

BANDA CONTINUA PARA DISPOSITIVOS SEPARADORES DE TIPO BANDA

ANTECEDENTES

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a una cinta móvil con aberturas no rectangulares que puede usarse en un aparato de separación de cintas para separar una mezcla de partículas en base a la carga triboeléctrica de las partículas.

Discusión de la técnica relacionada

- Los sistemas separadores de cintas (BSS) se usan para separar los constituyentes de las mezclas de partículas en base a la carga de los diferentes constituyentes por contacto superficial (es decir, el efecto triboeléctrico). La Figura 1 muestra un sistema separador de cinta 10 tal como se describe en las patentes de Estados Unidos núms. 4,839,032 y 4,874,507, que se incorporan en la presente descripción como referencia en su totalidad para todos los propósitos. Una modalidad del sistema separador de cinta 10 incluye electrodos paralelos espaciados 12 y 14/16 dispuestos en una dirección longitudinal para definir una línea central longitudinal 18, y una cinta 20 que viaja en la dirección longitudinal entre los electrodos espaciados, paralela a la línea central longitudinal. La cinta 20 forma un lazo continuo que es accionado por un par de rodillos finales 22, 24. Una mezcla de partículas se carga en la cinta 20 en un área de alimentación 26 entre los electrodos 14 y 16. La cinta 20 incluye segmentos de cinta de desplazamiento de contracorriente 28 y 30 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 cinta 20. Por lo tanto, la cinta es un componente crítico del BSS. La cinta 20 se mueve a una velocidad alta, por ejemplo, aproximadamente 40 millas por hora, en un ambiente extremadamente abrasivo. Los dos segmentos de la cinta 28, 30 se mueven en direcciones opuestas, paralelas a la línea central 18, y por lo tanto si entran en contacto, la velocidad relativa es de aproximadamente 80 millas por hora.

- Las cintas de la técnica relacionada se tejieron previamente de materiales monofilamento resistentes a la abrasión. Estas cintas eran bastante caras y duraban solo unas 5 horas. El modo de falla fue típicamente las cintas de desgaste longitudinales debido al arrugado longitudinal, que desgastaría los agujeros longitudinales en la cinta de manera que se desintegraría y se engancharía en sí misma. Las hebras también se desgastarían donde se cruzaron y se flexionaron al moverse a través del separador. El solicitante ha hecho intentos de mejorar tales cintas con diferentes materiales y diferentes tejidos

en un intento de encontrar un material tejido con una vida útil más larga. Estos intentos no tuvieron éxito.

Una mejora sobre las cintas tejidas para BSS fueron las cintas fabricadas por extrusión, que tienen mejor resistencia al desgaste que las cintas tejidas y pueden durar del orden de aproximadamente 20 horas en una BSS. Un ejemplo de tales cintas extrudidas se describe en la patente de Estados Unidos núm. 5,819,946 de propiedad común titulada "Separation System Belt Construction", que también se incorpora de este modo en la presente descripción como referencia en su totalidad para todos los propósitos. Con referencia a la Figura 2, se ilustra un dibujo esquemático de una sección de una cinta extrudida 40. El control de la geometría de las cintas extrudidas es conveniente, pero puede ser difícil de lograr con cintas extrudidas.

SUMARIO

De acuerdo con uno o más aspectos, se describe una cinta continua para su uso en un sistema separador de cinta para separar componentes de un material. La cinta puede comprender hebras de borde longitudinal de un ancho predefinido, y una serie de aberturas no rectangulares interiores para las hebras de borde longitudinal de la cinta, las aberturas no rectangulares configuradas para ser permeables a los componentes del material a lo largo de la dirección longitudinal de la cinta.

De acuerdo con uno o más aspectos, se describe un método para fabricar una cinta continua para su uso en un sistema separador de cinta para separar los componentes de un material. El método puede comprender formar una cinta continua con hebras de borde longitudinal impermeables de un ancho predefinido, y formar una serie de aberturas no rectangulares interiores para las hebras de borde longitudinal de la cinta que se configuran para ser permeables a los componentes del material y para transportar componentes del material a lo largo de la dirección longitudinal de la cinta.

De acuerdo con uno o más aspectos, se describe un sistema separador de cinta para separar los componentes de un material. El sistema puede comprender un primer electrodo y un segundo electrodo dispuestos en lados opuestos de una línea central longitudinal y configurado para proporcionar un campo eléctrico entre el primer y segundo electrodos, y una cinta continua que tiene hebras de borde longitudinal impermeables de un ancho predefinido y aberturas no rectangulares interiores para las hebras de borde longitudinal que son permeables a los componentes del material, la cinta configurada para transportar componentes del material que tienen una influencia neta similar a la del campo eléctrico en respectivas corrientes de contracorriente a lo largo de la dirección longitudinal de la cinta continua.

De acuerdo con uno o más aspectos, se describe un método para separar componentes de un material que se admiten en una cámara de separación que tiene una dimensión alargada, la dimensión alargada es larga en comparación con una separación entre un par de superficies de electrodos opuestos. El método puede comprender, proporcionar un campo eléctrico que esté entre las superficies de electrodos opuestos, transportar los componentes del material en dos corrientes en direcciones opuestas entre las superficies de electrodos opuestos con una cinta continua que tiene bordes longitudinales impermeables de un ancho predefinido y aberturas no rectangulares interiores a los bordes longitudinales impermeables que son permeables a los componentes del material, y crear múltiples zonas de concentración de partículas a lo largo de la longitud de la cinta.

De acuerdo con uno o más aspectos, se describe un método para separar diferentes componentes de un material en una cámara de separación. El método puede comprender etapas de admitir el material en la cámara de separación, la cámara de separación que tiene superficies de primer y segundo electrodos enfrentadas espaciadas más cerca que las longitudes respectivas de las superficies enfrentadas, ejercer una influencia de separación hacia al menos una de las superficies de electrodos enfrentadas de la cámara de separación, mover los componentes de igual influencia neta de la material cerca uno del otro en corrientes que se mueven transversalmente a la influencia de separación a lo largo de la dirección longitudinal entre las superficies de primer y segundo electrodos, las corrientes que están en comunicación paralela a la influencia de separación para transferir una porción de al menos una de las corrientes a otra de las corrientes en virtud de la acción continua de la influencia de separación a medida que las corrientes avanzan transversalmente a la influencia de separación para separar los diferentes componentes del material en la dirección de la influencia de separación de acuerdo con su influencia relativa a la influencia de separación, y retirar las corrientes separadas del material de dicha cámara de separación. Las corrientes del material pueden moverse mecánicamente mediante una cinta continua que tiene hebras de borde longitudinal impermeables de un ancho predefinido y aberturas no rectangulares interiores para las hebras de borde longitudinal que son permeables a los componentes del material para crear múltiples zonas de concentración de partículas a lo largo de una longitud de la cinta.

En algunos aspectos de cualquiera de las cintas continuas anteriores, así como también en sistemas y métodos relacionados, las aberturas no rectangulares tienen forma trapezoidal. Las aberturas trapezoidales pueden ser trapezoides agudos, trapezoides obtusos o trapezoides derechos.

En algunos aspectos, los patrones trapezoidales pueden girarse 180 grados en longitud a través de un ancho de la cinta para crear un patrón repetido de pares trapezoidales que crean una hilera de

patrones de pares trapezoidales, y en donde los pares trapezoidales no tienen hebras longitudinales entre los trapezoides y en el interior de las hebras longitudinales a lo largo de los bordes de la cinta. En algunos aspectos, el patrón de pares trapezoidales repetidos se refleja para cada hilera de aberturas a lo largo de una longitud de la cinta.

- 5 En algunos aspectos, un ángulo de un primer y segundo lado de una abertura es un ángulo agudo. En algunos aspectos, un ángulo de un primer y segundo lado de la abertura está en un intervalo de 30 grados a 60 grados. En algunos aspectos específicos, un ángulo de un primer y segundo lado de la abertura está en un intervalo de 45 grados a 60 grados. En algunos aspectos específicos no limitantes, un ángulo de un primer y segundo lado de la abertura es de 60 grados. En algunos aspectos
- 10 específicos, una abertura no rectangular es trapezoidal o triangular. Las aberturas no rectangulares pueden incluir al menos un ángulo agudo.

En algunos aspectos de cualquiera de las cintas continuas anteriores, así como también en sistemas y métodos relacionados, las aberturas no rectangulares tienen forma triangular.

- En algunos aspectos, las aberturas triangulares se reflejan a lo largo de un borde común para crear
- 15 pares de triángulos a lo largo de un ancho de la cinta y los pares de triángulos se reflejan a lo largo de un ancho de la cinta con una hebra longitudinal entre estos para crear un patrón de pares de triángulos reflejados alternos.

En algunos aspectos, el patrón de pares triangulares alternos con una hebra rectangular entre estos se repite en hileras de aberturas triangulares a lo largo de la longitud de la cinta.

- 20 En algunos aspectos, el patrón de pares triangulares alternos con una hebra rectangular entre estos se refleja en hileras de aberturas triangulares a lo largo de la longitud de la cinta.

En algunos aspectos, los pares triangulares no tienen hebras longitudinales entre los triángulos y en el interior de las hebras longitudinales a lo largo de los bordes de la cinta.

- En algunos aspectos, las aberturas triangulares pueden ser de forma triangular recta, triangular
- 25 isósceles o triangular equilátero.

En algunos aspectos, las cintas continuas, así como también los sistemas y métodos relacionados, pueden comprender además muescas periódicas formadas en los bordes longitudinales de la cinta continua en ubicaciones periódicas en los bordes del sistema separador de cinta continua, las muescas periódicas que se configuran para transportar los componentes del material difícil de

30 fluidificar en una dirección a lo largo de la dirección longitudinal de la cinta continua de manera que los componentes se alejan de los bordes del sistema de separación de cinta.

En algunos aspectos, las muescas periódicas pueden tener un borde delantero biselado. En otros aspectos, las muescas periódicas pueden tener una forma triangular.

En algunos aspectos de las cintas continuas, así como también de los sistemas y métodos relacionados, las aberturas no rectangulares pueden tener dimensiones seleccionadas para maximizar el rendimiento de un sistema separador de cinta. Las aberturas no rectangulares pueden tener dimensiones seleccionadas para minimizar el calentamiento por fricción de la cinta. Las aberturas no rectangulares pueden tener dimensiones seleccionadas para maximizar la vida útil de funcionamiento de la cinta.

En algunos aspectos de las cintas continuas, así como también en los sistemas y métodos relacionados, las aberturas no rectangulares pueden tener un borde deflectivo líder. En algunos aspectos, un borde delantero de las aberturas no rectangulares puede tener un ángulo en un intervalo de aproximadamente 25 grados a aproximadamente 65 grados, por ejemplo, de aproximadamente 30 grados a aproximadamente 60 grados, con respecto al borde longitudinal.

En algunos aspectos, las aberturas no rectangulares pueden definir un área abierta de la cinta continua en el intervalo de aproximadamente 35 % a aproximadamente 55 %.

En algunos aspectos, las aberturas no rectangulares pueden tener una profundidad consistente con el grosor de la cinta.

En algunos aspectos, las aberturas no rectangulares tienen una dimensión de aproximadamente 0.5 pulgadas a aproximadamente 1.75 pulgadas en una dirección paralela y/o perpendicular a una dirección de desplazamiento de la cinta. En algunos aspectos, las aberturas no rectangulares pueden tener una dimensión de aproximadamente 0.35 pulgadas a aproximadamente 0.5 pulgadas en una dirección paralela y/o perpendicular a una dirección de desplazamiento de la cinta.

En algunos aspectos, las aberturas no rectangulares pueden configurarse para ser permeables a los componentes del material a lo largo de la dirección longitudinal de la cinta y a través de un ancho de la cinta para crear múltiples zonas de concentración de partículas.

En algunos aspectos, las aberturas no rectangulares interiores para las hebras de borde longitudinal de la cinta continua pueden configurarse para ser permeables a los componentes del material de alimentación, las aberturas no rectangulares que se configuran además para transportar componentes del material de alimentación a lo largo de la dirección longitudinal de la cinta continua y a través de un ancho de la cinta para crear múltiples zonas de concentración de partículas.

En algunos aspectos, las cintas, sistemas y métodos pueden usarse para separar un material que incluye al menos un mineral. Por ejemplo, el material puede comprender carbonato de calcio, mineral

de hierro o barita. En algunos aspectos, las cintas, sistemas y métodos pueden usarse para separar un material que comprende cenizas volantes. En algunos aspectos, las cintas, sistemas y métodos pueden usarse para separar un material que se deriva orgánicamente. En algunos aspectos específicos no limitantes, el material puede pertenecer a alimentos o piensos. Por ejemplo, el material puede comprender harina de girasol.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las ventajas anteriores y otras de la solicitud se apreciarán más completamente con referencia a los siguientes dibujos en los que:

- 10 La Figura 1 ilustra un diagrama de un ejemplo de un sistema separador de cinta (BSS);
- La Figura 2 ilustra una vista en planta de una cinta extruida con aberturas casi rectangulares;
- La Figura 3 ilustra una vista ampliada de una porción de una cinta y BSS;
- La Figura 4 ilustra una vista en planta ampliada de una cinta con aberturas rectangulares y muescas en los bordes triangulares;
- 15 La Figura 5 ilustra una vista en planta ampliada de una cinta con las aberturas cortadas en un patrón de ángulo continuo que crea aberturas sustancialmente trapezoidales que se repiten y la dirección de desplazamiento de la cinta se indica mediante una flecha;
- La Figura 6 ilustra una vista en planta ampliada de una cinta con las aberturas cortadas en un patrón de ángulo alterno que crea aberturas sustancialmente trapezoidales que alternan; y
- 20 La Figura 7 ilustra una vista en planta ampliada de una cinta con las aberturas cortadas en un patrón de ángulo alterno que crea aberturas triangulares sustancialmente equiláteras que alternan.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- Debe apreciarse que las modalidades de los métodos y aparatos analizados en la presente descripción
- 25 no se limitan en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de componentes establecidos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos adjuntos. Los métodos y aparatos son capaces de implementarse en otras modalidades y de practicarse o llevarse a cabo de varias maneras. En la presente descripción se proporcionan ejemplos de implementaciones específicas solo con fines ilustrativos y no pretenden ser limitativos. Además, la fraseología y la terminología usadas
 - 30 en la presente descripción son para el propósito de descripción y no deben considerarse limitantes. El uso en la presente descripción de “que incluye”, “que comprende”, “que tiene”, “que contiene”, “que involucra” y variaciones de estos pretende abarcar los elementos enumerados a continuación y

sus equivalentes, así como también elementos adicionales. Las referencias a “o” pueden interpretarse como inclusivas de manera que cualquier término descrito mediante el uso de “o” puede indicar cualquiera de un solo término, más de uno, y todos los términos descritos.

De acuerdo con una o más modalidades, se describen varios cinturones usados en el aparato de separación de cintas para separar una mezcla de partículas en base a la carga triboeléctrica de las partículas.

Una cinta extrudida que se ha usado en BSS se describe en la patente de Estados Unidos núm. 5,904,253 de propiedad común, que también se incorpora de este modo en la presente descripción como referencia en su totalidad para todos los propósitos. Con referencia a la Figura 3, que ilustra una porción ampliada de la BSS mostrada en la Figura 1, las direcciones de los segmentos de la cinta de contramarcha 28, 30 se muestran mediante las flechas 34 y 36, respectivamente. Como se ilustra en las Figuras 2-3, un ejemplo de una geometría de cinta 40 deseada (ver Figura 3) tiene un borde delantero 43 de la cinta 42 (ver Figura 2) de los hilos de dirección transversal 46 que se proporciona con un ángulo agudo 44.

Para mejorar la vida útil de la cinta extrudida y obtener un mejor control de la geometría de los perfiles de cinta descritos en la patente de Estados Unidos núm. 5,904,253, se ha usado un método para unir láminas termoplásticas resistentes a la abrasión como se describe en la patente de Estados Unidos núm. 6,942,752 de propiedad común, en la presente descripción incorporada como referencia, para producir cintas a partir de láminas termoplásticas resistentes a la abrasión. Un ejemplo de un método conveniente para formar los agujeros rectangulares y las características de borde delantero y borde trasero de una geometría deseada en tales láminas termoplásticas resistentes a la abrasión es usar una máquina herramienta de múltiples ejes. Con este dispositivo, una lámina se carga sobre una mesa y una cabeza cortadora se mueve a través de la lámina y cada abertura de la cinta puede cortarse individualmente. A través de la elección adecuada de la herramienta de corte, los agujeros pueden cortarse con características de borde delantero y borde trasero según se desee. También debe apreciarse que la geometría de borde delantero deseada puede obtenerse a través de otros procesos y dispositivos de conformación tales como moldeo, perforación, mecanizado, corte con chorro de agua, corte con láser y similares.

Una mejora adicional se analiza en la patente de Estados Unidos núm. 9,393,573 y la patente de Estados Unidos núm. 10,092,908, donde se cortan muescas en los bordes de las láminas termoplásticas resistentes a la abrasión mediante el uso de la misma herramienta multieje usada para cortar los agujeros rectangulares con las características de borde delantero y borde trasero deseadas.

Las láminas se unen después para formar una cinta de lazo continuo mediante el uso del método descrito en la patente de Estados Unidos 6,942,752. La modalidad de la BSS con una cinta de contracorriente continua que se mueve entre dos electrodos planos longitudinales y paralelos tiene bordes interiores de la cámara de separación que no son barridos directamente por la cinta. Es conveniente minimizar el área de la zona no barrida de los bordes de la cámara de separación, ya que representa el área del electrodo que no es efectiva para la separación de partículas. Sin embargo, también es típico dejar un espacio entre el borde de la cinta y el borde interior de la cámara de separación para evitar que la cinta roce y desgaste contra el borde interior de la cámara de separación, lo que podría provocar un fallo temprano de la cinta. Por lo tanto, el ancho de la cinta es aproximadamente 20 mm más estrecho que el ancho de la cámara de separación, para dejar aproximadamente 10 mm de espacio entre la pared interior de la cámara de separación y los bordes de la cinta.

Una cinta separadora con estas características de muesca en los bordes, como se muestra en la Figura 4, es efectiva para barrer partículas cohesivas, o difíciles de fluidificar, de los bordes no barridos de la cámara de separación BSS. La adición de la característica de muesca de borde es fundamental en el procesamiento de polvos cohesivos, difíciles de fluidificar, tales como minerales industriales. El uso de las cintas BSS con la característica de muesca de borde da como resultado un aumento significativo en la vida útil operativa de la cinta al procesar polvos cohesivos difíciles de fluidificar, en comparación con las cintas BSS sin la característica de muesca de borde. Todas las versiones anteriores de las cintas BSS han utilizado aberturas que son sustancialmente rectangulares, con la excepción de las muescas cortadas en el borde de la cinta.

El diseño y la construcción de la cinta separadora es una característica clave en el rendimiento de la BSS. La cinta separadora proporciona varias funciones que permiten una separación eficiente mediante el uso de la BSS.

Primero, la cinta transporta el material desde el puerto de alimentación a cualquiera de los extremos del BSS a través de la cámara de separación estrecha en un patrón de flujo de contracorriente. El material de alimentación debe pasar a través de la cinta en el puerto de alimentación, por lo que se prefiere una cinta con un área abierta alta. El material de alimentación se ve influenciado después por el campo eléctrico en la cámara de separación a partir de la tensión aplicada a los electrodos planos paralelos. Las partículas cargadas tenderán a migrar hacia el electrodo con carga opuesta. El movimiento de la cinta de lazo continuo produce un flujo de partículas en contracorriente que transporta las partículas separadas a cualquiera de los extremos del BSS. Los detalles del patrón de

flujo de partículas de corriente contraria dependen de la velocidad de la cinta, el grosor de la cinta, la geometría del orificio de la cinta y otros factores. Por esta razón, la geometría de la cinta separadora de BSS se elige con muchos agujeros abiertos y un área abierta alta, para permitir que las partículas pasen libremente a través de la cinta bajo la influencia del campo eléctrico aplicado y para transportar partículas separadas a alta velocidad hacia cualquiera de los extremos de la BSS.

En segundo lugar, la cinta proporciona la energía mecánica necesaria para las colisiones partícula-partícula, partícula-cinta y partícula-electrodo, que dan como resultado la carga triboeléctrica diferencial necesaria para la separación. El funcionamiento de alta velocidad del lazo de cinta separadora y el estrecho espacio entre los electrodos en la cámara de separación fomentan todas las colisiones de partículas vigorosas, y carga triboeléctrica eficiente, y recarga, a lo largo de toda la longitud del separador. Diferentes geometrías de cinta pueden afectar las velocidades de colisión de partículas y, por lo tanto, la eficiencia de la separación.

En tercer lugar, la cinta separadora es eficaz para raspar y minimizar los recubrimientos perjudiciales de partículas finas en la superficie del electrodo. Para la separación de partículas no conductoras, la presencia de recubrimientos delgados de polvos eléctricamente aislantes sobre la superficie del electrodo obstaculiza la intensidad del campo eléctrico aplicado y, por lo tanto, es perjudicial para la separación eficiente. Los separadores electrostáticos convencionales de caída libre vertical o de tipo tambor que no utilizan las cintas separadoras BSS también se encuentran con este problema al procesar partículas finas. A lo largo de los años, se han probado varios métodos mecánicos de raspado de electrodos. Un método común usa un electrodo tubular o de tambor que puede girar contra dispositivos de láminas de raspado para eliminar las partículas finas adheridas que recubren los electrodos (solicitud de patente alemana 1154052B; patente de Estados Unidos núm. 2,187,637). Para el separador BSS, la acción de la cinta separadora de alta velocidad en el espacio entre electrodos estrecho y los filamentos de la dirección transversal de la cinta separadora combinados son muy efectivos para eliminar los recubrimientos de partículas finas que se forman en los electrodos. De esta manera, el sistema BSS es eficaz para separar mezclas de partículas finas sin la complejidad mecánica y eléctrica de los electrodos giratorios.

Las versiones anteriores de las cintas BSS han utilizado un patrón repetido de aberturas casi rectangulares en la sección principal de la cinta interna para las hebras de borde longitudinal de la cinta también denominados bordes longitudinales. La forma casi rectangular de las aberturas para versiones anteriores de las cintas BSS se eligieron por el solicitante para imitar el patrón de orificio de la cinta y la geometría usados para las cintas descritas en la patente de Estados Unidos núm.

5,819,946 que se fabricaron mediante el uso del proceso de extrusión. Las aberturas eran casi rectangulares con hebras en la dirección transversal que son perpendiculares a las hebras en la dirección longitudinal de la cinta. El borde trasero de la hebra de dirección transversal se cortó con un arco menor, creando un patrón de aberturas casi rectangulares repetidas en la sección principal de la cinta. El patrón y la geometría del orificio de la cinta casi rectangular se prefirieron porque se asumió que es conveniente mover todas las partículas uniformemente en la dirección del desplazamiento de la cinta y minimizar el movimiento de las partículas a través del ancho de la cinta para mantener una concentración uniforme de partículas a través del ancho. Además, se asumió que las hebras en dirección transversal que son perpendiculares a la dirección de desplazamiento de la cinta serían más efectivas en el raspado de electrodos.

La presente descripción ha descubierto que una cinta con un agujero u orificio o patrón de abertura que incluye al menos algunas aberturas no rectangulares mejora la eficiencia de separación en comparación con la geometría de cinta estándar con aberturas casi rectangulares. De acuerdo con aspectos y modalidades, se entiende que “no rectangular” incluye cualquier forma que no es sustancialmente cuadrada o no es sustancialmente rectangular, tal como se ilustra a manera de ejemplo en cualquiera de las Figuras 5, Figura 6 y Figura 7.

Por ejemplo, la Figura 5 ilustra una vista en planta ampliada de una cinta 500 con las aberturas formadas en un patrón de ángulo alterno que crea aberturas sustancialmente trapezoidales que crean pares alternos 510, 520, y los pares alternos se reflejan alrededor de una hebra longitudinal para crear un patrón de pares alternos reflejados 530, 540 que se repite a través de un ancho de la cinta para crear una hilera de patrones de pares alternos reflejados. La hilera de patrones de pares alternos reflejados se duplica después para crear filas adicionales a lo largo de una longitud de la cinta. Se ha descubierto que una cinta móvil con aberturas trapezoidales como se muestra en la Figura 5 crea un flujo de partículas de contracorriente y campos de concentración que no son simétricos en todo el ancho de la cinta. Las hebras en ángulo fomentan el movimiento de partículas tanto en la dirección del desplazamiento de la cinta como en la dirección a través del ancho de la cinta. Por lo tanto, de acuerdo con aspectos y modalidades de esta descripción, la formación y el uso de cintas con aberturas no rectangulares en el BSS crearán regiones en la cámara de separación de mayores concentraciones de partículas y regiones con menores concentraciones de partículas a través del ancho de la cámara de separación. El movimiento de algunas partículas en una dirección distinta de la dirección del desplazamiento de la cinta también aumenta el tiempo de residencia de la partícula en la cámara de separación, y aumenta la frecuencia de colisiones partícula-partícula, lo que puede mejorar la carga

triboeléctrica diferencial en el BSS. El uso de cintas separadoras con aberturas trapezoidales repetidas, como se muestra en la Figura 5, separa los polvos minerales de manera más eficiente que las cintas con aberturas casi rectangulares.

A manera de otro ejemplo de acuerdo con la descripción, la Figura 6 ilustra una vista en planta ampliada de una cinta 600 con las aberturas formadas en un patrón de ángulo alterno que crea aberturas sustancialmente trapezoidales que crean pares alternos 610, 620, y los pares alternos se reflejan después alrededor de una hebra longitudinal para crear un patrón de pares alternos reflejados 630, 640 que se repite a través de un ancho de la cinta para crear una hilera de patrones de pares alternos reflejados. La hilera de patrones de pares alternos reflejados 610, 620, 630, 640 se espeja entonces para crear filas de pares reflejados 650, 660, 670, 680 a lo largo de una longitud de la cinta. Como se discutirá con más ilustración en los Ejemplos, en la presente descripción, se ha observado que las cintas con filas repetidas de patrones no rectangulares (Figura 5), tienen una mayor eficiencia de separación que las cintas con pares de filas espejadas de aberturas no rectangulares alternas, tales como por ejemplo aberturas sustancialmente trapezoidales que alternan como se muestra en la Figura 6, que se ha encontrado que separan los polvos minerales de manera menos eficiente que las cintas con un patrón repetido regular de aberturas sustancialmente trapezoidales (Figura 5).

De acuerdo con una o más modalidades, las dimensiones de las aberturas definidas por la cinta pueden variar. En algunas modalidades específicas no limitantes, tales como las consistentes con los ejemplos adjuntos, las cintas pueden tener aberturas que son de aproximadamente 0.35 a 0.5 pulgadas en la dirección paralela y perpendicular a la dirección de desplazamiento de la cinta. Las cintas también pueden caracterizarse por el porcentaje del área total de las aberturas dividido por el área total de la cinta, aberturas más regiones sólidas. Las cintas probadas para estos siguientes ejemplos tienen un área abierta de aproximadamente 32 % a aproximadamente 55 %. También se prevén otras dimensiones fuera de este intervalo especificado.

De acuerdo con una o más modalidades, la geometría de las aberturas no rectangulares puede seleccionarse generalmente para maximizar el rendimiento y/o la eficiencia de un sistema separador de cinta para un material de alimentación con respecto a la permeabilidad y/o el transporte. Por ejemplo, puede ser conveniente crear múltiples zonas de concentración de partículas a lo largo de la dirección longitudinal y/o a través de un ancho de la cinta. Otra consideración de diseño puede ser minimizar el calentamiento por fricción de la cinta. Generalmente puede ser conveniente diseñar las aberturas para maximizar la vida útil de operación de la cinta para el material de alimentación.

De acuerdo con una o más modalidades, la geometría de las aberturas no rectangulares puede variar. En algunas modalidades, las aberturas pueden ser polígonos no rectangulares. Por ejemplo, y como se describió anteriormente, las aberturas no rectangulares pueden ser trapecios o triángulos de acuerdo con varias modalidades no limitativas. En algunas modalidades específicas, las aberturas pueden ser cuadriláteros no rectangulares. En algunas modalidades, las aberturas pueden tener forma de diamante o cometa. En otras modalidades no limitantes, las aberturas pueden tener forma ovalada o semiovalada. En algunas modalidades específicas, las aberturas pueden tener forma circular o semicircular.

De acuerdo con una o más modalidades, las aberturas trapezoidales pueden ser trapezoides agudos, trapezoides obtusos, trapezoides isósceles, trapezoides escalenos, trapezoides rectos, paralelogramos o rombos.

De acuerdo con una o más modalidades, un ángulo de un primer y segundo lado de la abertura puede ser un ángulo agudo. En algunas modalidades, el ángulo agudo puede estar en un intervalo de 30 grados a 60 grados. En algunas modalidades, un ángulo de un primer y segundo lado de la abertura puede estar en un intervalo de 45 grados a 60 grados. En algunas modalidades específicas no limitantes, un ángulo de un primer y segundo lado de la abertura puede ser de 60 grados. Una abertura no rectangular puede ser trapezoidal en al menos algunas modalidades.

De acuerdo con una o más modalidades, las aberturas triangulares pueden ser triángulos equiláteros, triángulos isósceles o triángulos escalenos, triángulos agudos, triángulos rectángulos u triángulos obtusos.

De acuerdo con una o más modalidades, una abertura triangular puede tener al menos un ángulo menor de 90 grados. Una abertura triangular puede tener al menos un ángulo de 90 grados. Una abertura triangular puede tener al menos un ángulo mayor de 90 grados. Las aberturas triangulares pueden tener ángulos iguales.

De acuerdo con una o más modalidades, un borde deflectivo delantero de las aberturas no rectangulares puede tener un ángulo en un intervalo de aproximadamente 25 grados a aproximadamente 65 grados, por ejemplo, de aproximadamente 30 grados a aproximadamente 60 grados, con respecto al borde longitudinal.

Los siguientes ejemplos ilustran el beneficio de usar cintas transportadoras con aberturas no rectangulares en el BSS:

Ejemplo 1:

En un ejemplo, se fabricó una cinta de prueba de separador BSS con aberturas trapezoidales (Figura 5). La forma se logró cortando las láminas termoplásticas de manera que se añade una hebra en ángulo adicional a la abertura rectangular habitual. La hebra adicional está en ángulo a 45 grados de la hebra en la dirección transversal creando aberturas de la cinta que se aproximan a un trapecioide.

- 5 El patrón en ángulo se refleja en pares a lo largo del ancho de la cinta, y se repite para la hilera de agujeros a lo largo del lazo de la longitud de la cinta. La cinta se cortó de manera que el borde delantero de cada orificio se corta generalmente en forma cuadrada, y los bordes posteriores o laterales generalmente están en ángulo de manera que el material se dirige generalmente a través del ancho de la cinta.
- 10 Esta cinta de prueba, designada N34, se instaló en un separador BSS a escala piloto y se realizaron una serie de pruebas de separación por lotes mediante el uso de una muestra de alimentación de mezcla de carbonato de calcio-silicato molido. El carbonato cálcico se carga triboeléctricamente de forma constante con carga positiva, en comparación con los silicatos, que se cargan con carga negativa. La muestra de alimentación se alimentó en el separador a una velocidad constante mediante
- 15 el uso de las condiciones operativas estándar del separador BSS. Se recogieron dos productos resultantes de cada uno de los dos extremos del separador. La concentración de silicato de los dos productos se determinó mediante el uso del método de prueba de fluorescencia de rayos X y se expresó como % de SiO₂. Se midió la masa de los dos productos resultantes para determinar el % de rendimiento de masa de cada producto.
- 20 Se realizó una serie de pruebas similares mediante el uso del mismo material de alimentación, pero con una cinta separadora de BSS convencional con aberturas casi rectangulares, designadas A7. La velocidad de alimentación y las condiciones de operación del separador se optimizaron para cada cinta para identificar las condiciones que produjeron un producto con silicato agotado con la concentración de silicato más baja. La comparación de los rendimientos de masa resultantes de los
- 25 dos productos, la composición de la alimentación y los productos se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 – Resultados de separación de carbonato de calcio mediante el uso de cintas BSS de diseño N34 y A7

	Cinta de prueba N34		Cinta casi rectangular estándar (A7)	
	Masa	SiO ₂ (%)	Masa	SiO ₂ (%)
Alimentación	100 %	8.4	100 %	8.4
Producto enriquecido con silicato	56 %	14.2	76 %	11.4

Producto con silicato agotado	44 %	1.9	24 %	1.9
-------------------------------	------	-----	------	-----

El mayor rendimiento de masa logrado para el producto agotado de silicato valioso comercialmente muestra el beneficio de utilizar la cinta de prueba N34 con aberturas trapezoidales en comparación con la cinta convencional con aberturas casi rectangulares.

Ejemplo 2:

En un segundo ejemplo, se fabricaron otras dos cintas de prueba separadoras de BSS con aberturas trapezoidales como la cinta N34, pero se varió el ángulo del hilo adicional. Una cinta usó un ángulo más obtuso de 60 grados desde la dirección transversal del hilo, designado N44. Otra cinta usó un ángulo más agudo de 30 grados, designado N45. Estas cintas de prueba se instalaron en un separador BSS a escala piloto y el rendimiento de separación se probó de la misma manera que en el Ejemplo 1. La comparación de los rendimientos de masa resultantes de los dos productos, la composición de la alimentación y los productos obtenidos para cada cinta de prueba se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 – Efecto del ángulo de hebras adicional para la separación de carbonato de calcio

	Cinta de prueba N34 (45 grados)		Cinta de prueba N44 (60 grados)		Cinta de prueba N45 (30 grados)	
	Masa	SiO2 (%)	Masa	SiO2 (%)	Masa	SiO2 (%)
Alimentación	100 %	8.4	100 %	8.2	100 %	8.7
Producto enriquecido con silicato	56 %	14.2	52 %	14.3	71 %	12.3
Producto con silicato agotado	44 %	1.9	48 %	1.6	29 %	2.0

La comparación del rendimiento de masa logrado para el producto agotado de silicato de valor comercial muestra el beneficio de utilizar la cinta de prueba con ángulos más obtusos sobre la cinta de prueba con ángulos más agudos.

Ejemplo 3:

En un tercer ejemplo, se fabricó una cinta de prueba separadora de BSS con aberturas trapezoidales como la cinta N34 a 45 grados, pero el ángulo se reflejó para cada fila de aberturas a lo largo de la longitud del bucle de la cinta, designada N36 (FIG. 6). Esta cinta de prueba N36 se instaló en un separador BSS a escala piloto y el rendimiento de separación se comparó con la cinta de prueba N34 donde la orientación del hilo de 45 grados adicional se repitió para cada fila de aberturas a lo largo

de la longitud del lazo de la cinta. La prueba de separación de BSS se realizó de la misma manera que en el Ejemplo 1. La comparación de los rendimientos de masa resultantes de los dos productos, la composición de la alimentación y los productos obtenidos para cada cinta de prueba se muestra en la Tabla 3.

5 Tabla 3 – Efecto de patrones triangulares derechos repetidos frente a alternados (N34 frente a N36) para Carbonato de Calcio

	Cinta de prueba N34 (repetitiva)		Cinta de prueba N36 (alternante)	
	Masa	SiO2 (%)	Masa	SiO2 (%)
Alimentación	100 %	8.4	100 %	8.9
Producto enriquecido con silicato	56 %	14.2	67 %	13.2
Producto con silicato agotado	44 %	1.9	33 %	1.8

10

15 La comparación del rendimiento de masa logrado para el producto agotado de silicato de valor comercial muestra el beneficio de utilizar la cinta de prueba N34 con el patrón trapezoidal repetido regular sobre la cinta de prueba N36 con un patrón de abertura trapezoidal alterno.

Ejemplo 4:

En un cuarto ejemplo, se fabricó una cinta de prueba de separador BSS 700 con aberturas triangulares alternas en la forma de triángulos equiláteros 710, 720, designados N40 (Figura 7). Esta cinta de prueba N40 se instaló en un separador BSS a escala piloto y el rendimiento de separación se comparó con una cinta estándar con aberturas rectangulares. La prueba de separación de BSS se realizó de la misma manera que en el Ejemplo 1. La comparación de los rendimientos de masa resultantes de los dos productos, la composición de la alimentación y los productos obtenidos para cada cinta de prueba se muestra en la Tabla 4.

25

Tabla 4 – Resultados de separación para N40 frente a A7 (casi rectangular) para Carbonato de Calcio

	Cinta de prueba N40		Cinta casi rectangular estándar (A7)	
	Masa	SiO2 (%)	Masa	SiO2 (%)
Alimentación	100 %	7.1	100 %	8.4
Producto enriquecido con silicato	42 %	15.6	76 %	11.4

30

Producto con silicato agotado	58 %	1.9	24 %	1.9
-------------------------------	------	-----	------	-----

El mayor rendimiento de masa logrado para el producto agotado de silicato de valor comercial muestra el beneficio de utilizar la cinta de prueba N40 con aberturas triangulares equiláteras alternas en comparación con la cinta convencional con aberturas rectangulares. Además, este ejemplo demuestra que existen múltiples patrones y geometría de cinta no rectangulares que producen resultados de separación de BSS que son superiores a los logrados con cinturones de BSS con aberturas rectangulares.

Cabe destacar que el N40 (Tabla 4) se desempeñó mejor que el N34 (Tabla 3) con respecto al rendimiento de la masa del producto con sílice agotado.

Ejemplo 5:

La Tabla 5 presenta una comparación del por ciento de área abierta para las diversas cintas de prueba referenciadas en los Ejemplos 1-4.

Tabla 5 – Comparación del % de área abierta

Código de cinta	Forma del orificio	Patrón a través del ancho	Patrón a lo largo de la longitud, en dirección de desplazamiento	% de área abierta
A7	Estándar, casi rectangular	Repetición	Repetición	54.9%
N34	Trapezoidal, 45°	reflejado	Repetición	44.7%
N36	Trapezoidal, 45°	reflejado	reflejado	44.7%
N40	Triangular, 60°	reflejado	reflejado	32.2%
N44	Trapezoidal, 60°	reflejado	Repetición	47.4%
N45	Trapezoidal, 30°	reflejado	Repetición	40.1%

Las cintas con un por ciento de área abierta de menos de aproximadamente 55 % todas se desempeñaron mejor que la forma de agujero estándar, casi rectangular (A7). El área abierta, sin embargo, no es el único factor que contribuye a mejorar el rendimiento. La cinta de prueba N34 funcionó mejor que la cinta de prueba N36 a pesar de tener un área abierta de porcentaje casi idéntica. Esto indica que la forma específica del agujero y el patrón de aberturas también son factores importantes.

Ejemplo 6:

La cinta de prueba N34 se instaló en un separador BSS a escala piloto y se realizaron una serie de pruebas de separación por lotes mediante el uso de una muestra de alimentación de mineral de hierro que se molió, se secó y se clasificó por aire. El mineral de hierro contenía una mezcla de hematita, silicatos y otros minerales menores. La hematita se carga triboeléctricamente de forma constante con carga positiva, en comparación con los silicatos, que se cargan con carga negativa. La muestra de alimentación se alimentó en el separador a una velocidad constante mediante el uso de las condiciones operativas estándar del separador BSS. Se recogieron dos productos resultantes de cada uno de los dos extremos del separador. La concentración de hierro y silicato de los dos productos se determinó mediante el uso del método de prueba de fluorescencia de rayos X y se expresó como %Fe y %SiO₂. Se midió la masa de los dos productos resultantes para determinar el % de rendimiento de masa de cada producto.

Se realizó una serie de pruebas similares mediante el uso del mismo material de alimentación, pero con una cinta separadora de BSS convencional con aberturas casi rectangulares, designadas A7. Las condiciones de operación del separador se optimizaron para cada cinta para identificar las condiciones que produjeron un producto enriquecido con hierro con el mayor rendimiento de masa. La comparación de los rendimientos de masa resultantes de los dos productos, la composición de la alimentación y los productos se muestra en la Tabla 6. El rendimiento y la recuperación de masa mostrados en estos resultados de una sola pasada pueden mejorarse mediante la implementación de un esquema de separación BSS de múltiples pasadas como se describe en la publicación de solicitud de patente internacional (PCT) núm. WO2021/178984.

Tabla 6 – Resultados de separación de mineral de hierro mediante el uso de cintas BSS de diseño N34 y A7

	Cinta de prueba N34			Cinta casi rectangular estándar (A7)		
	Masa	Fe (%)	SiO ₂ (%)	Masa	Fe (%)	SiO ₂ (%)
Alimentación	100 %	40.9	38.5	100 %	40.5	39.3
Producto enriquecido con hierro	23 %	60.8	9.7	16 %	56.9	14.9
Producto con deficiencia de hierro	77 %	33.2	49.0	84 %	35.8	45.7

La especificación mínima estándar de la industria del hierro y el acero para el concentrado de mineral de hierro es de 60 % de Fe. Nuevas tecnologías de fabricación de acero, tales como la reducción directa, requieren concentrados de mineral de hierro con mayor contenido de hierro inicial. El mayor

contenido de hierro para el concentrado enriquecido con hierro valioso comercialmente muestra el beneficio de utilizar la cinta de prueba N34 con aberturas trapezoidales en comparación con la cinta convencional con aberturas casi rectangulares.

Ejemplo 7:

- 5 La cinta de prueba N34 se instaló en un separador BSS a escala piloto y se realizaron una serie de pruebas de separación por lotes mediante el uso de una muestra de alimentación de barita que se molió mediante el uso de un molino de rodillos vertical. La alimentación de barita contenía una mezcla de barita de alta densidad (BaSO_4) y varios minerales de silicato de baja densidad. La barita se carga triboeléctricamente de forma constante con carga positiva, en comparación con los silicatos, que se cargan con carga negativa. La barita es útil por su alta gravedad específica, como un agente densificante en fluidos de perforación, y como precursor para la fabricación de productos químicos de bario. La muestra de alimentación se alimentó en el separador a una velocidad constante mediante el uso de las condiciones operativas estándar del separador BSS. Se recogieron dos productos resultantes de cada uno de los dos extremos del separador. La gravedad específica de la alimentación y el producto enriquecido con barita se determinó mediante el uso de un picnómetro, que determina la gravedad específica por desplazamiento de volumen a una masa dada. Se midió la masa de los dos productos resultantes para determinar el % de rendimiento de masa de cada producto.
- Se realizó una serie de pruebas similares mediante el uso del mismo material de alimentación, pero con una cinta separadora de BSS convencional con aberturas casi rectangulares, designadas A7. Las condiciones de operación del separador se optimizaron para cada cinta para identificar las condiciones que produjeron un producto enriquecido con barita con gravedad específica mayor que 4.3 SG. La comparación de los rendimientos de masa resultantes de los dos productos, la composición de la alimentación y los productos se muestra en la Tabla 7. El rendimiento y la recuperación de masa mostrados en estos resultados de una sola pasada pueden mejorarse mediante la implementación de un esquema de separación BSS de múltiples pasadas.

Tabla 7 – Resultados de separación de barita mediante el uso de cintas BSS de diseño N34 y A7

	Cinta de prueba N34		Cinta casi rectangular estándar (A7)	
	Masa	Gravedad específica	Masa	Gravedad específica
Alimentación	100 %	4.0	100 %	4.0
Producto enriquecido con barita	45 %	4.39	25 %	4.31

Producto con deficiencia de barita	55 %	3.69	75 %	3.97
--	------	------	------	------

El objetivo para la barita de grado químico es de 4.3 SG mínimo. Se produjo un producto de barita de mayor calidad con un rendimiento de masa más alto cuando se utilizó la cinta de prueba N34 con aberturas trapezoidales, en comparación con la cinta convencional con aberturas casi rectangulares.

Ejemplo 8:

Las cintas de prueba N34 y N40 se instalaron en un separador BSS a escala piloto y se realizaron una serie de pruebas de separación por lotes mediante el uso de una muestra de alimentación de barita similar al material descrito en el Ejemplo 8. El propósito de este ensayo fue enriquecer el sulfato de bario de alta densidad (BaSO_4) para su uso como agente densificante para el lodo de perforación. Los minerales de ganga eran cuarzo y aluminosilicatos que tienen densidades bajas y hacen que el mineral no enriquecido no sea adecuado para su uso como lodo de perforación. La muestra de alimentación se alimentó en el separador a una velocidad constante mediante el uso de las condiciones operativas estándar del separador BSS. Se recogieron dos productos resultantes de cada uno de los dos extremos del separador. La gravedad específica de la alimentación y el producto enriquecido con barita se determinó mediante el uso de un matraz de Le Chatelier y queroseno para medir el desplazamiento de volumen de una masa dada (método API 13A). Se midió la masa de los dos productos resultantes para determinar el % de rendimiento de masa de cada producto.

Se realizó una serie de pruebas similares mediante el uso del mismo material de alimentación, pero con una cinta separadora de BSS convencional con aberturas casi rectangulares, designadas A7. Las condiciones de operación del separador se optimizaron para cada cinta para identificar las condiciones que produjeron un producto enriquecido con barita con gravedad específica mayor que 4.2 SG, como lo requieren los estándares API para el lodo de perforación. La comparación de los rendimientos de masa resultantes de los dos productos, la composición de la alimentación y los productos se muestra en la Tabla 8. El rendimiento y la recuperación de masa mostrados en estos resultados de una sola pasada pueden mejorarse mediante la implementación de un esquema de separación BSS de múltiples pasadas.

Tabla 8 – Separación de barita mediante el uso de cintas BSS de diseño N34, N40 y A7

	Cinta de prueba N34		Cinta de prueba N40		Cinta casi rectangular estándar (A7)	
	Masa	Gravedad específica	Masa	Gravedad específica	Masa	Gravedad específica

Alimentación	100 %	3.85	100 %	3.85	100 %	3.85
Producto enriquecido con barita	41.7 %	4.28	46.9 %	4.21	49.6 %	4.15
Producto con deficiencia de barita	58.3 %	3.54	53.1 %	N/A	50.4	3.58

Tanto los patrones trapezoidales como triangular de las cintas N34 y N40 demostraron una mejora significativa en la gravedad específica del producto en comparación con la cinta estándar casi rectangular (A7). El objetivo de este proyecto es un mínimo absoluto como lo requiere la especificación de API para el lodo de perforación, por lo tanto, el producto generado por la cinta A7 no es adecuado para su uso.

Ejemplo 9:

La cinta de prueba N34 se instaló en un separador BSS a escala piloto y se realizaron una serie de pruebas de separación por lotes mediante el uso de una muestra de alimentación de ceniza volante de combustión de carbón que se recuperó de un estanque de ceniza histórico, se secó y se desagregó. La alimentación de ceniza volante contenía una mezcla de silicato de alúmina y carbón residual de la combustión incompleta en la caldera de servicios públicos original. El contenido de carbono residual en las cenizas volantes se mide mediante el uso de un método de prueba de pérdida por ignición (LOI) (ASTM C311). La ceniza volante con bajos niveles de carbono residual es útil como sustituto del cemento en la fabricación de concreto premezclado y productos de concreto. La muestra de alimentación se alimentó en el separador a una velocidad constante mediante el uso de las condiciones operativas estándar del separador BSS. Se recogieron dos productos resultantes de cada uno de los dos extremos del separador. Se midió el LOI del producto de alimentación y bajo en carbono. Se midió la masa de los dos productos resultantes para determinar el % de rendimiento de masa de cada producto.

Se realizó una serie de pruebas similares mediante el uso del mismo material de alimentación, pero con una cinta separadora de BSS convencional con aberturas casi rectangulares, designadas A7. Las condiciones de operación del separador se optimizaron para cada cinta para identificar las condiciones que produjeron un producto bajo en carbono con LOI inferior al 6 %. La comparación de los rendimientos de masa resultantes de los dos productos, la composición de la alimentación y los productos se muestra en la Tabla 9. El rendimiento y la recuperación de masa mostrados en estos

resultados de una sola pasada pueden mejorarse mediante la implementación de un esquema de separación BSS de múltiples pasadas.

Tabla 9 – Resultados de separación de ceniza volante mediante el uso de cintas BSS de diseño N34 y A7

	Cinta de prueba N34		Cinta casi rectangular estándar (A7)	
	Masa	LOI (%)	Masa	LOI (%)
Alimentación	100 %	15.3 %	100 %	15.6 %
Producto bajo en carbono	34 %	5.3 %	20 %	6.3 %
Producto enriquecido en carbono	66 %	20.8 %	80 %	18.0

La especificación máxima estándar de la industria del concreto para el uso de cenizas volantes en el concreto es del 6 % (ASTM C618). La especificación para ceniza volante solo se logró cuando se utilizó la cinta de prueba N34 con aberturas trapezoidales. La especificación no pudo lograrse cuando se utilizó la cinta convencional con aberturas casi rectangulares. Además, el rendimiento de masa del producto bajo en carbono valioso comercialmente cuando se usa la cinta de prueba N34 fue significativamente mayor que el de la cinta convencional.

Ejemplo 10:

En otro ejemplo, se fabricó una cinta de prueba de separador de BSS 700 con aberturas triangulares alternas en forma de triángulos equiláteros 710, 720, designados N40-60. Esta cinta de prueba N40-60 se instaló en un separador BSS a escala piloto para una serie de pruebas de separación por lotes mediante el uso de una muestra de alimentación de harina de girasol que se había molido y secado con rodillo. El propósito de este ensayo fue enriquecer el contenido de proteínas de la harina de girasol para su uso como ingrediente en piensos para animales o para alimentos humanos. La muestra de alimentación se alimentó en el separador a una velocidad constante mediante el uso de las condiciones operativas estándar del separador BSS. Se recogieron dos productos resultantes de cada uno de los dos extremos del separador. El contenido de proteína de la alimentación y los dos productos se determinó mediante el uso del método de Dumas. Se midió la masa de los dos productos resultantes para determinar el % de rendimiento de masa de cada producto.

El rendimiento de separación se comparó con una cinta estándar con aberturas casi rectangulares, designada H23-60. La prueba de separación de BSS se realizó en condiciones operativas de BSS idénticas. La comparación de los rendimientos de masa resultantes de los dos productos, la

composición de la alimentación y los productos obtenidos para cada cinta de prueba se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10 – Resultados de separación para N40-60 frente a H23-60 (casi rectangular) para el alimento de girasol

	Cinta de prueba N40-60		Cinta estándar casi rectangular (H23-60)	
	Masa	Proteína (% DM)	Masa	Proteína (% DM)
Alimentación	100 %	39.0	100 %	39.1
Producto enriquecido en proteínas	55 %	49.9	29 %	49.2
Producto con proteínas deficientes	45 %	25.4	71 %	35.4

El mayor rendimiento de masa logrado para el producto enriquecido con proteínas muestra el beneficio de utilizar la cinta de prueba N40-60 con aberturas triangulares equiláteras alternas en comparación con la cinta convencional con aberturas casi rectangulares. Además, este ejemplo demuestra que la cinta con geometría de abertura triangular produce resultados de separación de BSS que son superiores a los logrados con cintas de BSS con aberturas rectangulares para materiales derivados de organismos útiles como ingrediente en piensos para animales y en aplicaciones de alimentos para humanos.

Al describir de esta manera ciertas modalidades de una cinta continua, el método para fabricar la misma, los sistemas de separación que usan tales cintas, y los métodos de separación relacionados, diversas alteraciones, modificaciones y mejoras serán evidentes para los expertos en la técnica. Tales alteraciones, variaciones y mejoras pretenden estar dentro del espíritu y alcance de la solicitud. En consecuencia, la descripción anterior es a manera de ejemplo y no pretende ser limitante. La solicitud se limita solo como se define en las reivindicaciones siguientes y los equivalentes a estas.