

P.- 46.128

O.L.P.946

384902

384902

Memoria descriptiva

23 NOV



SECRETARIA
CLASIFICACION
CLASE <u>B B</u>
SUBCLASE <u>B</u>

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de LONE STAR STEEL COMPANY

entidad / ~~de~~nacionalidad ~~de~~ norteamericana

con domicilio en 2.200 W. Mockingbird Lane at Roper, Dallas,
Tejas, Estados Unidos de América

por: " UN PROCEDIMIENTO Y UN APARATO PARA SEPARAR PARTICU-
LAS DESDE UN GAS DE ARRASTRE CONTAMINADO, BAJO LA
INFLUENCIA DE UN FLUIDO " (Clase Internacional B03b)

28 NOV



Este invento se refiere a un método y un aparato para separar partículas de gases de arrastre contaminado que se producen en los procesos industriales y químicos. El invento es también de utilidad para separar gases solubles nocivos y tóxicos que pueda haber presentes en el gas contaminado.

Para los fines del presente invento, las denominaciones "gas contaminado" y "gas de arrastre contaminado" deberá entenderse que significan un gas o un gas de arrastre que contiene materia en partículas, y por "gas limpio" o "gas de arrastre" limpio" deberá entenderse un gas del cual se han separado las materias en partículas y los gases solubles nocivos o tóxicos. Tal como aquí se usa, el término "contaminado" no representa necesariamente una sustancia perjudicial, y puede incluir elementos o compuestos cuyo valor puede exceder con mucho del coste de la recuperación por el procedimiento y el aparato del presente invento.

La materia en partículas generada en los procesos industriales puede variar ampliamente en densidad y en tamaño; es decir, desde tamaños inferiores a una micra hasta grandes aglomerados. Además, puede variar la composición química de las partículas. Puesto que la materia en partículas y los gases nocivos contaminan la atmosfera y las masas de agua en las cuales pueden ser descargados, sería ventajoso separar tales partículas y gases nocivos o tóxicos por medios sencillos y económicos, y básicamente, en un solo aparato, utilizable para una gran diversidad de gases de arrastre y contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos, en un amplio margen de condiciones de funcionamiento.



23 M

to.

Los filtros, los lavadores de gases, los colectores centrífugos y los precipitados eléctricos usados hasta el presente tienen limitaciones bien conocidas. Es decir los filtros tienen limitaciones de temperatura y deben ser limpiados frecuentemente; en los lavadores de gases se usan cantidades muy grandes de agua y de energía para separar las partículas; los colectores centrífugos no pueden separar eficazmente partículas de tamaño inferior a una micra; los precipitadores eléctricos adolecen del inconveniente de ser grandes costosos, y por otra parte no son eficaces para todas las variedades de partículas y están sometidos a una disminución gradual de características de actuación.

Las limitaciones de la técnica anterior se evitan de acuerdo con el invento, proporcionando en general un fluido para impulsar un gas de arrastre contaminado, mezclarse con éste, y en el proceso encapsular la materia en partículas contenida en el gas de arrastre, separando luego en un separador la materia en partículas encapsuladas del gas de arrastre restante. Más en particular, hemos provisto, de acuerdo con el invento, un procedimiento para separar partículas de un gas de arrastre contaminado, bajo la influencia de un fluido, caracterizado porque el gas de arrastre contaminado es impulsado por, y mezclado con, dicho fluido alimentado a una temperatura y una presión en tal relación con dicho gas de arrastre que se forman gotitas de dicho fluido, las cuales encapsulan a dichas partículas, y se separan dichas gotitas de dicho gas de arrastre.

El invento prevé el tratamiento y la recirculación del fluido utilizado para separar las partículas del

17.11.70

- 3 -

384902



gas de arrastre, evitándose así la contaminación del ambiente. El invento prevé además el uso de aditivos para el fluido de impulsión, para favorecer la pulverización, la encapsulación de partículas, la formación de gotitas, el crecimiento de las gotitas, la separación de las gotitas desde el gas, y la recuperación del fluido de impulsión. El invento prevé además la recogida de las partículas por su valor como subproductos, si lo tienen, o para repetición del ciclo en el procedimiento básico.

10 Además de la materia en partículas que puede ser producida durante el curso de los procesos industriales, pueden también formarse gases. Estos gases pueden ser considerados inofensivos, como por ejemplo, el dióxido de carbono, o bien pueden ser nocivos o tóxicos, como por ejemplo, el monóxido de carbono, el dióxido de azufre, y el sulfuro de hidrógeno. Muchos de los gases nocivos o tóxicos comunes, producidos en los procesos industriales, son solubles en agua. Tales gases pueden ser separados del resto de los gases de arrastre disolviendolos en el fluido usado para encapsular la materia en partículas.

Los objetos y ventajas del invento se pondrán de manifiesto de la descripción que sigue considerada juntamente con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

25 La figura 1 es un diagrama de proceso en que se ilustran las operaciones del procedimiento efectuadas en el separador de ciclón termodinámico del presente invento.

La figura 2 es un diagrama de proceso en que se ilustra el procedimiento del presente invento aplicado a un gas contaminado frío.

30 La figura 3 es un diagrama de proceso en que se

384902



ilustra el procedimiento del presente invento aplicado a un gas contaminado caliente.

La figura 4 es un diagrama de proceso en que se ilustra el procedimiento del presente invento aplicado a un gas contaminado caliente, y en el cual el fluido de impulsión es depurado y recirculado.

La figura 5 es una vista en planta esquemática de un separador de ciclón termodinámico usado para separar las partículas de un gas de arrastre contaminado caliente.

La figura 6 es una vista en alzado, esquemática, del aparato ilustrado en la figura 5.

La figura 7 es una vista en corte, esquemática, del separador de ciclón termodinámico ilustrado en la figura 5.

La figura 8 es una vista en corte del separador termodinámico, tomada en general a lo largo de la línea 8 - 8 de la figura 7.

La figura 9 es una vista de detalle, en corte, a escala ampliada, del elemento expulsor de agua caliente del separador termodinámico, tomada en general a lo largo de la línea 9 - 9 de la figura 7.

Las figuras 10A a 10D son croquis esquemáticos que ilustran varias disposiciones de los elementos expulsores con relación al conducto de gas de arrastre contaminado, habiéndose tomado la figura 10A en general a lo largo de la línea 10A - 10A de la figura 7.

La figura 11 es una vista en alzado de un separador termodinámico de acuerdo con el presente invento, en el cual el gas contaminado es entregado a la parte in-



ferior del separador de ciclón.

La figura 12 es una vista en alzado de una forma alternativa del separador de ciclón termodinámico, en el cual el fluido de impulsión es entregado tangencialmente a la parte de ciclón del separador.

La figura 13 es una vista en corte, a escala ampliada, tomada a lo largo de las líneas 13 - 13 de la figura 12.

La figura 14 es una vista en corte, a escala ampliada, de una tobera expulsora de flujo axial tomada a lo largo de las líneas 14 - 14 de la figura 13.

Refiriéndonos ahora a las figuras, en la figura 1 se ilustra en un diagrama de proceso el procedimiento de separación de materia en partículas contenidas en un gas de arrastre, de acuerdo con el presente invento. Como se ha ilustrado en la figura 1, el gas de arrastre 10 conteniendo materia en partículas entra en los medios de impulsión 12 del separador de ciclón termodinámico. Tal gas de arrastre se designará en lo que sigue como gas contaminado. En los medios de impulsión 12 entra además agua caliente 14 a elevada presión. Los medios de impulsión 12, de acuerdo con el presente invento, comprenden un eyector de agua caliente, el cual dirige un chorro de agua caliente a un conducto con forma, que lleva el gas contaminado y que proporciona la energía requerida para impulsar el gas contaminado a través del conducto hasta alcanzar una velocidad deseada. El agua caliente entregada a los medios de impulsión es mantenida a su temperatura de saturación, o próxima a ésta, a una presión que es sustancialmente más alta que la presión del gas contaminado. Al entrar en el



conducto de baja presión que contiene el gas contaminado, el agua a elevada presión forma una mezcla similar a una niebla con el gas contaminado, cuya mezcla se ha indicado en 16 en la figura 1. La mezcla del agua caliente y el gas contaminado, y el intercambio de energía cinética, dara por resultado un aumento de la presión en la región de mezclado. Ello proporciona la fuerza de impulsión sobre el gas contaminado que sale de la región de mezclado a una velocidad adecuada.

10 En la mezcla similar a niebla de gas contaminado y agua caliente, una parte del agua estará en fase de vapor, Las partículas actuarán como núcleos de condensación y, por tanto, quedarán encapsuladas en gotitas de agua, como se ha indicado en general en 18 en la figura 1. Tan pronto como se forman las gotitas, empiezan éstas a crecer tanto por condensación de vapor adicional como por colisión con otras gotitas.

15 Después que las partículas están totalmente encapsuladas en gotitas que se desplazan a una velocidad deseada, se introduce la mezcla de gas y gotitas que contienen partículas en unos medios de separación 20, tal como un separador de ciclón, en los cuales se conduce al gas y a las gotitas para que circulen a lo largo de una trayectoria esencialmente helicoidal. Durante esta fase, las gotitas que contienen partículas se moverán hacia la pared del ciclón, y serán recogidas sobre ésta, mientras que el gas escapará a través de un conducto como el indicado en 22. Las gotitas que contienen partículas tenderán a acumularse en el fondo de los medios de separación, y pueden ser extraídas como una pasta 24 compuesta de agua y



23

materia en partículas.

La descripción se ha efectuado hasta aquí sobre la hipótesis de que el gas contaminado consistía en un gas que era relativamente insoluble en el agua caliente usada para impulsar el gas y encapsular las partículas. Se comprenderá, por supuesto, que el gas contaminado puede incluir gases nocivos o tóxicos que sean muy solubles en agua. En este caso, una parte o la totalidad de los gases nocivos o tóxicos pueden quedar disueltos en el agua durante las fases del procedimiento de condensación, encapsulación y crecimiento de las gotitas, con lo cual los gases nocivos y tóxicos estarán presentes en la pasta 24.

Será ahora evidente que el procedimiento de separación por ciclón termodinámico comprende las operaciones de impulsar un gas contaminado con un eyector de fluido caliente, mezclar el gas contaminado con el fluido y vapor del fluido, encapsular las partículas del gas contaminado con el vapor del fluido para formar gotitas, hacer que se produzca el crecimiento de las gotitas, y separar las gotitas del gas por medios centrífugos.

El procedimiento de ciclón termodinámico puede ser aplicado en una serie de circunstancias, como se ha ilustrado en las Figuras 2, 3 y 4. Si el gas contaminado está a una temperatura inferior a la temperatura del agua caliente de impulsión, se tiene, como se ha indicado en la Figura 2, que es suficiente disponer una reserva de agua caliente a elevada presión 32, a su temperatura de saturación o próxima a esta, para impulsar al sistema 34, siendo la salida gas limpio 36 y una pasta 38. Se comprenderá que el sistema 34 incluye la parte de la Figura 1 en-



23

cerrada dentro de las líneas de trazos.

La Figura 3 ilustra la aplicación del procedimiento en la situación en que el gas contaminado es caliente, como en muchos procesos metalúrgicos, en particular en los procesos de fusión y de fabricación de acero. En ese caso, los gases contaminados calientes 40 pasan primeramente a través de un intercambiador de calor 42, donde es transferido calor a una alimentación de agua 44. Si se requiere, puede aportarse calor adicional desde un manantial de calor suplementario 46. La válvula 47 indica esquemáticamente que el calor suplementario 46 puede ser aplicado continuamente o periódicamente hasta el grado requerido por las condiciones de funcionamiento particulares que existan. Antes de la admisión al intercambiador de calor 42, el agua caliente es convenientemente puesta bajo presión por la bomba 48. La salida desde el separador termodinámico 49 es, como anteriormente se ha descrito, una pasta 50, que comprende el agua de impulsión, y los gases que han sido disueltos en el fluido y el gas limpio 52. Se observará que cuando el gas contaminado es caliente, una parte o la totalidad del calor requerido para suministrar el agua caliente de impulsión es proporcionado por el propio gas contaminado.

La Figura 4 ilustra otra aplicación del procedimiento básico, en que el agua usada para las operaciones de impulsión, mezcla, encapsulación, crecimiento y separación, es recuperada, depurada y devuelta para repetición del ciclo en el procedimiento. Tal operación puede ser particularmente deseable cuando el agua resulta contaminada en el procedimiento y no se le puede dar salida sin tratamiento, o cuando la alimentación de agua es limitada.

17.11.70

- 9 -

384902



23

Como se ha ilustrado en la Figura 4, el gas contaminado caliente 54 pasa a través del intercambiador de calor 56, en el cual es transferido calor a una alimentación de agua 58, y luego al separador de ciclón termodinámico 66. El

5 agua caliente 60 sale del intercambiador de calor y puede recibir calor adicional, si se desea, desde un manantial de calor suplementario 62, convenientemente regulado, como se ha indicado esquemáticamente por la válvula 63. La presión del agua caliente se aumenta antes de la admisión al

10 intercambiador de calor 56, como se ha indicado en 64, hasta que el agua caliente está aproximadamente a su temperatura de saturación para la presión particular a utilizar. El agua caliente a elevada presión es entonces dirigida a los medios de impulsión del separador de ciclón termodinámico 66. La salida del separador es gas limpio 68 y una

15 pasta 70 que comprende agua 72 y materia en partículas 74, las cuales pueden ser separadas por medios usuales. Así, las partículas pueden ser separadas de la pasta por procedimientos bien conocidos, por ejemplo, tales como los de sedimentación, coagulación o filtrado, o por una combinación de estos procedimientos, según se requiera. El

20 procedimiento específico empleado depende principalmente de la densidad y del tamaño de partícula de las partículas a separar, como se describe más detalladamente en los

25 Capítulos 3 a 5 del "Betz Handbook of Industrial Water Conditioning" ("Manual Betz de Tratamiento de Aguas Industriales"), 5ª Edición, publicado por "Betz Laboratories Inc.", 1.957.

30 Los gases nocivos o tóxicos disueltos en la pasta pueden ser separados de ésta por procedimientos



igualmente bien conocidos, por ejemplo, tales como los de aireación y desgasificación, como se ha descrito en el Capítulo 2 del "Water Conditioning Handbook" ("Manual de Tratamiento de Aguas") de la Permutit Company, publicado en 5 1.943.

Después de la separación de las partículas y de los gases nocivos o tóxicos desde la pasta, el agua depurada en el conducto 72 puede ser vuelta a depurar, si se desea, mediante técnicas de tratamiento bien conocidas, dependiendo el tratamiento empleado del uso a que se destine 10 el agua depurada. Después de la depuración final, se puede devolver el agua al intercambiador de calor para volverla a usar en el procedimiento. Puede añadirse agua de relleno 18, según se requiera.

15 Las Figuras 5 y 6 son, respectivamente, vistas en planta y en alzado de una instalación del separador de ciclón termodinámico del presente invento, cuando el gas contaminado es caliente. En el sistema ilustrado en las Figuras 5 y 6 se siguen las operaciones del procedimiento 20 ilustradas en la Figura 3, y sería apropiado para uso en procesos metalúrgicos, tales como operaciones en cubilote o en solera abierta.

El gas contaminado pasa desde su fuente a través del conducto 80 y al intercambiador de calor 82, el cual 25 puede ser de cualquier diseño usual. El gas contaminado enfriado pasa a continuación a través de una cámara de enfriamiento 84, donde el gas pasa a través de una serie ordenada de surtidores de agua (no ilustrados). La cámara de enfriamiento produce enfriamiento adicional en la medida 30 da en que se requiera, y garantiza que los grandes aglome-



rados de partículas son separados del gas contaminado. Cuando el intercambiador de calor produce por sí solo enfriamiento suficiente del gas, puede suprimirse la cámara de enfriamiento 84. A la salida de la cámara de enfriamiento 84 (o del intercambiador de calor 82 si no se emplea cámara de enfriamiento) el gas contaminado pasa a través de un conducto 86, el cual comunica con la parte 88 de medios de impulsión del separador de ciclón termodinámico. El conducto 86 converge a una sección rectangular 90 de menor sección transversal en la parte 88 de impulsión del separador para proporcionar, de hecho, una sección de tobera Venturi que aumenta la velocidad del gas que circula en la parte de impulsión 88. Como se aprecia mejor en las Figuras 7 y 8, en la parte convergente del conducto 86 pueden disponerse uno o más álabes 92, preferiblemente de forma aerodinámica adecuada, para guiar el flujo de gas a la parte de impulsión 88.

En comunicación con la sección rectangular 90 del conducto hay un grupo de elementos eyectores de agua caliente 94, uno de los cuales se ha ilustrado con detalle en la Figura 9. Como se ha ilustrado en las Figuras 7 y 8, en cada parte 88 de impulsión hay incorporados dos elementos eyectores 94, y éstos están situados en los lados de la parte rectangular 90 del conducto. La parte rectangular 90 del conducto está dirigida ligeramente hacia abajo, para provocar en los gases un flujo hacia abajo.

Por razones que se explicarán más adelante, la parte de impulsión 88 comunica con un par de separadores de ciclón 96. Por lo tanto, es deseable disponer al menos dos elementos eyectores 94 en comunicación con la parte



rectangular 90 del conducto. Esta disposición de los elementos eyectores se ha ilustrado esquemáticamente en la Figura 10A. Dependiendo de la cantidad de agua a inyectar en la corriente de gas contaminado, y del diseño del separador de ciclón, pueden usarse una serie de diferentes disposiciones de elementos eyectores. Por ejemplo, en la Figura 10B se han ilustrado dos eyectores en comunicación con cada lado de la parte rectangular 90 del conducto. Las Figuras 10C y 10D ilustran disposiciones de impulsión similares a la de la Figura 10B, excepto en que se han dispuesto eyectores adicionales en ya sea el fondo o ya sea la parte superior del conducto, provocandose así movimiento de los gases hacia arriba o hacia abajo, respectivamente. La disposición ilustrada en la Figura 10C es la adecuada para el separador de ciclón del tipo de tiro ascendente

Con referencia ahora a la Figura 9, los eyectores 94 de agua caliente incluyen un cuerpo en dos piezas 98, 99 que termina en una tobera rectangular 100 que comunica con la parte rectangular 90 del conducto, de modo que en la corriente de gas contaminado se inyecta un chorro de agua que sale desde la tobera del eyector, paralelo o formando un pequeño ángulo con relación a la dirección del flujo del gas contaminado. El cuerpo 98, 99 del eyector está provisto de un ánima axial 102 que comunica con una cámara anular 104 a través de una serie de lumbreras 106. Agua caliente a elevada presión alimentada desde una bomba de depósito (no ilustrado) es entregada al eyector 94 a través de un colector 108 de alimentación de agua caliente y de una tubería de alimentación 110, la cual



conecta el colector de alimentación 108 con la cámara anular 104. Más allá de la cámara anular 104 el ánima del eyector converge hasta un ánima 112 de pequeña sección transversal circular. El ánima 112 se une con una tobera rectangular 100 de la misma área de sección transversal. Dentro del cuerpo 98 del eyector hay acoplada una válvula de aguja 114. El extremo convergente 116 de la válvula de aguja coopera con la parte convergente del ánima del eyector entre la cámara anular 104 y el ánima 112, para definir un paso anular ajustable para el agua caliente. El extremo opuesto 118 de la válvula de aguja 114 comunica con un mecanismo de control de válvula de aguja (aquí ilustrado esquemáticamente como un volante 115 y un eje roscado 115a) para poder efectuar el ajuste de la válvula de aguja. Hay dispuestos medios apropiados de obturación y empaquetadura 120 para evitar fugas de agua a elevada presión más allá de la válvula de aguja 114. El eyector 94 está fijado al conducto 90 por medios de soporte adecuados 101.

El caudal másico y las propiedades del gas contaminado, tales como la temperatura y la presión, pueden no ser constantes. Ello es así, en particular, en los procesos metalúrgicos, tal como en la fabricación de acero, en los que tanto la cantidad como la naturaleza de los efluentes gaseosos dependan de la fase del proceso. Es pues importante disponer un ajuste de los eyectores para compensar las variaciones en el caudal másico y en las propiedades del flujo de gas contaminado. Cuando la variación requerida en el caudal del eyector es grande, puede ser deseable usar eyectores múltiples, como se ha ilustra-



do en las figuras 10B y 10C y 10D, para simplificar los problemas de control del eyector.

La parte 88 de medios de impulsión del separador de ciclón termodinámico comunica con un conducto de mezclado 122 el cual, a su vez, se une a un separador de ciclón en general cilíndrico 96. Como se ha ilustrado en las figuras 7 y 8, el conducto de mezclado 122 es un miembro de forma aerodinámica que se une con acuerdo suave y sin discontinuidades a los medios de impulsión 88, e incluye la superficie aerodinámica 123. El agua caliente a elevada presión, alimentada a través de los elementos expulsores 94 en los conductos 90 de baja presión que contienen el gas contaminado, experimentará una rápida caída de la presión en los conductos de baja presión, dando por resultado la formación de un chorro de alta velocidad de gotas finamente pulverizadas y vapor. El chorro de gran velocidad será dirigido a través del flujo de gas contaminado en los conductos 90 y será mezclado rápidamente con éste, debido al alto grado de turbulencia del flujo. Durante el proceso de mezclado, la fase de vapor del fluido de impulsión empieza a condensarse. Se favorece la condensación por la presencia, en toda la zona de mezclado, de la materia en partículas procedente del gas contaminado, cuyas partículas actúan como núcleos de condensación. El vapor, condensándose sobre la materia en partículas, forma muchas gotitas pequeñas las cuales, a su vez, actúan como núcleos de condensación para la condensación de vapor adicional. La materia en partículas es así encapsulada rápidamente en gotitas. Debido a la turbulencia en la cámara de mezclado y a la diferencia de veloci-



dades entre el fluido de impulsión y las partículas, las gotitas tienden a colisionar entre sí y a formar gotitas mayores.

5 Puesto que los medios de impulsión 88 dirigen la mezcla de gas contaminado y vapor ligeramente hacia abajo y tangencialmente dentro de la cámara de mezclado 122, se genera en la cámara de mezclado un flujo de diseño sustancialmente helicoidal. A la entrada al separador de ciclón 96, el flujo comprende gotitas de tamaño sustancial-
10 que contienen la materia en partículas y gas del cual han sido separadas las partículas.

Dentro del separador de ciclón, el gas y las gotitas continúan circulando en un diseño de flujo sustancialmente helicoidal, mientras que la fuerza centrífuga empuja las gotitas hacia fuera, hacia las paredes del ciclón. Las gotitas que contienen a las partículas, que son recogidas sobre las paredes del ciclón 96, fluyen hacia abajo y salen del ciclón a través de una lumbrera 124, en forma de una pasta de agua y materia en partículas. El gas limpio
15 que migra al eje geométrico del ciclón sale a través del conducto 126. Si se desea, puede alimentarse agua a un colector 128 que circunda al ciclón 96, desde una fuente 130. El agua puede ser entregada circunferencialmente al interior del ciclón 96 desde el colector 128, a través
20 de tuberías de alimentación 132 que comunican con una serie de lumbreras 134. El agua así entregada ayuda a lavar la pasta, arrastrándola a través de la lumbrera 124, y proporciona una pasta de cualquier grado de dilución deseado, para posterior tratamiento.

25 30 Volviendo ahora a la figura 5, el agua para



los expulsores 94 se obtiene de una fuente de alta presión (no ilustrada) y se introduce en el intercambiador de calor 82 a través del conducto 136. De preferencia, el agua fluye a contracorriente a través del intercambiador de calor 82 y sale del intercambiador de calor a través del conducto 138, la válvula 140 y medios de depósito adecuados ilustrados esquemáticamente en 142, a fin de proporcionar agua caliente a elevada presión en el conducto 144. Como se ha ilustrado en la figura 5, el conducto 144 se ramifica para formar conductos 146 y 148, los cuales a su vez, se ramifican a cada uno de los expulsores 94. Si se requiere calor adicional para un conjunto deseado de condiciones de funcionamiento, parte o la totalidad del agua caliente procedente del intercambiador de calor 82 puede ser dirigida a través del calentador suplementario 150, el cual está conectado en paralelo con el conducto 138 mediante conductos 152, 154. Se logra control del flujo a través del calentador suplementario 150 mediante el ajuste apropiado de las válvulas 140 y 156.

Para una configuración geométrica particular de ciclón, existe una relación inversa entre el tamaño de las partículas o gotitas y el tiempo requerido para mover una gotita a través del flujo de aire y llevarla a la pared del ciclón. Una relación similar existe entre la velocidad de las partículas y el tiempo requerido para mover una partícula o gotita a través del flujo de aire hasta la pared del ciclón.

Una parte sustancial de la materia en partículas contenida en los gases producidos en los procesos industriales puede estar en el margen de tamaños iguales



o inferiores a una micra, con lo cual resulta difícil, y frecuentemente es imposible, separarlas en un separador de ciclón o centrífugo en seco. No obstante, el separador de ciclón termodinámico del presente invento resulta ideal-
5 mente adecuado para tales problemas de separación, ya que al encapsular las partículas en gotitas y al provocar el posterior crecimiento de las gotitas, se aumenta el diámetro efectivo de las partículas hasta un punto en que se consigue fácilmente la separación centrífuga.

10 Es también sabido que el rendimiento de la separación o recogida del separador de ciclón aumenta a medida que disminuye el diámetro del ciclón. Mediante el uso de ciclones múltiples, como se ha ilustrado en las figuras 5 a 8, se saca partido de este hecho.

15 En el diseño práctico del separador de ciclón termodinámico se aplican métodos aerodinámicos para configurar el flujo de dos componentes, de tal manera que las fases de impulsión, mezclado, encapsulación y separación cooperen entre sí sinérgicamente para conseguir
20 una relación óptima entre los requisitos de energía, el rendimiento de la separación y las dimensiones del equipo.

Como ejemplo, las altas velocidades del gas permiten usar ciclones de grandes diámetros pero requieren
25 cantidades proporcionalmente grandes de agua. Si se reduce la velocidad, debe reducirse paralelamente el diámetro del ciclón, pero con esto se puede acortar la zona de mezclado hasta un grado tal que el tiempo de permanencia sea insuficiente para el crecimiento de las gotitas.

30 Consideraciones similares son de aplicación, por ejemplo



a la temperatura de entrada, a la presión del agua caliente, a las disposiciones de toberas eyectoras y al número de unidades de ciclón. Puesto que el estado del gas entregado y la naturaleza y la cantidad de la materia en partículas contenida en aquel pueden variar en un margen muy amplio, el diseño específico del separador de ciclón termodinámico debe adaptarse para cada aplicación individual.

El diseño del separador de ciclón termodinámico ilustrado en las figuras 5 y 6 puede ser fácilmente adaptado para instalaciones de diversos tamaños y para funcionamiento entre límites muy variables. La unidad básica del separador termodinámico es el eyector de agua caliente y su par de ciclones asociados, unidos por la cámara de mezclado. Cada ciclón, incluida su chimenea, puede tener, por ejemplo, del orden de 1,5 metros de diámetro exterior máximo y 7,5 metros de altura, y por tanto la unidad es bastante más compacta que los actuales tipos de filtros y precipitadores. Aunque en la figura 5 se ilustran dos de tales unidades, se comprenderá que puede disponerse cualquier número que se desee de unidades, de modo que a medida que aumente la cantidad de gas contaminado se pueda poner en funcionamiento unidades adicionales de separador termodinámico. Alternativamente, se pueden mantener como reserva una o más unidades de separador termodinámico para poder llevar a cabo programas de mantenimiento en las unidades de trabajo, con gran independencia del proceso industrial en el que se genere el gas contaminado.

Para el caso en que deba mantenerse pequeño el



diámetro del ciclón se presenta en la figura 11 una alternativa práctica. La figura 11 ilustra una variación en el diseño del separador de ciclón termodinámico ilustrado en las figuras 5-8, y puede describirse como un tipo de ciclón de "tipo ascendente". Como se ha ilustrado en la figura 11 el gas contaminado caliente es llevado por el conducto 160. El conducto 160 converge a un conducto menor 162 de sección transversal rectangular, el cual comunica con la parte de medios de impulsión y zona de mezclado 164. Se alimenta al eyector (no ilustrado) agua a presión por un conducto 166. En la figura 11, la cámara 168 de la zona de mezclado está situada debajo del separador de ciclón 170. No obstante, como en el diseño de las figuras 5-8, el gas limpio sale del ciclón a través del conducto axial o chimenea 172, mientras que la pasta constituida por agua y materia en partículas es extraída desde el fondo de la cámara de mezclado 168, a través de conductos 174.

Por supuesto, se verá que el diseño de separador de "tiro ascendente" ilustrado en la figura 11, puede ser utilizado con gases contaminados, ya sea calientes o ya sea fríos, y con los eyectores de agua caliente del tipo ilustrado en la figura 9 y dispuestos como en las figuras 10A y 10C. También puede usarse el separador de la figura 11 con cualquiera de los procedimientos ilustrados en las figuras 1 -4.

En las figuras 12 y 13 se ilustra una forma del separador de ciclón termodinámico que tiene un sistema de impulsión por eyector tangencial múltiple. El gas contaminado es canalizado al separador por un conducto 180. El conducto 180 converge a una sección rectangular más



pequeña y comunica con el extremo abierto de un colector circular o en espiral 182, que tiene una pluralidad de conductos 184 de forma aerodinámica dirigidos hacia dentro. Como se apreciará más claramente en la figura 13, el colector 182 disminuye gradualmente de área de sección transversal a medida que se extiende hacia fuera desde el conducto 180. Los conductos 184 de forma aerodinámica comunican con la parte superior del separador de ciclón 190. Como se ha ilustrado en la figura 13, los conductos 184 entran en el separador de ciclón 190 tangencialmente y su área de sección transversal varía a medida que se aproximan al separador. El separador de ciclón 190 es de forma en general cilíndrica, pero puede tener conicidad, de modo que su diámetro sea relativamente pequeño en la base del separador. Un conducto 192 comunica con la base del separador 190 para permitir la retirada de la pasta que comprende el fluido de impulsión y la materia en partículas separada del gas contaminado. El gas limpio sale del separador 190 a través de la chimenea 194, la cual se extiende hacia abajo dentro de la parte central del cuerpo del separador.

Fluido de impulsión caliente, a elevada presión de preferencia agua, es entregado a través de un conducto 196 y de la tubería ramificada 198 a un colector de agua 200 el cual, como se aprecia mejor en la figura 13, circunda al colector 182 de gas contaminado. Tuberías de alimentación 202 se extienden desde el colector de agua 200 a través del colector de gas 182, los conductos 184 y dentro de la zona de mezclado del separador 190. Un expulsor de flujo axial, indicado en general en 204, está

384902



montado en el extremo interior de cada tubería de alimentación 202.

Como se ha ilustrado en la figura 14, el eyector 204 tiene una parte de cuerpo 206 y una parte de tobera 208. En la parte de cuerpo 206 hay formadas una pluralidad de lumbreras 210 para permitir el paso del fluido de impulsión desde la tubería de alimentación 202 a un depósito 212 formado dentro del cuerpo del eyector 204. La parte 208 de tobera del eyector 204 está diseñada, de acuerdo con los principios de la dinámica de los fluidos, para obtener un caudal deseado de fluido de impulsión en las condiciones de funcionamiento especificadas. Como se ha ilustrado en la Figura 14, la tobera 208 tiene un perfil convergente-divergente. Una varilla de control 214 está acoplada concéntricamente dentro del cuerpo 206 del eyector 204 y termina en una válvula de aguja 216 diseñada para cooperar con la tobera 208 para controlar el caudal de fluido de impulsión a través del eyector. La varilla de control se extiende a través de la tubería de alimentación 202 y termina en un actuador de control ilustrado esquemáticamente como un botón 218 en la Figura 13. Se apreciará que pueden usarse tipos conocidos de mecanismos de control para variar los ajustes de la válvula de aguja en respuesta a los parámetros de funcionamiento del sistema.

En funcionamiento, el flujo de agua caliente a elevada presión, a través de los eyectores 204, impulsa al gas contaminado a través del colector 182 y a través del conducto de forma aerodinámica 184. Dentro de la zona de mezcla, el agua a elevada presión se pulveriza y se vaporiza en parte, se mezcla con el gas, y empieza a condensar-



se de modo que encapsula la materia en partículas arrastra-
da por el gas. La mezcla de gas y gotitas en crecimiento
es introducida, a una velocidad relativamente alta, tangen-
cialmente en el separador de ciclón 190. Al girar la mez-
5 cla hacia abajo en un diseño de flujo en general helicoidal,
las gotitas que contienen a las partículas son empujadas
por la fuerza centrífuga hacia las paredes del separador,
mientras que el gas limpio permanece en la zona axial cen-
tral del separador. Las gotitas que contienen a las partí-
10 culas son extraídas como una pasta a través del conducto
192, mientras que el gas limpio sale del separador a tra-
vés de la chimenea 194.

Aunque en la Figura 13 se han ilustrado cuatro
eyectores 204, se comprenderá que el número de tales eyec-
15 tores puede variar, dependiendo de las características de
funcionamiento del eyector particular y de los parámetros
del sistema. Los eyectores 204 y los tubos de alimentación
asociados 202 están dirigidos de preferencia ligeramente
hacia abajo, para provocar un flujo hacia abajo en el se-
20 parador. Aunque en la Figura 13 se han ilustrado los eyec-
tores 204 como situados en el mismo plano horizontal, pue-
den también estar situados en planos diferentes, de modo
que cada eyector no sea afectado sustancialmente por los
eyectores vecinos.

25 El separador de ciclón termodinámico de impul-
sión tangencial ilustrado en las Figuras 12 y 13 puede
utilizarse con cualquiera de los procedimientos expuestos
en las Figuras 1 - 4. Esta forma del separador puede em-
plearse por pares, como se ha indicado en la Figura 12,
30 aunque también se pueden usar unidades sencillas, sin que



ello ocasiona desventajas.

El eyector de flujo axial ilustrado en la Figura 14 está adaptado especialmente para el separador tangencial de las Figuras 12 y 13. No obstante, también podría emplearse un eyector del tipo ilustrado en la Figura 9. Análogamente, el expulsor de flujo axial del tipo ilustrado en la Figura 14 podría usarse en los separadores representados en las Figuras 5 - 8, disponiendo, por ejemplo, una curva o codo apropiado en el conducto que va al eyector, para acomodar la tubería de alimentación de agua caliente y el aparato de control del expulsor.

Los términos y expresiones que se han empleado se han usado como términos descriptivos y no en un sentido limitador, y en el uso de tales términos y expresiones no hay intención alguna de excluir cualesquiera equivalentes a las características ilustradas y descritas o partes de las mismas, sino que se admite que son posibles diversas modificaciones sin rebasar el alcance del invento que se reivindica.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 27 de Octubre de 1.969 con el número 869.619, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Paten-

17.11.70



te de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1^o.- Un procedimiento para separar partículas desde un gas de arrastre contaminado, bajo la influencia de un fluido, caracterizado porque el gas de arrastre contaminado es impulsado por, y mezclado con, dicho fluido, alimentado a una temperatura y una presión, con relación a dicho gas de arrastre, tales que se forman gotitas de dicho fluido que encapsulan a dichas partículas, y se separan dichas gotitas desde dicho gas de arrastre.

2^o.- Un procedimiento según la Reivindicación 1, caracterizado porque dicho gas de arrastre es alimentado dentro de un ambiente cerrado a una presión inferior a aquella a la cual es liberado fluido caliente a elevada presión dentro de dicho ambiente, resultando dichas gotitas de fluido del fluido pulverizado y vaporizado que se forma al liberar el fluido caliente a elevada presión dentro de dicho ambiente cerrado.

3^o.- Un procedimiento según las Reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque dicho fluido alimentado es agua a elevada presión, la cual, antes de ser liberada dentro de dicho ambiente cerrado, es mantenida a una temperatura sustancialmente de saturación correspondiente a su presión.

4^o.- Un procedimiento según la Reivindicación 3, caracterizado porque se favorece el crecimiento de las gotitas que contienen a las partículas, antes de separar las gotitas desde el gas de arrastre.

5^o.- Un procedimiento según las Reivindicaciones 3 ó 4, caracterizado porque se disuelven en dichas gotitas los gases solubles, si los hay, contenidos en el gas de

17.11.70

23 M



arrastre.

6ª.- Un procedimiento según cualquiera de las Reivindicaciones precedentes, en que el gas de arrastre contaminado es un gas caliente producido en el curso de un proceso industrial, caracterizado porque dicho gas de arrastre caliente, directamente y sin conversión, es utilizado para calentar dicho fluido mientras está a elevada presión.

7ª.- Un aparato para separar partículas desde un gas de arrastre contaminado, bajo la influencia de un fluido, caracterizado por medios de conducto de forma aerodinámica, dentro de los cuales es alimentado dicho gas de arrastre, medios eyectores de fluido para liberar un fluido dentro de dichos medios de conducto a una temperatura y una presión, con relación a dicho gas de arrastre, tales que se forman gotitas de dicho fluido que encapsulan a dichas partículas, y medios de separación, en comunicación con dichos medios de conducto, para separar dichas gotitas desde dicho gas de arrastre.

8ª.- Un aparato según la Reivindicación 7, caracterizado porque dichos medios eyectores que comunican con dichos medios de conducto están situados con relación a éstos antes de una región de comunicación entre dichos medios de separación y de conducto.

9ª.- Un aparato según las Reivindicaciones 7 u 8, caracterizado por una pluralidad de eyectores de fluido caliente a elevada presión, montados en lados opuestos de dichos medios de conducto.

10ª.- Un aparato según las Reivindicaciones 7 u 8, caracterizado porque dichos medios eyectores de fluido están situados axialmente dentro de dichos medios de con-

17.11.70

384902



ducto, los cuales comunican en esencia tangencialmente con dichos medios separadores.

11º.- Un procedimiento y un aparato para separar particulas desde un gas de arrastre contaminado, bajo la
5 influencia de un fluido.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veintisiete hojas escritas a máquina por una sola cara.
10

Madrid, 23 NOV. 1970

P. A.

Alberto J. L. *[Signature]*
For Forger

8

[Signature]
17/11.70
MIR/.

384902

384902

384902

FIG.1.

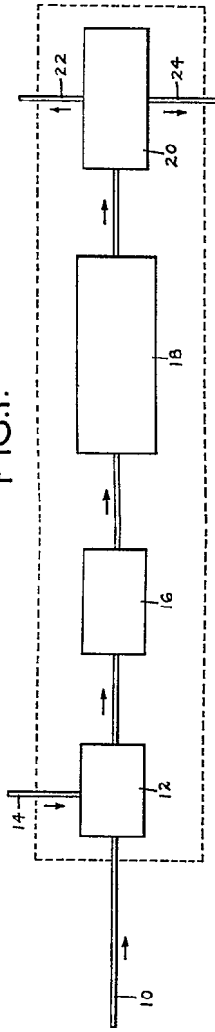


FIG.2.

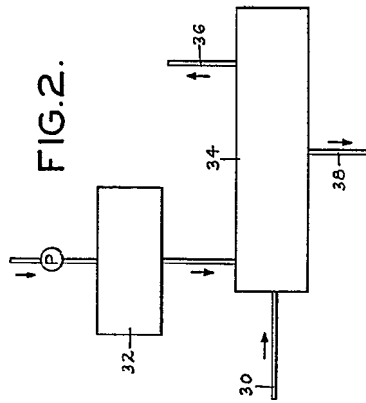


FIG.4.

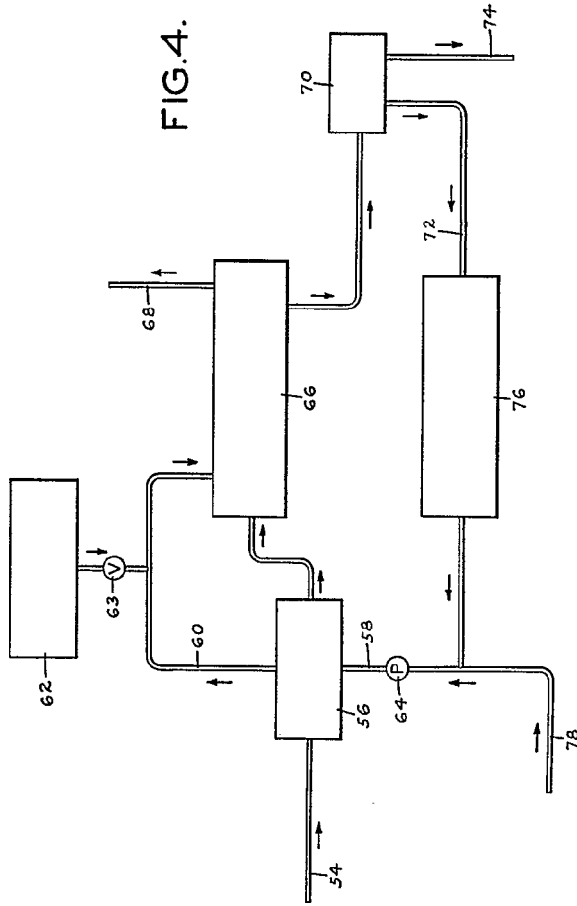
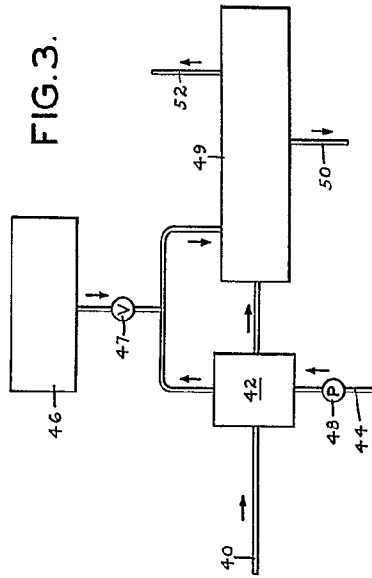


FIG.3.




 Atty. in Gen.
 For Patent

384902

1973

FIG.

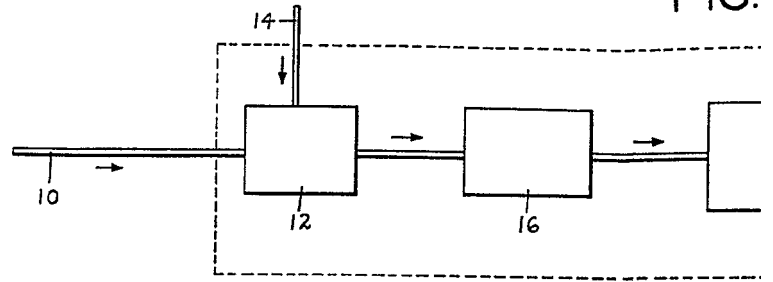
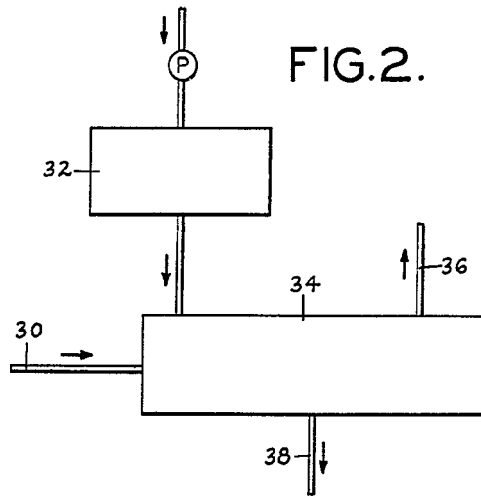
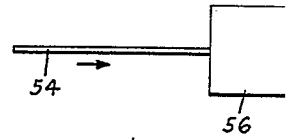
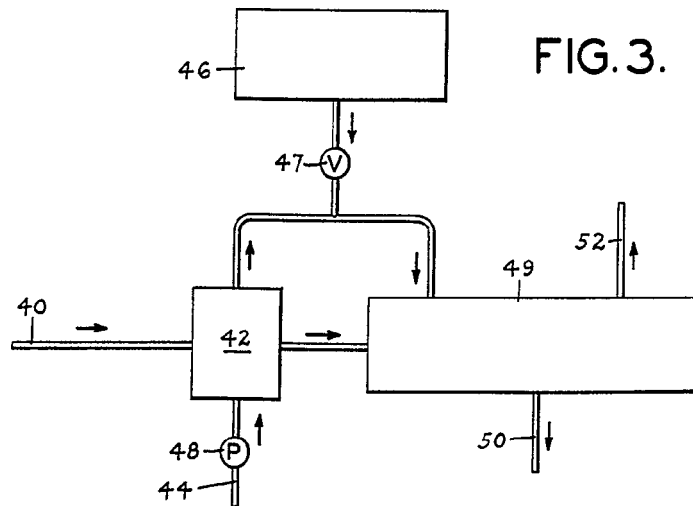


FIG. 2.

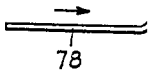


62

FIG. 3.



64



384902



FIG. 1.

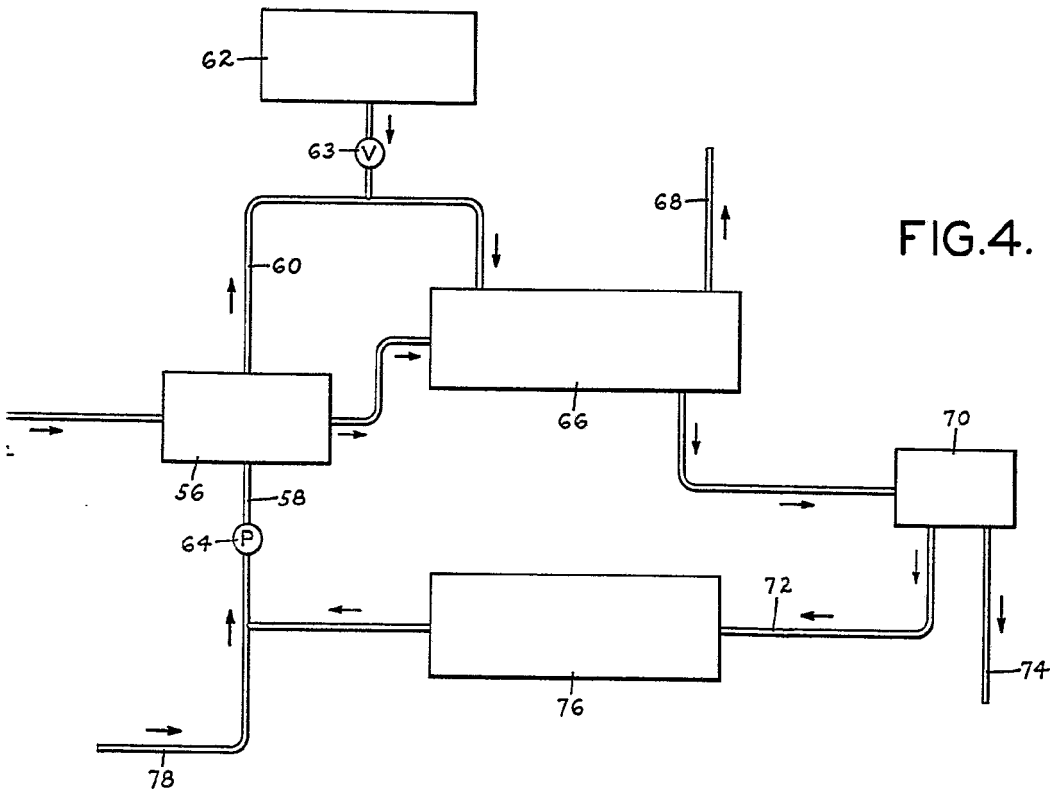
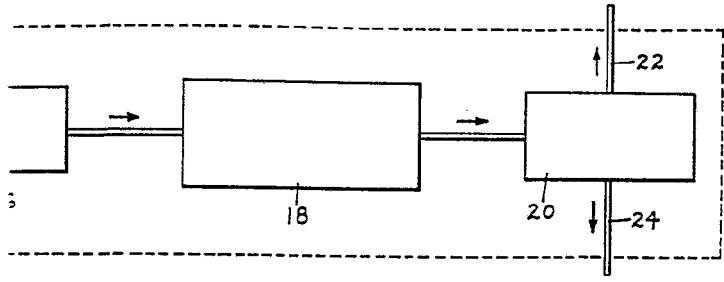


FIG. 4.

Attest
Per [Signature]

384902

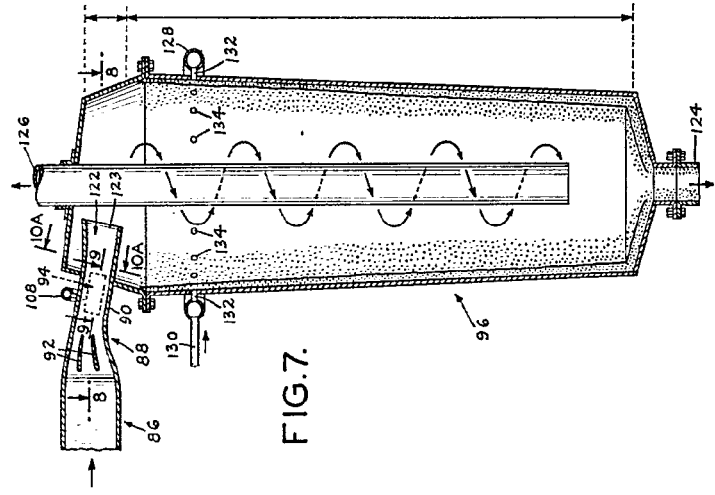


FIG. 7.

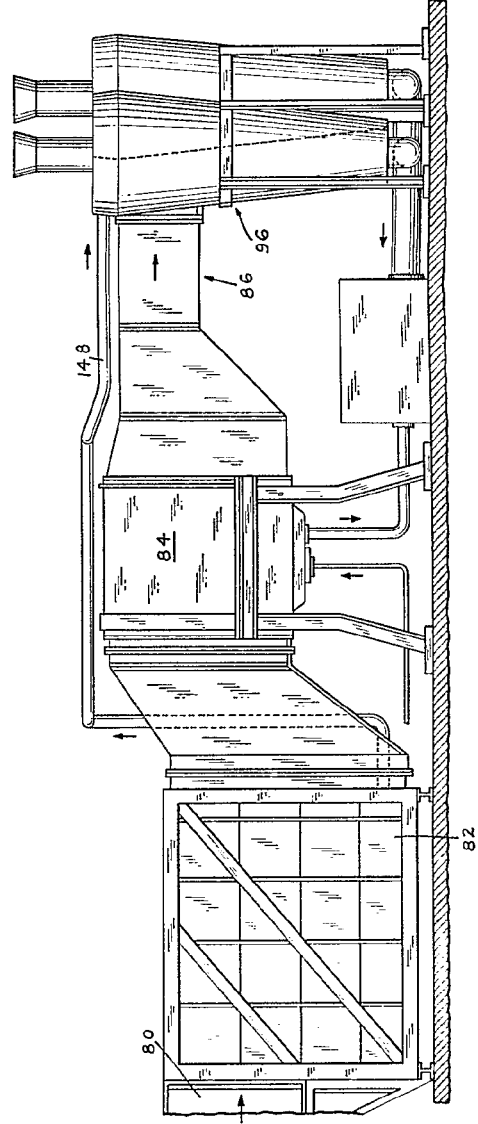


FIG. 6.

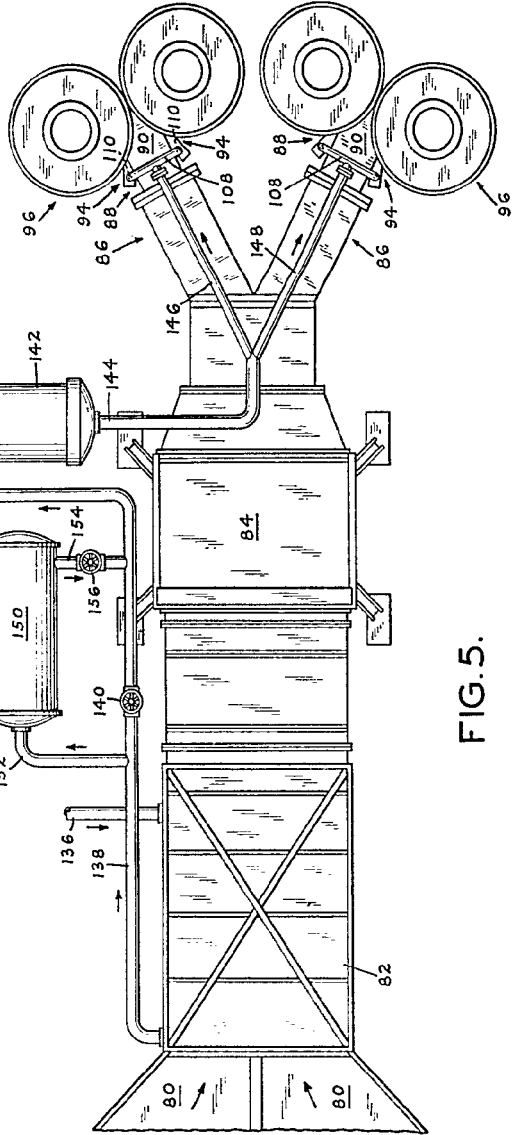


FIG. 5.

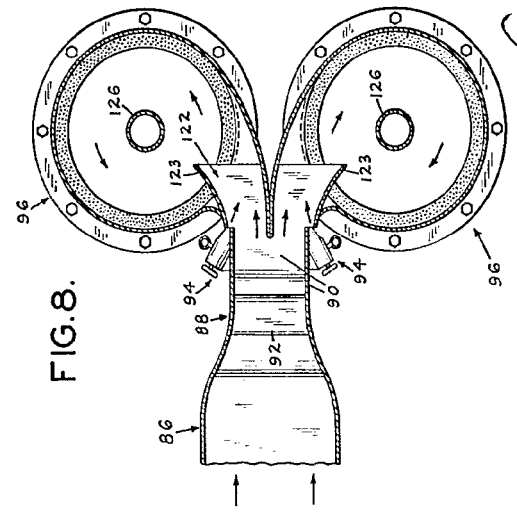


FIG. 8.

384902

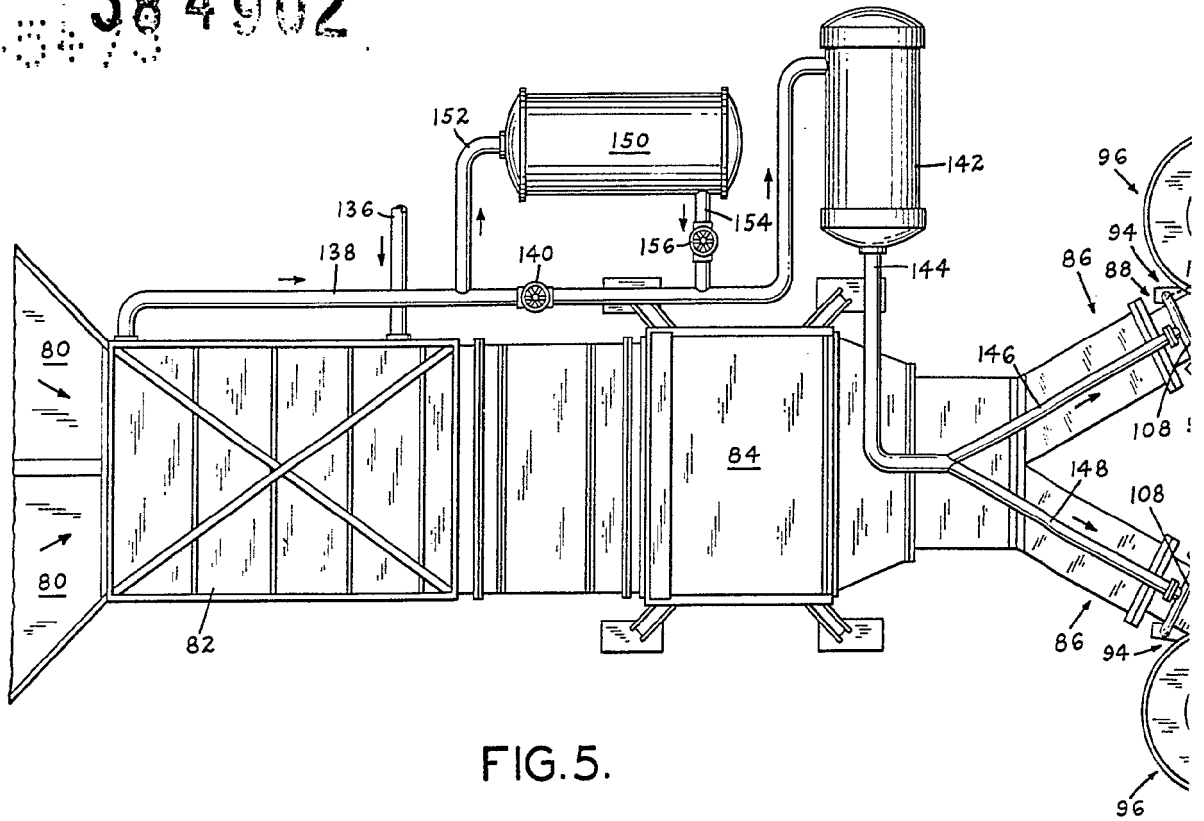


FIG. 5.

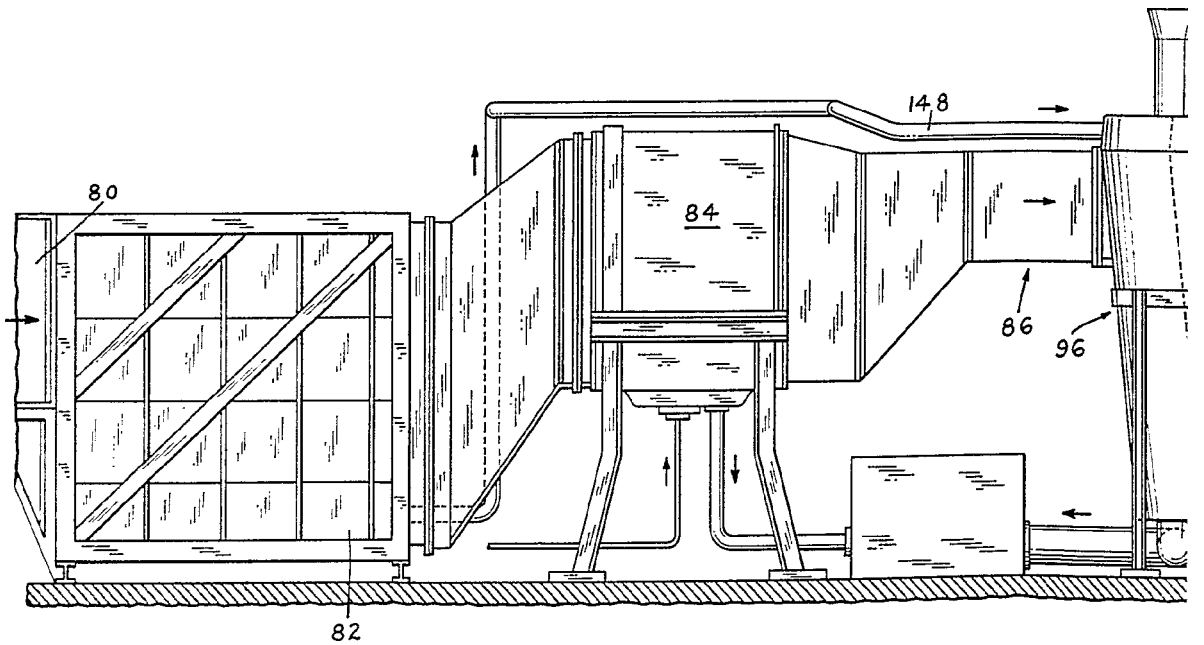


FIG. 6.

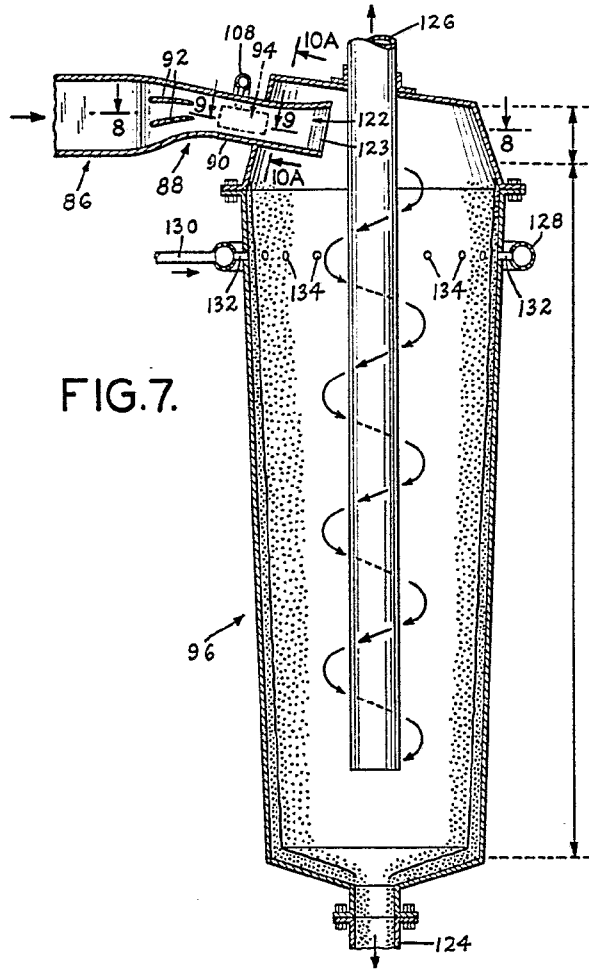
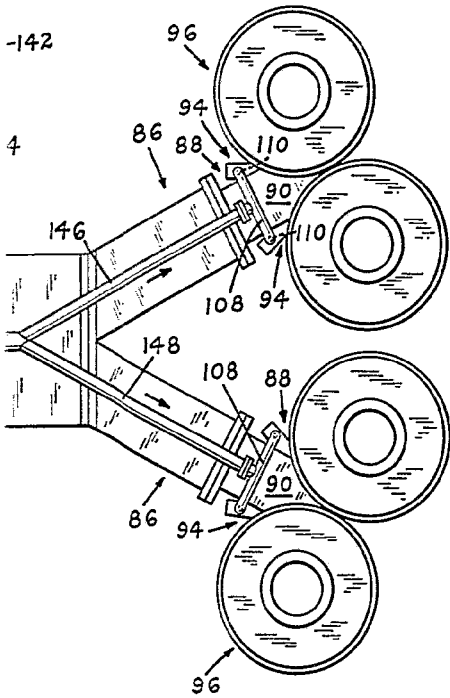


FIG. 7.

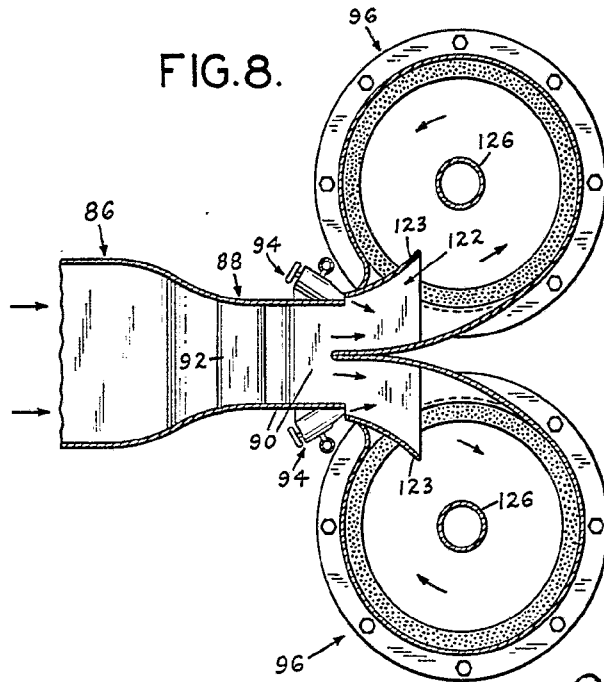
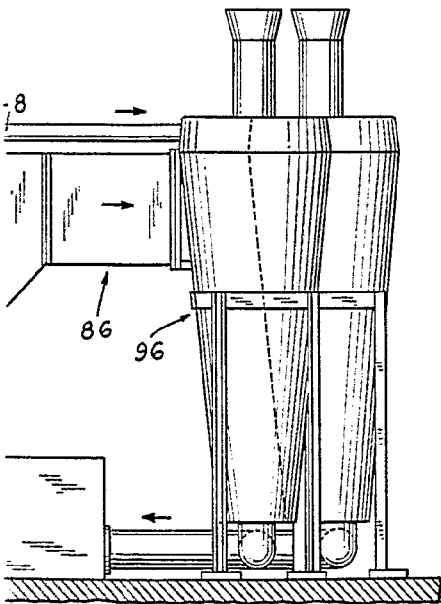


FIG. 8.

G. B. A.

384002

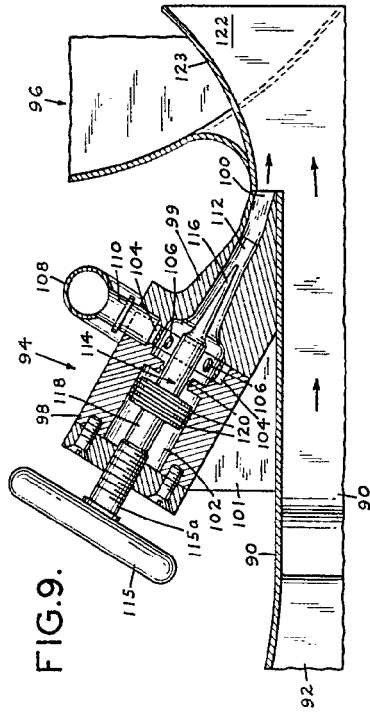


FIG. 9.

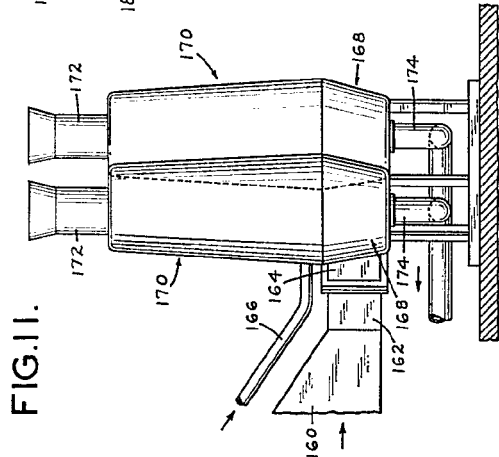


FIG. 11.

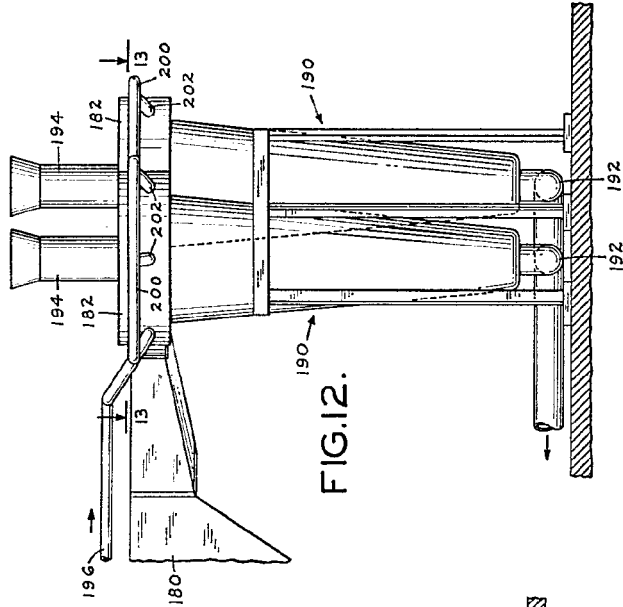


FIG. 12.

FIG. 10A.

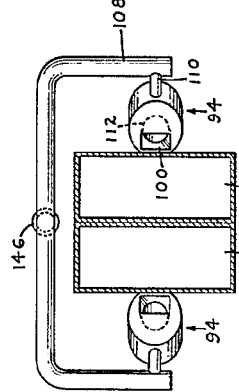


FIG. 10B.

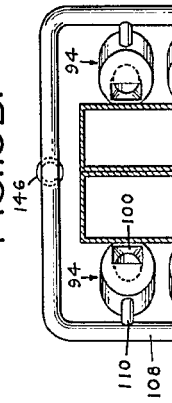


FIG. 10C.

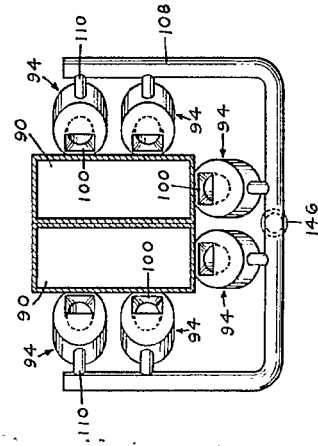


FIG. 10D.

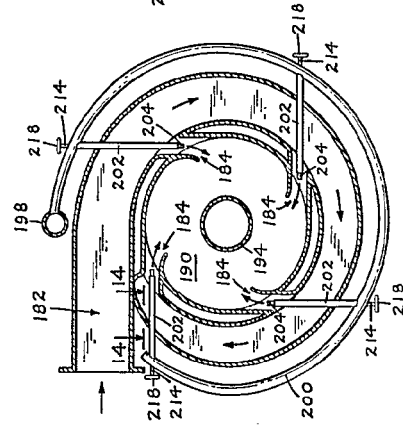
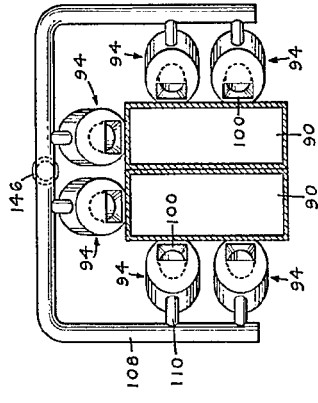
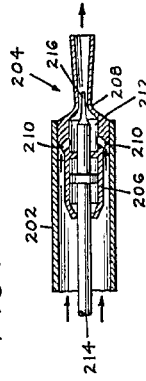


FIG. 13.

FIG. 14.



Long Bear Steel Company

384002

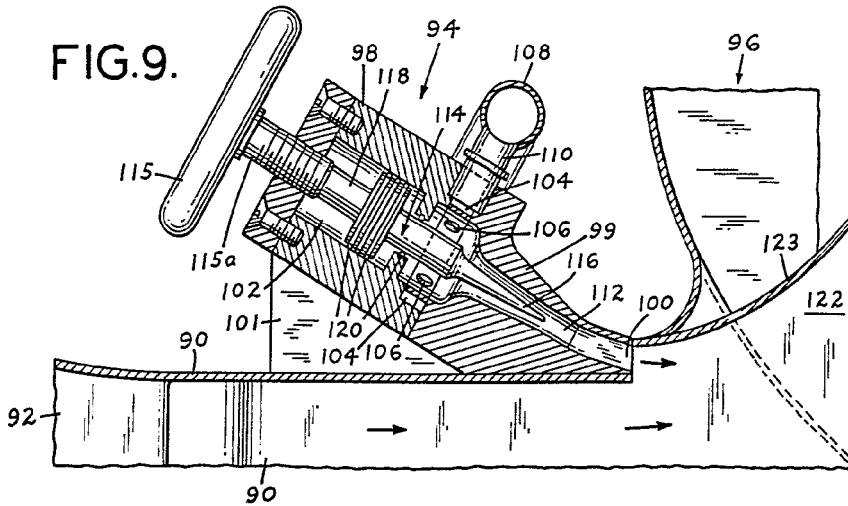


FIG. 11.

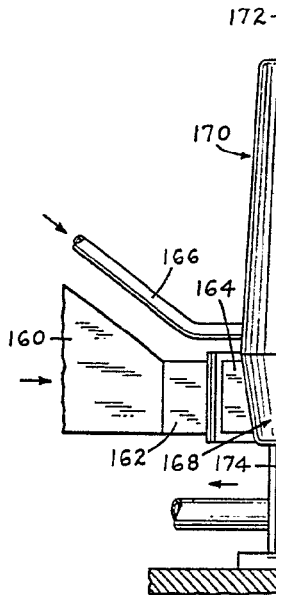


FIG. 10A.

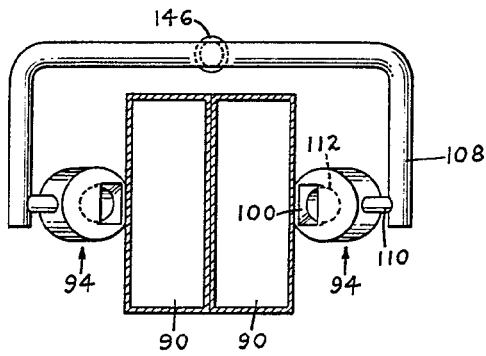


FIG. 10B.

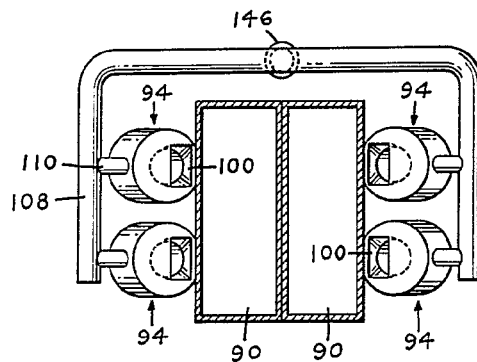


FIG. 10C.

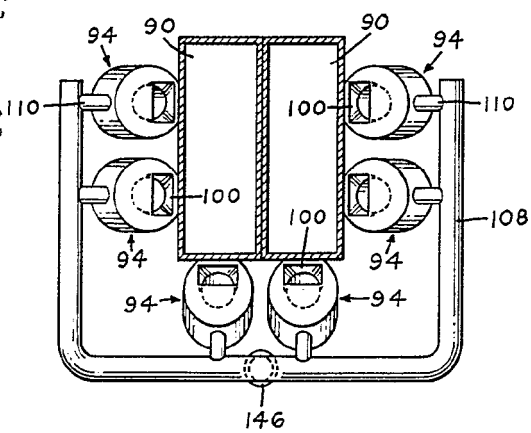


FIG. 10D.

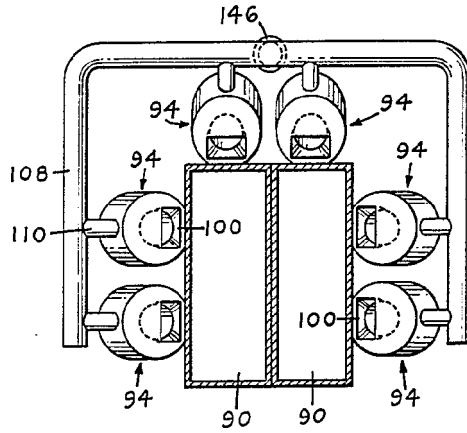


FIG. 13



FIG. 11.

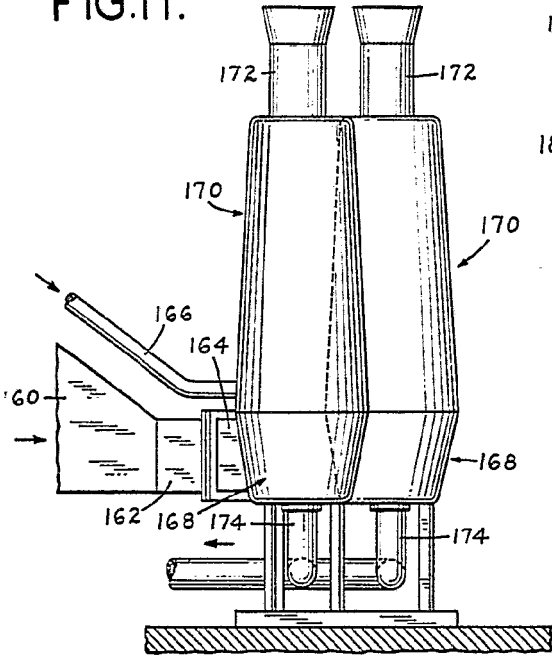


FIG. 12.

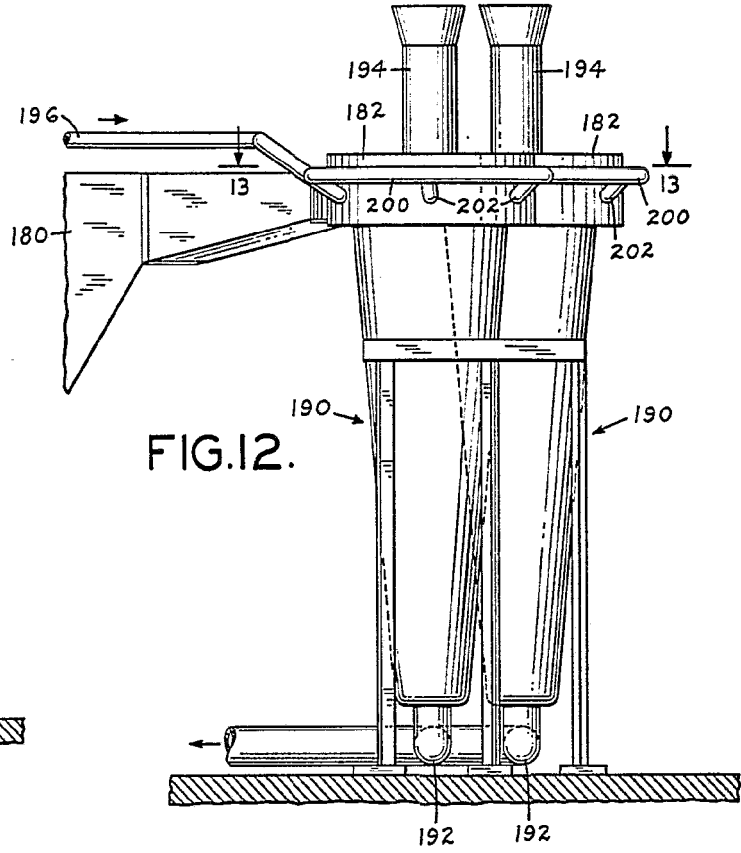


FIG. 13.

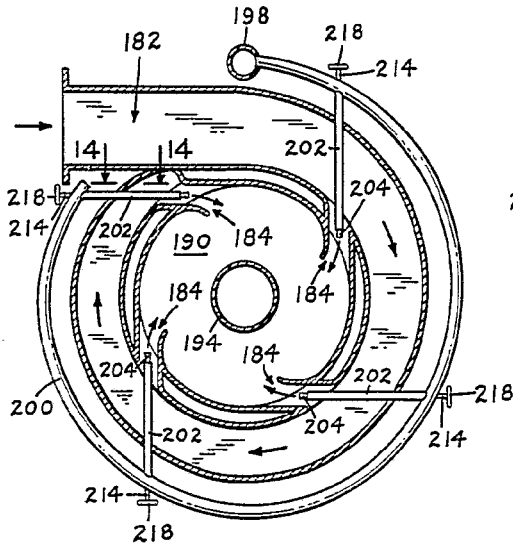
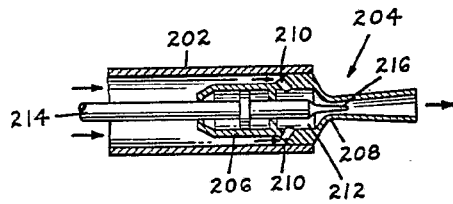


FIG. 14.



For Patent
[Signature]