



ESPAÑA

19 ES	21	11 NUMERO	10 A1
		473.566	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		30 agosto 1.978	

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

**PATENTE DE INVENCION**

C. FP/MHI-2284

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
prov. 103643-1977	31 agosto 1.977	JAPON

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B01D	

64 TITULO DE LA INVENCION
"Método y aparato para el tratamiento de los gases de escape".

71 SOLICITANTE (ES)
MITSUBISHI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA.-

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
5-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, TOKYO (Japón)

72 INVENTOR (ES)
Kazuhiro Matsumoto; Toru Seto y Takeji Tanaka.-

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
D. Joaquin Bolibar Pera.-

P A T E N T E   D E   I N V E N C I O N

M e m o r i a   d e s c r i p t i v a

La presente invención se refiere a un método  
5 y a un aparato para el tratamiento de los gases de escape que contienen óxidos de nitrógeno (denominados de aquí en adelante  $\text{NO}_x$ ), oxígeno y hollín, tal como los gases de escape de una caldera de aceite pesado, de un horno de sinterización de una caldera de carbón,  
10 etc.

En los aparatos conocidos hasta la fecha para el tratamiento de los citados gases de escape se ha hallado principalmente el sistema en el que un catalizador granular de forma esférica o cilíndrica se dispone en el interior de un reactor -R- y se efectúa una  
15 reacción catalítica, introduciendo para ello un gas de escape -G- en la capa -p- del catalizador para hacer pasar el gas a su través como se indica en la figura 1. Un inconveniente de este sistema consiste en que en el  
20 caso de que el gas de reacción contenga partículas sólidas, tal como hollín, dicho hollín se acumula en la capa -p- del catalizador, lo que provoca una obturación de los conductos de paso del gas y determina una pérdida de presión de los gases de escape en el interior del reactor -R- y hace que dicho reactor resulte  
25 inoperable. Otra desventaja consiste en el hecho de que como los gases de escape pasan a través de la capa -p-

del catalizador, la pérdida de presión de los gases de escape dentro del reactor -R- es grande.

5 Con el fin de eliminar las referidas deficiencias se ha propuesto recientemente un reactor de desnitración en el que, como se ilustra en la figura 2, se dispone una pluralidad de planas compactas -P'- de un catalizador granular en el interior de un reactor -R- paralelamente a la circulación de los gases de escape -G-. Además, se ha propuesto un catalizador tipo pa-  
10 nal en lugar de un catalizador de tipo granular sólido. Ambos son de un tipo en el que el gas de reacción circula paralelamente a la superficie de contacto, y tienen las ventajas de que la pérdida de presión es pequeña y apenas está influido por el hollín. No obstante, en  
15 el primer tipo de catalizador, si los intersticios de los granos del catalizador son obturados por el hollín, se presenta el mismo problema que en el sistema representado en la figura 1, mientras que el último tipo de catalizador, es decir, el tipo de panel presenta  
20 las desventajas de que el coste de su fabricación resulta elevado y subsisten problemas relativos a su utilidad práctica.

La presente invención tiene la finalidad de subsanar los inconvenientes de los sistemas citados de  
25 la técnica conocida, mediante la utilización de cuerpos catalizadores planos provistos de separadores o salientes, o cuerpos catalizadores dotados de orificios de pa-  
so del gas de acuerdo con la presente invención en las

formas de realización que se describen más adelante, con lo que se pueden obtener muchas ventajas porque se puede evitar la obstrucción de la capa del catalizador ocasionada por el hollín de los gases de escape, se aumenta la zona de contacto por volumen unitario y se mejora la eficiencia de contacto con el gas, por lo que el aparato se puede hacer compacto, se facilita la constitución del catalizador del aparato y el aparato resulta ligero de una gran resistencia mecánica y de fácil montaje.

Los citados y otros objetivos y ventajas de la presente invención se pondrán más de manifiesto mediante la descripción siguiente con referencia a los dibujos adjuntos.

En dichos dibujos:

La figura 1 es una vista en perspectiva esquemática parcialmente fragmentada de un ejemplo de realización de un reactor de desnitración de acuerdo con la técnica conocida.

La figura 2 corresponde a una vista en sección de otro ejemplo de realización de un reactor de desnitración según la técnica conocida.

La figura 3 es una vista en perspectiva de un reactor de desnitración parcialmente fragmentado de acuerdo con la presente invención, en el que se utilizan catalizadores planos.

La figura 4 es una vista en sección del mismo reactor considerada por la línea IV-IV de la figura 3.

La figura 5 es una vista en perspectiva que

ilustra una pila de catalizadores planos con separadores interpuestos entre ellos.

5 La figura 6 es una vista en perspectiva que muestra una pila de catalizadores planos similares a la figura 5, pero fijados juntamente de una manera distinta.

10 La figura 7 es una vista en perspectiva que ilustra una pila de placas catalizadoras onduladas con separadores asimismo ondulados interpuestos entre las placas.

La figura 8 es una vista en perspectiva de la parte inferior de un bastidor rectangular para la disposición de bloques de placas catalizadoras.

15 La figura 9 es una vista en perspectiva del bastidor rectangular montado que comprende la parte inferior ilustrada en la figura 8.

La figura 10 es una vista en perspectiva que ilustra el método para montar los bloques de placas catalizadoras en el bastidor rectangular.

20 La figura 11 es una vista en sección esquemática que representa el método para fijar los bloques de placas catalizadoras montados en el bastidor rectangular.

15 La figura 12 es una vista en perspectiva que muestra una pila de catalizadores planos provistos de salientes.

La figura 13 es una vista en perspectiva que ilustra la cara provista de salientes de los cataliza-

res planos de la figura 12.

La figura 14 es una vista en perspectiva que representa un grupo compacto de catalizadores planos provistos de salientes.

5 La figura 15 es una vista en perspectiva de una pila de catalizadores planos dotados de salientes en las dos caras.

10 La figura 16 corresponde a una vista en perspectiva de un catalizador plano provisto de salientes aislados en una de sus caras.

La figura 17 es una vista en perspectiva que ilustra la otra cara del catalizador plano de la figura 16.

15 Las figuras 18, 19 y 20 son vistas en perspectiva que muestran modificaciones de los catalizadores planos provistos de salientes.

La figura 21 es una vista en perspectiva que representa un bloque catalizador rectangular del tipo dotado de hendiduras.

20 Las figuras 22, 23 y 24 son vistas en perspectiva que muestran diferentes tipos de bloques catalizadores rectangulares dotados de orificios de paso del gas : cuadrados.

25 Las figuras 25, 26 y 27 son vista en perspectiva esquemáticas que ilustran distintos tipos de bloques catalizadores rectangulares dotados de orificios de paso del gas tubulares.

Las figuras 28 y 29 son vistas en perspectiva

esquemática que ilustran el método para montar los bloques catalizadores rectangulares dotados de orificios de paso del gas.

5 La figura 30 es una vista en perspectiva esquemática que muestra un bastidor de hierro para alojar en forma fija los bloques catalizadores montados.

10 La figura 31 es un diagrama esquemático del sistema que muestra una forma de realización preferida del método para el tratamiento de los gases de escape de acuerdo con la presente invención aplicado a los gases de escape de una caldera de aceite pesado.

15 La figura 32 es un diagrama esquemático del sistema que representa otra forma preferida de realización de la presente invención aplicada a los gases de escape de una caldera de carbón, y

La figura 33 es una vista en perspectiva parcialmente fragmentada de un extractor de polvo de tipo simple que es apropiado para su empleo en el método y con el apartado de acuerdo con la presente invención.

20 En primer lugar la presente invención se describirá con referencia a los cuerpos catalizadores planos asociados con separadores, un ejemplo de los cuales se ilustra en las figuras 3 y 4. En tales figuras, con la referencia numérica -1- se designan los catalizadores planos que se alojan en forma compacta en el interior de un reactor -2-, según una disposición de capas múltiples, manteniendo una separación entre sí determinada, formando un grupo catalizador plano -6-. Entre  
25 los catalizadores planos adyacentes del grupo cataliza-

dor plano -6-. Entre los catalizadores planos adyacentes del grupo catalizador plano -6- están formados conductos -3- de circulación del gas, de manera que los gases de escape entran en el reactor -2- a través de la entrada -4- y salen a través de la salida -5-. Con referencia al método para formar el grupo catalizador -6-, por ejemplo, como se ilustra en la figura 5, entre las placas adyacentes de una pluralidad de ellas constituidas de yeso o silicato de calcio, cuyas dimensiones aproximadas son 1 m, de longitud, 1m de ancho y 1 cm. de espesor, se disponen interpuestos en tres posiciones unos separadores -7- constituidos por el mismo material y cuyas dimensiones aproximadas son 1 m, de longitud, 5 cm. de anchura y de 5 a 30 mm. de espesor, cuyos separadores están fijados por medio de un ligante, o alternativamente, una pluralidad de placas -1- están fijadas, formando un bloque, como se muestra en la figura 6, por medios de clavos. Además, como se ilustra en la figura 7, en el caso de que se utilicen placas onduladas -1'-, se emplean como separadores unos separadores -7'- curvados en forma ondulada para formar un grupo -6'- de placas onduladas.

La conversión del grupo de placas tipo bloque -6 - ó -6'- en un catalizador se efectúa sumergiendo el grupo de placas en una solución acuosa que contiene uno o más de activadores de reacción tales como, por ejemplo,  $\text{VOSO}_4$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ , etc. hasta que la cantidad del activador o activadores de reacción impregnados en el grupo de placas alcanza aproximadamente un

10% en peso del grupo de placas -6- ó -6'- o más, aplicando para ello sobre las superficies de las placas del grupo de placas -6- ó -6'- una lechada preparada mezclando un 90% en peso de  $TiO_2$  y un 10% en peso de uno o más activadores de reacción, tales como  $V_2O_5$ ,  $MnO_7$ ,  $WO_2$ , hasta que el espesor de la lechada aplicada llega aproximadamente a 0,1 - 1 mm.

Ahora se describe un bastidor rectangular que se ha de emplear después de formar el grupo de placas tipo bloque -6- ó -6'- que se ha de convertir en un catalizador de la manera anteriormente descrita. La figura 8 es una vista en perspectiva que ilustra la estructura de la parte inferior -9- de un bastidor rectangular fabricado principalmente de perfiles acanalados de hierro y de placas de hierro. En esta figura 8, la referencia -A- designa las placas de acero inferiores extremas, que son de refuerzo, con -B- se designan las placas de acero laterales, con -C- se indican las placas de acero de soporte de los tornillos, en tanto que los elementos -D- están constituidos por perfiles acanalados de acero. La placa -C- de acero de soporte de los tornillos de la parte inferior -9- está provista de orificios roscados -C<sub>1</sub>-, -C<sub>2</sub>- y -C<sub>3</sub>- en varias posiciones, tres en la forma de realización ilustrada y dicha placa de soporte de los tornillos va fijada a las placas de acero -A- y -B- mediante soldadura.

La figura 9 ilustra la estructura de un bastidor rectangular en la que la parte superior -10 está uni-

da a la parte inferior -9- ilustrada en la figura 8 por medio de tornillos, cuya parte superior tiene exactamente la misma forma que dicha parte inferior -9-, excepto que en lugar de las placas -C- de acero de soporte de los  
5 tornillos se han previsto placas de acero -C'- cuyos orificios no estan roscados.

Después de montar una pluralidad de grupos de placas tipo bloque -6- ó -6'- en dicho bastidor rectangular para formar un cuerpo como se ilustra en la figura 10, los catalizadores -6- de los grupos de placas tipo bloque se disponen sucesivamente sobre la parte inferior -9- del bastidor rectangular según una pluralidad, por ejemplo, en número de 7 a 10, partiendo del lado opuesto al lado de las placas -C- de acero de soporte de los tornillos y al final de la serie se dispone una  
15 placa de presión -11-, después de lo cual la citada parte superior -10- del bastidor rectangular se sujeta con tornillos y luego, como se ilustra en la figura 11, se efectúa la fijación, fijando la mencionada placa de presión -11- con tornillos -12- de, por ejemplo, 10 a 25 cm, de longitud, que se roscan a través de la referidas placas -C- de acero de soporte de los tornillos.

Los mencionados cuerpos catalizadores planos asociados con separadores tienen las siguientes ventajas  
25 estructurales:

(I) Es posible el montaje de los catalizadores planos.

(II) Variando el espesor de los separadores, se

puede ajustar fácilmente la separación entre las placas adyacentes del catalizador de grupo de placas tipo bloque.

5 (III) Dado que el grupo de placas está formado por medio de separadores, se mejora la resistencia mecánica del conjunto.

(IV) El bastidor rectangular para el alojamiento del catalizador del grupo de placas tipo bloque es de montaje fácil, ligero de peso, de fuerte resistencia mecánica y susceptible de fácil contacto con los gases de escape.

10

(V) Dado que el conjunto es un cuerpo rectangular de catalizadores planos, el mismo se puede apilar en dirección vertical y horizontal, y es posible el tratamiento de los gases de escape con una cantidad aumentada.

15

(VI) Dado que los catalizadores planos van fijados mediante tornillos a través de una placa de presión, se puede proteger cualquier cantidad de catalizadores planos contra las vibraciones y esfuerzos térmicos, y el transporte de los catalizadores resulta también fácil.

20

(VII) El recambio de los catalizadores planos es fácil.

25 (VIII) Los grupos de placas tipo bloque se puede convertir en un catalizador mientras son mantenidos en el estado integrado.

A continuación se hará una descripción sobre

los cuerpos catalizadores planos provistos de salientes. La misma se basa en la técnica de que una pluralidad de cuerpos endurecidos principalmente constituidos de yeso y silicato cálcico, de forma plana y dotado cada uno de  
5 varios salientes por lo menos en una superficie del mismo y separados entre sí, se apilan paralelamente con la superficie provista de salientes orientada en el mismo sentido, y un conducto para la circulación del gas de escape está dispuesto de manera que a través de los espacios de separación definidos entre los salientes de los  
10 cuerpos endurecidos puede circular el gas de escape. La figura 12 es una vista en perspectiva que ilustra cuatro catalizadores planos -1-, provistos de salientes -13- y apilados uno sobre otro. La figura 13 muestra uno de tales catalizadores planos con los salientes -13- dirigidos hacia arriba cuya altura de los salientes se de-  
15 terminan adecuadamente, dependiendo de la condición o estado de funcionamiento del reactor, pero normalmente se selecciona una altura de 10 a 50 mm. Debe señalarse que la zona superficial efectiva del catalizador plano  
20 -1- se puede aumentar, configurando la superficie según una superficie rugosa que presenta una pluralidad de salientes y entrantes, como se ilustra en las figuras 12 y 13. La figura 14 es una vista en perspectiva de catalizadores  
25 planos -1- dispuestos en forma compacta, donde la referencia numérica -2- designa el reactor, la referencia numérica -4- indica una entrada del gas de escape y la referencia numérica -5- señala una salida del gas de esca-

pe. Las figuras 15, 16 y 17 son vistas en perspectiva que respectivamente ilustran catalizadores planos -1- dotados de salientes alargados -13- en ambas caras, un catalizador plano -1- provisto de salientes aislados -13'- en una cara y de entrantes previstos en la cara opuesta del mismo. Los entrantes -14- de la figura 17 estan dispuestos para el encaje de los salientes aislados -13'- del catalizador plano adyacente -1- en el momento de constituir un a modo de paquete. La figura 18 muestra una modificación del catalizador plano -1-, en la que con el fin de impedir el desplazamiento del catalizador plano, se ha previsto una ranura -15- en la cara opuesta a la de los salientes -13-. La figura 19 representa otra modificación del catalizador plano -1- en la que los salientes -13- están dispuestos inclinados con respecto a la vertical y, en el momento de constituir el paquete, los catalizadores planos -1- se disponen como se indica en dicha figura 19. La figura 20 ilustra otra modificación del catalizador plano -1-, provisto de salientes -13- en sus dos caras como se ilustra en la figura 15, estando provistos los salientes situados en la cara superior del catalizador de una ranura superior -16-.

Los salientes de diversas configuraciones descritos sirven como separadores al constituir el paquete de catalizadores planos y evitan el desplazamiento relativo de las placas respectivas y además eliminan los esfuerzos de los cuerpos endurecidos en el proceso

de fabricación.

Los diversos catalizadores planos -1- citados se forman, mezclando material granular hidráulico, principalmente constituido por yeso y silicato cálcico, y un producto activador, vertiendo la mezcla en un molde y endureciendo la misma. Como material granular hidráulico, se utiliza semihidrato de yeso o anhídrita individualmente, o un material granular mezclado de yeso y cemento, o una mezcla de semihidrato de yeso, óxido de titanio y silicato cálcico. Como productos activadores, se emplean, por separado o en combinación óxidos o sulfatos de vanadio, molibdeno, tungsteno, hierro, cromo, cobre, etc., y el método para la activación en el mismo que el utilizado en el caso de los citados cuerpos catalizadores planos asociados con separadores.

Ahora se describe un cuerpo catalizador provisto de orificios de paso del gas. Este tipo de cuerpo catalizador está constituido principalmente de yeso y silicato cálcico, es de forma rectangular y está provisto de una pluralidad de orificios pasantes entre sus caras opuestas, ya sea en dirección vertical o en dirección horizontal. Este cuerpo catalizador presenta una gran área superficial por unidad de volumen, posee fuerte resistencia mecánica y es de manejo fácil porque cuando se monta una pluralidad de cuerpos a modo de paquete en unidades solamente es necesario apilar regularmente los cuerpos catalizadores.

Las figuras 21 a 27 son vistas en perspectiva

que ilustran diferentes formas de realización y en cada figura una flecha indica el sentido de la circulación del gas de escape y la referencia numérica -17- designa un cuerpo catalizador.

5                    En la figura 21, se ilustran orificios de paso del gas de forma similar a hendiduras y, por ejemplo, en un cuerpo rectangular de 500 mm x 500 mm x 300 mm (longitud x anchura x altura) se han previsto longitudinalmente 25 orificios rectangulares de una sección de 20 mm x 460 mm. En el ejemplo ilustrado, la pared interior del catalizador tiene un espesor de 5 mm., mientras que el espesor de la pared a lo largo de la periferia es de 10 mm.

10

La figura 22 ilustra un cuerpo provisto de orificios de paso del gas cuadrados y que posee una resistencia mecánica mejorada considerablemente, mientras que las figuras 23 y 24 representan respectivamente cuerpos catalizadores dotados de salientes en una parte y en la totalidad de sus caras laterales que son aptos para aumentar el área superficial de contacto con el gas cuando se apilannuno sobre btro varios de dichos cuerpos catalizadores. Las figuras 25 a 27 se representan ejemplos de cuerpos catalizadores que presentan orificios pasantes de paso del gas tubulares, en cuyos cuerpos aun cuando se ha elevado algo el coste de fabricación, se ha mejorado el área superficial de contacto por unidad de volumen.

15

20

25

Cuando dichos cuerpos -17- se montan en una

capa catalizadora, solamente es necesario apilarlos uno sobre otro en direcciones longitudinal, lateral y vertical con las direcciones de los orificios alineadas -una dirección determinada como se indica en las figuras 28 y 29 para fijarlos con, por ejemplo, un bastidor de hierro ilustrado en la figura 30 para constituir un paquete y para el transporte, el montaje en el aparato y la retirada de la capa catalizadora resultan más fáciles. Debe señalarse que el método para la activación es el mismo que el empleado en el caso de los antedichos cuerpos catalizadores planos asociados con separadores.

Los catalizadores planos asociados con separadores, los catalizadores planos provistos de salientes y los catalizadores dotados de orificios de paso del gas constituidos de la manera descrita, tienen las ventajas de que como el hollín circula juntamente con la circulación del gas paralelo a una superficie catalizadora, muy difícilmente se produce la adhesión del hollín dentro de la capa catalizadora, el hollín adherido es desprendido por la circulación del gas lateral que tiene una velocidad de 4m/seg o más, después de lo cual no se produce el aumento de hollín adherido con el tiempo, por todo lo cual se puede asegurar la capacidad del catalizador durante un largo período de funcionamiento.

Además, otra ventaja consiste en que el aparato comprende algo que provoca una pérdida de presión,

tal como colisión, dilatación, contracción y desviación de la circulación del gas, de manera que una velocidad lineal del gas permisible para el aparato dentro de la gama de pérdida de presión de 40 a 200 mm aproximadamente de la carga hidrostática es de aproximadamente 4 a 15 m/seg., lo que es bastante grande con respecto a la velocidad lineal de aproximadamente 1 m/seg en el caso del catalizador granular de la técnica conocida. Debido a dicha elevada velocidad lineal, se mejora un efecto de dispersión del hollín, y, como la circulación del gas es un flujo turbulento, resulta más activa la difusión del gas en una fase gaseosa, con lo que se puede mejorar la proporción de desnitración. Por otra parte, resulta posible instalar adicionalmente el reactor de desnitración en el interior del conducto de humos del gas existente.

A continuación se describirá el efecto de desnitración del método de tratamiento de acuerdo con la presente invención con referencia a sus formas de realización preferidas.

La figura 31 ilustra una forma de realización preferida del método de tratamiento de acuerdo con la presente invención aplicado al gas de escape de una caldera de aceite pesado. El gas de escape descargado de la caldera -18- es enviado desde la proximidad de un economizador a un conducto donde una parte se bifurca hacia una planta piloto. En tal conducto bifurcado, el gas de escape se mezcla con el gas de  $\text{NH}_3$  alimenta-

do por un orificio de inyección -19- del gas de  $\text{NH}_3$  para la reacción de desnitración y luego es enviado a un reactor de desnitración -2- donde se efectúa la reacción de desnitración de manera que el  $\text{NO}_x$  puede reaccionar con el  $\text{NH}_3$  para ser convertido en nitrógeno inofensivo.

El reactor de desnitración empleado en este sistema es de una construcción como la que se ilustra en las figuras 3 y 4 como catalizador se utiliza un catalizador plano en el que el silicato cálcico lleva el compuesto de vanadio. La velocidad lineal del gas es de 4,5 m/seg, la temperatura es de 380 °C, la concentración de hollín es de aproximadamente 0,02 a 0,03 gr/ $\text{Nm}^3$ , la concentración de  $\text{NO}_x$  es de 150 a 250 PPM y la concentración de  $\text{NH}_3$  es de 150 a 220 PPM. El gas de escape desnitrado se hace pasar a través de un ventilador -26- y un precalentador de aire -22- y es descargado por una chimenea -27- a la atmósfera como un gas limpio.

Como resultado de un funcionamiento continuo durante un largo período de aproximadamente 5.000 horas, se mantuvo la proporción de desnitración de un 92 a un 93% y no se apreció tendencia al descenso. Además, la pérdida de presión del reactor de desnitración se mantuvo en 35 mm de carga hidrostática sin cambio.

En el caso de que la concentración de hollín sea relativamente baja, como ocurre con el gas de escape de la caldera de aceite pesado, el gas de escape del horno de sinterización, o análogo, se puede obtener un

resultado satisfactorio con el reactor de desnitración que emplea los citados cuerpos catalizadores. Sin em bargo, en el caso de que la concentración de hollín sea elevada, como ocurre con el gas de escape de la caldera de carbón, surgen desventajas, tales como una disminución de la actividad del catalizador ocasionada por la adhesión del hollín sobre un catalizador, y un desgaste del catalizador ocasionada por la colisión del hollín sobre la superficie catalizadora cuando el hollín pasa a través de la capa catalizadora. En consecuencia, una solución para este problema puede consistir en extraer el hollín por medio de un extractor de polvo de gran potencia, tal como un colector de polvo eléctrico antes de la introducción del gas de escape en la capa catalizadora. No obstante, como el colector eléctrico de polvo está dispuesto en la salida del economizador en vista de una condición de reacción del reactor de desnitración (por ejemplo, es deseable una temperatura de 300 a 400°C), el colector de polvo debe ser un aparato que tenga una capacidad muy grande porque el gas de escape aumenta de volumen debido a la dilatación térmica y, por tanto, la instalación del colector de polvo necesita una gran instalación que resulta cara y ocupa un lugar espacioso, por lo que es poco práctica.

25                   En vista de tales circunstancias, los inventores de la presente invención han realizado varias investigaciones experimentales para desarrollar un reactor de desnitración que sea de construcción relativa-

mente simple y con el que se pueda obtener una excelente eficiencia de desnitración, consiguiéndose el funcionamiento del catalizador durante un largo período y como resultado han descubierto que es posible lograr los indicados objetivos mediante la provisión de un extractor de polvo apropiado del tipo simple en combinación con el reactor de desnitración constituido por catalizadores planos.

Con referencia al mencionado extractor de polvo de tipo simple, se ha confirmado experimentalmente que la cantidad de desgaste del catalizador ocasionado por la colisión del hollín contra la superficie catalizadora cuando el hollín pasa a través de la capa catalizadora es proporcional a un diámetro de las partículas de hollín, la concentración de hollín y la velocidad de circulación del gas, y entre tales factores especialmente la influencia del diámetro de la partícula de hollín es muy grande por lo que, como método efectivo para evitar el desgaste, se ha descubierto que se puede operar retirando selectivamente sólo la parte de hollín que tenga un diámetro de partícula mayor de 50 a 60  $\mu$  ó más grande que ocupa generalmente sólo aproximadamente de un 5 a un 10% en peso del hollín. En consecuencia, con respecto al extractor de polvo, se pueden conseguir los citados objetivos por medio de un extractor de polvo de tipo simple apto para extraer solamente partículas de diámetro mayor que ocupan una parte del hollín del gas de escape y, por tanto, el sis

tema de acuerdo con la presente invención presenta las siguientes ventajas:

5 (a) La zona de instalación es pequeña, el sistema se puede montar al exterior del conducto existente y los costes de instalación son pequeños.

(b) La pérdida de presión es pequeña y el consumo de energía se puede reducir hasta una cantidad muy pequeña.

10 (c) El mantenimiento es simple y los gastos del mismo son pequeños.

Ahora con referencia a la figura 32 se describirá la antedicha forma de realización modificada del método de tratamiento de acuerdo con la presente invención. El sistema de tratamiento ilustrado en la figura 15 32 es una forma de realización preferida de la invención, aplicada al gas de escape de la caldera de carbón. En el sistema, el gas de escape descargado de la caldera -18- se hace pasar desde la salida de un economizador al conducto de humos y se mezcla con el gas del 20  $\text{NH}_3$  alimentado por un orificio -19- de inyección del gas de  $\text{NH}_3$  para la reacción de desnitración y luego es enviado a un extractor de polvo de tipo simple -20-.

25 En este extractor de polvo, una parte del hollín que tiene un diámetro de partícula mayor se retira del gas de escape y es descargado a través del tubo de descarga -21- al exterior del sistema. A continuación, el gas de escape es conducido a un reactor de desnitración -2- constituido por cuerpos catalizadores

planos asociados con separadores o provistos de salientes , o cuerpos catalizadores provistos de orificios de paso del gas, donde se efectúa una reacción de desnitración de manera que el  $\text{NO}_x$  puede reaccionar con el  $\text{NH}_3$  para ser convertido en nitrógeno inofensivo. El hollín junto con el gas de escape puede pasar a través de la capa catalizadora sin adherirse ni acumularse en el interior del reactor de desnitración. El gas de escape desnitrado es conducido a un precalentador de aire -22- y, después de que el calor ha sido recuperado en este precalentador, entra en un colector eléctrico de polvo -23- como un gas de escape a baja temperatura, donde se extrae la mayor parte del hollín restante. El hollín recogido se hace pasar a través de un tubo de descarga -24- y es recogido en forma de escoria -25- junto con el hollín descargado por el extractor de polvo tipo simple -20-.

El gas de escape descargado por el colector eléctrico de polvo -23- se hace pasar a través de un ventilador -26- y es descargado por una chimenea -27- a la atmósfera como un gas limpio.

La figura 33 ilustra un ejemplo del extractor -20- de polvo de tipo simple que se ha de utilizar en el método y con el aparato de acuerdo con la presente invención. Como se ilustra en esta figura, el gas de escape de entrada -28- penetra en el cilindro de introducción de gas -29- donde el gas de escape es sometido a la acción de unas palas de guía -30- que le imprimen

un movimiento de remolino. En virtud de este movimiento de remolino, el gas de escape es conducido a un cilindro de salida donde el hollín es separado de la circulación del gas por un efecto de separación centrífuga, y eventualmente el hollín, que tiene un diámetro de partícula mayor se separa de la circulación del gas y es recogido en una tolva colectora de polvo -33-. El gas de escape que contiene el hollín restante es descargado por el tubo de salida de gas -31- como el gas de escape de salida y es enviado al reactor de desnitración -2-. Debe indicarse que en la figura 33 la referencia numérica -32- designa una caja que forma la pared exterior del extractor de polvo -20-.

Aunque anteriormente se ha ilustrado y descrito un extractor de polvo -20- que utiliza un ciclón axial, dicho extractor no queda limitado a tal tipo, sino que son aplicables varias clases de extractores de tipo simple, tales como los que comprenden un sistema de decantación o sedimentación o los que comprenden un sistema de placa de pantalla, dependiendo de la distribución de los diámetros de las partículas de hollín del gas de escape. Sin embargo, de acuerdo con los experimentos realizados, los resultados obtenidos cuando el gas de escape fué tratado por medio de un ciclón convencional en lugar del ciclón axial y en la condición en que el hollín con partículas de diámetro de 15 a 25  $\mu$  ó mayores fué extraído el reactor de desnitración fué accionado, teniendo en cuenta que la adhesión del

hollín sobre los catalizadores planos fué aumentada por el contrario. En consecuencia , con respecto a los diámetros de las partículas del hollín a extraer, se ha podido apreciar que existe un valor apropiado para el diámetro de las partículas y que si el hollín que tiene el diámetro de las partículas mayores se queda en los posible dentro de la gama donde no se presenta el problema de desgaste, teniendo en cuenta la capacidad de desgaste del hollín y la velocidad del gas, las partículas de diámetro mayor son efectivas para impedir la adhesión del hollín debido al efecto de dispersión de las partículas de diámetro mayor.

Seguidamente se describe un ejemplo del efecto de desnitración obtenido por la citada forma de realización del método de tratamiento de acuerdo con la presente invención. El reactor de desnitración empleado en esta forma de realización tenía la construcción ilustrada en las figuras 3 y 4 y como catalizador se utilizaron catalizadores planos constituidos por un compuesto de vanadio dispuesto en placas de silicato cálcico. La velocidad lineal del gas fué seleccionada en 6m/seg, se seleccionó la temperatura en 360°C, se añadió NH<sub>3</sub> al gas de escape a la salida del economizador de la caldera de carbón y luego se introdujo la mezcla en un reactor.

La concentración de hollín fue de aproximadamente 5 a 12 gr/NM<sup>3</sup>, el diámetro medio de la partícula de hollín fué de aproximadamente 20 u, la concentración de NO<sub>x</sub> fué de 200 a 250 PPM y la concentración de

NH<sub>3</sub> fué de 200 a 250 ppm.

5 En primer lugar, al hacer funcionar en forma continua el sistema durante un largo período de 1.000 horas sin emplear el extractor de polvo, la proporción de desnitración resultante fué de aproximadamente el 95%, pero a medida que fué transcurriendo el tiempo se observó una disminución de la proporción de desnitración. Además, una pérdida de presión del reactor de desnitración que fué inicialmente igual a 40 mm de  
10 carga hidrostática, también disminuyó un poco.

Como resultado de una inspección abierta, no se reconoció adhesión de hollín sobre los catalizadores planos, pero se observó desgaste de las superficies del catalizador.

15 Luego, el hollín con diámetro de partículas de 50 a 60  $\mu$  o mayores fué extraído previamente por medio del ciclón axial ilustrado en la figura 33, el cual fué interpuesto delante del reactor de desnitración-2- La concentración de hollín a la salida del extractor de  
20 polvo fué de aproximadamente 4 a 10 gr/Nm<sup>3</sup>, la eficiencia de extracción del polvo fué de aproximadamente el 15% y la pérdida de presión fué igual a aproximadamente 25 mm de carga hidrostática.

25 Asimismo, cuando se hizo funcionar en forma continua el sistema durante un largo período de 1.000 horas, se pudo asegurar siempre una concentración de NO<sub>x</sub> de salida de 10 a 15 PPM. Además, con referencia a la pérdida de presión del reactor de desnitración,

fué igual a aproximadamente 40 mm de carga hidrostática y no se apreció cambio de la misma con el tiempo.

5 Como resultado de una inspección abierta, no se observó desgaste de los catalizadores ni adhesión ni acumulación de hollín. Luego, de acuerdo con los resultados obtenidos cuando el gas de escape fue tratado por medio del ciclón convencional en lugar del ciclón axial y en la condición en que el hollín con diámetro de partícula de 15 a 25  $\mu$  o mayores fué extraído se hizo funcionar el reactor en forma continua durante el mismo periodo, dado que se observó por el contrario una tendencia del hollín a adherirse. En consecuencia se pudo apreciar que en la forma de realización ilustrada se obtuvieron los mejores resultados cuando se extrajeron las partículas de hollín que tenían diámetros de 50 a 60  $\mu$  o mayores.

15 Como puede apreciarse por la precedente descripción, el método y el aparato para el tratamiento del gas de escape de acuerdo con la presente invención no necesita un colector de polvo que deba ser de gran tamaño como el que se emplea con la técnica conocida, sino que pueden asegurar una excelente eficiencia de desnitración en forma estable durante un gran periodo mediante la utilización de un extractor de polvo que tiene una estructura relativamente simple y un reactor de desnitración formado a modo de paquete de catalizadores planos por lo que la presente invención es muy ventajosa en la práctica.

473.566.

- 27 -

N O T A

=====

Se reivindica como objeto de esta Patente de  
Invención:

5                   1.- Método para el tratamiento de los gases de  
escape que contienen óxidos de nitrógeno, oxígeno y ho  
llín, en el que los óxidos de nitrógeno son reducidos  
selectivamente a nitrógeno, añadiendo amoníaco al gas de  
escape como agente reductor, en presencia de un cataliza  
10                   dor, caracterizado porque el óxido de nitrógeno se sepa  
ra introduciendo el gas de escape en un reactor de desn  
itración que comprende una pluralidad de cuerpos cataliza  
dores planos o cuerpos catalizadores provistos de orifi  
cios de paso del gas, dispuestos paralelamente la circu  
15                   lación del gas, seleccionando la velocidad lineal del gas  
a través del reactor de 4 a 15 m/s.

                  2.- Método para el tratamiento de los gases de  
escape según la reivindicación 1, caracterizado porque  
las partículas de mayor tamaño del hollín del gas de es  
20                   cape se retiran previamente por medio de un extractor de  
polvo, tal como un ciclón axial, después de lo cual se re  
tira el óxido de nitrógeno, introduciendo el gas de esca  
pe en el reactor de desnitración compuesto de una plura  
lidad de cuerpos catalizadores planos o de cuerpos cata  
25                   lizadores provistos de orificios de paso del gas dispuestos  
paralelamente a la circulación del gas seleccionando  
la velocidad lineal del gas a través del reactor de 4  
a 15 m / s , y la mayor parte del hollín restante se ex

trae mediante un colector de polvo de gran potencia, tal como un colector eléctrico de polvo dispuesto a la salida del citado reactor de desnitración.

5 3.- Aparato para el tratamiento de los gases de escape, de acuerdo con el método de la reivindicación 1, caracterizado porque consiste en un reactor de desnitración que comprende al menos un cuerpo catalizador en el que se ha formado una serie de espacios para el paso del gas dispuestos paralelamente a la dirección de circulación del gas.

10 4.- Aparato según la reivindicación 3, caracterizado porque comprende un grupo de placas en forma de bloque obtenido mediante la disposición de separadores fijados entre una pluralidad de placas planas u onduladas de iguales dimensiones, cuyo grupo de placas en forma de bloque se ha convertido en catalizador por impregnado o adherencia de un activador de reacción en o sobre el grupo de placas, y porque una pluralidad de tales grupos de placas en forma de bloque están acoplados y fijados formando una estructura rectangular para formar un catalizador de placas planas paralelas a modo de paquete, de manera que a través de los espacios de separación entre las placas puede circular el gas.

20 5.- Aparato según la reivindicación 3, caracterizado porque comprende una pluralidad de placas endurecidas cada una de las cuales está provista de una pluralidad de salientes dispuestos por lo

menos en una de sus caras y separados entre sí, cuyas placas endurecidas están apiladas paralelas entre sí con sus superficies provistas de salientes dispuestas en la misma dirección, formando un bloque, cuyo bloque, de placas se ha convertido en catalizador por impregnación o adherencia de un activador de reacción en o sobre las placas, y de manera que puede circular el gas a través de los espacios de separación entre las placas endurecidas, que están formados por dichos salientes.

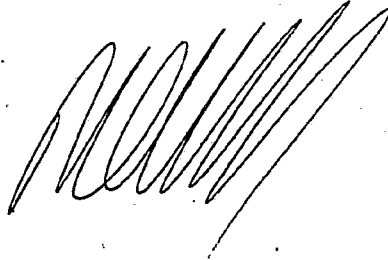
6.- Aparato según la reivindicación 3, caracterizado por comprender un cuerpo de forma rectangular provisto de una pluralidad de orificios para el paso del gas formados a iguales intervalos desde una superficie del mismo a su superficie opuesta, estando una pluralidad de tales cuerpos rectangulares apilados uno sobre otro, formando un bloque, el cual ha sido convertido en catalizador, por impregnación o adherencia de un activador de reacción en o sobre el bloque, quedando formado el reactor de manera que el gas de escape puede circular paralelamente a través de los citados orificios de paso del gas.

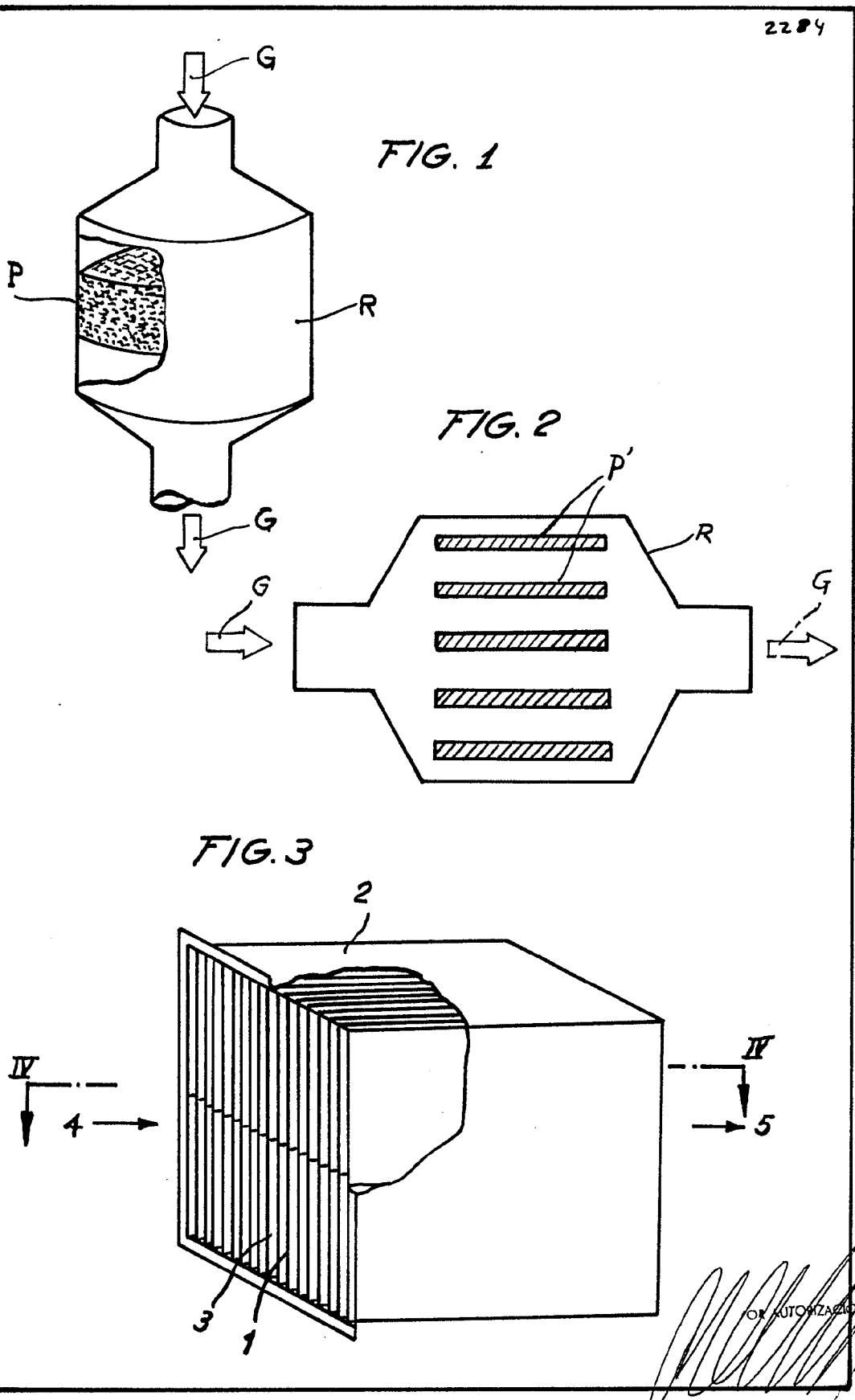
7.- Método y aparato para el tratamiento de los gases de escape.

Esta memoria consta de treinta páginas escritas por una sola cara.

BARCELONA, 30 de agosto de 1.978

P.A.<sup>IA</sup>

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping, stylized loops and lines, positioned to the right of the typed text.



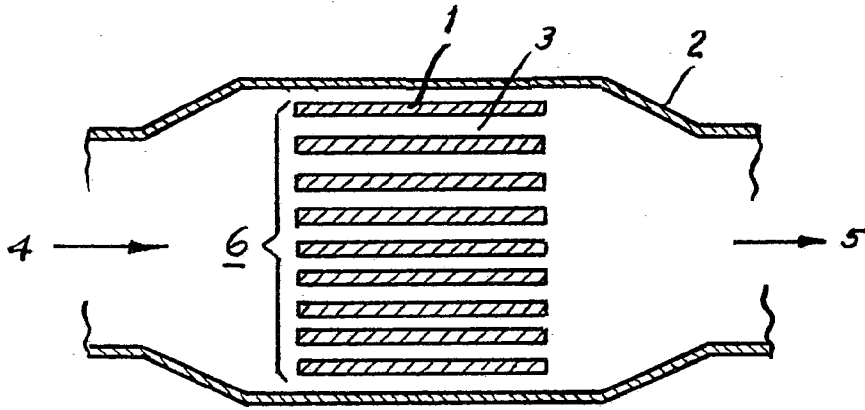


FIG. 4

FIG. 5

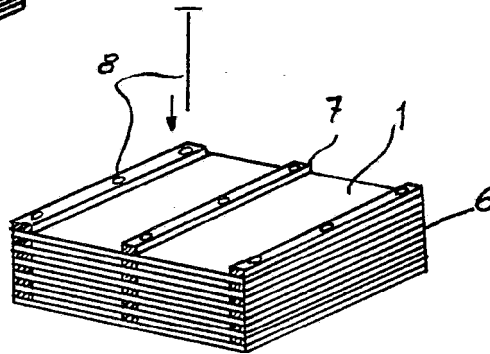
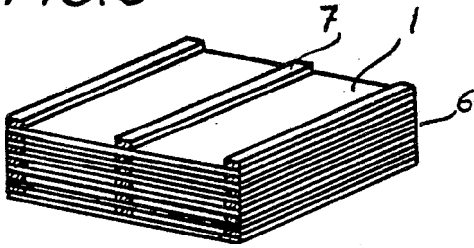
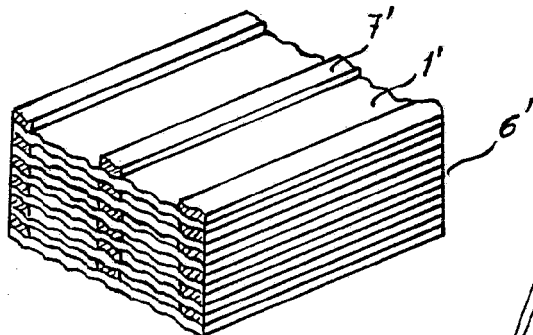


FIG. 6

FIG. 7



FOR AUTHORIZATION

FIG. 8

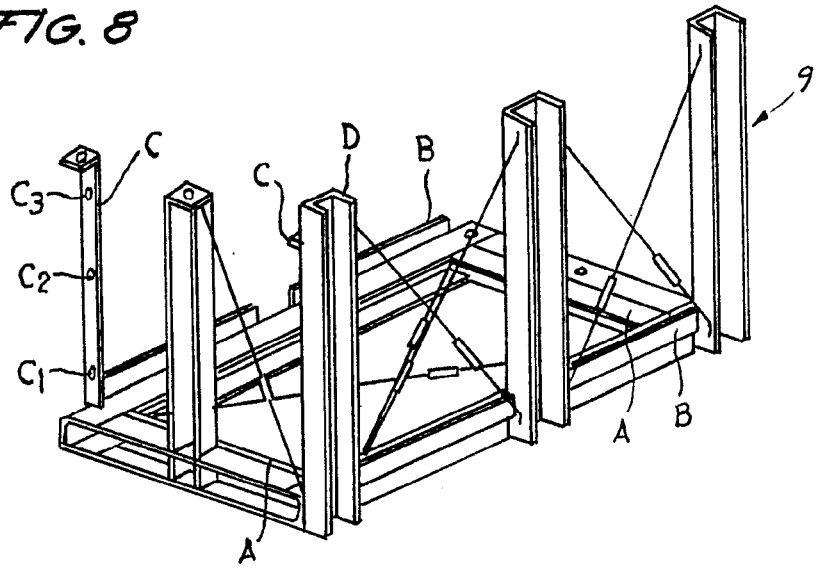
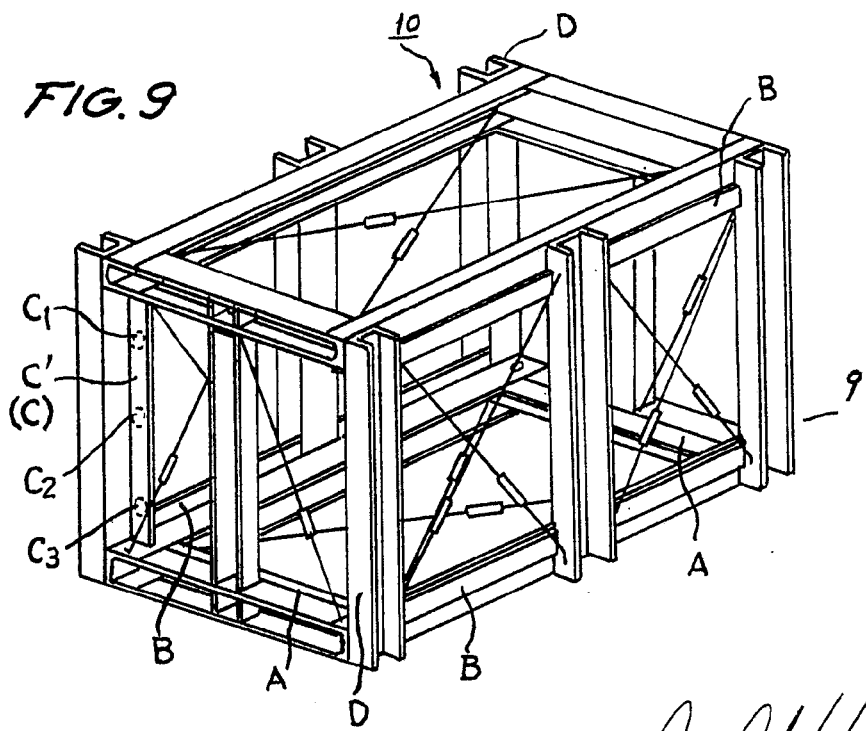


FIG. 9



FOR ALFORZAGOS

FIG. 10

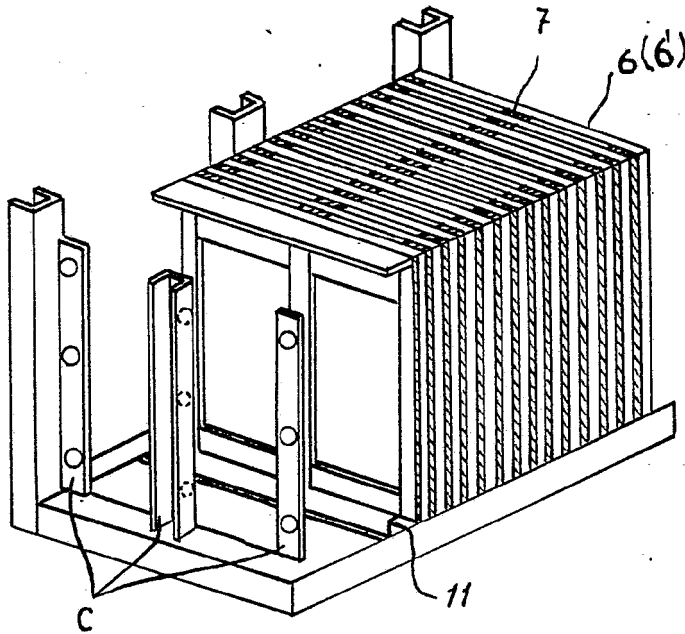
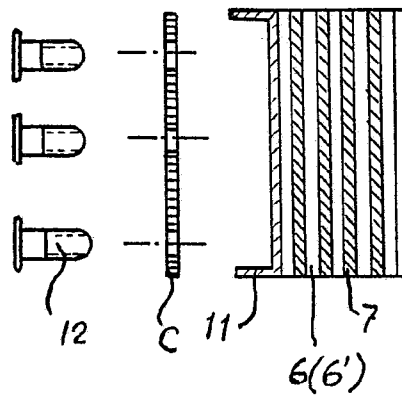


FIG. 11



FOR INFORMATION

FIG. 12

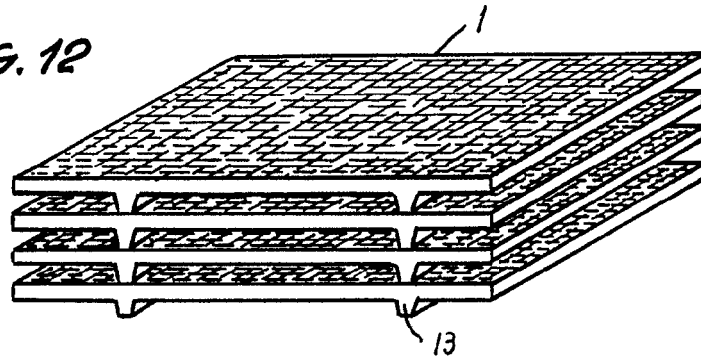


FIG. 13

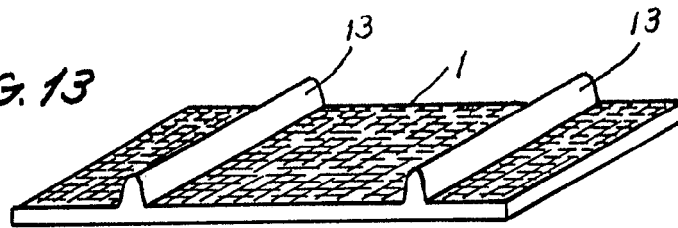
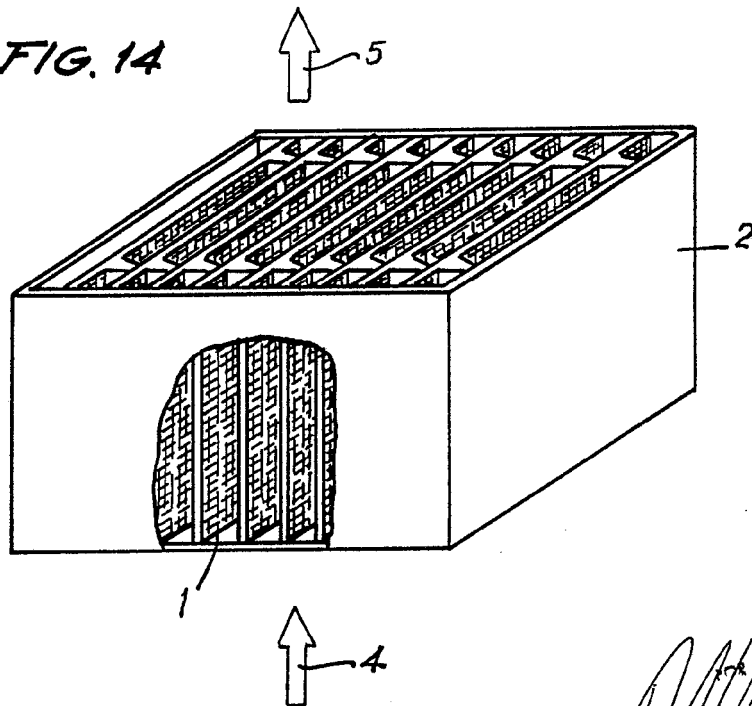


FIG. 14



17X KUPORIZACOKX

FIG. 15

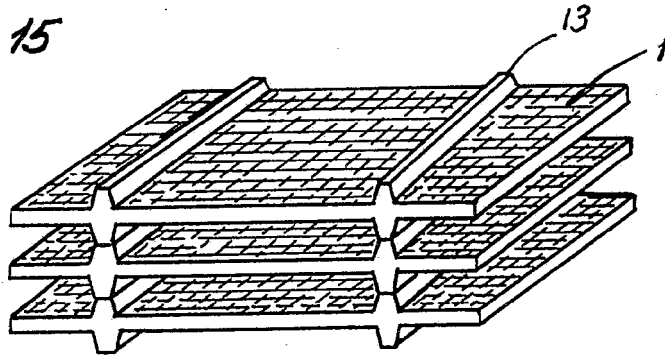


FIG. 16

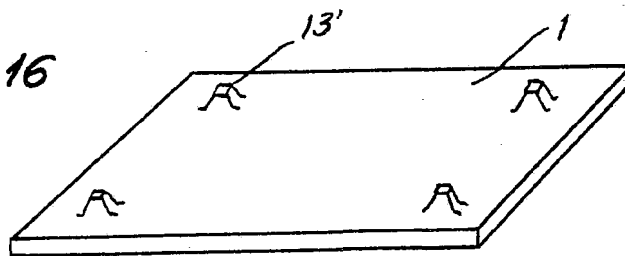
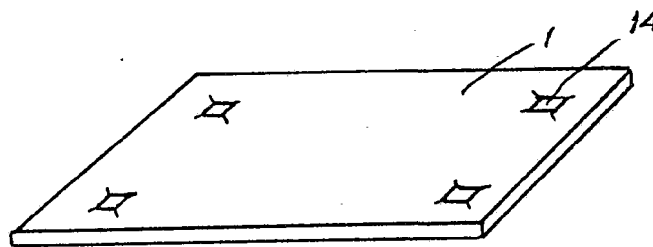


FIG. 17



FOR AUTHORIZATION

A large, stylized handwritten signature or scribble, possibly representing the name of the inventor or a representative of the company.

FIG. 18

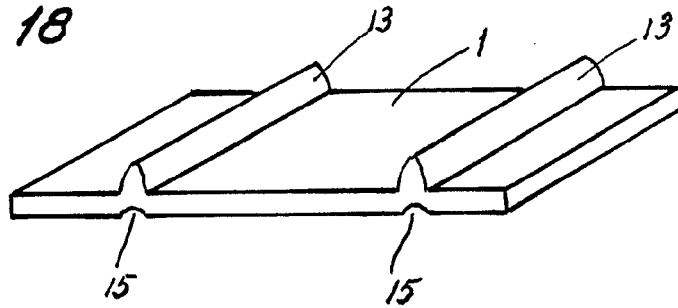


FIG. 19

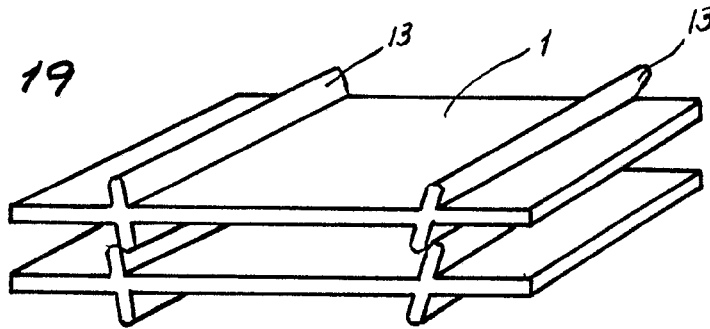
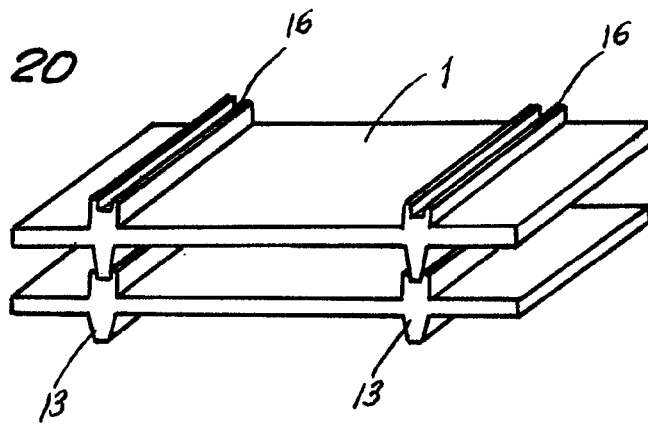


FIG. 20



FOR AUTHORIZATION

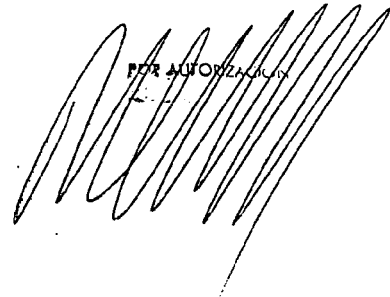


FIG. 21

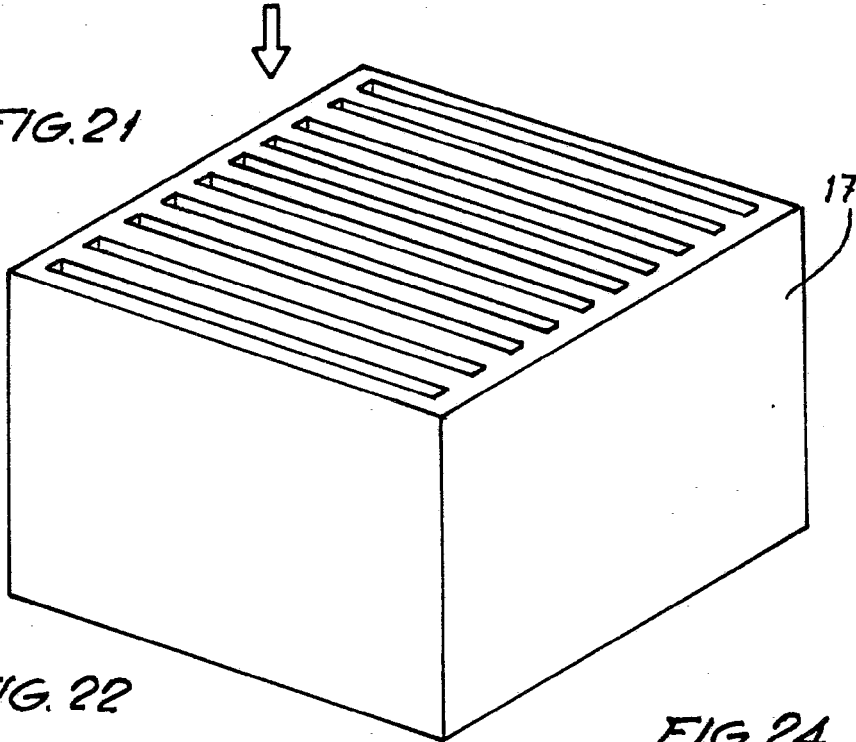


FIG. 22

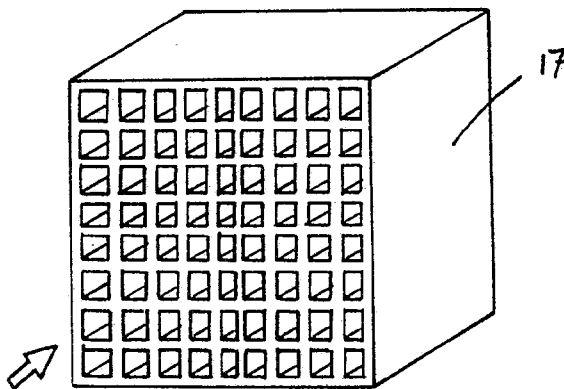


FIG. 24

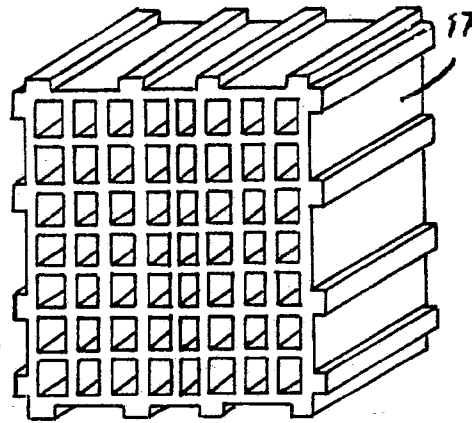
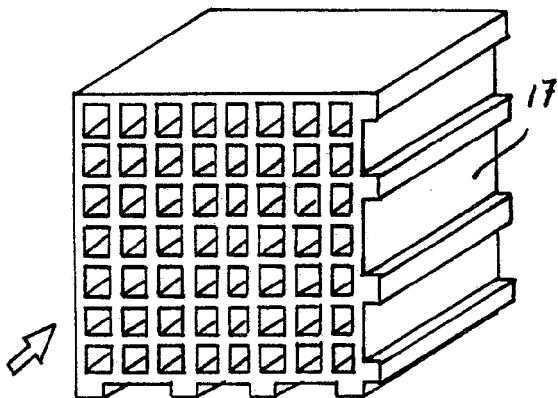


FIG. 23



FOR AUTORIZACION

FIG. 25

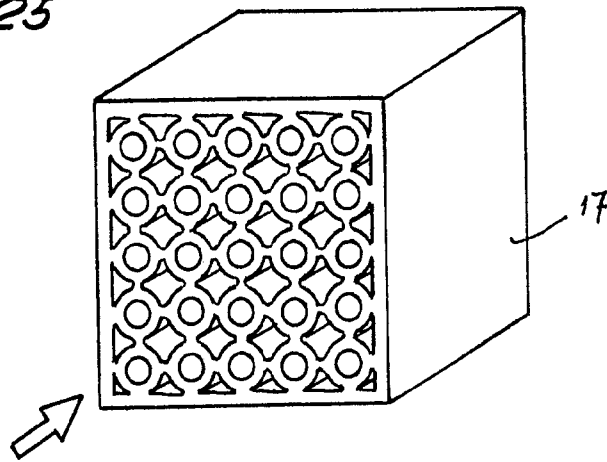


FIG. 26

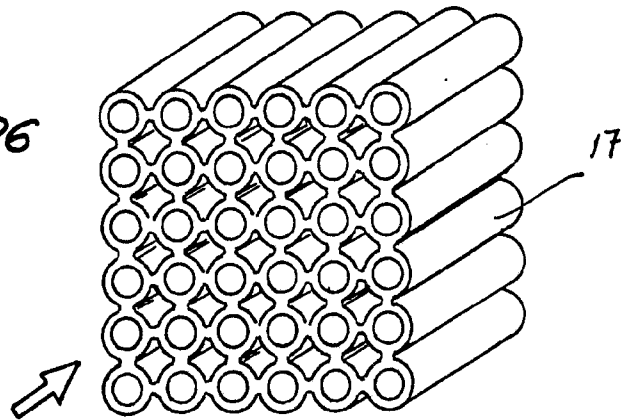
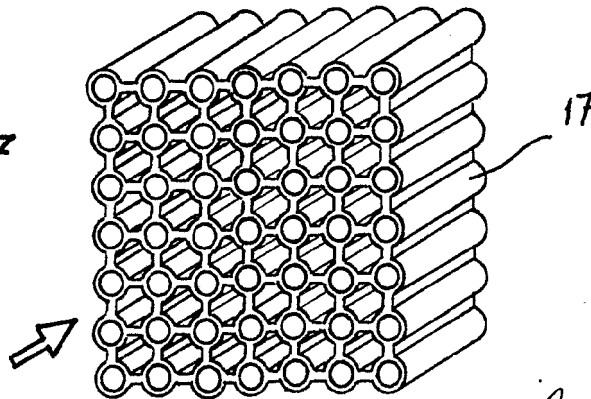
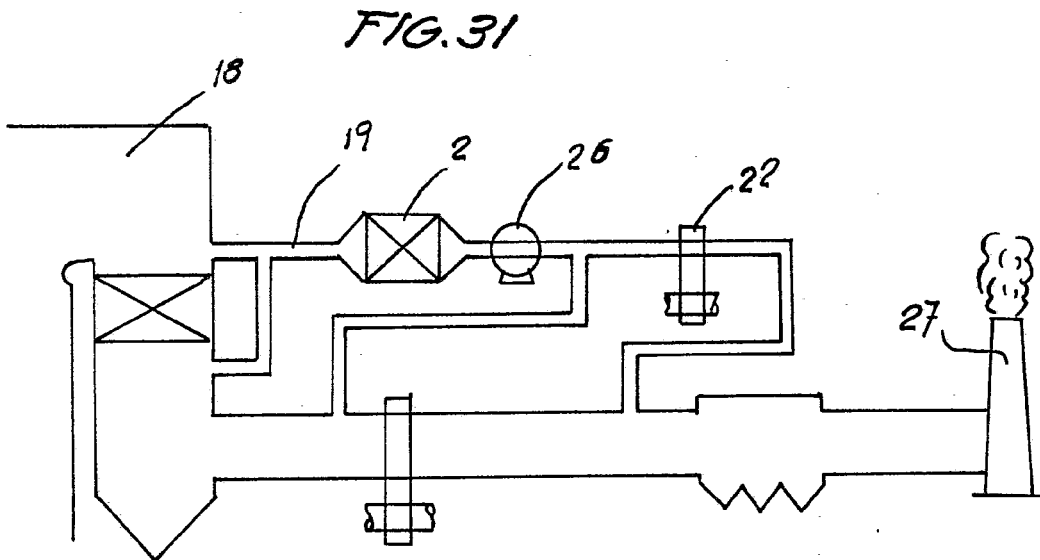
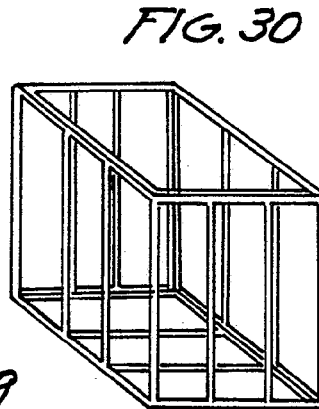
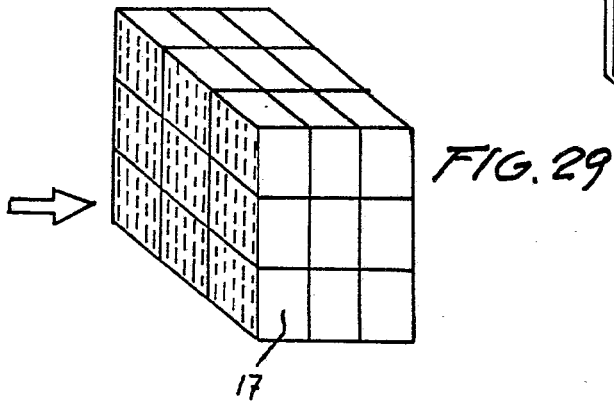
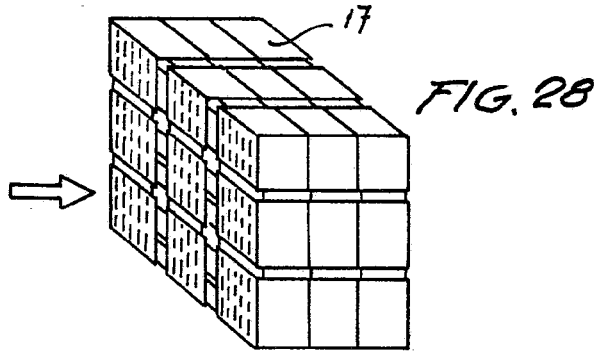


FIG. 27



FOR AUTHORIZATION



DE AUTORIZACION



FIG. 32

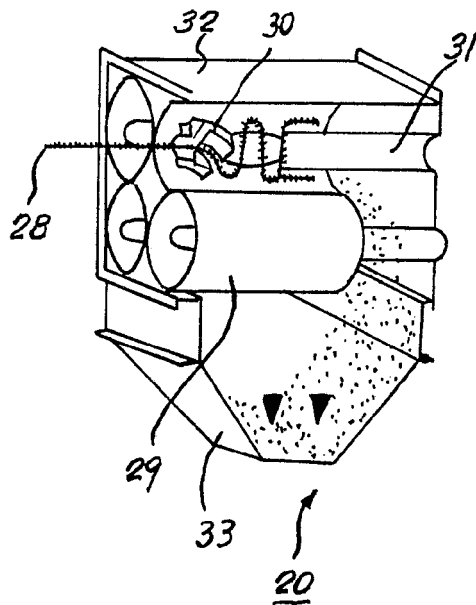
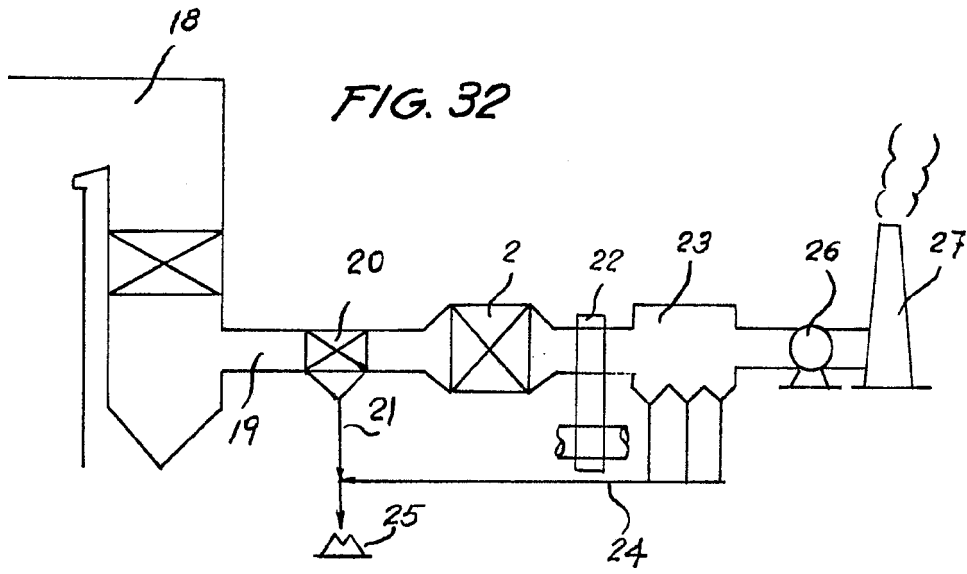


FIG. 33

FOR AUTORIZACION