento es un proceso que
permite vencer los inconvenientes precedentes gracias a la
considerable reducción de las duraciones de formación y en-
durecimiento mediante el empleo de medios para calentamien-
to rápido de la mezcla o de la pasta mediante pérdidas die-
60 léctricas con microondas.

Otro objeto del invento es fijar las condiciones
óptimas del tratamiento de la mezcla y de la pasta, asocian-
do el calentamiento por microondas, la absorción en el mol-
de poroso y la ventilación por aire impulsado.

65 De acuerdo con el invento, gracias a las microon-
das, la mezcla o la pasta se calienta rápida y selectivamen-
te; la ventilación en el exterior del molde con aire relati-
vamente frío aumenta la velocidad de migración de la humedad
hacia el molde e impide que el enlucido se deteriore dema-
70 siado rápidamente.

A modo de ejemplo, y como una de las posibles
soluciones para llevar a cabo el invento, se describe un apa-
rato para poner en marcha el proceso constituido por una o má

388416



cavidades en las que están situados el o los moldes y en las que radian varios generadores de microondas.

75. Otro ejemplo de solución para la explotación a escala industrial del invento es una instalación completa simplificada que funciona en una forma continua en un ciclo cerrado con un número reducido de moldes para la preparación de objetos en pasta de cerámica seca partiendo de la
80 mezcla.

De acuerdo con una característica del invento, el molde de yeso se llena con la mezcla de acuerdo con procedimientos conocidos, luego se coloca durante un primer tiempo corto t_1 bajo una primera cavidad, en la que un primer conjunto de generadores de microondas radian en una forma tal
85 que elevan la temperatura de la mezcla a una temperatura θ_1 ; la radiación de microondas se interrumpe entonces y el molde se somete exteriormente a una ventilación de aire impulsado relativamente frío; a una temperatura θ_2 durante un tiempo
90 t_2 claramente mayor que t_1 ; al final del tiempo $t_1 + t_2$ se ha terminado la operación de formación de la pasta.

La velocidad de migración de la humedad de la pasta al yeso es proporcional a la diferencia de temperaturas $\theta_1 - \theta_2$; la duración t_2 es una función del espesor de la capa pastosa que se desea obtener dentro del molde; la temperatura
95 θ_1 se elige tan alta como sea posible pero debe permanecer inferior a un límite del orden de 65°C , más allá de la cual, la pasta y el yeso del molde en contacto con ella, puede deteriorarse por transformación físico-química.

100 De acuerdo con otra característica del invento, el molde que encierra la pasta depositada en estas superficies se separa mediante la operación conocida por vaciado



del exceso de mezcla, luego se coloca bajo una segunda cavidad en la que se radia con un segundo juego de generadores de microondas durante un tiempo t_3 suficientemente corto; simultáneamente, el interior del molde se ventila mediante un generador de aire impulsado relativamente frío a una temperatura θ_3 .

La evacuación de la humedad de la pasta, realizada y mantenida a la temperatura de θ_1 , se hace tanto por absorción en el molde como por evaporación del agua llevada a la superficie interior de la pasta. Las velocidades de la migración de la humedad en los dos casos son proporcionales a las diferencias de temperatura $(\theta_1 - \theta_2)$ y $(\theta_1 - \theta_3)$. El uso simultáneo de los dos métodos de evacuación del agua reduce la cantidad de humedad absorbida por el molde y facilita su propio secado posterior.

La operación de endurecimiento de la pasta se hace así y entonces el objeto está lo suficientemente rígido para sacarlo del molde mediante métodos conocidos.

De acuerdo con una característica de una variante del invento, las cavidades primera y segunda están unidas, así como los juegos de generadores de microondas primero y segundo, teniendo las dos operaciones de formación y de endurecimiento de la pasta unas duraciones diferentes t_1 y t_3 .

De acuerdo con un método de realización preferido, el aparato para llevar a cabo el invento posee las características siguientes: cada una de las cavidades primera y segunda está constituida por un cierre metálico abierto en su base que puede levantarse y bajarse verticalmente; en la posición inferior dicha cavidad se pone en estricto contacto

388416



6.

135 con una placa metálica, haciéndose el contacto a prueba de
radiación de microondas, de acuerdo con procesos conocidos,
mediante una trenza metálica fijada en los bordes abiertos
de dicha cavidad; los generadores de microondas están hechos
con generadores tales como magnetrones acoplados a la cavi-
dad por medio de circuitos conocidos y excitadores igualmen-
te conocidos; los acoplamientos se encuentran en los límites
verticales de dicha cavidad y están dispuestos de tal forma
140 que la distribución de la energía de microondas en el inte-
rior de la mezcla o de la pasta debe ser tan rara como sea
posible; los dispositivos de ventilación por aire forzado
de salida regulable situados en la parte superior de la ca-
vidad permiten que sean ventilados el molde o los moldes du-
145 rante la operación de endurecimiento; un programa temporiza-
do regula la duración de las diferentes operaciones mecáni-
cas y del funcionamiento de los generadores de microondas,
impidiendo unas unidades de seguridad el funcionamiento de
los generadores mientras la cavidad no está bajada y en
150 buen contacto eléctrico con la placa metálica.

La puesta en marcha del proceso está asegurada
con la ayuda de una instalación que funciona continuamente
que permite el empleo de moldes en un circuito cerrado; esta
instalación comprende sucesivamente:

- 155
- una estación llamada adecuadamente de fundición,
conocida por sí misma, en la que se realiza el llenado de
un juego de p moldes con una mezcla pastosa, durando las
operaciones un tiempo t_1 ;
 - una primera estación para calentar la mezcla

388416



7.

160 constituida por una primera cavidad prevista de un primer juego de generadores de microondas, en la que los p módulos permanecen expuestos a la radiación durante el tiempo t_1 ;

- una estación de colocación de la pasta constituida por una cámara en la que los p moldes están sometidos en su exterior a una ventilación regulable por medio de aire frío impulsado durante un tiempo t_2 igual a nt_1 , siendo n un número entero;

165 - una segunda estación para calentamiento de la pasta, constituida por una segunda cavidad alimentada con un segundo juego de generadores de microondas, en la que los p módulos permanecen expuestos a la radiación durante el mismo tiempo t_1 mientras que un segundo dispositivo regulable de ventilación envía aire frío impulsado al interior de cada uno de los p módulos;

175 - una estación para vaciar los moldes, conocida per se, en la que las p muestras de objetos cerámicos suficientemente rígidos se sacan de sus p moldes y se envían a una estación para tratamientos posteriores, fuera del marco del invento; la operación de sacar de los moldes tiene también una duración igual a t_1 ;

180 - una estación de secado para los moldes constituida como se sabe, por un túnel horno con ventilación de aire caliente, siendo la duración del paso de los moldes en esta estación igual a t_4 igual a mt_1 , siendo m un número entero.

185

Los moldes en grupos de p pasan finalmente a la estación de enfriamiento y se cierra el ciclo.

De acuerdo con lo que acaba de describirse los p

388416



190 moldes de un grupo pasan a través de un ciclo completo en un tiempo T definido por $T = (5 + n + m) t_1$.

El número de moldes en circulación en el circuito cerrado es igual a $(5 + n + m) p$.

195 El número de piezas endurecidas que sale de la estación para sacarlas de los moldes es igual a p durante un tiempo t_1 . Conociendo la salida horaria de producción deseada, es posible calcular t_1 y consecuentemente, si la masa de la pasta tiene que calentarse en la primera cavidad y la masa de la pasta que tiene que endurecerse en la segunda cavidad son también conocidos, pueden determinarse las potencias de los juegos de generadores de microondas primero
200 y segundo.

La forma de llevar a cabo el presente invento quedará más clara como resultado de la lectura de la siguiente descripción de ejemplos de realizaciones, estando
205 hecha dicha descripción con relación al dibujo que se acompaña en el que:

La figura 1 muestra esquemáticamente una vista en elevación de un aparato de calentamiento por microondas para la puesta en servicio de un proceso de acuerdo con el invento;
210

La figura 2 muestra, en vista general, la disposición de los generadores de microondas en la cavidad del aparato de la figura 1;

La figura 3 muestra un ejemplo conocido de acoplamiento entre los generadores de microondas y la cavidad del aparato;
215

La figura 4 es un esquemático de una instalación



de conjunto para la realización del proceso de acuerdo con el invento que comprende un solo aparato de calentamiento por microondas;

La figura 5 es un esquemático de otra instalación de conjunto que comprende dos aparatos de calentamiento por microondas;

La figura 6 muestra esquemáticamente una cavidad equipada con generadores de microondas utilizable en la instalación de la figura 5.

En la figura 1, el aparato de calentamiento por microondas 1 está constituido por un bastidor metálico 2 montado sobre ruedas, con dispositivos para fijarlas para permitir, si se desea, su desplazamiento a diferentes estaciones de trabajo.

Dentro de este bastidor 2 está situada una cavidad metálica 3 de forma paralelepípedica, abierta por su parte inferior. La cavidad 3 es de duraluminio o de otro material buen conductor. Sus dimensiones están adaptadas a las de los moldes de yeso; en muchos casos son mucho mayores que la longitud de onda de las microondas utilizadas.

La cavidad 3 tiene un movimiento de elevación y de descenso controlado por tornillos hidráulicos 4a y 4b, movidos ellos mismos por un grupo hidráulico 5 situado en la parte inferior del aparato.

3 es guiado en su movimiento por guías de bolas 6a, 6b, 6c, 6d que se deslizan por dos ejes 7a y 7b.

Una plataforma de carga 8 de duraluminio o de cualquier otro material buen conductor sirve de fondo de la cavidad 3 cuando ésta está en la posición inferior. En dos

388416



de las caras verticales opuestas de la cavidad 3 hay generadores de microondas 9 tales como 9a y 9b en la cara frontal 10, 9c y 9d (no representadas) en la cara posterior opuesta a 10. Cada generador 9 comprende un magnetrón asociado con un circuito de microondas acoplado a la cavidad correspondiente por una apertura; antes de esta apertura se encuentra en el interior de la cavidad 3 un excitador (no representado) constituido, como se sabe, por reflectores móviles en forma de placas giratorias. A cada generador corresponde un magnetrón de alimentación 11, tales como 11a ó 11b fijados en la cara frontal y 11c ó 11d (no representados) fijados en la cara posterior opuesta a 10.

Un equipo 12 de control de movimiento programado de los diferentes elementos del aparato 1 está situado, como el grupo hidráulico 5, en la parte inferior del aparato 1. Un dispositivo de ventilación por aire impulsado 13 que comprende un ventilador 14 y un impulsor 15 permite el envío al interior de la cavidad 3a de una corriente de aire de salida regulable. El acoplamiento aerodinámico entre 13 y 3 se hace por medio de una multitud de pequeños taladros tales como el 16 perforados en la parte superior de la cavidad 3; las dimensiones lineales de estos taladros son mucho menores que la longitud de onda de las microondas utilizadas (llamados taladros de "corte") de forma que las pérdidas de la energía de microondas fuera de la cavidad puedan ser despreciable.

La plataforma 8 sirve para sujetar el molde o moldes cargados con la pasta que tiene que tratarse. En la figura 1 se ha representado un molde de yeso 17 formado por



280 varias partes unidas, por ejemplo, con la ayuda de juntas; la forma interior de 17 es la forma exterior del objeto cerámico que tiene que reproducirse. Una clavija 18 de material dieléctrico de bajas pérdidas con microondas, cierra la parte inferior de 17 e impide la pérdida de la pasta.

285 Cuando se utiliza un solo molde 17 como se ha representado en la figura 1, la cavidad 3 tiene un solo dispositivo de ventilación 13 y el eje vertical de 17 atraviesa la cubierta 3 en el centro geométrico del juego de taladros de corte 16. Si la plataforma 8 sirve para soportar varios módulos 17 similares, en la cubierta de 3 hay tantos dispositivos de ventilación como moldes, atravesando el eje de cada uno de los moldes la cubierta 3 en el centro geométrico del juego de taladros de corte 16 asociados al dispositivo 13 correspondiente.

290

295 Cuando se ha bajado la cavidad, se pone en contacto con la plataforma 8 a través de una trenza metálica fijada en los bordes libres inferiores de la cavidad 3. Cuando la presión de 3 sobre 8 es adecuada, la trenza 19 asegura el blindaje del interior 3 a los campos de microondas: sus pérdidas para el exterior son entonces muy pequeñas; la presión se mide con la ayuda de un dinamómetro no representado, y debido al equipo de control programado 12, los generadores 9 solamente pueden ponerse en funcionamiento si esta presión es la adecuada.

300

A continuación nos referiremos a la figura 2 que muestra esquemáticamente una vista general de ciertos elementos de la figura 1 y especialmente los generadores 9a y 9b sus alimentadores respectivos 11a y 11b fijados en la ca-

388416



30

12.

305 ra frontal de la cavidad 3; debe señalarse que los generadores 9a y 9b están situados aproximadamente en la diagonal a-b de la cara 10 a mitad de distancia entre el centro de esta cara y cada uno de los vértices a ó b.

310 En la cara 20 opuesta a 10 están fijados elementos no representados, generadores 9c y 9d así como sus alimentadores respectivos 11c y 11d; los generadores 9c y 9d están situados aproximadamente en la diagonal c-d de la cara 20 a mitad de distancia entre el centro de esta cara y cada uno de los vértices c ó d.

315 La figura 3 da una sección parcial de un ejemplo conocido de realización de uno de los generadores 9. El magnetrón 9-1, provisto de su imán 9-2 está terminado por la antena 9-3 que acopla 9-1 al circuito de microondas 9-4; 9-4 está constituido por una sección de guía de ondas cortocircuitada en un extremo y abierta en el otro extremo a través de una bocina a la cavidad 3.

320 Las tuberías 9-6 sirven para la circulación de agua de refrigeración para el magnetrón 9-1.

325 La figura 4 muestra un esquemático funcional del equipo de una instalación para la realización del proceso de acuerdo con el invento que comprende un solo aparato de calentamiento por microondas que tiene la estructura como acaba de describirse de acuerdo con las figuras 1, 2 y 3. En la figura 4, este aparato de calentamiento por microondas lleva el número 11 y de la misma forma los moldes que tienen que tratarse están designados por 17 como en la figura 1.

330 21 representa una rueda que lleva un cierto número de moldes 17-0; 22 es un dispositivo de ventilación por aire



impulsado que ventila los moldes cuando se levanta la cavidad de 1; 23 es un área para sacar los moldes 17-1 que vienen del aparato 1 después de tratamiento. Las piezas metálicas no moldeadas procedentes de los moldes 17-1 se disponen en una primera cubierta 25 que las transfiere hacia las estaciones de las operaciones siguientes; los moldes 17-2 levantados desde 23 se colocan en otra banda giratoria 26 que los devuelve, después de un secado adecuado por ventilación, hacia la rueda 21 en la que quedan preparados para un nuevo ciclo de funcionamiento.

Con la ayuda de las figuras 1 a 4 puede describirse a continuación un ciclo de tratamiento de la mezcla y del endurecimiento de la pasta en uno o más moldes de acuerdo con el invento.

Se llenan uno o más moldes con la pasta en la rueda 21. Los moldes se introducen manualmente o por otros medios mecánicos en la plataforma de carga 8 del aparato 1. El operador inicia el ciclo de funcionamiento bajando la cavidad 3 con la ayuda de tornillos 4a y 4b accionados por el grupo hidráulico 5; un dispositivo de seguridad electro-óptico impide este descenso si no se ha cargado la plataforma 8.

Cuando la cavidad 3 se pone en contacto con 8, se aplica una presión pre-regulada al conjunto de 3 para hacer el cierre a prueba de campos de microondas gracias a la trenza metálica 19. En este momento los alimentadores 11 (11a, 11b, 11c, 11d) se colocan bajo tensión durante un tiempo pre determinado t_1 a través de un mecanismo de temporización situado en el conjunto de control 12; durante el tiempo t_1 los

388416



14.

generadores 9 suministran al juego de moldes y a la pasta que contienen una potencia de microondas P_1 .

365

Cuando ha transcurrido el tiempo t_1 y el magnetrón de los generadores deja de ser alimentado, la cavidad 3 se eleva para colocarse en su posición inicial. Entonces entra en funcionamiento el dispositivo de ventilación 22 y envía a la superficie exterior del molde o moldes, durante un

370

tiempo t_2 mucho mayor que t_1 aire frío con un caudal determinado. Al final del tiempo t_2 el molde o moldes 17-0 se vacían, sacando las clavijas 18, del exceso de pasta sobre los moldes que esperan situados en la rueda 21. El molde o moldes así vaciados, recubiertos en su interior con una

375

capa de pasta que constituye la forma del objeto u objetos cerámicos, se vuelven a colocar en la plataforma 8; de nuevo se vacía la cavidad, y se comprueba, como se ha indicado antes, que el contacto entre 3 y 8 está bien asegurado. En este momento los alimentadores 11 entran en funcionamiento

380

y los magnetrones del generador 9 se ponen bajo tensión durante un tiempo predeterminado t_3 por medio del mecanismo de temporización situado en el conjunto de control 12. Durante el mismo tiempo t_3 , el o los dispositivos de ventilación 12 envían hacia el interior de cada uno de los moldes

385

un flujo de aire frío impulsado con una salida determinada. Cuando ha pasado el tiempo t_3 , los magnetrones de los generadores 9 dejan de funcionar, se detiene el dispositivo o dispositivos de ventilación 13, la cavidad 3 se levanta

390

de nuevo hasta que toma su posición inicial. El endurecimiento de la pasta está terminado; el molde o los moldes se llevan entonces en 17-1 al área de vaciado de moldes 23. La



forma o formas de los objetos sacados del molde 24, suficientemente rígidos, se colocan en la cubierta 25 para ser llevados hacia otras estaciones de tratamiento tales como, por ejemplo, las de secado. Los elementos del molde o de los moldes se colocan en 17-2 en la segunda cubierta 26, y se envían a los ventiladores de secado volviendo a la rueda 21 para ser utilizados en un nuevo ciclo de operaciones.

La instalación para la utilización del proceso de acuerdo con el invento antes descrita con la ayuda de las figuras 1 y 4 se utiliza, sobre todo, en laboratorio para determinar para un objeto de dimensiones dadas los órdenes de magnitud de los tiempos t_1 , t_2 y t_3 , la potencia de microondas P_1 y las salidas de los sistemas de ventilación 13 y 22; en la industria se utilizará preferiblemente un juego de medios de acuerdo con el invento que se mencionarán más tarde.

De acuerdo con la idea del invento, la intervención del calentamiento por microondas durante el tiempo t_1 tiene esencialmente por objeto elevar la temperatura de la mezcla a una temperatura ϑ_1 , del orden de 65°C , valor que no debe sobrepasarse si se quiere evitar la degradación por transformación físico-química, así como la de la pasta con el yeso del molde colocado en contacto con él. Al principio de las operaciones, los moldes están si no secos, al menos muy poco cargados de humedad y, teniendo en cuenta el efecto selectivo del calentamiento por microondas, es principalmente la pasta la que absorbe la energía de microondas radiada en la cavidad 3 por las pérdidas dieléctricas en el agua.

388416

30



16.

Las pastas tienen una composición muy variable de acuerdo con el objeto cerámico que se tenga que obtener; en la práctica para fijar un orden de magnitud, la proporción de agua es de alrededor del 40%.

425

Los componentes minerales (caolín, arcilla) tienen un calor específico que es aproximadamente igual a dos décimas del del agua; consecuentemente, el calor específico medio de la pasta es de casi 0,5 calorías por gramo.

430

Idealmente, la energía de microondas se utilizará solamente para calentar la pasta desde una temperatura ambiente de, digamos, por ejemplo, 25°C a la temperatura θ_1 de 65°C o sea un calentamiento de 40°C.

435

Este calentamiento requiere una contribución de calor por kilogramo de mezcla igual a $2 \cdot 10^4$ calorías a lo que corresponde una energía de microondas absorbida de 85 kilojulios, o expresado en kilovatios hora:

$$24 \cdot 10^{-3} \text{ KW.h}$$

440

Si se desea llevar a 65°C a a kilogramos de una mezcla durante un tiempo t_1 expresado en minutos, la potencia suministrada por el conjunto de generadores de microondas 9 debe ser igual a $\frac{1,44 \text{ a}}{t_1}$ KW.

445

En realidad, si se tienen en cuenta el 25% de pérdidas en las paredes de la cavidad 3 y que el molde o moldes no están perfectamente secos, la potencia real P_1 que deben suministrar los generadores es $P_1 = \frac{1,8 \text{ a}}{t_1}$ KW (ecuación A).

A título de ejemplo, si a 20 Kg y $t_1 = 10$ minutos, tenemos $P_1 = 3,6$ KW, potencia que, según la figura 1, se obtiene de cuatro generadores, cada uno de los cuales utiliza un magnetrón de 1 KW de potencia efectiva de microondas.



450 Durante el tiempo t_1 , el molde absorbe lentamente
el agua de la mezcla. Finalmente, durante el tiempo t_2 , la
acción de la energía de microondas se interrumpe y se levan
ta la cavidad, se enfría el exterior del o de los moldes me
diante una ventilación de aire relativamente frío a la tem-
455 peratura de θ_2 por medio del ventilador 22; la migración
del agua de la pasta hacia el yeso poroso del molde es de
esta forma mucho más rápida cuanto mayor sea el gradiente
de temperatura $\theta_1 - \theta_2$.

La operación de la formación de la pasta se termi
460 na cuando la capa de cerámica pastosa depositada en las su-
perficie interior del molde o de los moldes alcanza el
espesor deseado.

Después de vaciar la pasta que sobra, la cantidad
de agua contenida en el conjunto moldes-pasta es claramente
465 menos que la contenida en la pasta inicial.

Durante la operación de endurecimiento, la acción
de la energía de microondas debe servir esencialmente para
calentar la pasta alrededor de 65°C de forma que favorezca
la migración del agua hacia el yeso del molde o de los mol-
470 des.

El proceso de evacuación del agua se acelera por
ventilación del interior de cada molde por medio de un dis-
positivo de ventilación 13 mediante aire impulsado relativa
mente frío (figura 1). La evaporación del agua por la su-
475 perficie interna tiende a enfriar la pasta de forma que la
energía de microondas que tiene que suministrarse para man-
tener la pasta a la temperatura de 65°C es prácticamente
igual a la que se ha utilizado durante el calentamiento pre

388416



18.

480 vio para la formación de la pasta. En otros términos, las
dos intervenciones de calentamiento por microondas en las
operaciones consideradas pueden ser de duración igual ($t_1 =$
 t_3) para la misma potencia de microondas P_1 ; el aparato 1
de la figura 1 puede utilizarse entonces sin modificación
de la potencia de los generadores 9, residiendo la única di-
485 ferencia en el hecho de que el dispositivo de ventilación
13 no funciona durante el tiempo t_1 de calentamiento de la
pasta.

En una instalación industrial para realizar el
proceso de acuerdo con el invento, se utiliza preferentemen-
490 te una instalación con funcionamiento continuo que permite
el empleo de los moldes en circuito cerrado.

La instalación comprende dos aparatos de microon-
das como el que se ha representado en la figura 1, uno para
calentar la mezcla, otro para el endurecimiento de la pasta.

495 De hecho, cada aparato 1 puede contener varios
moldes 17; las cavidades 3 son paralelepípedos alargados,
estando alineados los moldes lado junto a lado en la direc-
ción de la longitud. Verticalmente, sobre cada molde se en-
cuentra la entrada del aire impulsado mediante un dispositi-
500 vo de ventilación como el 13. La plataforma 8 está suprimi-
da y sustituida por la superficie metálica plana de un carro
que lleva los moldes que tienen que tratarse y puede estar
sucesivamente dispuesta bajo cada una de las cavidades 3 de
los dos aparatos 1.

505 La figura 5 muestra el esquemático del conjunto de
una de estas instalaciones industriales. Cada rectángulo
del esquemático representa una estación de tratamiento de



una carga de p moldes llevados por un carro que circula en sentido de las agujas del reloj y que se para durante un tiempo t_1 en cada estación; los carros se suceden unos a otros en la entrada y la salida de la instalación a una frecuencia de un carro por período de duración t_1 .

27 representa la estación en la que se hace mediante procesos manuales o automáticos el llenado con mezcla de los p moldes de una carga.

28 representa un primer aparato de calentamiento por microondas en el que la pasta contenida en los moldes se lleva a una temperatura adecuada sin ventilación por aire impulsado.

29, 30, 31 y 32 representan cuatro estaciones para la formación de la pasta; los moldes, durante su estancia en estas estaciones, están sometidos, gracias a medios conocidos, a una ventilación regulable con aire impulsado relativamente frío; el número de estaciones de formación es, en una forma general, igual a m , siendo el tiempo total de estancia de los moldes en estaciones de $m \cdot t_1$.

33 es una estación en la que se hace el vaciado de la mezcla que queda después de la formación; los medios para vaciado son conocidos y pueden ser automáticos o manuales.

34 representa un segundo aparato de calentamiento por microondas en el que los moldes permanecen expuestos a la radiación de microondas mientras que cada uno de los p dispositivos de ventilación situados en la parte superior de la cavidad del aparato envía una cierta salida de aire impulsado relativamente frío al interior del molde situado verti-

388416



30 MAY
20.

calmente debajo.

35 es una estación de retirada automática y manual de moldes de tipo conocido en el que los p formas de objetos
540 . de cada carga se hacen lo suficientemente rígidas y se sacan de sus p módulos y se envían hacia las estaciones, no representadas, para que se sometan allí a tratamientos que quedan fuera de alcance de este invento.

36, 37 y 38 representan tres estaciones de secado
545 de los moldes vacíos formadas, por ejemplo, como se sabe, por un túnel horno con ventilación por aire caliente, siendo generalmente igual el número de estaciones de secado para moldes vacíos a n y el tiempo total de estancia de los moldes en estas estaciones es igual a $n \cdot t_1$.

550 Debe señalarse que la carga de los moldes que salen de 38 se utiliza de nuevo para un nuevo ciclo de operaciones en la estación de fundición 27.

Las características de la instalación de la figura 5 se determinan fácilmente en cuanto se han fijado las dimen
555 siones superficiales de cada estación, la salida horaria de producción de objetos endurecidos y la masa de la mezcla⁷ puesta inicialmente en cada molde.

Si se expresa t_1 en minutos, resulta:

$$N = \frac{60p}{t_1} \quad (\text{ecuación B})$$

560 Por otra parte, si a es la masa de la mezcla contenida en cada molde, la potencia de microondas que tiene que ser suministrada por los generadores del primer aparato (estación 28) debe ser igual, de acuerdo con la ecuación A, a:

565 $P_1 = 3 \cdot 10^{-2} aN$ Kilovatios

388416

30 MAY



21.

La experiencia muestra que la potencia de microondas P_3 que tiene que ser suministrada por los generadores del segundo aparato (estación 34) es también aproximadamente igual a P_1 ; además es posible compensar las variaciones inevitables, regulando la salida de la ventilación del interior de los moldes durante la estancia en la estación 34, o disponer de generadores más o menos potentes que los utilizados en la estación 28, o todavía, cuando sea posible, reducir el tiempo de exposición a la radiación de microondas en la estación 34.

Los valores de m y de n se determinan experimentalmente. El número de moldes necesarios para un ciclo completo asciende a $(5 + n + m)p$, representando la cantidad entre paréntesis el número de estaciones de la instalación de la figura 5.

A título de ejemplo práctico, para la producción horaria de 48 piezas de inodoros, cada pieza necesita una masa de 10 Kg. y la longitud de cada estación no tiene que requerir más de 3,50 m. se tiene entonces:

$$P_1 = 15 \text{ KW}$$

Teniendo en cuenta las dimensiones de los moldes que están alineados en la dirección de la longitud de las cavidades de los dos aparatos de microondas de la instalación, el número p es igual a 8.

t_1 de acuerdo con la ecuación B es igual a 10 minutos.

El número de moldes necesarios con $n = 4$ y $m = 3$ es igual a $12 \times 8 = 96$.

La duración del conjunto de operaciones de llena-

388416

30 MAR



22.

595 do, calentamiento de la mezcla, formación de la mezcla, vaciado del exceso de mezcla, endurecimiento de la pasta y retirada del molde para cada elemento es de $(5+n)t_1$, o en el caso considerado, 90 minutos.

600 La misma operación dura un total de 7 horas y media en una instalación industrial moderna de fabricantes de cerámica.

Consecuentemente, para una producción horaria de 48 piezas con procesos sin intervención de microondas se necesitaría poner en servicio 360 moldes o sea, alrededor
605 de cuatro veces más que en la instalación de acuerdo con el invento.

Otro aspecto ventajoso del proceso que se propone reside en la considerable reducción de espacio de los equipos; esta superficie es de 120 m^2 para la instalación que
610 utiliza el proceso del invento y de 1.400 m^2 utilizando procedimientos sin la acción de energía de microondas.

Finalmente, una ventaja importante reside en la naturaleza de las ventilaciones en los dos casos. En las instalaciones modernas a las que nos hemos referido antes,
615 los moldes están sometidos durante el período de endurecimiento de la pasta durante varias horas a una ventilación por aire impulsado intensa a una temperatura próxima a los 55°C . En la instalación propuesta que utiliza los procesos objeto de este invento, la ventilación exterior se utiliza
620 solamente en las estaciones para formación de la pasta y tiene lugar con aire a la temperatura del taller; la ventilación del interior de los moldes, se hace también en la estación de endurecimiento con aire a la temperatura ambiente

388416 6

30
23.



625 y corresponde a una salida relativamente baja. Si se consi-
dera ahora el secado de los moldes después de retirarlos,
éste se obtiene en los dos casos, gracias a una ventilación
por aire impulsado a una temperatura de alrededor de 302C;
pero entonces las estaciones de secado ocupan una superfi-
cie relativamente pequeña en la instalación propuesta, ocu-
pando por el contrario una superficie considerable en las
630 otras instalaciones.

Conviene ahora volver, refiriéndonos a las figu-
ras 1 y 2, a una de las características de un método prefe-
rido para realizar el invento que se refiere al número y a
635 la disposición particular de los generadores de microondas
9 situados en las dos verticales opuestas 10 y 20 de la ca-
vidad 3. Es indispensable, especialmente en el curso de la
operación de endurecimiento tener una temperatura aproxima-
damente igual en todos los puntos de la pasta. Si este no
640 es el caso, se corre el riesgo de que aparezcan grietas o
rugosidades en el objeto cerámico y este defecto es irrepa-
rable.

En el calentamiento por microondas, la potencia
debe distribuirse así adecuadamente en los objetos que tie-
nen que calentarse.
645

Unos primeros medios bien conocidos consisten en
introducir en las cavidades en las que radian los generado-
res de microondas, reflectores móviles llamados "excitado-
res" que actúan como igualadores de campo - o mezcladores
650 de ondas - y limitan los efectos de las ondas estacionarias.
Unos segundos medios, de acuerdo con el presente invento,
que además deben acompañar preferentemente a los primeros,

388416

30



24.

655 consisten en utilizar s generadores independientes en vez de uno solo. En cualquier punto dentro de una cavidad, los s campos eléctricos de microondas se combinan con fases incoherentes, que limitan considerablemente el riesgo de que aparezcan ondas estacionarias; es interesante tomar s tan grande como sea posible.

660 Si nos referimos a las figuras 1 y 2, el molde 17 cargado con mezcla o pasta cerámica situada en sus superficies interiores, constituye para la radiación de un generador 9 un obstáculo absorbente y poco reflectante.

665 Para obtener homogeneidad en el calentamiento es por lo tanto necesario disponer primeramente los generadores en cantidades iguales en cada una de las caras opuestas 10 y 20 de la cavidad 3; así se evita el efecto de apantallamiento que podría resultar por la asimetría en la distribución de los generadores. La experiencia ha demostrado que no es necesario colocar los generadores en los otros dos lados verticales de la cavidad 3.

670 La disposición de los generadores 9a y 9b en la cara 10, por una parte, la de los generadores 9c y 9d por otra parte, como se ha descrito refiriéndonos a las figuras 1 y 2 es un ejemplo de realización de un aparato 1 de acuerdo con el invento, particularmente recomendado para la preparación por fundición de un objeto de forma oblonga o de dos objetos de forma circular, cuyos moldes estén situados el uno junto al otro durante el tratamiento.

680 Para la preparación de un número mayor p de objetos semejantes, es preferible utilizar una cavidad como la representada en la figura 6 en la que los p moldes están

388416

30 MA



25.

alineados en la dirección de la longitud.

685 Esta cavidad, en lo que se refiere a la distribución de los generadores en las caras frontal y posterior, puede considerarse como resultante de la unión de varias cavidades idénticas 3-1, 3-2, 3-3 y 3-4 como la de la figura 1, habiéndose suprimido sus límites comunes; cada cavidad lleva en su parte superior los dispositivos de ventilación 13 en la proporción de uno por objeto tratado.

690 Aunque los principios del presente invento se han descrito en lo que antecede con relación a un ejemplo de realización particular, tal como se muestra en los dibujos adjuntos, debe sobreentenderse que dicha descripción se ha hecho solamente a título de ejemplo y no como una limitación del alcance del invento.

695 Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Francia el 18 de febrero de 1970, señalada con el número 7005727 y se acoge, por lo tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

700. - - - - - N O T A - - - - -

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguientes:

- 705 1. Un proceso de fabricación por fundición de objetos cerámicos utilizando calentamiento por microondas, que comprende las siguientes operaciones; el llenado de unos moldes porosos con mezcla cerámica, la formación de la pasta, el vaciado del exceso de la pasta, el endurecimiento de la pasta cerámica depositada en la superficie del molde y la retirada de los objetos endurecidos, caracterizado en

ME

388416



26.

710 éste porque:

- para la formación de la pasta, el molde o moldes se someten durante un tiempo t_1 a la radiación de un juego de generadores de microondas, produciendo dicha radiación de potencia P_1 el calentamiento de la pasta hasta una temperatura predeterminada θ_1 , inmediatamente después, se someten durante un tiempo t_2 superior a t_1 a una ventilación exterior por aire impulsado de temperatura θ_2 sustancialmente menor que θ_1 ;

- para el endurecimiento de la pasta cerámica, el molde o moldes, están sometidos durante un tiempo t_3 a la radiación de un juego de generadores de microondas, manteniendo dicha potencia de radiación P_3 la temperatura de la pasta cerámica a la temperatura predeterminada θ_1 , mientras que simultáneamente un juego de dispositivos de ventilación envía al interior de cada uno de los moldes, una corriente de aire impulsado de temperatura θ_3 sustancialmente inferior a θ_1 .

720 2. Un proceso de fabricación como el del punto 2 caracterizado en éste porque:

730 - los tiempos t_1 y t_3 son iguales;
- las potencias P_1 y P_3 son diferentes.

3. Un proceso de fabricación como el del punto 2, caracterizado en éste porque:

735 - los tiempos t_1 y t_3 son diferentes;
- las potencias P_1 y P_3 son iguales.

4. Un proceso de fabricación por fundición de objetos cerámicos utilizando calentamiento por microondas.

Tal y como se describe en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los

ME



388416

27.

fines especificados.

Esta memoria consta de veintisiete hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 30 MAYO 1973

M. G. SANTAMARIA
VICE-SECRETARIO GENERAL



mE



388416

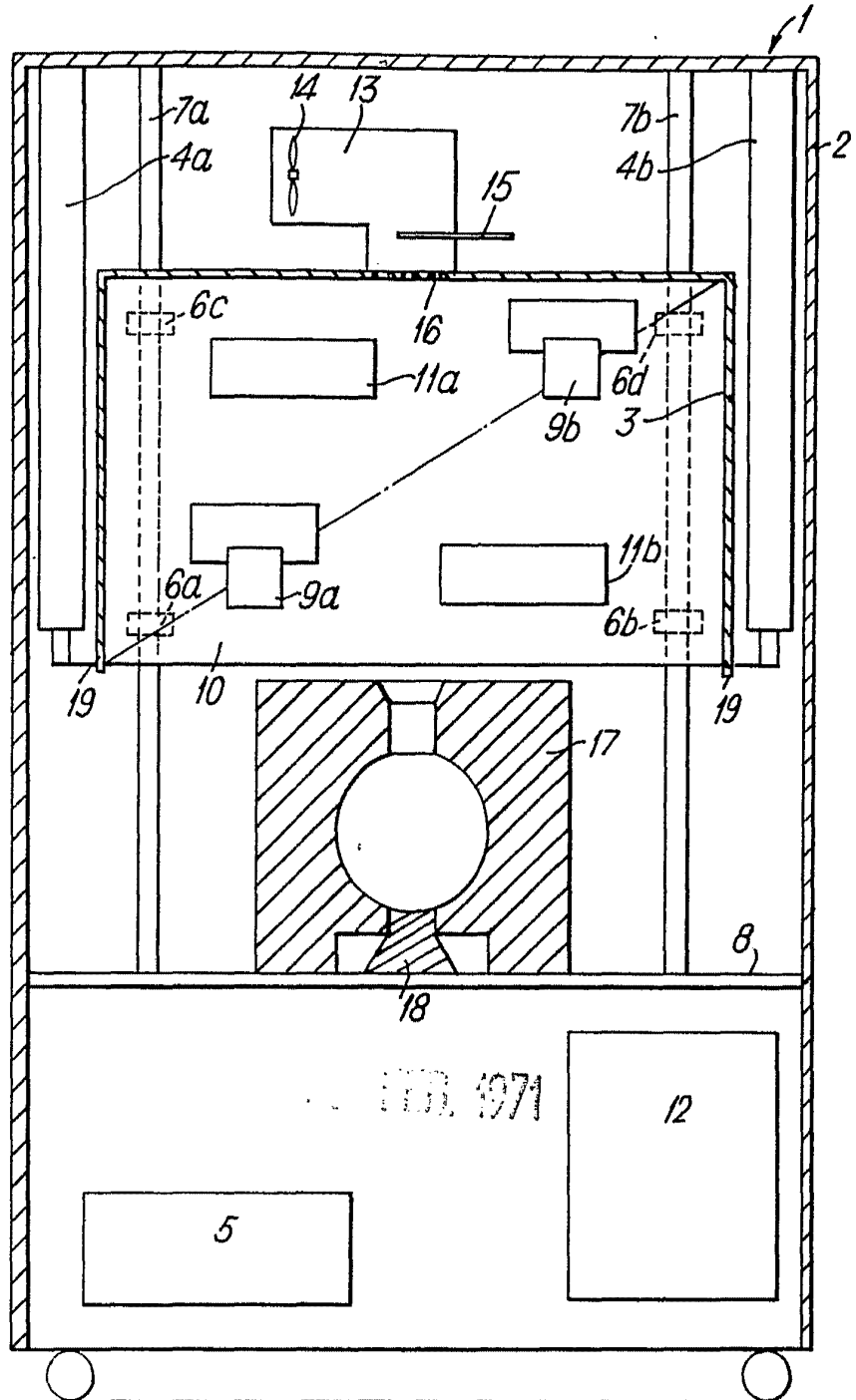


Fig. 1.



M. G. Santamaria
M. G. SANTAMARIA
VICEDIRECTOR GENERAL



388416

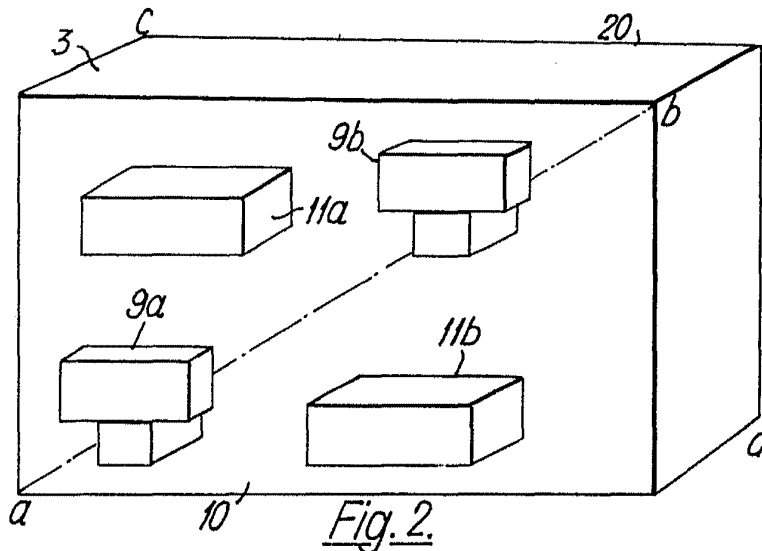


Fig. 2.

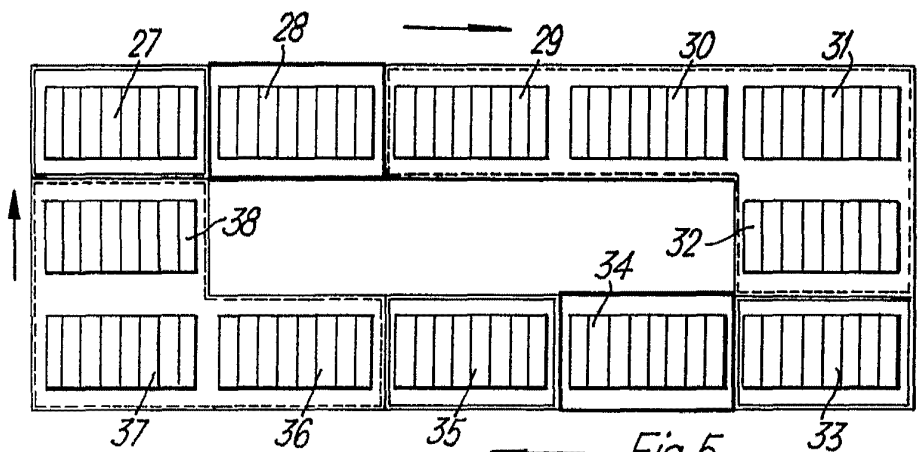


Fig. 5.

18 FEB. 1971

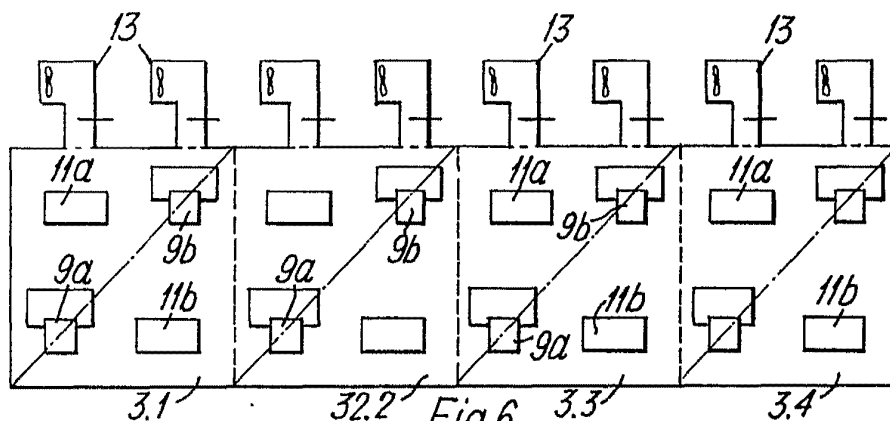


Fig. 6.

M. G. Santamaria
 M. G. SANTAMARIA
 VICE-SECRETARIO GENERAL



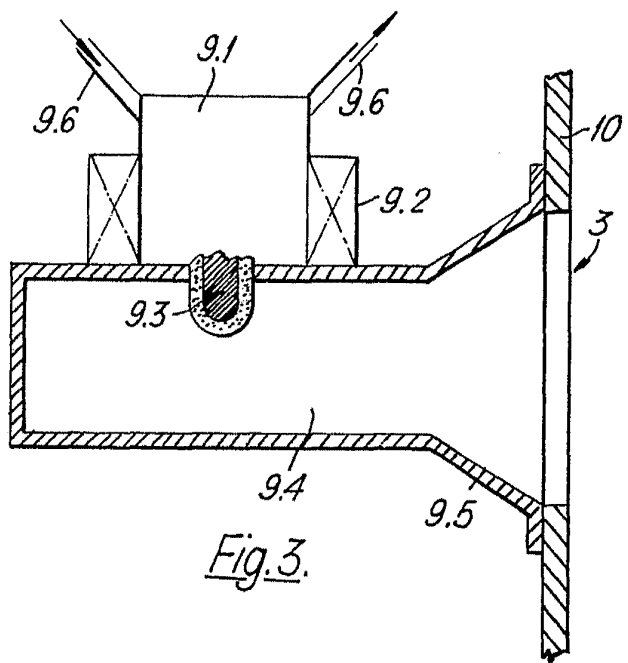


Fig. 3.

18 FEB. 1971

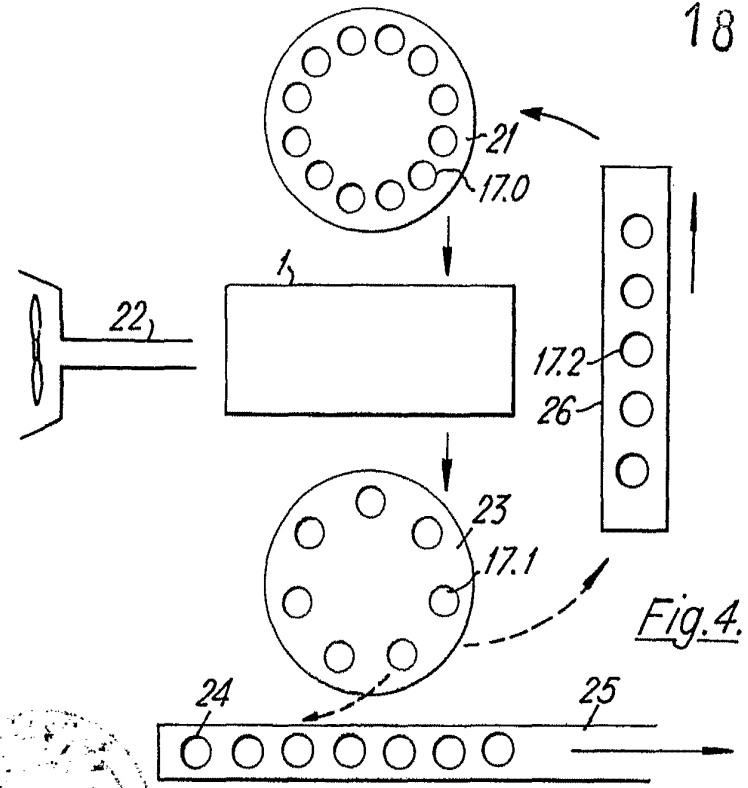


Fig. 4.



M. G. Santamaria
M. G. SANTAMARIA
VICE-SECRETARIO GENERAL