

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 003 108**

51 Int. Cl.:

B03C 7/00 (2006.01)

B03C 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2016** **PCT/US2016/017394**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2016** **WO16130707**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2016** **E 16716716 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2024** **EP 3256259**

54 Título: **Boquillas de aire de borde para dispositivos separadores de tipo correa**

30 Prioridad:

13.02.2015 US 201514622450

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

10.03.2025

73 Titular/es:

SEPARATION TECHNOLOGIES LLC (100.00%)
101 Hampton Avenue
Needham, MA 02494, US

72 Inventor/es:

BUSH, TED, W.;
FLYNN, KYLE, P.;
LEAF, HARRY, VINCENT y
SERT, BULENT

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 3 003 108 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Boquillas de aire de borde para dispositivos separadores de tipo correa

AntecedentesCampo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un sistema de boquillas de gas, por ejemplo, boquillas de inyección de gas presurizado, instaladas en un dispositivo separador de tipo correa para fluidificar partículas dentro de un sistema separador de tipo correa. La presente invención puede referirse a un sistema que comprende boquillas de inyección de gas presurizado instaladas en un dispositivo separador de tipo correa para fluidificar partículas en el borde exterior longitudinal de la zona de separación de un dispositivo separador de tipo correa, por ejemplo, un aparato de separación de correa, para fluidificar una mezcla de partículas para permitir la carga triboeléctrica y la posterior separación triboeléctrica de las partículas que se acumulan en uno o más bordes del aparato de separación de correa.

Discusión de la técnica relacionada

- 15 Los sistemas separadores de correa (BSS) se utilizan para separar los constituyentes de mezclas de partículas en base a la carga de los diferentes constituyentes por contacto de superficie (es decir, el efecto triboeléctrico). La Figura 1 muestra un sistema 10 separador de correa tal como se divulga en las Patentes de los Estados Unidos de propiedad común número 4,839,032 y 4,874,507. Una realización del sistema 10 separador de correa incluye electrodos 12 y 14/16 espaciados paralelos dispuestos en una dirección longitudinal para definir una línea 18 central longitudinal, y una correa 20 que se desplaza en la dirección longitudinal entre los electrodos espaciados, paralela a la línea central longitudinal. La correa 20 forma un bucle continuo el cual es accionado por un par de rodillos 22, 24 de extremo. Una mezcla de partículas se carga en la correa 20 en un área 26 de alimentación entre los electrodos 14 y 16. La correa 20 incluye segmentos 28 y 30 de correa de desplazamiento de contracorriente que se mueven en direcciones opuestas para transportar los constituyentes de la mezcla de partículas a lo largo de las longitudes de los electrodos 12 y 14/16. La única parte móvil del BSS es la correa 20. La correa es, por tanto, un componente crítico del BSS. La correa 20 se mueve a alta velocidad, por ejemplo, aproximadamente 40 millas por hora (65 km/h), en un entorno extremadamente abrasivo. Los dos segmentos 28, 30 de correa se mueven en direcciones opuestas, paralelas a la línea 18 central.

Documentos citados

- 30 J. D Bittner y otros. *Procedia Engineering*, volumen 83, enero de 2014, páginas 122-129 describe un separador triboeléctrico de correa para el beneficio de minerales finos.

El documento US 5,904,253 describe un sistema separador de correa que tiene una geometría de correa mejorada.

- 35 El documento US 4,451,357 describe un aparato para la minería de placer en seco y un procedimiento de funcionamiento.

Sumario de la invención

La presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

- 40 Los aspectos y las realizaciones se dirigen a un sistema para suministrar un gas, por ejemplo, un gas fluidizante de alta presión tal como aire a un aparato o sistema de separación de correa, por ejemplo, el borde interior longitudinal de la zona de separación de un aparato o sistema de separación de correa.

Una realización del sistema de separación de correa comprende una serie de boquillas de aire instaladas en ubicaciones periódicas a lo largo del interior de la pared de zona de separación BSS para suministrar gas comprimido en una base continua o intermitente para fluidificar o desaglomerar el polvo difícil de fluidificar para hacerlo susceptible a la separación electrostática mediante el BSS.

- 45 Otra realización del sistema de separación de correa comprende una serie de boquillas de aire instaladas en ubicaciones periódicas a lo largo del interior de la pared de la zona de separación BSS para inyectar aire controlado por humedad (RH) relativa en una base continua o intermitente para mejorar las propiedades de separación triboeléctrica del material de estudio a la vez que se fluidifica simultáneamente el polvo.

- 50 Otra realización del sistema de separación de correa comprende una serie de boquillas de aire instaladas en ubicaciones periódicas a lo largo del interior de la pared de la zona de separación BSS para inyectar aire controlado por humedad (RH) relativa y temperatura en una base continua o intermitente para mejorar las propiedades de separación triboeléctrica del material de estudio a la vez que se fluidifica simultáneamente el polvo.

En algunas realizaciones, se proporciona un sistema (56) separador de correa. El sistema separador de correa comprende un primer electrodo y un segundo electrodo dispuestos en lados opuestos de una línea central longitudinal y configurados para proporcionar un campo eléctrico entre los electrodos primero y segundo. El sistema separador de correa comprende además un primer rodillo dispuesto en un primer extremo del sistema, un segundo rodillo dispuesto en un segundo extremo del sistema, y una correa (54) continua dispuesta entre los electrodos primero y segundo y soportada por el primer rodillo y el segundo rodillo. El sistema separador de correa comprende además una zona de separación definida por y entre la correa continua y las paredes (55) de borde de la zona de separación, y una pluralidad de boquillas (51) de gas posicionadas en ubicaciones periódicas a lo largo de una o más paredes de borde del sistema para suministrar gas a la zona de separación y un medio para controlar las condiciones del gas que entra en la zona de separación.

De acuerdo con aspectos de la presente realización, el sistema comprende además una fuente de gas conectada fluidamente a una entrada de al menos una boquilla de gas de la pluralidad de boquillas de gas. De acuerdo con aspectos de la realización, la fuente de gas es un gas presurizado. De acuerdo con algunos aspectos de la realización, la fuente de gas es aire a presión. De acuerdo con aspectos de la invención, el gas está en condiciones seleccionadas tales que después de que el gas se haya expandido a través de la boquilla se proporciona al menos una de una temperatura y una presión predeterminadas del gas expandido. De acuerdo con aspectos de la realización, la fuente de gas está a una condición de humedad relativa seleccionada para proporcionar una humedad relativa predeterminada, por ejemplo, en la zona de separación. De acuerdo con aspectos de la realización, la humedad relativa predeterminada está en un intervalo de aproximadamente 0 % a aproximadamente 75 %, medido a presión ambiente, por ejemplo, cero psig (0 kpa) en la zona de separación. De acuerdo con aspectos de la realización, la fuente de gas está a una condición de temperatura seleccionada para proporcionar una temperatura predeterminada, por ejemplo, en la zona de separación. De acuerdo con aspectos de la realización, la temperatura predeterminada está en un intervalo de aproximadamente 16 °C (60 grados Fahrenheit (°F)) a aproximadamente 121 °C (250 °F) en la zona de separación. De acuerdo con determinados aspectos de la realización, la fuente de gas está en condiciones seleccionadas con el fin de proporcionar una humedad relativa predeterminada y una temperatura predeterminada en la zona de separación. De acuerdo con aspectos de la realización, la humedad relativa predeterminada está en un intervalo de aproximadamente 0 % a aproximadamente 75 % y la temperatura predeterminada está en un intervalo de aproximadamente 16 °C (60 °F) a aproximadamente 121 °C (250 °F). De acuerdo con aspectos de la realización, la humedad relativa predeterminada se proporciona a través de al menos uno de deshumidificación, adición de vapor, y adición de agua líquida a la fuente de gas. De acuerdo con aspectos de la realización, el gas se acondiciona para tener una humedad relativa aproximadamente igual a una humedad relativa de un aire de proceso, por ejemplo, el aire de proceso en la zona de separación. De acuerdo con aspectos de la realización, el gas es aire seco. De acuerdo con aspectos de la realización, la fuente de gas presurizado está en condiciones ambientales. De acuerdo con aspectos de la realización, la pluralidad de boquillas de gas está configurada para suministrar gas presurizado en al menos uno de una base continua y una base intermitente. De acuerdo con aspectos de la realización, el sistema comprende un dispositivo de temporización para proporcionar gas en la base intermitente a un intervalo predeterminado. De acuerdo con aspectos de la realización, el intervalo predeterminado está entre aproximadamente cero segundos y aproximadamente 30 segundos. De acuerdo con aspectos de la realización, el intervalo predeterminado es de aproximadamente 10 segundos. De acuerdo con aspectos de la realización, la pluralidad de boquillas de gas está configurada para suministrar gas presurizado a una presión de aproximadamente 69 kilopascales (10 libras por pulgada cuadrada de calibre (psig)) a aproximadamente 689 kilopascales (100 psig). De acuerdo con aspectos de la realización, la pluralidad de boquillas de gas está configurada para suministrar gas presurizado a una presión de aproximadamente 103 kilopascales (15 psig) a aproximadamente 172 kilopascales (25 psig). De acuerdo con aspectos de la realización, la pluralidad de boquillas de gas está configurada para suministrar gas presurizado a una presión de aproximadamente 172 kilopascales (25 psig). De acuerdo con aspectos de la realización, la pluralidad de boquillas de gas está configurada para suministrar gas presurizado a una presión de aproximadamente 414 kilopascales (60 psig). De acuerdo con aspectos de la realización, la pluralidad de boquillas de aire se posiciona para maximizar la fluidización de un polvo que se va a separar en el sistema, sin exponer las boquillas de aire a una zona abrasiva de alto cizallamiento creada por la correa continua. De acuerdo con aspectos de la realización, la pluralidad de boquillas de gas se posiciona en un ángulo en un intervalo de aproximadamente 90 grados a una dirección de desplazamiento de la correa continua a 45 grados de la normal relativa con la dirección de desplazamiento de la correa. De acuerdo con aspectos de la realización, el sistema comprende además un material cerámico resistente a la abrasión y eléctricamente aislante, posicionado en la pared del sistema, internamente a la zona de separación. De acuerdo con aspectos de la realización, la pluralidad de boquillas de aire se instala a través de la pared del sistema y un revestimiento resistente a la abrasión posicionado adyacente a la pared y la zona de separación. De acuerdo con aspectos de la realización, la fuente de gas está conectada de manera fluida a al menos uno de un sistema de deshumidificación, una fuente de vapor, y una fuente de agua líquida. De acuerdo con aspectos de la realización, la correa continua comprende muescas periódicas formadas dentro de un borde longitudinal en ubicaciones periódicas en el borde longitudinal de la correa, las muescas periódicas configuradas para transportar componentes de un material difícil de fluidificar en una dirección a lo largo de una dirección longitudinal del sistema separador de correa. De acuerdo con aspectos de la realización, las muescas formadas en el borde longitudinal de la correa tienen un borde biselado. De acuerdo con algunos aspectos de la

realización, el borde biselado de cada muesca tiene un radio en un intervalo de 4-5 mm. De acuerdo con aspectos de la realización, las muescas formadas en el borde longitudinal de la correa tienen forma triangular. De acuerdo con aspectos de la realización, un borde delantero de la muesca tiene un ángulo en un intervalo de aproximadamente 12 ° a aproximadamente 45 ° con respecto al borde longitudinal. De acuerdo con aspectos de la realización, la correa incluye segmentos de correa de contracorriente que se desplazan en direcciones opuestas a lo largo de la dirección longitudinal. De acuerdo con aspectos de la realización, las muescas en los bordes longitudinales tienen dimensiones seleccionadas para maximizar el rendimiento del sistema separador de correa para un material difícil de fluidificar. De acuerdo con aspectos de la realización, la muesca en el borde longitudinal tiene dimensiones seleccionadas para maximizar la vida útil de la correa para un material difícil de fluidificar. De acuerdo con aspectos de la realización, en los que la correa tiene un ancho de aproximadamente 1 a 5 milímetros menos que un ancho del interior del sistema separador de correa y los bordes en los bordes longitudinales de la correa están configurados para barrer componentes del material difícil de fluidificar lejos del borde interior del sistema separador.

En determinadas otras realizaciones, se proporciona un procedimiento de fluidización de una mezcla de partículas cuando se utiliza el sistema (56) separador de correa descrito. El procedimiento comprende introducir la mezcla de partículas en un puerto de alimentación del sistema (56) separador de correa, en el cual el sistema comprende un primer electrodo y un segundo electrodo dispuestos en lados opuestos de una línea central longitudinal y configurados para proporcionar un campo eléctrico entre el primer y el segundo electrodos. El sistema comprende además un primer rodillo dispuesto en un primer extremo del sistema, un segundo rodillo dispuesto en un segundo extremo del sistema, una correa (54) continua dispuesta entre el primer y segundo electrodos y soportada por el primer rodillo y el segundo rodillo, una zona de separación definida por y entre la correa continua y las paredes (55) de borde de la zona de separación, y una pluralidad de boquillas (51) de gas posicionadas en ubicaciones periódicas a lo largo de una o más de las paredes de borde para suministrar gas a la zona de separación y un medio para controlar las condiciones del gas que entra en la zona de separación. El procedimiento de fluidización de una mezcla de partículas dentro del sistema separador de correa comprende suministrar un gas a través de al menos una boquilla (51) de gas de la pluralidad de boquillas (51) de gas posicionadas a lo largo de una pared de borde del sistema para suministrar gas a la zona de separación y controlar las condiciones del gas que entra en la zona de separación.

De acuerdo con aspectos de la presente realización, el suministro de gas a través de la boquilla de gas comprende el suministro de un gas presurizado. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el suministro de gas a través de la boquilla de gas comprende el suministro de gas de manera intermitente, durante un intervalo predeterminado. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el intervalo predeterminado es entre aproximadamente cero segundos a aproximadamente 30 segundos. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el intervalo predeterminado es de aproximadamente 10 segundos. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el suministro de un gas a través de una boquilla de gas comprende el suministro del gas a través de una boquilla de gas a una presión de aproximadamente 69 kilopascales (10 libras por pulgada cuadrada de calibre (psig)) a aproximadamente 689 kilopascales (100 psig). De acuerdo con aspectos de la presente realización, la pluralidad de boquillas de gas está configurada para suministrar gas presurizado a una presión de aproximadamente 103 kilopascales (15 psig) a aproximadamente 172 kilopascales (25 psig). De acuerdo con aspectos de la presente realización, la presión es de aproximadamente 172 kilopascales (25 psig). De acuerdo con aspectos de la presente realización, la presión es de aproximadamente 414 kilopascales (60 psig). De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además operar la correa continua a una velocidad entre aproximadamente 3,0 metros por segundo (10 pies por segundo) y aproximadamente 30,5 metros por segundo (100 pies por segundo). De acuerdo con aspectos de la presente realización, el suministro de un gas a través de la boquilla de gas proporciona una disminución de al menos el 10 % en un par de motor de correa. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el suministro de gas a través de la boquilla de gas proporciona un aumento de al menos el 100 % en la vida útil de la correa continua. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además suministrar un gas para proporcionar el gas a una humedad relativa predeterminada igual a la de un aire de proceso, el cual proporciona una disminución de al menos aproximadamente el 75 % de un recubrimiento del electrodo por la mezcla de partículas. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además acondicionar el gas para que tenga una humedad relativa aproximadamente igual a una humedad relativa de un aire de proceso. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además acondicionar el gas para que tenga una humedad relativa de aire seco en la zona de separación, antes de suministrar el gas. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además al menos uno de humidificar o deshumidificar el gas antes de suministrarlo. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además operar a una tensión incrementada en comparación con un sistema sin boquillas de aire, mejorando así la separación de los polvos eléctricamente aislantes. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además operar con una separación de electrodos reducida en comparación con un sistema sin boquillas de aire, mejorando así la separación de la mezcla de partículas.

En determinadas otras realizaciones, se proporciona un procedimiento de fabricación para alargar la vida útil del sistema (56) de separación de correa descrito. El procedimiento comprende instalar una pluralidad de boquillas (51) de gas posicionadas a lo largo de una o más paredes (55) de borde del sistema (56) de separación de correa, en el cual el sistema comprende un primer electrodo y un segundo electrodo dispuestos en lados opuestos de una línea central longitudinal y configurados para proporcionar un campo eléctrico entre el primer y segundo electrodos, un primer rodillo dispuesto en un primer extremo del sistema, un segundo rodillo dispuesto en un segundo extremo del sistema, y una correa (54) continua dispuesta entre el primer y segundo electrodos y soportada por el primer rodillo y el segundo rodillo. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además conectar la pluralidad de boquillas de gas a una fuente de gas. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además conectar la pluralidad de boquillas de gas a una fuente de gas presurizado. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además conectar la pluralidad de boquillas de gas a una fuente de gas presurizado acondicionado a al menos una de una humedad relativa predeterminada y una temperatura predeterminada. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además conectar la fuente de gas presurizado a al menos uno de un deshumidificador, una fuente de vapor, y una fuente de agua líquida. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además acondicionar el gas para que tenga una humedad relativa aproximadamente igual a una humedad relativa de un aire de proceso. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además acondicionar el gas para que tenga una humedad relativa de aire seco en la zona de separación, antes de suministrar el gas. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además operar a una tensión incrementada en comparación con un sistema sin boquillas de aire, mejorando así la separación de los polvos eléctricamente aislantes. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además operar con una separación de electrodos reducida en comparación con un sistema sin boquillas de aire, mejorando así la separación de la mezcla de partículas. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además introducir la mezcla de partículas en un puerto de alimentación del sistema separador de correa. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además operar la correa continua a una velocidad comprendida entre aproximadamente 3,0 metros por segundo (10 pies por segundo) y aproximadamente 30,5 metros por segundo (100 pies por segundo). De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además el suministro del gas a través de una boquilla de gas posicionada a lo largo de una pared del sistema para suministrar gas a la zona de separación. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende, además, el suministro de gas a través de la boquilla de gas que comprende suministrar un gas presurizado. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el suministro de gas a través de la boquilla de gas comprende el suministro de gas de manera intermitente, durante un intervalo predeterminado. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el intervalo predeterminado es de aproximadamente 0 a aproximadamente 30 segundos. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el intervalo predeterminado es de aproximadamente 10 segundos. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el suministro del gas a través de una boquilla de gas comprende el suministro del gas a través de una boquilla de gas a una presión de aproximadamente 69 kilopascales (10 libras por pulgada cuadrada de calibre (psig)) a aproximadamente 689 kilopascales (100 psig). De acuerdo con aspectos de la presente realización, la pluralidad de boquillas de gas está configurada para suministrar gas presurizado a una presión de aproximadamente 103 kilopascales (15 psig) a aproximadamente 172 kilopascales (25 psig). De acuerdo con aspectos de la presente realización, la presión es de aproximadamente 172 kilopascales (25 psig). De acuerdo con aspectos de la presente realización, la presión es de aproximadamente 414 kilopascales (60 psig). De acuerdo con aspectos de la presente realización, el suministro de un gas a través de la boquilla de gas proporciona una disminución de al menos el 10 % en un par de motor de correa. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el suministro de gas a través de la boquilla de gas proporciona un aumento de al menos el 100 % en la vida útil de la correa continua. De acuerdo con aspectos de la presente realización, el procedimiento comprende además suministrar un gas para proporcionar el gas a una humedad relativa predeterminada igual a la del aire de proceso, el cual proporciona una disminución de al menos aproximadamente el 75 % de un recubrimiento de electrodo por la mezcla de partículas. De acuerdo con aspectos de la presente realización, la pluralidad de boquillas de gas se posiciona en un ángulo en un intervalo de aproximadamente 90 grados a una dirección de desplazamiento de la correa continua a 45 grados de la normal relativa con la dirección de desplazamiento de la correa.

Breve descripción de los dibujos

Diversos aspectos de al menos una realización se discuten más adelante con referencia a las figuras adjuntas, las cuales no pretenden ser dibujadas a escala. Las figuras se incluyen para proporcionar ilustración y una mayor comprensión de los diversos aspectos y realizaciones, y se incorporan en y constituyen una parte de la presente memoria descriptiva, pero no pretenden ser una definición de los límites de la invención. Cuando las características técnicas de las figuras, la descripción detallada o cualquier reivindicación están seguidas por signos de referencia, estos últimos se han incluido con el único fin de aumentar la inteligibilidad de las figuras y la descripción. En las figuras, cada componente idéntico o casi idéntico que se ilustra en diversas figuras se representa mediante un número similar. Para mayor claridad, es posible que no todos los componentes estén etiquetados en cada figura. En las figuras:

La Figura 1 ilustra un diagrama de un ejemplo de sistema separador de correa (BSS);

La Figura 2 ilustra una vista en planta de una correa extruida, de acuerdo con determinadas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 3 ilustra una vista en elevación de un sistema de boquilla de gas, de acuerdo con determinadas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 4 ilustra una vista en planta de un sistema de boquilla de gas, de acuerdo con determinadas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 5A ilustra una vista en planta de una correa mejorada para un BSS; y

La Figura 5B ilustra una vista lateral de la correa de la Figura 5A.

10 Descripción detallada

Se proporcionan sistemas y procedimientos como mejoras de los sistemas separadores de correa y de la operación de tales sistemas. Los sistemas y procedimientos proporcionados en la presente memoria pueden mejorar o aumentar la vida útil de los sistemas separadores de correa mediante el alargamiento de la vida útil de la correa continua del sistema. Esto puede lograrse disminuyendo la acumulación de partículas en y alrededor de la correa, proporcionando así un procesamiento más eficiente de los materiales y el uso del equipo en el sistema. Esto puede permitir una operación optimizada del sistema, y reduce los costes asociados con la operación y el tiempo perdido debido a la sustitución necesaria del equipo.

Se debe apreciar que las realizaciones de los procedimientos y aparatos discutidos en la presente memoria no están limitadas en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de los componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos adjuntos. Los procedimientos, sistemas, y aparatos son capaces de implementarse en otras realizaciones y practicarse o llevarse a cabo de diversas maneras. Los ejemplos de implementaciones específicas se proporcionan en la presente memoria sólo con fines ilustrativos y no pretenden ser limitativos. Además, la fraseología y terminología utilizada en la presente memoria tiene fines descriptivos y no se debería entender como limitante. El uso en la presente memoria de “que incluye”, “que comprende”, “que tiene”, “que contiene”, “que implica”, y sus variaciones, pretenden abarcar los artículos enumerados a continuación y sus equivalentes, así como artículos adicionales. Las referencias a “o” pueden interpretarse como inclusivas, de modo que cualquiera de los términos descritos utilizando “o” puede indicar uno solo, más de uno, y todos los términos descritos. Cualquier referencia a realizaciones o elementos o actos de los sistemas y procedimientos referidos en singular en la presente memoria también puede abarcar realizaciones que incluyan una pluralidad de estos elementos, y cualquier referencia en plural a cualquier realización o elemento o acto en la presente memoria también puede abarcar realizaciones que incluyan un solo elemento. Cualquier referencia a frontal y posterior, izquierda y derecha, parte superior y parte inferior, superior e inferior, y vertical y horizontal se hace por conveniencia de la descripción, no para limitar los presentes sistemas y procedimientos o sus componentes a una orientación posicional o espacial cualquiera.

La presente divulgación se dirige a un sistema que comprende una o más boquillas de gas que pueden instalarse en un sistema separador de tipo correa, por ejemplo, un sistema separador de correa, por ejemplo, en un sistema separador triboeléctrico de tipo correa de contracorriente.

Los aspectos y las realizaciones se dirigen a una correa mejorada que se puede utilizar en un aparato de separación de correa para separar una mezcla de partículas en base a la carga triboeléctrica de las partículas, y más específicamente a una correa mejorada que tiene muescas en cada borde longitudinal impermeable. La correa mejorada es particularmente adecuada para la separación triboeléctrica de partículas que tienden a acumularse en los bordes del aparato de separación de correa y/o tienden a componerse, o combinarse, con el material de correa. La correa mejorada también da como resultado un procedimiento de separación mejorado, una vida útil de correa mejorada reduce los fallos de la correa y disminuye el tiempo de inactividad del aparato de separación.

La Figura 2 muestra la realización del BSS con una correa continua de contracorriente que se mueve entre dos electrodos planos longitudinales paralelos (no se muestran los electrodos). Las paredes de borde interior (55 de la Figura 3) de la cámara de separación no son barridas directamente por la correa 45. Es deseable minimizar el área de la zona no barrida (véase la Figura 3, situada entre la correa 54 y la pared 55 de borde resistente a la abrasión) de los bordes de la cámara de separación, ya que representa un área de electrodos que no es eficaz para la separación de partículas. Sin embargo, también es típico dejar una separación entre el borde 49 de la correa 45 y el borde interior de la cámara de separación para evitar que la correa roce y se desgaste contra la pared de borde interior de la cámara de separación (véase 55 de la Figura 3), lo cual podría provocar un fallo prematuro de la correa. Por lo tanto, el ancho W (véase la Figura 2) de la correa 45 es aproximadamente 20 mm más estrecho que el ancho de la cámara de separación, con el fin de dejar aproximadamente 10 mm de espacio libre entre la pared de borde interior (55 de la Figura 3) de la cámara de separación y los bordes 49 de la correa 45. Esta área sin barrer proporciona una ubicación para que se acumule

la alimentación difícil de fluidificar, la cual con el tiempo puede compactarse por el movimiento de la correa separadora, proporcionando una superficie abrasiva contra la que roza la correa, reduciendo así su vida útil debido al fallo por abrasión de bordes y otros modos de fallo relacionados.

5 Las correas pueden estar hechas de diversos materiales. Por ejemplo, pueden utilizarse correas tejidas o correas extruidas.

10 Con referencia a la Figura 2, un diseño actual de una correa 45 de polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE) tiene filamentos 47 de borde de dirección de máquina rectos y lisos que son más gruesos que los filamentos 42 de dirección de máquina o los filamentos 46 de dirección transversal en el interior de la correa. Estos filamentos 47 de borde más anchos (20 - 30 mm) sirven para llevar una mayor carga de tensión, proporcionan estabilidad dimensional y reducen la incidencia de fallo de correa por abrasión de borde 49.

Estas correas 45 de lámina de UHMWPE han demostrado tener una vida útil mucho más larga que las correas extruidas. En determinadas aplicaciones, tales como la separación del carbono no quemado de las cenizas volantes de combustión de carbón, estas correas UHMWPE han sido probadas y han mostrado tener una vida útil máxima de hasta 1950 horas antes del fallo.

15 Las características de fluidización de los polvos es un parámetro que determina cómo se transportan y separan las partículas del polvo en un BSS. En la sección 3.5 de *Pneumatic Conveying of Solids* de Klinzig G.E. y otros, segunda edición de 1997, se describen los materiales con poca precisión como "fluidizables" o "difíciles de fluidificar". Esta propiedad se evalúa cualitativamente mediante el comportamiento del material en un lecho fluidizado. En general, se acepta que la propiedad de fluidización de los polvos está influida por el tamaño de partículas de polvo, la gravedad específica, la forma de la partícula, la humedad de la superficie, y por otras propiedades menos comprendidas. Las cenizas volantes de combustión de carbón son un ejemplo de polvo que se puede fluidificar fácilmente. Muchos otros polvos minerales industriales son más difíciles de fluidificar que las cenizas volantes.

25 Los polvos difíciles de fluidificar pueden reducir en gran medida la vida útil de la correa BSS al proporcionar una superficie compactada contra la que el borde 49 de correa puede rozar a alta velocidad, por ejemplo, a 40 millas por hora (65km/h). Para tales polvos difíciles de fluidificar o más cohesivos, tales como muchos minerales industriales, la fuerza de cizallamiento generada por la correa 45 móvil no es típicamente suficiente para superar las fuerzas entre partículas en el polvo, lo cual da lugar a una acumulación de polvo compactado, aislante térmicamente y abrasivo en el borde interior de la cámara de separación, en la zona entre la pared de borde interior de la cámara de separación (por ejemplo, véase 55 en la Figura 3 y la Figura 4) y los bordes 49 de la correa 45 que la correa 45 no barre. Con el paso de las horas de operación, esto reduce el ancho de los filamentos 47 de borde de correa, e, hasta que el filamento 47 de borde de correa se elimina por completo y las celdas abiertas de la correa 46 quedan expuestas.

35 Además, algunos polvos difíciles de fluidificar también pueden componerse químicamente con el material de la correa separadora, lo que provoca la formación de minerales solidificados y depósitos de correo los cuales a menudo dañan permanentemente la correa del BSS, requiriendo su sustitución. Tal polvo abrasivo no fluidizado que también puede quedar atrapado, o intercalado, entre los filamentos 42 de borde de dirección de máquina de la sección superior de la correa 30 y la sección inferior de la correa 28 (Véase la Figura 1) las cuales se mueven en direcciones opuestas a velocidades relativas de 10 a 100 pies/seg (304 a 3048 cm/seg). La abrasión entre los segmentos móviles de correa, reforzada por el polvo abrasivo no fluidizado, provoca la eliminación de pequeños fragmentos de material de correa y el calentamiento por fricción de los filamentos 47 de borde en todo su ancho y a lo largo de su longitud.

45 A estas elevadas temperaturas, los pequeños fragmentos de material de correa de plástico y el polvo tienden a fusionarse entre sí para formar composites de polvo y plástico, los cuales pueden crecer hasta 10 - 200 mm de longitud y 5 - 25 mm de ancho. Con el borde de la correa 49 que ahora se ejecuta contra estos depósitos de compuesto de plástico en polvo, causan un mayor calentamiento por fricción y eventualmente destruyen el borde de la correa, a veces incluso fusionando los filamentos de correa entre sí. La composición de un composite termoplástico-polvo típico que se recuperó de un fallo de correa causado por la acumulación de este residuo de composite se ha medido como aproximadamente 50 % termoplástico y 50 % polvo mineral industrial. Este fenómeno de acumulación de composite de plástico en polvo en los filamentos 47 de borde sin barrer de la cámara de separación del BSS ha dado lugar a una vida útil extremadamente corta de la correa, en el intervalo de decenas de horas, para el BSS cuando se procesan algunos minerales industriales (en particular minerales no fluidizados). La sustitución frecuente de las correas provoca un aumento de los costes de mantenimiento y de los costes asociados con la pérdida de producción.

55 La abrasión de la correa de plástico separadora contra el polvo estancado y difícil de fluidificar, y los depósitos de polvo termoplástico subsiguientes también provocan un aumento del par de motor de correa. El par de motor de correa es la suma de las fuerzas que actúan contra la correa a medida que se desplaza a través de la separación de electrodos. El par de motor de correa aumenta con la cantidad de polvo presente en el separador, la distancia entre los electrodos opuestos, la tosquedad y el grado de fluidificación del polvo y la velocidad de

la correa. Los polvos difíciles de fluidificar aumentan el par de motor de correa necesario en una condición de procesamiento dada al acumularse en los bordes sin barrer de la cámara de separación, proporcionando una superficie de desgaste para la correa. Los pares de motor de correa elevados pueden provocar un aumento en el desgaste de correa y paradas más frecuentes del procedimiento debido a paradas o roturas de la correa.

5 Para evitar pares de motor de correa excesivamente altos, a menudo es necesario realizar un cambio de procesamiento, tal como aumentar la distancia entre los electrodos opuestos. El aumento de la separación de electrodos reduce los pares de motor de correa, pero a menudo reduce la eficacia de la separación, dando como resultado mayores pérdidas de mineral y un producto de menor pureza.

Por el contrario, los polvos que se pueden fluidificar fácilmente, tales como las cenizas volantes de combustión de carbón, son barridos eficazmente de los bordes interiores de la cámara de separación por el movimiento de la correa **45**. Esto ocurre ya que el movimiento de la correa **45** crea una fuerza de cizallamiento la cual excede las fuerzas entre partículas entre las partículas de las cenizas volantes de combustión de carbón y entre las partículas de las cenizas volantes de combustión y las paredes de borde de la cámara de separación. Una solución, documentada en la solicitud de patente número US 14/261056, es una modificación de la correa

15 continua de malla abierta para permitir aberturas a lo largo del borde longitudinal de la correa para transportar el polvo estancado, difícil de fluidificar lejos del borde de la cámara de separación. Aunque representa una mejora con respecto a la correa de la técnica anterior, las aberturas en el borde longitudinal de la correa son limitadas en su capacidad de transporte. El desgaste abrasivo en el borde de la correa sigue produciéndose con correas que contienen muescas, sin embargo, a una tasa más lenta que las correas sin muescas.

Está bien establecido en la literatura que el procedimiento de carga triboeléctrica es sensible a pequeñas cantidades de humedad de superficie. Esta humedad de superficie, medida e informada como humedad (RH) relativa, puede impactar el rendimiento de separación de un BSS al influir en las propiedades de electrificación del material de interés. Se han establecido y divulgado procedimientos para controlar la humedad relativa del material, específicamente las cenizas volantes de carbón, que entra en un BSS, en la Patente de los Estados Unidos de propiedad común número 6,074,458. Por lo tanto, es deseable controlar la RH de cualquier aire que entre en la zona de separación de un BSS para que coincida con la RH óptima para el material de interés. Cualquier desviación de esta RH óptima resultará en efectos indeseables en la separación triboelectrostática del material de interés. Tal control de RH del aire que entra en las boquillas del aparato separador de correa puede lograrse mediante muchos procedimientos que incluyan la deshumidificación, o la adición de vapor o

30 agua líquida.

Una consecuencia de la falta de control adecuado de la humedad relativa en un BSS triboelectrostático es la acumulación de polvos minerales finamente molidos, eléctricamente aislantes, en la superficie de los electrodos, los cuales no pueden ser eliminados por la acción de la correa separadora. Estas acumulaciones de capas aislantes en la superficie de los electrodos tienen el efecto de reducir la eficacia de la separación electrostática.

35

Se pueden proporcionar sistemas separadores de correa que incluyan boquillas de gas para dispersar y fluidificar materiales o partículas difíciles de fluidificar que puedan residir en áreas sin barrer del sistema o en la correa. Las boquillas de gas pueden denominarse boquillas de aire, boquillas de gas presurizado, o boquillas de aire presurizado. En determinados aspectos, el gas puede ser cualquier gas inerte que mantenga la fase de gas al añadirse a un sistema separador de tipo correa. En determinadas realizaciones, el gas puede ser aire o

40 aire presurizado.

El sistema puede comprender una o más boquillas de gas que se pueden instalar para penetrar el borde longitudinal de la zona de separación de un aparato o sistema separador de correa e inyectar, por ejemplo, gas comprimido, que puede airear polvos difíciles de fluidificar que de otro modo permanecerían estancados en los bordes sin barrer de la zona de separación. Se ha mostrado que el sistema de una o más boquillas de gas tiene un efecto beneficioso sobre la longevidad de la correa separadora, reduciendo los fallos prematuros de la correa debidos a la abrasión del borde de correa. Además, se ha demostrado que las realizaciones de la divulgación reducen la frecuencia de formación de depósitos sólidos debidos al material de correa y a la composición de polvo. También se ha mostrado que las realizaciones de la divulgación permiten una reducción en el par de motor de correa operativo del aparato separador de correa, lo que permite que la separación ocurra en espacios de electrodos más estrechos y gradientes de tensión más altos, lo que conduce a una mejora en el rendimiento de separación.

45

Un tal sistema de inyectores de gas comprimido, por ejemplo, aire, comprende una o más boquillas situadas en el sistema para proporcionar gas, por ejemplo, gas presurizado, al sistema para dispersar partículas dentro del sistema. Por ejemplo, en determinadas realizaciones, las boquillas pueden estar situadas en el borde longitudinal de la pared de aparato separador de correa, dirigidas de tal manera que suministren gas comprimido en ángulos para proporcionar tal dispersión de partículas. Los ángulos pueden oscilar desde perpendicular a la dirección de desplazamiento de la correa separadora hasta 45 grados a la normal relativa a la dirección de desplazamiento de la correa. Las boquillas de gas, por ejemplo, las de aire, pueden funcionar de tal manera que suministren gas, tal como aire, de manera continua durante la operación, o de manera intermitente mediante un dispositivo de temporización.

55

60

El suministro de gas de manera intermitente puede ocurrir a través de intervalos regulares (repetitivos, consistentes), o puede ser proporcionado sobre una base irregular. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el gas puede suministrarse durante un intervalo entre aproximadamente cero o 1 a aproximadamente 30 segundos. En algunos ejemplos, el gas puede suministrarse durante un intervalo de aproximadamente 10 segundos. En otros ejemplos, el gas puede suministrarse primero a un intervalo de aproximadamente 10 segundos, luego a un intervalo de aproximadamente 30 segundos, y luego a otro intervalo de aproximadamente 20 segundos.

Las boquillas pueden comprender una o más salidas de aire con el fin de maximizar la eficiencia de la una o más boquillas en la dispersión y/o fluidización del material. Las boquillas pueden estar espaciadas en las posiciones deseadas a lo largo del sistema para proporcionar una óptima dispersión y/o fluidización del material. Por ejemplo, las boquillas pueden estar espaciadas entre aproximadamente 1 pulgada (2,54 cm) a aproximadamente 12 pulgadas (30,48 cm). Cada intervalo entre la boquilla posicionada puede ser igual o diferente, dependiendo de la liberación de aire presurizado deseada al sistema con el fin de lograr la dispersión y/o fluidización óptima o deseada del material. Las boquillas pueden ser operadas a presiones que oscilan desde aproximadamente 69 kilopascales (10 psig) a aproximadamente 689 kilopascales (100 psig), aunque en algunas aplicaciones se puede seleccionar un punto de ajuste de aproximadamente 172 kilopascales (25 psig).

Una realización de un tal sistema de boquillas de gas se muestra en la Figura 3 y la Figura 4. La boquilla **51** de gas se instala a través de la pared del sistema **56** separador de correa y la pared **55** de borde resistente a la abrasión. A la entrada **52** de boquilla se suministra gas comprimido a una presión entre aproximadamente 69 kilopascales (10 psig) y aproximadamente 689 kilopascales (100 psig). El gas comprimido puede suministrarse a una humedad relativa controlada, a una temperatura controlada, a una humedad y temperatura relativas controladas, o a aire comprimido a partir de las condiciones ambientales de entrada, sin ajustar la humedad o temperatura relativas. Las condiciones ambientales pueden ser condiciones en las cuales la humedad no está controlada por un deshumidificador/humidificador, generador de vapor, adición de agua líquida, y/o la temperatura no está controlada por ningún tipo de dispositivo de intercambio de calor. En cambio, estas propiedades del gas se basan en las condiciones meteorológicas locales. Por ejemplo, un intervalo de condiciones ambientales puede estar entre aproximadamente -23 °C (-10 °F) a aproximadamente 38 °C (100 °F); entre aproximadamente 0 % a aproximadamente 100 % de humedad relativa, a presión atmosférica. El gas comprimido se introduce en la cámara de separación desde la salida **53** de boquilla. Por lo tanto, los depósitos minerales abrasivos y difíciles de fluidificar se eliminan del trayecto de desplazamiento de la correa **54** separadora de malla abierta y de los electrodos **57** separadores mediante la corriente de gas comprimido.

Tal como se hace referencia en la presente memoria, la humedad (RH) relativa es una humedad que cambia con la presión. Por lo tanto, la RH medida cuando el aire está presurizado en la boquilla, y la RH medida inmediatamente después de la boquilla, a presión ambiente, serán diferentes.

Tal como se hace referencia en la presente memoria, el aire de proceso es aire que se acondiciona para una humedad y temperatura relativas a una humedad y temperatura relativas seleccionadas mediante uno o más de un deshumidificador/humidificador, generador de vapor, adición de agua líquida, ventilador, soplador, compresor de aire, o dispositivos de intercambio de calor.

La zona de separación del aparato separador de correa es un entorno altamente abrasivo, ya que las partículas se mueven a alta velocidad, por ejemplo, 40 millas por hora (65 km/h), en relación con los electrodos separadores. Por esta razón, puede ser deseable construir todos los componentes expuestos a la corriente de partículas con materiales resistentes a la abrasión para mejorar o maximizar su vida útil. Se incluye el borde longitudinal interior de la zona de separación del aparato separador de correa, el cual está construido de un material cerámico resistente a la abrasión y eléctricamente aislante, a través del cual penetran las boquillas de aire. Por lo tanto, es importante posicionar o configurar las boquillas de gas de tal manera que se maximice el efecto fluidificante del polvo sin exponer la boquilla a la zona abrasiva de alto cizallamiento creada por la correa.

Un beneficio clave de las boquillas de gas para polvos difíciles de fluidificar es una mejora significativa en la longevidad de las correas separadoras debido a la reducción del desgaste de borde. También se ha mostrado que las boquillas de gas son eficaces para reducir la frecuencia de formación de depósitos sólidos de correa y minerales a lo largo del borde del sistema separador de correa cuando se procesan materiales difíciles de fluidificar. El beneficio de utilizar boquillas de gas se ha medido directamente como una reducción en la cantidad de par necesario para accionar la correa del aparato separador de correa, denominado "par de correa" o "par de motor de correa". El par necesario para accionar la correa puede estar determinado por uno o más factores que incluyen la distancia entre los electrodos opuestos, la velocidad de la correa, el grosor y el material de construcción de la correa, la distribución del tamaño de partícula y las propiedades de fluidización del polvo que se está procesando, y la tasa del polvo procesado. Las boquillas de gas reducen los requisitos de par de motor de correa reduciendo las pérdidas por fricción en el borde de la correa, donde esta última se mueve a alta velocidad contra un polvo difícil de fluidificar que, de otro modo, estaría estancado. Se produce una reducción adicional en el par de motor de correa a través de la fluidización de la alimentación, por ejemplo, una alimentación mineral, que entra en el sistema separador de correa a través del puerto de alimentación activo. Puede ser deseable operar utilizando un par de motor de correa más bajo, ya que permite un menor desgaste

de la correa y permite condiciones de procesamiento más agresivas. Además, al requerir menos par para accionar la correa separadora, se necesita menos presión de tensión estática para transferir el movimiento de los rodillos de accionamiento a la correa separadora sin deslizarse. Esto da como resultado un aumento de la longevidad de la correa debido a los tiempos más largos antes de que se produzca un fallo de correa debido al estiramiento del material de correa.

Está bien establecido en la literatura que el procedimiento de carga triboeléctrica es sensible a pequeñas cantidades de humedad de superficie. Esta humedad de superficie, medida e informada como humedad (RH) relativa, puede impactar el rendimiento de separación de un BSS al influir en las propiedades de electrificación del material de interés. Por lo tanto, puede ser deseable en algunas realizaciones, controlar la RH de cualquier gas o aire que entre en la zona de separación de un BSS para que coincida con la RH óptima para el material de interés. Cualquier desviación de esta RH óptima puede dar lugar a efectos indeseables en la separación triboelectrostática del material de interés. Tal control de RH del aire que entra en las boquillas del aparato separador de correa puede lograrse mediante muchos procedimientos que incluyan la deshumidificación, o la adición de vapor o agua líquida.

Una consecuencia de la falta de control adecuado de la humedad relativa en un BSS triboelectrostático puede ser la acumulación de polvos minerales finamente molidos, eléctricamente aislantes, en la superficie de los electrodos, los cuales no pueden ser eliminados por la acción de la correa separadora. Estas acumulaciones de capas aislantes en la superficie de los electrodos pueden tener el efecto de reducir el campo eléctrico y, por lo tanto, la eficacia de la separación electrostática. Por lo tanto, puede ser deseable optimizar la humedad relativa del aire suministrado a las boquillas de aire para evitar estas acumulaciones de polvo eléctricamente aislante. Además, esto puede permitir optimizar el propio procedimiento de separación, ya que, al eliminar los depósitos de polvo eléctricamente aislante en las ubicaciones de las boquillas de aire, a través de un control óptimo de la humedad relativa, los electrodos pueden acercarse durante el procesamiento, lo que da lugar a una mayor intensidad del campo eléctrico, una mejor acción de limpieza de la correa de bucle continuo y un aumento del contacto de partícula a partícula.

En determinadas realizaciones, una fuente de gas, tal como una fuente de aire, puede ser proporcionada para ser suministrada a través de una o más boquillas de gas para proporcionar gas al sistema, por ejemplo, la cámara de separación o la zona de separación. El gas proporcionado al sistema puede ser el gas proporcionado al sistema después de suministrar a través de la boquilla, es decir, un gas expandido. El gas de la fuente de gas puede estar en condiciones seleccionadas de tal manera que después de que el gas se ha expandido a través de la boquilla se proporciona al menos uno de una temperatura y una presión predeterminadas del gas expandido. El gas proporcionado al sistema puede tener una humedad relativa predeterminada y/o una temperatura predeterminada. El gas proporcionado al sistema que tiene la humedad relativa predeterminada y/o la temperatura predeterminada puede proporcionarse al sistema, por ejemplo, a la zona o cámara de separación, a través del acondicionamiento de la fuente de gas. La humedad relativa predeterminada del gas proporcionado al sistema puede estar entre aproximadamente 0 % de humedad relativa a aproximadamente 75 % de humedad relativa. La temperatura predeterminada del gas proporcionado al sistema puede estar entre aproximadamente 16 °C (60 °F) y aproximadamente 121 °C (250 °F). El aire que puede ser acondicionado, puede ser condiciones procedentes de una fuente de aire de alimentación. El acondicionamiento del aire para proporcionar una humedad relativa y/o temperatura predeterminadas puede lograrse a través de un deshumidificador/humidificador, un generador de vapor, una adición de agua líquida, un ventilador, un soplador, un compresor de aire, o un dispositivo de intercambio de calor.

Con referencia a la Figura 5A, se ilustra una vista en planta de una correa mejorada para un BSS, en particular para procesar y separar algunos materiales industriales (particularmente materiales no fluidizados). Para mejorar la vida útil de la correa al procesar partículas "difíciles de fluidificar" utilizando un BSS, el diseño 50 de correa mejorada se ha proporcionado con filamentos 47 de borde continuos (que tienen un ancho W_i de aproximadamente 20 a aproximadamente 30 mm de ancho) a cada lado de la correa (sólo se ilustra un lado de la correa), los cuales se han modificado creando muescas 52 abiertas de una forma y ubicación prescritas. Estas muescas 52 pueden obtenerse a través de diversos medios de conformación, tales como moldeo, punzonado, mecanizado, corte por chorro de agua, corte por láser, y similares.

Las muescas 52 de borde de la Figura 5A proporcionan un mecanismo, una vía y un mecanismo de transporte para el polvo intercalado entre los filamentos 47 de borde de los segmentos 28, 30 de correa que se mueven de manera opuesta (véase la Figura 1) para transportar las partículas de polvo en cualquier dirección de movimiento de correa. Se debe apreciar que la eliminación del polvo estancado entre los filamentos 47 de borde de los segmentos 28, 30 de correa que se mueven de manera opuesta (véase la Figura 1) reduce significativamente la abrasión y el calentamiento por fricción. Esta correa 50 que tiene tales muescas 52 de borde ha sido probada en el BSS existente de la Figura 1, y se ha mostrado que el uso de correas con muescas 52 de borde ha eliminado la formación del material de acumulación compuesto de plástico y polvo que históricamente ha dado lugar a una corta vida útil de la correa. Esta correa 50 que tiene tales muescas 52 de borde ha sido probada en el BSS existente de la Figura 1, y se ha mostrado que la vida útil de la correa ha aumentado a cientos de horas cuando se procesan polvos minerales industriales "difíciles de fluidificar". Esto se compara con la vida útil de la correa en las decenas de horas para otras correas que tienen filamentos 47

de borde recto sin ninguna muesca, tal como se muestra en la Figura 2. El borde **54** de salida de la muesca **52** perpendicular al borde de la correa **49** y a la dirección en la que se mueve la correa **41** proporciona una fuerza motriz para mover el polvo en la dirección del movimiento de la correa. El volumen de la muesca **52**, el cual se determina por la profundidad **D** de la muesca, la longitud **L** de la muesca, el ángulo $\emptyset$, y el grosor **t** de la correa (véase la Figura **5B**), proporciona la capacidad de carga de cada muesca **52**. El espaciado entre muescas (**S**) determina la capacidad de carga de la correa por unidad de longitud de correa de la correa. La Figura **5B** ilustra una vista lateral de la correa **50** y de la muesca **52**, y en particular ilustra que los bordes de la muesca, tales como el borde **46** de salida, se pueden proporcionar con un bisel que tenga un radio del bisel de **b**.

El diseño de correa mejorado descrito en la presente memoria puede utilizarse junto con las boquillas de gas divulgadas en la presente memoria con el fin de mejorar el rendimiento y la vida útil del sistema separador de correa.

Ejemplos

Ejemplo 1:

En un ejemplo, se instaló un sistema de boquillas de aire en una sección de prueba de un aparato separador de correa y se activó y desactivó periódicamente. Se instalaron un total de 26 boquillas de aire en un solo lado de un sistema separador de correa, cada boquilla se separó 4 pulgadas (10,16 cm). El tamaño de la boquilla variaba entre 0,020 (0,0508 cm) a 0,040 pulgadas (0,1016 cm) de diámetro. Varias boquillas de aire tenían múltiples (por ejemplo, dos o tres) ubicaciones de inyectores de aire. Otras boquillas de aire tenían una ubicación de inyector de aire. La presión de aire en el cabezal de tubería antes de las boquillas se mantuvo en aproximadamente a 60 psig (414 kpa). El aire comprimido se introdujo con una humedad relativa baja, por ejemplo, inferior al 5 % de humedad relativa cuando se midió a presión ambiente (0 psig), y no se ajustó para que coincidiera con la humedad relativa del aire de proceso utilizado para controlar la RH del material de alimentación separador. Las boquillas fueron operadas en un ciclo repetitivo; las boquillas estuvieron apagadas durante aproximadamente 30 segundos, y luego se encendieron durante aproximadamente 10 segundos. El par de motor de correa durante el periodo de tiempo en que las boquillas de aire estuvieron encendidas fue, en promedio el 30 % de la carga total del motor. El par de motor de correa durante el tiempo en que las boquillas de aire estuvieron apagadas fue del 33 %. Se observó una oscilación regular y periódica durante el tiempo de activación y desactivación de las boquillas de aire. Durante los periodos de tiempo en los que las boquillas de aire estaban encendidas, el par de motor de correa era, en promedio, un 10 % inferior en términos relativos. Al desactivar las boquillas de aire, el par de motor de correa aumentó.

Ejemplo 2:

En otro ejemplo, se instaló un sistema de boquillas de aire en una sección de prueba de un aparato separador de correa y se activó y desactivó durante un periodo prolongado para cuantificar el efecto. Se instaló un total de 26 boquillas de aire en un solo lado de un sistema separador de correa, con cada boquilla espaciada 4 pulgadas (10 cm). El tamaño de abertura de boquilla variaba entre 0,020 (0,0508 cm) y 0,040 pulgadas (0,1016 cm) de diámetro. Varias boquillas de aire tenían múltiples ubicaciones de inyectores de aire. Las boquillas de aire se alimentaron con aire comprimido seco a una humedad relativa que era inferior a la del aire de proceso. El par de motor de correa con las boquillas de aire encendidas era del 27 %. El par de motor de correa con las boquillas de aire apagadas aumentó al 36 %, un aumento relativo del 33 % en el par de motor necesario para accionar la correa separadora.

Ejemplo 3:

En otro ejemplo, se instaló un sistema de boquillas de aire en toda la longitud de un aparato separador de correa. Se utilizaron intervalos de 4 pulgadas (10 cm) entre cada punto de inyección de aire. El tamaño de la boquilla de aire era de 0,040 pulgadas (0,1016 cm) de diámetro. Las boquillas de aire fueron operadas continuamente a la vez que se operaba la correa separadora. El aire comprimido se suministraba a una presión de aproximadamente 15 (103 kpa) a aproximadamente 25 psig (172 kpa). Se encontró que la operación de las boquillas de aire tenía un efecto significativo en la vida útil de la correa separadora. La vida útil máxima de la correa sin boquillas de aire fue de 124 horas. La vida útil máxima de la correa con boquillas de aire que suministran aire comprimido y seco a baja humedad relativa fue de 272 horas. La vida útil máxima de la correa con boquillas que suministran aire comprimido, con RH acondicionada para coincidir con la humedad relativa del aire de proceso, fue de 628 horas.

Ejemplo 4:

En otro ejemplo, se instaló y operó un sistema de boquillas de aire en toda la longitud de un aparato separador de correa. Se utilizaron intervalos de 4 pulgadas (10 cm) entre cada punto de inyección de aire. El tamaño de la boquilla de aire era de 0,040 pulgadas (0,1016 cm) de diámetro. Las boquillas de aire fueron operadas continuamente a la vez que se operaba la correa separadora. El aire comprimido se suministraba a aproximadamente 15 - 25 psig (103 kpa) - (172 kpa). Se encontró que la humedad relativa del aire suministrado a las boquillas de aire tenía un efecto significativo en la profundidad del recubrimiento del electrodo por polvo

mineral finamente molido y eléctricamente aislante. Con aire comprimido seco, por ejemplo, por debajo del 5 % de humedad relativa cuando se mide a presión ambiente (0 psig), suministrado a las boquillas de aire, el recubrimiento del electrodo era de 1,2 - 2,1 kg/m² de área de electrodo para las áreas donde el recubrimiento del electrodo era evidente, generalmente cerca de la pared separadora, adyacente a los chorros de aire. El recubrimiento del electrodo por partículas finas fue inferior a 0,3 kg/m² de área del electrodo para las áreas en las cuales se observó recubrimiento del electrodo cuando las boquillas de aire eran operadas con aire de RH controlada a una humedad relativa igual a la del aire de proceso.

Ejemplo 5:

En otro ejemplo, una mezcla sintética (95 %/5 %) de carbonato de calcio molido de grado agrícola (Poultrycal 120) y arena de sílice (Flint) con un tamaño medio de partícula de 60 micrómetros se separó mediante un aparato separador de correa sin boquillas de aire. Se realizó una serie de experimentos de separación en condiciones de operación constantes, excepto por la distancia entre los dos electrodos opuestos, la separación de electrodos, la cual varió de 0,48 (1,2192 cm) a 0,38 (0,9652 cm) pulgadas, en intervalos uniformemente espaciados de 0,02 pulgadas (0.0508 cm). A medida que disminuía la separación del electrodo, aumentaba el rechazo de arena silíceo insoluble en ácido (AI), a medida que disminuyó el contenido de arena silíceo en el producto enriquecido con carbonato de calcio y bajo AI. Simultáneamente, los pares de motor de correa aumentaron a medida que disminuía la separación de electrodos. Este contraste entre el rendimiento de separación y el par de motor se detalla en la siguiente Tabla 1.

Separación de electrodos	Contenido insoluble en ácido del producto de bajo AI	Recuperación masiva de carbonato de calcio	Pares de motor de correa
<i>Pulgada</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje</i>
0,48	3,7 %	96,5 %	25 %
0,46	2,8 %	95,9 %	28 %
0,44	3,8 %	96,2 %	31 %
0,42	2,5 %	95,4 %	36 %
0,40	2,1 %	94,7 %	46 %
0,38	1,8 %	94,9 %	62 %

Es evidente a partir de los resultados de procesamiento presentados en la tabla anterior que se puede obtener un valor considerable al mejorar el rendimiento de separación del BSS reduciendo la separación de electrodos. Dado que la instalación y la operación de las boquillas de aire en un aparato separador de correa permite una operación más ajustada de la separación de electrodos con pares reducidos, las boquillas de aire permiten, en efecto, mejorar los resultados de separación, ya que pueden lograrse unas condiciones de operación del separador óptimas.

Ejemplo 6:

En otro ejemplo, una mezcla sintética (95 %/5 %) de carbonato de calcio molido de grado agrícola (Poultrycal 120) y arena de sílice (Flint) con un tamaño medio de partícula de 60 micrómetros se separó mediante un aparato separador de correa sin boquillas de aire. Se realizó una serie de experimentos de separación en condiciones de operación constantes, excepto la intensidad del campo eléctrico entre los dos electrodos opuestos, la cual varió de aproximadamente 20 kV/pulgada a aproximadamente 50 kV/pulgada, en incrementos de 10 kV/pulgada. A medida que aumentaba la intensidad del campo eléctrico, la arena de sílice restante en el producto enriquecido con carbonato disminuía.

Intensidad del campo eléctrico	Contenido insoluble en ácido del producto de bajo AI	Recuperación masiva de carbonato de calcio	Pares de motor de correa
<i>kV/Pulgada</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje</i>
20	1,8 %	95,2 %	52 %
30	1,4 %	92,9 %	55 %
40	1,2 %	92,9 %	61 %
50	0,9 %	92,5 %	60 %

- Es evidente a partir de los resultados de procesamiento presentados anteriormente que para algunos polvos minerales finamente molidos y eléctricamente aislantes, el aumento de la intensidad del campo eléctrico en un aparato separador de correa puede dar lugar a un procesamiento mejorado, aumentando el valor de los productos separados. Una limitación para aumentar la intensidad del campo eléctrico en un BSS que procesa polvos minerales eléctricamente aislantes y difíciles de fluidificar es la recolección y acumulación de partículas minerales finas las cuales se adhieren a la superficie de los electrodos y reducen la eficacia de la separación. Esta acumulación de finos minerales eléctricamente aislantes se produce con mayor facilidad en los bordes exteriores del aparato separador de correa cuando la humedad relativa del aire suministrado a las boquillas de aire está fuera del intervalo óptimo para el procedimiento. Se ha mostrado que el aumento de la intensidad del campo eléctrico del aparato separador de correa incrementa los efectos nocivos de esta fina capa mineral eléctricamente aislante. Instalando boquillas de aire a lo largo del borde exterior de la zona de separación, y suministrando a las boquillas con aire controlado de RH en la humedad relativa del aire de proceso, se reduce en gran medida esta acumulación de polvo fino en el electrodo, lo que permite una operación con una tensión aumentada y, posteriormente, un mejor procesamiento de los polvos eléctricamente aislantes.
- Por lo tanto, habiéndose descrito determinadas realizaciones de un sistema separador de correa que comprende al menos una boquilla de gas, procedimientos de operación de este y fluidificación de una mezcla de partículas, y procedimientos para facilitar una vida útil de un sistema separador de correa. En consecuencia, la descripción anterior es a modo de ejemplo y no pretende ser limitativa. La aplicación se limita únicamente a lo definido en las siguientes reivindicaciones.

20

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (56) separador de correa que comprende:
 - un primer electrodo y un segundo electrodo dispuestos en lados opuestos de una línea central longitudinal y configurados para proporcionar un campo eléctrico entre el primer y segundo electrodos;
 - 5 un primer rodillo dispuesto en un primer extremo del sistema;
 - un segundo rodillo dispuesto en un segundo extremo del sistema;
 - una correa (54) continua dispuesta entre el primer y el segundo electrodos y soportada por el primer rodillo y el segundo rodillo;
 - 10 una zona de separación definida por y entre la correa continua y las paredes (55) de borde de la zona de separación; y
 - caracterizado por** una pluralidad de boquillas (51) de gas posicionadas en ubicaciones periódicas a lo largo de una o más de las paredes de borde para suministrar gas a la zona de separación y un medio para controlar las condiciones del gas que entra en la zona de separación.
2. El sistema (56) separador de correa de la reivindicación 1, que comprende además una fuente de gas conectada fluidamente a una entrada de al menos una boquilla (51) de gas de la pluralidad de boquillas (51) de gas.
3. El sistema (56) separador de correa de la reivindicación 2, en el que la fuente de gas es un gas presurizado, opcionalmente en el que la fuente de gas es aire presurizado o en el que la fuente de gas presurizado está en condiciones ambientales.
- 20 4. El sistema (56) separador de correa de la reivindicación 3, en el que la fuente de gas está en una condición de humedad relativa seleccionada para proporcionar una humedad relativa predeterminada en la zona de separación, opcionalmente en el que la humedad relativa predeterminada está en un intervalo de aproximadamente 0 % a aproximadamente 75 % en la zona de separación.
- 25 5. El sistema (56) separador de correa de la reivindicación 3, en el que la fuente de gas está en una condición de temperatura seleccionada para proporcionar una temperatura predeterminada en la zona de separación, opcionalmente en el que la temperatura predeterminada está en un intervalo de aproximadamente 16 °C (60 °F) a aproximadamente 121 °C (250 °F) en la zona de separación.
6. El sistema (56) separador de correa de la reivindicación 4, en el que:
 - 30 a) la fuente de gas está en una condición de temperatura seleccionada para proporcionar una temperatura predeterminada en la zona de separación, opcionalmente en el que la humedad relativa predeterminada está en un intervalo de aproximadamente 0 % a aproximadamente 75 % y la temperatura predeterminada está en un intervalo de aproximadamente 16 °C (60 °F) a aproximadamente 121 °C (250 °F) en la zona de separación; o
 - 35 b) la humedad relativa predeterminada se proporciona a través de al menos uno de deshumidificación, adición de vapor, y adición de agua líquida a la fuente de gas; o
 - c) el gas se acondiciona para que tenga una humedad relativa aproximadamente igual a la humedad relativa de un aire de proceso en la zona de separación; o
 - d) el gas es aire seco.
7. El sistema (56) separador de correa de la reivindicación 1, en el que:
 - 40 a) la pluralidad de boquillas (51) de gas está configurada para suministrar gas presurizado en al menos uno de una base continua y una base intermitente; opcionalmente, en el que el sistema comprende además un dispositivo de temporización para proporcionar gas en la base intermitente a un intervalo predeterminado; opcionalmente, en el que el intervalo predeterminado está entre aproximadamente cero segundos a aproximadamente 30 segundos, opcionalmente aproximadamente 10 segundos; o
 - 45 b) el sistema separador de correa comprende además una fuente de gas conectada fluidamente a una entrada de al menos una boquilla (51) de gas de la pluralidad (51) de boquillas de gas, en el que la fuente de gas es un gas presurizado y la pluralidad de boquillas de gas está configurada para suministrar gas presurizado a una presión de aproximadamente 69 kilopascales (10 libras por pulgada cuadrada de calibre (psig)) a aproximadamente 689 kilopascales (100 psig), opcionalmente, en el que la pluralidad de boquillas
 - 50 de gas está configurada para suministrar gas presurizado a una presión de aproximadamente 103

kilopascales (15 psig) a aproximadamente 172 kilopascales (25 psig), opcionalmente aproximadamente 172 kilopascales (25 psig), o aproximadamente 414 kilopascales (60 psig); o

- 5 c) la pluralidad de boquillas de aire se posiciona para maximizar la fluidificación de un polvo que se va a separar en el sistema, sin exponer las boquillas de aire a una zona abrasiva de alto cizallamiento creada por la correa (54) continua, opcionalmente en el que la pluralidad de boquillas (51) de gas se posiciona en un ángulo en un intervalo de aproximadamente 90 grados a una dirección de desplazamiento de la correa continua a 45 grados de la normal relativa a la dirección de desplazamiento de la correa.

8. El sistema (56) separador de correa de la reivindicación 1;

- 10 a) que comprenda además un material cerámico resistente a la abrasión y eléctricamente aislante, posicionado en una o más paredes de borde, internamente a la zona de separación; o
- b) en el que la pluralidad de boquillas de aire está instalada a través de la una o más paredes de borde y un revestimiento resistente a la abrasión posicionado adyacente a la una o más paredes de borde.

15 9. El sistema (56) separador de correa de la reivindicación 4, en el que la fuente de gas está conectada fluidamente a al menos uno de un sistema de deshumidificación, una fuente de vapor, y una fuente de agua líquida.

10. El sistema (56) separador de correa de la reivindicación 1, en el que la correa (54) continua comprende muescas periódicas formadas dentro de un borde longitudinal en ubicaciones periódicas en el borde longitudinal de la correa, las muescas periódicas configuradas para transportar componentes de un material difícil de fluidificar en una dirección a lo largo de una dirección longitudinal del sistema separador de correa.

20 11. El sistema (56) separador de correa de la reivindicación 10, en el que:

- a) las muescas formadas en el borde longitudinal de la correa tienen un borde biselado, opcionalmente en el que el borde biselado de cada muesca tiene un radio en un intervalo de 4 - 5 mm; o
- b) las muescas formadas en el borde longitudinal de la correa tienen forma triangular; o
- 25 c) un borde delantero de la muesca tiene un ángulo en un intervalo de aproximadamente 12 ° a aproximadamente 45 ° con respecto al borde longitudinal; o
- d) un borde de salida de la muesca es perpendicular con respecto al borde longitudinal; o
- e) la correa incluye segmentos de correa de contracorriente que se desplazan en direcciones opuestas a lo largo de la dirección longitudinal o
- 30 f) las muescas en los bordes longitudinales tienen dimensiones seleccionadas para maximizar el rendimiento del sistema separador de correa para un material difícil de fluidificar; o
- g) la muesca en el borde longitudinal tiene dimensiones seleccionadas para maximizar la vida útil de la correa para un material difícil de fluidificar; o
- 35 f) la correa tiene un ancho de aproximadamente 1 a 5 milímetros inferior al ancho del interior del sistema separador de correa y los bordes en los bordes longitudinales de la correa están configurados para barrer los componentes del material difícil de fluidificar lejos del borde interior del sistema separador.

12. Un procedimiento de fluidización de una mezcla de partículas cuando se utiliza un sistema separador de correa de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende las etapas:

introducir la mezcla de partículas en un puerto de alimentación del sistema separador de correa,

40 suministrar un gas a través de al menos una boquilla (51) de gas de la pluralidad de boquillas (51) de gas para suministrar gas a la zona de separación y controlar las condiciones del gas que entra en la zona de separación.

13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que:

- a) suministrar el gas a través de al menos una boquilla (51) de gas de la pluralidad de boquillas (51) de gas comprende el suministro de un gas a presión; o
- 45 b) suministrar el gas a través de al menos una boquilla (51) de gas de la pluralidad de boquillas (51) de gas comprende suministrar un gas de manera intermitente, durante un intervalo predeterminado, comprendiendo opcionalmente además suministrar el gas a través de la boquilla de gas de manera intermitente en un intervalo predeterminado de entre aproximadamente cero segundos a aproximadamente

30 segundos, opcionalmente en el que el intervalo predeterminado es de aproximadamente 10 segundos; o

5 c) suministrar un gas a través de al menos una boquilla (51) de gas de la pluralidad de boquillas (51) de gas comprende suministrar el gas a través de una boquilla de gas a una presión de aproximadamente 69 kilopascales (10 libras por pulgada cuadrada de calibre (psig)) a aproximadamente 689 kilopascales (100 psig), opcionalmente, en el que la pluralidad de boquillas de gas está configurada para suministrar gas presurizado a una presión de aproximadamente 103 kilopascales (15 psig) a aproximadamente 172 kilopascales (25 psig), opcionalmente aproximadamente 172 kilopascales (25 psig), o aproximadamente 414 kilopascales (60 psig); o

10 d) suministrar un gas a través de al menos una boquilla (51) de gas de la pluralidad de boquillas (51) de gas proporciona una disminución de al menos el 10 % del par de motor de correa; o

e) suministrar un gas a través de al menos una boquilla (51) de gas de la pluralidad de boquillas (51) de gas proporciona un aumento de al menos el 100 % de la vida útil de la correa (54) continua.

14. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende, además:

15 a) operar la correa (54) continua a una velocidad entre aproximadamente 3 metros por segundo (10 pies por segundo) y aproximadamente 30 metros por segundo (100 pies por segundo); o

b) suministrar un gas para proporcionar el gas a una humedad relativa predeterminada igual a la del aire de proceso, lo cual proporciona una disminución de al menos aproximadamente el 75 % en un recubrimiento de electrodo por la mezcla de partículas; o

20 c) acondicionar el gas para que tenga una humedad relativa aproximadamente igual a la humedad relativa de un aire de proceso o

d) acondicionar el gas para que tenga una humedad relativa de aire seco en la zona de separación, antes de suministrar el gas; o

e) al menos uno de humidificar o deshumidificar el gas antes de suministrar el gas; u

25 f) operar a una tensión superior en comparación con un sistema sin boquillas de aire, mejorando así la separación de los polvos eléctricamente aislantes de la electricidad; u

g) operar en una separación de electrodos reducida en comparación con un sistema sin boquillas de aire, mejorando así la separación de la mezcla de partículas.

30 15. Procedimiento de fabricación para alargar la vida útil de un sistema separador de correa de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende las etapas:

- disponer un primer electrodo y un segundo electrodo en lados opuestos de una línea central longitudinal y configurar el primer y segundo electrodo para proporcionar un campo eléctrico entre ellos;

- disponer un primer rodillo en un primer extremo del sistema;

- disponer un segundo rodillo en un segundo extremo del sistema;

35 - disponer una correa (54) continua entre los electrodos primero y segundo, de tal manera que la correa continua esté soportada por el primer rodillo y el segundo rodillo;

- proporcionar paredes (55) de borde de tal manera que una zona de separación esté definida por y entre la correa (54) continua y las paredes (55) de borde;

40 instalar una pluralidad de boquillas (51) de gas posicionadas a lo largo de una o más de las paredes (55) de borde.

16. El procedimiento de la reivindicación 15, que comprende, además:

a) conectar la pluralidad de boquillas (51) de gas a una fuente de gas; o

b) conectar la pluralidad de boquillas (51) de gas a una fuente de gas presurizado; o

45 c) conectar la pluralidad de boquillas (51) de gas a una fuente de gas presurizado acondicionado a al menos una de una humedad relativa predeterminada y una temperatura predeterminada, comprendiendo opcionalmente, además:

(i) conectar la fuente de gas presurizado a al menos uno de un deshumidificador, una fuente de vapor, y una fuente de agua líquida.

17. El procedimiento de la reivindicación 15, en el que la pluralidad de boquillas (51) de gas se posiciona en un ángulo en un intervalo de aproximadamente 90 grados a una dirección de desplazamiento de la correa (54) continua a 45 grados de la normal relativa a la dirección de desplazamiento de la correa.

5

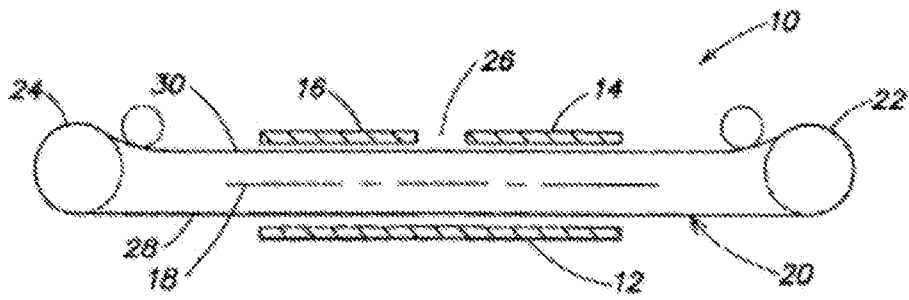


FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

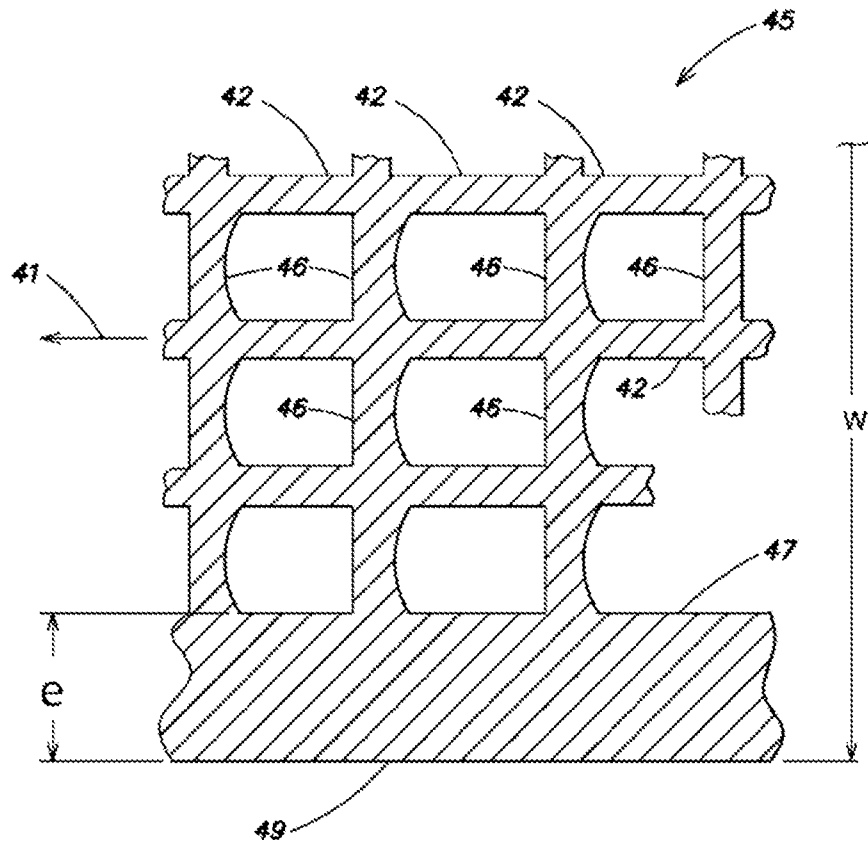


FIG. 2

TÉCNICA ANTERIOR

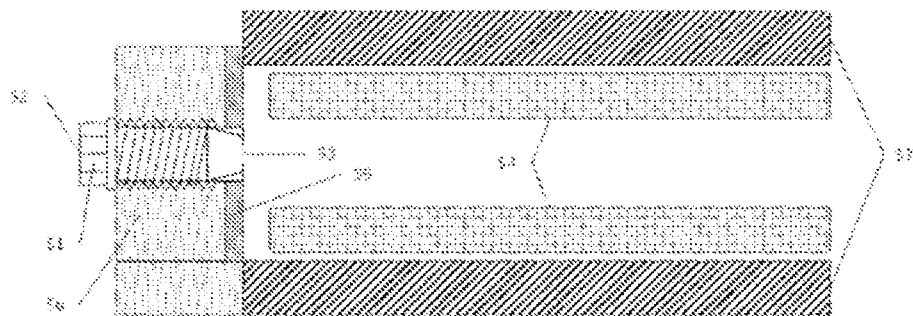


FIG. 3

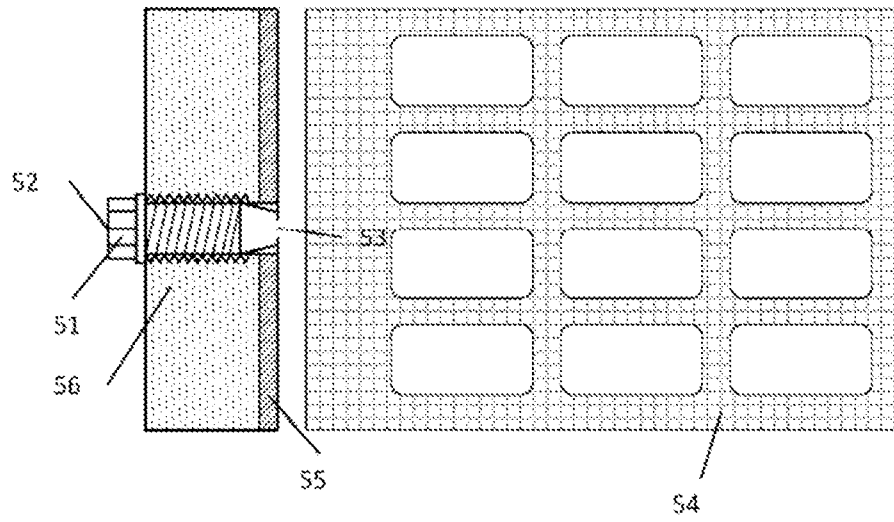


FIG. 4

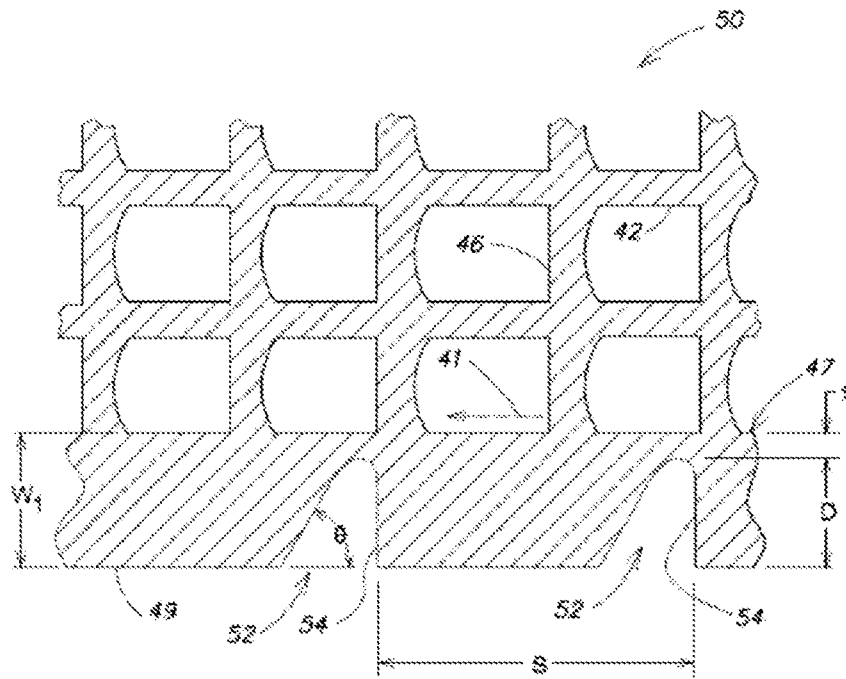


FIG. 5A

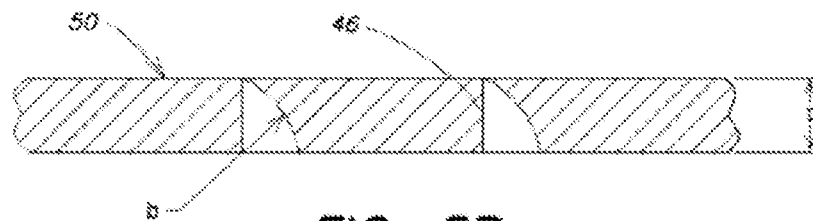


FIG. 5B