

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 954**

51 Int. Cl.:

B07C 5/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10183440 .6**

96 Fecha de presentación: **16.05.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **2324935**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.05.2011**

54 Título: **Tolva para aparato de clasificación y aparato de clasificación provisto de tal tolva**

30 Prioridad:

17.05.2005 EP 05447112

26.10.2005 EP 05447239

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

02.01.2013

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

02.01.2013

73 Titular/es:

VISYS NV (100.0%)

Kiewitstraat 242

3500 Hasselt, BE

72 Inventor/es:

PEELAERS, BERT;

ADAMS, DIRK y

DIRIX, BERT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 393 954 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

Tolva para aparato de clasificación y aparato de clasificación provisto de tal tolva

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una tolva para un aparato de clasificación, estando dicha tolva provista de una superficie inclinada para el guiado de productos, en particular productos granulares, hacia un sistema de detección y selección del aparato de clasificación mientras se mueven por influencia de la gravedad. Asimismo, se refiere a un aparato de clasificación de productos que comprende tal tolva.

Estado de la técnica

10 En la patente europea EP0952895 se divulga un aparato de clasificación en línea para la clasificación de productos granulares. Este aparato de clasificación comprende un sistema de detección, un sistema de retirada y un dispositivo de transporte que tiene una superficie inclinada de distribución que está curvada hacia arriba a lo largo de al menos cierta distancia en la dirección del recorrido de los productos granulares. Este dispositivo de transporte guía a los productos hacia el sistema de detección y retirada, de modo que los productos son analizados y seleccionados mientras se mueven en una dirección vertical descendente. La curvatura de esta superficie curvada hacia arriba de distribución es igual o ligeramente menor que la curvatura del recorrido que seguirían los productos que caen si esta superficie curvada hacia arriba de distribución estuviera ausente. Se reivindica que esta forma particular de la superficie de distribución fuerza a los productos que caen a seguir recorridos parabólicos sustancialmente congruentes, de modo que la posición y la velocidad de cada producto que cae están predeterminadas, haciendo por ello que el procedimiento de análisis y selección de los productos que caen resulte más fácil. Aunque esta forma curvada hacia arriba esté presente, sigue habiendo una gran variación en las trayectorias de los productos que caen, de modo que la separación entre el sistema de retirada y los productos que caen no puede ser minimizada, resultando por ello en una retirada no deseada de productos de calidad elevada. La variación en la trayectoria, es decir, la posición y la velocidad, de cada producto individual hace más difícil la sincronización del sistema de detección y del sistema de retirada. Además, debido a la forma curvada hacia arriba de la superficie de distribución, resulta difícil estabilizar la orientación de los productos que caen hacia el sistema de detección, de modo que se ofrezca para su análisis un área proyectada máxima del producto. Ciertamente, si se están transportando productos duros, tales productos tienden a rebotar en la superficie de distribución, siguiendo por ello un recorrido que se desvía del recorrido parabólico congruente deseado. Los productos que tienen una trayectoria que difiere del recorrido congruente medio de la corriente de productos pueden depositarse sobre el sistema de detección y, en consecuencia, la calidad del sistema de detección puede verse afectada.

15 La patente alemana DE19708457 divulga otro aparato de clasificación. Este aparato de clasificación también comprende un sistema de detección, un sistema de retirada y una tolva que tiene una superficie curvada con forma de trampolín de esquí dotado de un aumento monótono de la curvatura de esta superficie hacia el sistema de detección. Esta tolva proyecta los productos en una dirección ascendente hacia el sistema de detección y retirada, de modo que los productos son analizados y seleccionados mientras se mueven en una dirección de avance horizontal. Se reivindica que, mientras descienden deslizándose a lo largo de la superficie curvada de la tolva, la posición de los productos está estabilizada debido a las fuerzas centrífugas que actúan sobre los mismos. Aunque puede obtenerse una corriente de productos más estable, la proyección de los productos en una dirección ascendente cuando salen de la tolva introduce variación en la trayectoria de los productos proyectados que hace más complejo y menos selectivo el procedimiento subsiguiente de análisis y retirada. También aquí, la posición del sistema de detección lo convierte en más propenso a ser ensuciado por los productos que tienen una trayectoria que difiere del recorrido medio de la corriente de productos y, en consecuencia, la calidad del sistema de detección puede verse afectada.

Objetos de la invención

45 La presente invención busca proporcionar una tolva que supere los problemas mencionados anteriormente de las soluciones de la técnica anterior. En otro aspecto, la invención busca proporcionar un aparato de clasificación equipado con tal tolva.

Resumen de la invención

50 La presente invención se refiere a una tolva adaptada para el guiado de una corriente de productos, que se mueven por influencia de la gravedad en una dirección descendente esencialmente vertical permitiendo el análisis y la selección de los productos en su caída libre. Puesto que los productos están estabilizados mientras se mueven a lo largo de la tolva, el procedimiento de selección puede llevarse a cabo con mayor precisión, reduciendo por ello la retirada no deseada de buenos productos o la falta de retirada de productos malos. La configuración de la tolva también ofrece mejor control sobre la trayectoria de los productos que caen, como puede minimizarse de la separación entre el sistema selector y la corriente de productos.

En una primera realización de la invención se divulga una tolva que comprende un primer elemento de guiado. Este primer elemento de guiado tiene una superficie curvada hacia abajo en toda su longitud hacia el sistema de detección, es decir, a lo largo de la dirección en la que se propagan los productos. Si esta superficie está expresada por una función F_1 , ello significa en particular que, para la derivada segunda de esta función, se cumple que

$$5 \quad \frac{d^2 F_1}{dx^2} \geq 0 \text{ en todo el ancho de dicho primer elemento de guiado.}$$

En una realización preferida, las dimensiones del primer elemento de guiado se seleccionan de los siguientes intervalos:

- la altura del primer elemento de guiado, medida entre el punto (I) y el punto (E), se selecciona del intervalo de 0,3 m a 0,8 m, y es, preferiblemente, de aproximadamente 0,5 m, y
- 10 – la anchura del primer elemento de guiado, es decir, la distancia horizontal entre el punto (I) y el punto (E), se selecciona del intervalo de 0,05 m a 0,4 m, seleccionada preferiblemente en el intervalo de 0,05 m a 0,2 m, y es, preferiblemente, de aproximadamente 0,15 m, y
- el ángulo α se selecciona del intervalo de 70 a 90 grados, seleccionado preferiblemente del intervalo de 80 a 90 grados, siendo este ángulo, más preferiblemente, de aproximadamente 90 grados, y
- 15 – el ángulo β se selecciona del intervalo de 20 a 85 grados, seleccionado preferiblemente del intervalo de 40 a 85 grados, siendo preferiblemente de aproximadamente 80 grados.

En otra realización la curvatura de este primer elemento de guiado puede ser descrita como una función B-spline F_1 que tiene una secuencia de nudos dada por $K_1 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ \kappa \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$, en la que 0 es el origen, κ es un nudo corredizo que controla la curvatura y l es la dimensión horizontal del primer elemento de guiado, especificado adicionalmente por las siguientes restricciones: $F_1(0) = 0$, $F_1(1) = h$, $F_1(\kappa) = \kappa_y$, $DF_1(1) = \tan\alpha$, $DF_1(0) = \tan\beta$. En el presente documento, DF_1 denota la derivada primera.

En una realización ventajosa, la tolva comprende, además del primer elemento de guiado, un segundo elemento de guiado. El segundo elemento de guiado tiene una superficie que está adaptada para redirigir los productos que son impulsados por el primer elemento de guiado hacia el segundo elemento de guiado y recibidos por el segundo elemento de guiado en una dirección descendente esencialmente vertical.

La superficie del segundo elemento de guiado está curvada hacia arriba en al menos una cierta sección a lo largo del movimiento de la corriente de productos, de forma que los productos impulsados hacia esta sección curvada hacia arriba sean redirigidos por esta sección curvada hacia arriba en una dirección descendente esencialmente vertical. Puesto que la corriente de productos, cuando está siendo impulsada hacia esta sección curvada hacia arriba, está caracterizada por un vector de velocidad media, la superficie del segundo elemento de guiado está conformada, preferiblemente, para que sea inicialmente tangencial a este vector de velocidad media.

En una realización específica, el segundo elemento de guiado está curvado hacia arriba en toda su longitud.

En otra realización, el segundo elemento de guiado tiene, corriente abajo, una sección curvada hacia arriba paralela a la corriente de productos y, corriente arriba, una sección curvada hacia abajo.

En una realización preferida, una tolva dotada de elementos de guiado primero y segundo tiene selecciones seleccionadas de los siguientes intervalos:

- la altura de la tolva, es decir, la distancia vertical entre el punto (I) y el punto (m), se selecciona del intervalo de 0,1 m a 1,2 m, por lo que la altura del primer elemento de guiado, medida entre el punto (I) y el punto (E), se selecciona del intervalo de 0,3 m a 0,8 m, y la altura de dicho segundo elemento de guiado, medida entre el punto (n) y el punto (m), se selecciona del intervalo de 0,05 m a 0,4 m,
- la anchura de la tolva, es decir, la distancia horizontal entre el punto (I) y el punto (m), se selecciona del intervalo de 0,15 m a 0,7 m, por lo que la anchura del primer elemento de guiado, medida entre el punto (I) y el punto (E), se selecciona del intervalo de 0,05 m a 0,4 m, y la anchura del segundo elemento de guiado, medida entre el punto (n) y el punto (m), se selecciona del intervalo de 0,02 m a 0,3 m,
- el ángulo α se selecciona del intervalo de 70 a 90 grados y es, preferiblemente, de aproximadamente 80 grados, y
- el ángulo β se selecciona del intervalo de 20 a 80 grados y es, preferiblemente, de aproximadamente 50 grados.

En otra realización, la curvatura del segundo elemento de guiado puede ser descrita por una función *spline* caracterizada por los siguientes puntos de control:

$$CP_{F_2} = \begin{bmatrix} m_x & m_x & U & n_x & n_x \\ m_y & T_U(m_x) & \Phi(U) & T_U(n_x) & n_y \end{bmatrix}$$

En otro aspecto, la presente invención divulga un aparato para la clasificación de productos, en particular productos granulares como uvas pasas o arándanos, pero también gránulos, por ejemplo gránulos de plástico. El aparato de clasificación comprende un sistema de suministro para proporcionar productos en una corriente continua a una tolva, tal como se ha descrito previamente. Esta tolva guía los productos suministrados, mientras se mueven por gravedad, hacia un sistema de detección y un sistema de retirada, comprendiendo la tolva un primer elemento de guiado que tiene una superficie curvada hacia abajo y, opcionalmente, un segundo elemento de guiado, como en las realizaciones de la invención anteriormente mencionadas. El sistema de detección está colocado para analizar los productos cuando se mueven en una dirección sustancialmente vertical. Preferiblemente, la configuración del aparato de clasificación es tal que el primer elemento de guiado está colocado a un lado de la corriente de productos y el sistema de retirada y, si está presente, el segundo elemento de guiado están colocados al lado opuesto de la corriente de productos.

Breve descripción de los dibujos

Para el fin de la enseñanza de la invención, se dan vistas esquemáticas y secciones transversales de un aparato de clasificación o de una tolva según diversas realizaciones de la invención. Estos dibujos no están a escala. Se dan números homólogos a elementos semejantes en cada dibujo.

La Fig. 1 representa una vista esquemática de un aparato de clasificación según una realización de la invención.

La Fig. 2 representa una vista esquemática de la tolva que ilustra los parámetros que determinan la forma y la posición relativa del primer elemento de guiado de la tolva.

La Fig. 3 representa una vista esquemática de un aparato de clasificación dotado de elementos de guiado primero y segundo según una realización de la invención.

La Fig. 4 representa una vista esquemática de la tolva que ilustra los parámetros que determinan la forma y la posición relativa de los elementos de guiado primero y segundo de la tolva.

La Fig. 5 representa una vista esquemática detallada de la tolva que ilustra una forma particular y la posición relativa de los elementos de guiado primero y segundo de la tolva según la presente invención.

Descripción detallada de la invención

La presente invención divulga un aparato para clasificar productos, en particular productos granulares como uvas pasas o arándanos, pero también gránulos, por ejemplo gránulos de plástico, que son suministrados en una corriente continua. En particular, la presente invención divulga una tolva, que puede ser usada en tal aparato de clasificación para el guiado de la corriente de productos cuando se mueven en una dirección vertical descendente debido a la gravedad.

La Figura 1 ilustra un aparato (10) de clasificación según una primera realización de la presente invención. Este aparato para la clasificación de productos (1) comprende un sistema (3) de suministro, al menos un sistema (6, 6') de detección, un sistema (8) de retirada y una tolva (P) que guía la corriente de productos suministrada por el sistema (3) de suministro hacia el sistema (6, 6') de detección y el sistema (8) de retirada mientras se mueven por influencia de la gravedad. Este sistema (3) de suministro puede ser una cinta transportadora, una mesa vibratoria o cualquier medio de transporte conocido en la técnica. Después de salir de la tolva (P), los gránulos de producto son escaneados individualmente por un sistema (6, 6') de detección, preferiblemente tanto desde una posición frontal (6) como una posterior (6'). El sistema (6, 6') de detección puede comprender al menos una fuente de luz que dirige un haz concentrado (7, 7') de luz, como un haz láser, para escanear los productos (1') y al menos un detector, como un tubo fotomultiplicador, pero también es adecuada, así mismo, una cámara CCD para recibir la luz reflejada de los productos (1'). En cualquier caso, la señal captada será analizada y los productos de menor calidad o los objetos extraños serán detectados. Cuando se adopta la decisión de eliminar ciertos productos del flujo de productos, se da una señal al sistema (8) de retirada. Típicamente, este sistema (8) de retirada es un colector de válvulas de aire comprimido que puede ser abierto a voluntad. Esto permite que el elemento rechazado (1'') sea eliminado por soplado de la corriente de productos tan pronto como entre en el cono de aire de alta presión producido por tal válvula, mientras que los elementos aceptados (1''') continúan su movimiento. Sin embargo, la presente invención no está limitada a un sistema de retirada basado en aire comprimido. Opcionalmente, puede montarse un elemento (2) encima del sistema (3) de suministro en el punto en el que los productos (1) son transferidos desde el sistema (3) de suministro a la tolva (P). Cuando van del sistema (3) de suministro a la tolva (P), los productos (1) son empujados contra este elemento (2), de modo que los productos se distribuyan de manera más uniforme en la corriente de productos y se obtenga una corriente más delgada de productos hacia la tolva (P). Este elemento (2) puede ser una solapa flexible sobre un eje horizontal y que esté fabricada de caucho, plástico, cuero o cualquier tipo de material flexible conocido en la técnica. Este eje está situado en el extremo del sistema (3) de suministro adyacente a la tolva (3) y es perpendicular a la dirección (9) en la que se propagan los productos (1).

El primer elemento (P₁) de guiado de la tolva (P) tiene una superficie curvada hacia abajo, es decir, la curvatura de esta superficie está curvada hacia abajo. El primer elemento (P₁) de guiado tiene una superficie que está curvada

hacia abajo en toda su longitud hacia el sistema (6, 6') de detección, es decir, a lo largo de la dirección (9) en la que se propagan los productos (1'). Los productos caen del sistema (3) de suministro a la tolva (P) y se deslizan hacia abajo hasta el sistema (6, 6') de detección, estando estabilizada la posición de los productos debido a las fuerzas centrífugas que actúan sobre los mismos. Cuando sale de la tolva (P) en su punto inferior, la corriente de productos tendrá un espesor sustancialmente uniforme, con una pequeña distribución de espesores en una dirección perpendicular a la tolva (P). Típicamente, el espesor de la corriente de productos es sustancialmente igual al espesor de un solo producto (1). Así, el primer elemento (P₁) de guiado de la tolva (P) ilustrado en la Fig. 1 tiene una superficie parabólica descendente, de modo que la tolva tiene una pendiente hacia abajo en toda su longitud a lo largo de la dirección (9) de propagación de los productos (1'). Como puede verse en la Fig. 1, el primer elemento (P₁) de guiado de la tolva (P) está conformado de tal manera que cuando los productos (1') que caen salen de la tolva (P), son impulsados hacia abajo hacia el sistema (6, 6') de detección. En el extremo inferior (E) del primer elemento (P₁) de guiado de la tolva (P), cada gránulo normalmente tiene una velocidad nominal de aproximadamente 2m/s. En ese punto E, el producto entra en caída libre, describiendo por ello una curva parabólica. Tras este recorrido parabólico, los productos (1') se propagan por fin en una dirección descendente esencialmente vertical. De este punto en adelante, los productos (1') serán analizados por el sistema (6, 6') de detección. Tal como se muestra en la Fig. 1, el haz concentrado (7, 7') de luz del sistema (6, 6') de detección es dirigido a la corriente de productos en el punto en el que la propagación se produce en una dirección esencialmente vertical.

Como puede apreciarse en la Fig. 1, la tolva (P) está colocada por debajo de la corriente de productos para llevar la corriente de productos. Debido a esta configuración, se puede colocar el sistema (8) de retirada corriente debajo de la corriente de productos y en el lado contrario a aquel en el que se coloca la tolva (P). El sistema (8) de retirada puede incluso colocarse de tal manera que la distancia entre el sistema (8) de retirada y la corriente de productos se minimice. Dado el hecho de que la corriente de productos está más confinada, la distancia media entre el sistema (8) de retirada y los productos en caída libre puede reducirse muchísimo. Así, si el sistema (8) de retirada comprende un colector de válvulas de aire a presión, como ocurre a menudo, el área efectiva de retirada de una válvula tal a esta distancia tan corta del producto que cae, a diferencia de los aparatos de clasificación de la técnica anterior, ya no es mucho mayor que el tamaño de un gránulo típico como una uva pasa o un cacahuete. En consecuencia, se reduce considerablemente el falso rechazo, es decir, la cantidad de producto bueno que ha sido eliminado.

Para ilustrar adicionalmente la invención, a continuación se da una descripción detallada para determinar la configuración del primer elemento (P₁) de guiado de una tolva (P) según una primera realización de la invención, cuya forma puede seleccionarse según la descripción dada más abajo. La Fig. 2 ilustra el modelado matemático de este primer elemento (P₁) de guiado.

La curvatura de este primer elemento (P₁) es descrita plenamente por una función B-spline P₁. Por convención, el origen de esta función B-spline se sitúa en el punto de salida del primer elemento (P₁) de guiado, es decir, en su punto E más bajo. La secuencia de nudos que describe a P₁ es dada por

$$K_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \kappa & l & l & l & l \end{bmatrix} \quad (1)$$

en la que 0 es el origen, κ es un nudo corredizo que controla la curvatura y l es la dimensión horizontal del primer elemento (P₁), es decir, su dimensión horizontal. Además, se especifican las siguientes restricciones: $F_1(0) = 0$, $F_1(1) = h$, $F_1(\kappa) = \kappa_y$, $DF_1(1) = \tan\alpha$, $DF_1(0) = \tan\beta$. En el presente documento, DF_1 denota la derivada primera dF_1/dx .

En esta configuración, está claro que P₁ describe un *spline* cúbico, es decir, el número de nudos menos el número de restricciones es cuatro. Sin embargo, la presente invención no está limitada a esta formulación matemática particular, con la condición de que este primer elemento (P₁) de guiado tenga una pendiente hacia abajo en toda su longitud a lo largo de la dirección (9) de propagación, de modo que los productos (1') salgan del primer elemento (P₁) de guiado en una dirección que es igual o menor que la dirección horizontal X mostrada en la Fig. 1.

La fuerza gravitatoria F, como función de x, que actúa sobre un gránulo que se desliza a lo largo de una superficie descrita por F1 está dada por

$$F(x) = Mg \cos\left(\arctan \frac{dF_1}{dx}\right) \quad (2)$$

en la que g es la aceleración debida a la gravitación. Dado que solo estamos interesados en la velocidad de un gránulo en el punto en el que sale del primer elemento (P₁) de guiado, puede suponerse que M es uno, es decir, la velocidad es independiente de la masa.

El trabajo realizado por un gránulo que sigue el recorrido F1 puede expresarse como

$$W = \int_{F_1} F(s) ds \quad (3)$$

en la que s denota el parámetro espacio en el que se describen P_1 y F . En un sistema cartesiano con ejes x e y , esto se convierte en

$$W = \int_I F(x) \sqrt{1 + \left(\frac{dF_1}{dx}\right)^2} dx. \quad (4)$$

Por último, puede calcularse la velocidad en cualquier posición sobre la superficie descrita por F_1 como

$$v(x) = \sqrt{2W}. \quad (5)$$

5 En aplicaciones particulares en las que los productos son pegajosos o tienen una tendencia a depositar suciedad al menos sobre el primer elemento (P_1) de guiado, puede tenerse en cuenta que no todo el trabajo se convierte en energía cinética. La velocidad de tal producto está dada entonces por

$$v_{\min}(x) = \sqrt{2(1 - \lambda_p)W}, \quad (6)$$

en la que λ_p es específica al producto e indica la tendencia de ese producto a pegarse o a depositar suciedad y, por ende, a aumentar la fricción a lo largo del primer elemento (P_1) de guiado.

10 Si el producto entra en el primer elemento (P_1) de guiado de la tolva (P) con una velocidad dada v_0 , la velocidad resultante se calcula como

$$v_{\max}(x) = \sqrt{2W + v_0^2}. \quad (7)$$

Una vez que el producto sale del primer elemento (P_1) de guiado, entra en una curva de caída libre descrita por

$$\Phi(x) = x \tan \beta - \frac{gx^2}{2v(E) \cos^2 \beta}, \quad (8)$$

en la que $v(E)$ denota la velocidad de un gránulo cuando sale del primer elemento (P_1) de guiado. La línea tangente en cierto punto X está dada entonces por

$$T_x(x) = \frac{d\Phi}{dx}(X)(x - X) + \Phi(X). \quad (9)$$

Preferiblemente, las dimensiones del primer elemento de guiado se seleccionan de los siguientes intervalos:

- 15
- la altura del primer elemento (P_1) de guiado, medida entre el punto (I) y el punto (E), se selecciona del intervalo de 0,3 m a 0,8 m, y es, preferiblemente, de aproximadamente 0,5 m, y
 - la anchura del primer elemento (P_1) de guiado, es decir, la distancia horizontal entre el punto (I) y el punto (E), se selecciona del intervalo de 0,05 m a 0,4 m, seleccionada preferiblemente en el intervalo de 0,05 m a 0,2 m, y es, preferiblemente, de aproximadamente 0,15 m, y

20

 - el ángulo α , indicativo de la pendiente del primer elemento (P_1) de guiado cerca del sistema (3) de suministro y medido en el sentido contrario a las agujas del reloj con respecto al eje horizontal, se selecciona del intervalo de 70 a 90 grados, seleccionado preferiblemente del intervalo de 80 a 90 grados, siendo este ángulo, más preferiblemente, de aproximadamente 90 grados, y
 - el ángulo β , indicativo de la pendiente del primer elemento (P_1) de guiado en el extremo remoto del sistema (3) de suministro y medido en el sentido de las agujas del reloj con respecto al eje horizontal, se selecciona del

25

 - intervalo de 20 a 85 grados, seleccionado preferiblemente del intervalo de 40 a 85 grados, siendo preferiblemente de aproximadamente 80 grados.

En una realización preferida del primer aspecto de la invención, la velocidad de un producto en el punto (E) es $v(E) = 1,7 \text{ m/s}$. Preferiblemente, el ángulo α debería estar entre 70 y 90 grados, seleccionado preferiblemente en el

30 intervalo de 80 a 90 grados, siendo este ángulo, más preferiblemente, de aproximadamente 90 grados. El ángulo β se selecciona del intervalo de 20 a 85 grados, seleccionado preferiblemente del intervalo de 40 a 85 grados, y siendo preferiblemente de aproximadamente 80 grados.

El nudo (κ, κ_y) varía hasta tal punto que el primer elemento (P_1) de guiado de la tolva (P) está curvado hacia abajo en la dirección descendente. Esto significa en particular que, para la derivada segunda de F_1 , se cumple que

$\frac{d^2 F_1}{dx^2} \geq 0$ en todo el intervalo horizontal o toda la anchura (l, E) del primer elemento (P_1) de guiado de la tolva

(P) . Esto significa en particular que, para la derivada primera de F_1 , se cumple que $\frac{dF_1}{dx} > 0$. En una realización

5 preferida de la invención, el nudo (κ, κ_y) vale $(0,0779 \text{ m}, 0,1279 \text{ m})$, medido en un sistema de referencia XY, tal como se representa en la Fig. 2.

La Fig. 3 ilustra un aparato (10) de clasificación según otra realización preferida de la presente invención. El aparato de clasificación comprende un sistema (3) de suministro, un sistema $(6, 6')$ de detección, un sistema (8) de retirada y una tolva (P) que guía la corriente de productos suministrada por el sistema (3) de suministro hacia el sistema $(6, 6')$ de detección y el sistema (8) de retirada mientras se mueven por influencia de la gravedad. Este sistema (3) de suministro puede ser una cinta transportadora, un vibrador o cualquier medio de transporte conocido en la técnica. Después de salir de la tolva (P) , los gránulos de producto son escaneados individualmente por un sistema de detección, preferiblemente tanto desde una posición frontal (6) como una posterior $(6')$. El sistema de detección puede comprender un láser o un tubo fotomultiplicador, pero también es adecuada, así mismo, una cámara CCD. En cualquier caso, la señal captada será analizada y los productos de menor calidad o los objetos extraños serán detectados. Cuando se adopta la decisión de eliminar ciertos productos del flujo de productos, se da una señal al sistema (8) de retirada. Típicamente, este sistema (8) de retirada es un colector de válvulas de aire comprimido que puede ser abierto a voluntad. Esto permite que el elemento rechazado $(1'')$ sea eliminado por soplado de la corriente de productos tan pronto como entre en el cono de aire de alta presión producido por tal válvula, mientras que los elementos aceptados $(1''')$ continúan su movimiento. Sin embargo, la presente invención no está limitada a un sistema de retirada basado en aire comprimido. Opcionalmente, puede montarse un elemento (2) encima del sistema (3) de suministro en el punto en el que los productos (1) son transferidos desde el sistema (3) de suministro a la tolva (P) . Cuando van del sistema (3) de suministro a la tolva (P) , los productos (1) son empujados contra este elemento (2) , de modo que los productos se distribuyan de manera más uniforme en la corriente de productos y se obtenga una corriente más delgada de productos hacia la tolva (P) .

Tal como se ha expuesto previamente, la tolva (P) comprende un primer elemento (P_1) de guiado, que tiene una superficie curvada hacia abajo —es decir, la curvatura de esta superficie está curvada hacia abajo—, y, además, un segundo elemento (P_2) de guiado, que tiene una superficie curvada hacia arriba —es decir, al menos parte de su superficie está curvada hacia arriba—. Los productos caen del sistema (3) sobre el primer elemento (P_1) de guiado se deslizan hacia abajo hasta el segundo elemento (P_2) de guiado. Así, la tolva ilustrada en la Fig. 3 comprende, corriente arriba, un primer elemento (P_1) de guiado que tiene una superficie parabólica descendente y, corriente abajo, un segundo elemento (P_2) de guiado, al menos una sección (P_{2A}) del cual tiene una superficie parabólica ascendente. Como puede verse en la Fig. 3, ambos elementos (P_1, P_2) de guiado están colocados en correspondencia mutua, de modo que cuando los productos $(1')$ que caen salen del primer elemento (P_1) de guiado son impulsados hacia el segundo elemento (P_2) de guiado para ser recibidos por el mismo (P_{2A}) . En el extremo inferior (E) del primer elemento (P_1) de guiado, cada gránulo normalmente tiene una velocidad nominal de aproximadamente 2 m/s . En ese punto E , el producto entra en caída libre, describiendo por ello una curva parabólica. Tras este recorrido parabólico, el producto alcanza el segundo elemento (P_2) de guiado en un punto predeterminado (U) . De ese punto en adelante, el segundo elemento (P_2) de guiado guiará al producto en una dirección descendente esencialmente vertical.

La sección receptora (P_{2A}) de este segundo elemento (P_2) de guiado está conformada para que sea inicialmente paralela al vector de velocidad media de la corriente entrante de productos, minimizando por ello el riesgo de que los productos reboten hacia atrás tras el impacto con el segundo elemento (P_2) de guiado. Debido a su forma curvada hacia arriba, el segundo elemento (P_2) de guiado recibe en primer lugar los productos en el punto (U) y luego los redirige en una dirección vertical descendente. El vector de velocidad (V) de los productos impulsados, según es determinado por la curvatura del primer elemento (P_1) de guiado, es redirigido gradualmente desde una dirección más horizontal a una dirección vertical gracias a la superficie curvada de forma homogénea del segundo elemento (P_2) de guiado, lo que resulta en una caída libre de los productos con una posición y una velocidad bien controladas. De aquí que las trayectorias de los productos que caen estén mejor controladas, reduciendo con ello la dispersión de las mismas. En una tolva con dos elementos (P_1, P_2) de guiado según la presente invención, el segundo elemento (P_2) de guiado minimizará sustancialmente la rotación de los productos que caen, de modo que la detección de la forma de estos productos pueda realizarse con mayor precisión.

Tal como se muestra en la Fig. 3, el segundo elemento (P_2) de guiado solo es preciso que tenga una sección (P_{2A}) con una superficie curvada hacia arriba desde el punto (U) de impacto hacia abajo. Todas las trayectorias del producto impulsado deberían alcanzar el segundo elemento (P_2) de guiado en este punto (U) o por debajo. Sin embargo, algunos productos discrepantes pueden tener una trayectoria que se desvíe que los lleve por encima de este punto (U) . Entonces estos productos se perderán. Opcionalmente, puede colocarse una segunda sección (P_{2B}) en el segundo elemento (P_2) de guiado en una posición por encima de este punto (U) . Preferiblemente, esta sección

(P_{2B}) corriente arriba tiene una forma parabólica descendente, tal como se muestra en la Fig. 3. Debido a su forma curvada hacia abajo, esta segunda sección (P_{2B}) evitará que tales elementos discrepantes vayan más allá del segundo elemento (P₂) de guiado haciéndolos rebotar de nuevo al primer elemento (P₁) de guiado o guiándolos directamente a la sección curvada hacia arriba (P_{2A}) corriente abajo. Sin embargo, según se muestra en la Fig. 5, esta sección (P_{2B}) puede estar diseñada para que tenga una forma recta que sea más o menos paralela a la trayectoria de los productos entrantes. Esta alternativa podría ser más fácil de fabricar, dado que el segundo elemento (P₂) de guiado puede ser construido entonces de una plancha recta que solo requiere que un extremo (P_{2A}) de ella esté curvado según las especificaciones requeridas.

Como puede verse en la Fig. 3, el primer elemento (P₁) de guiado está situado por debajo de la corriente de productos para llevar la corriente de productos, mientras que el segundo elemento (P₂) de guiado está colocado corriente abajo y por encima de la corriente de productos para evitar que los productos impulsados se muevan ulteriormente en la dirección horizontal. Debido a esta configuración, puede colocarse el sistema (8) de retirada corriente abajo y al mismo lado que el segundo elemento (P₂) de guiado, puesto que este segundo elemento (P₂) de guiado evitará que los residuos o los productos se depositen sobre el sistema (8) de retirada. El sistema (8) de retirada puede estar situado incluso paralelo en dirección vertical al segundo elemento de guiado, de modo que se minimice la distancia entre el sistema (8) de retirada y la corriente de productos. Dado el hecho de que la corriente de productos está más confinada, la distancia media entre el sistema (8) de retirada y los productos en caída libre puede reducirse muchísimo. Así, si el sistema (8) de retirada comprende un colector de válvulas de aire a presión, como ocurre a menudo, el área efectiva de retirada de una válvula tal a esta distancia tan corta del producto que cae, a diferencia de los aparatos de clasificación de la técnica anterior, ya no es mucho mayor que el tamaño de un gránulo típico como una uva pasa o un cacahuete. En consecuencia, se reduce considerablemente el falso rechazo, es decir, la cantidad de producto bueno que ha sido eliminado.

Aunque no se muestran en la Fig. 3, pueden preverse características opcionales para calibrar la posición del segundo elemento (P₂) de guiado en la dirección vertical y/o en la horizontal para permitir variar la posición relativa del segundo elemento (P₂) de guiado con respecto al primer elemento (P₁) de guiado, como apreciará cualquier persona experta en la técnica.

Para ilustrar adicionalmente la invención, a continuación se da una descripción detallada para determinar la configuración de una tolva (P) según este segundo aspecto de la invención: la forma y la posición relativa de cada elemento (P₁, P₂) de guiado pueden ser seleccionadas según la descripción dada más abajo. La Fig. 4 ilustra el modelado matemático de ambos elementos (P₁, P₂).

La curvatura del primer elemento (P₁) está dada plenamente por una función B-spline F₁. Por convención, el origen se sitúa en el punto de salida de la primera plancha. La secuencia de nudos que describe a P₁ es dada por

$$K_1 = \left[\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & \kappa & l & l & l & l \end{array} \right] \quad (10)$$

en la que 0 es el origen, κ es un nudo corredizo con el que puede controlarse la curvatura y l es la longitud del primer elemento (P₁) de guiado, es decir, su dimensión horizontal. Además, se especifican las siguientes restricciones: $F_1(0) = 0$, $F_1(1) = h$, $F_1(\kappa) = \kappa_y$, $DF_1(1) = \tan\alpha$, $DF_1(0) = \tan\beta$. En esta configuración está claro que F₁ describe un *spline* cúbico, es decir, el número de nudos menos el número de restricciones es cuatro. Sin embargo, la presente invención no está limitada a esta formulación matemática particular.

La fuerza gravitatoria, como función de x , que actúa sobre un gránulo que se desliza a lo largo de P₁ está dada por

$$F(x) = Mg \cos \left(\arctan \frac{dF_1}{dx} \right), \quad (11)$$

$$W = \int_{F_1} F(s) ds \quad (12)$$

en la que s denota el parámetro espacio en el que se describen F₁ y F. En un sistema cartesiano con ejes x e y , esto se convierte en

$$W = \int_l^h F(x) \sqrt{1 + \left(\frac{dF_1}{dx} \right)^2} dx. \quad (13)$$

Por último, puede calcularse la velocidad en cualquier posición sobre P₁ como

$$v(x) = \sqrt{2W}. \quad (14)$$

En aplicaciones particulares en las que los productos son pegajosos o tienen una tendencia a depositar suciedad sobre la tolva (P), puede tenerse en cuenta que no todo el trabajo se convierte en energía cinética. La velocidad de tal producto está dada entonces por

$$v_{\min}(x) = \sqrt{2(1-\lambda_p)W}, \quad (15)$$

- 5 en la que λ_p es específica al producto e indica la tendencia de ese producto a pegarse o a depositar suciedad y, por ende, a aumentar la fricción a lo largo de P₁.

Si el producto entra en la tolva (P) con una velocidad dada v_0 , la velocidad resultante se calcula como

$$v_{\max}(x) = \sqrt{2W + v_0^2}. \quad (16)$$

Una vez que el producto sale de P₁, entra en una curva de caída libre descrita por

$$\Phi(x) = x \tan \beta - \frac{gx^2}{2v(E) \cos^2 \beta}, \quad (17)$$

en la que $v(E)$ es la velocidad de un gránulo cuando sale de P₁.

- 10 La línea tangente en cierto punto X está dada entonces por

$$T_x(x) = \frac{d\Phi}{dx}(X)(x - X) + \Phi(X). \quad (18)$$

Para determinar la forma del segundo elemento (P₂) de guiado, definido por la función F₂, se escoge un punto adecuado (U) para el que se cumpla que

$$\frac{d\Phi}{dx}(U) = \frac{dF_2}{dx}(U). \quad (19)$$

- 15 Típicamente, $U=l_2/2$, siendo l_2 la longitud de la segunda plancha a lo largo del eje x. Por último, los puntos de control de la función *spline* F₂, que describe plenamente la forma del segundo elemento (F₂) de guiado, se definen como sigue:

$$CP_{F_2} = \begin{bmatrix} m_x & m_x & U & n_x & n_x \\ m_y & T_U(m_x) & \Phi(U) & T_U(n_x) & n_y \end{bmatrix} \quad (20)$$

Aquí $\begin{pmatrix} n_x \\ n_y \end{pmatrix}$ y $\begin{pmatrix} m_x \\ m_y \end{pmatrix}$ son los puntos más a la derecha (n) y más a la izquierda (m), respectivamente, sobre la

segunda chapa (P₂). Los puntos CP_{P₂} de control garantizan que la dirección de salida de los gránulos a lo largo de P₂ sea vertical.

- 20 La distancia vertical entre el punto (l) y el punto (m), es decir, la altura de la tolva (P), puede variar entre 0,1 m y 1,2 m. La altura del primer elemento (P₁) de guiado, medida entre el punto (l) y el punto (E), está preferiblemente entre 0,3 m y 0,8 m, y la altura del segundo elemento (P₂) de guiado, medida entre el punto (n) y el punto (m), está preferiblemente entre 0,05 m y 0,4 m.

- 25 La distancia horizontal entre el punto (l) y el punto (m), es decir, la anchura de la tolva (P), puede variar entre 0,15 m y 0,7 m. La anchura del primer elemento (P₁) de guiado, medida entre el punto (l) y el punto (E), está preferiblemente entre 0,05 m y 0,4 m, y la anchura del segundo elemento (P₂) de guiado, medida entre el punto (n) y el punto (m), está preferiblemente entre 0,02 m y 0,3 m.

En una realización de la presente invención $n_y = d_y = T_U(n_x)$; en otras palabras, los punto (n) y (d) coinciden. Esto produce un elemento (P₂) de guiado que tiene una forma completamente curvada hacia arriba. Esta selección de parámetros resulta, así, en un segundo elemento (P₂) de guiado de la tolva (P) que tiene curvada solamente la sección (P_{2A}) corriente abajo. Esta realización está ilustrada en la Fig. 5.

- 5 En una realización preferida de la presente invención, la velocidad de un producto en un punto (E) es $v(E)=1,7$ m/s. El ángulo α , indicativo de la pendiente del primer elemento (P₁) de guiado cerca del sistema (3) de suministro y medido en el sentido contrario a las agujas del reloj con respecto al eje horizontal, debería estar, preferiblemente, entre 70 y 90 grados, y ser, más preferiblemente, de aproximadamente 80 grados. El ángulo β , indicativo de la pendiente del primer elemento (P₁) de guiado en el extremo remoto del sistema (3) de suministro y medido en el
- 10 sentido de las agujas del reloj con respecto al eje horizontal, está, preferiblemente, entre 20 y 80 grados y es, más preferiblemente, de aproximadamente 50 grados.

- El nudo (κ , κ_y) varía hasta tal punto que el primer elemento (P₁) de guiado de la tolva (P) está curvado hacia abajo. Esto significa en particular que, para la derivada segunda de P₁, se cumple que $\frac{d^2 F_1}{dx^2} \geq 0$ en todo el intervalo horizontal o toda la anchura (l, E) del primer elemento (P₁) de guiado de la tolva (4). Esto significa en particular que,
- 15 para la derivada primera de P₁, se cumple que $\frac{dF_1}{dx} > 0$. En una realización preferida, el nudo (κ , κ_y) vale (0,0779 m, 0,1279 m), medido en un sistema de referencia XY, tal como se representa en la Fig. 4.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una tolva (P) para guiar una corriente de productos granulares (1) que se mueve por gravedad, comprendiendo la tolva un primer elemento (P₁) de guiado que tiene una superficie curvada, en la cual la curvatura de dicha superficie está conformada curvada hacia abajo de modo que, en uso, dichos productos (1) dejan dicho primer elemento (P₁) de guiado en una dirección que es igual a la dirección horizontal o está por debajo de la misma,

en la que dicha superficie curvada hacia abajo, cuando se expresa mediante una función F₁, tiene una derivada segunda de la función F₁ que es igual o mayor que cero,

y en la que la curvatura de dicho primer elemento (P₁) de guiado puede ser descrita por una función B-spline F₁ que tiene una secuencia de nudos dada por K₁ = [0 0 0 0 κ 1 1 1 1], en la que 0 es el origen, κ es un nudo corredizo que controla la curvatura y 1 es la dimensión horizontal de dicho primer elemento (P₁) de guiado, especificada adicionalmente por las siguientes restricciones: F₁(0) = 0, F₁(1) = h, F₁(κ) = κ_y, DF₁(1) = tanα, DF₁(0) = tanβ, correspondiendo F₁(0) = 0 al extremo de dicho primer elemento (P₁) de guiado en el que dichos productos (1) salen de dicho primer elemento de guiado, correspondiendo F₁(1) = h al extremo de dicho primer elemento (P₁) de guiado en el que dichos productos (1) entran en el primer elemento de guiado, correspondiendo F₁(κ) = κ_y a la posición del nudo corredizo que controla la curvatura de dicho primer elemento de guiado, siendo DF₁(1) = tanα la derivada primera de la función F₁ en el extremo de entrada de dicho primer elemento de guiado y siendo el ángulo α indicativo de la pendiente del primer elemento (P₁) de guiado en este extremo, y siendo DF₁(0) = tanβ la derivada primera de F₁ en el extremo en el que se sale de dicho primer elemento de guiado y β indicativa de la pendiente de dicho primer elemento (P₁) de guiado en este extremo.
- 20 2. Tolva según la reivindicación 1 en la que la derivada segunda de dicha función B-spline F₁ es igual o mayor que cero.
- 25 3. Tova según cualquiera de las reivindicaciones previas en la que las dimensiones de dicho primer elemento (P₁) de guiado de la tolva (P) se seleccionan de los siguientes intervalos:

la altura de dicho primer elemento (P₁) de guiado se selecciona del intervalo de 0,1 m a 1,2 m,

la anchura de dicho primer elemento (P₁) de guiado se selecciona del intervalo de 0,05 m a 0,4 m,

el ángulo α, indicativo de la pendiente de dicho primer elemento (P₁) de guiado en el extremo en el que dichos productos (1) entran en dicho primer elemento (P₁) de guiado, se selecciona del intervalo de 70 a 90 grados, y

30 el ángulo β, indicativo de la pendiente de dicho primer elemento (P₁) de guiado en el extremo en el que dichos productos (1) salen de dicho primer elemento (P₁) de guiado, se selecciona del intervalo de 20 a 85 grados.
- 35 4. Tolva según cualquiera de las reivindicaciones precedentes que, además, comprende un segundo elemento (P₂) de guiado, teniendo dicho segundo elemento (P₂) de guiado una superficie adaptada para redirigir los productos (1') que son impulsados por dicho primer elemento (P₁) de guiado hacia dicho segundo elemento (P₂) de guiado en una dirección descendente esencialmente vertical.
- 40 5. Tolva según la reivindicación 4 en la que la superficie de dicho segundo elemento (P₂) de guiado está curvada hacia arriba sobre al menos cierta sección (P_{2A}) a lo largo del movimiento de la corriente de productos, de modo que los productos (1') impulsados hacia dicha sección curvada hacia arriba (P_{2A}) son redirigidos por dicha sección curvada hacia arriba (P_{2A}) en una dirección descendente esencialmente vertical.
- 45 6. Tolva según la reivindicación 5 en la que dicha corriente de productos (1'), cuando es impulsada hacia dicha sección curvada hacia arriba (P_{2A}), está **caracterizada por** un vector de velocidad media (V) y dicha superficie del segundo elemento (P_{2A}) de guiado está conformada para que sea tangencial inicialmente a dicho vector de velocidad media (V).
7. Tolva según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6 en la que dicho segundo elemento (P₂) de guiado está curvado hacia arriba en toda su longitud.
8. Tolva según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6 en la que dicho segundo elemento (P₂) de guiado comprende, además, una sección curvada hacia abajo (P_{2B}) corriente arriba de la sección curvada hacia arriba (P_{2A}).
- 50 9. Tolva según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8 en la que las dimensiones de dicha tolva (P) se seleccionan de los siguientes intervalos:

la altura de dicha tolva (P) se selecciona del intervalo de 0,1 m a 1,2 m, por lo que la altura de dicho primer elemento (P₁) de guiado se selecciona del intervalo de 0,3 m a 0,8 m, y la altura de dicho segundo elemento (P₂) de guiado se selecciona del intervalo de 0,05 m a 0,4 m,

la anchura de dicha tolva (P) se selecciona del intervalo de 0,15 m a 0,7 m, por lo que la anchura de dicho primer elemento (P_1) de guiado se selecciona del intervalo de 0,05 m a 0,4 m, y la anchura de dicho segundo elemento (P_2) de guiado se selecciona del intervalo de 0,02 m a 0,3 m,

5 el ángulo α , indicativo de la pendiente de dicho primer elemento (P_1) de guiado en el extremo en el que dichos productos (1) entran en dicho primer elemento (P_1) de guiado, se selecciona del intervalo de 70 a 90 grados, y

10 el ángulo β , indicativo de la pendiente de dicho primer elemento (P_1) de guiado en el extremo en el que dichos productos (1) salen de dicho primer elemento (P_1) de guiado, se selecciona del intervalo de 20 a 80 grados.

10 **10.** Un aparato de clasificación para clasificar productos (10) que comprende un sistema (3) de suministro para proporcionar productos (1) en una corriente continua a una tolva (P) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que guía dichos productos suministrados (1') mientras se mueven por gravedad, hacia un sistema (6, 6') de detección y al menos un sistema (8) de retirada, y estando posicionado dicho sistema (6, 6') de detección para analizar dichos productos (1') cuando se propagan en una dirección esencialmente vertical.

15 **11.** Aparato de clasificación según la reivindicación 10, en el que dicho primer elemento (P_1) de guiado de dicha tolva (P) está colocado a un lado de dicha corriente de productos (1') y uno de dicho al menos un sistema (8) de retirada está colocado al lado opuesto de dicha corriente de productos (1').

20 **12.** Aparato de clasificación según la reivindicación 11 que, además, comprende un segundo elemento (P_2) de guiado según cualquiera de las reivindicaciones 4-9, estando colocado dicho segundo elemento (P_2) de guiado en el lado opuesto de dicha corriente de productos (1').

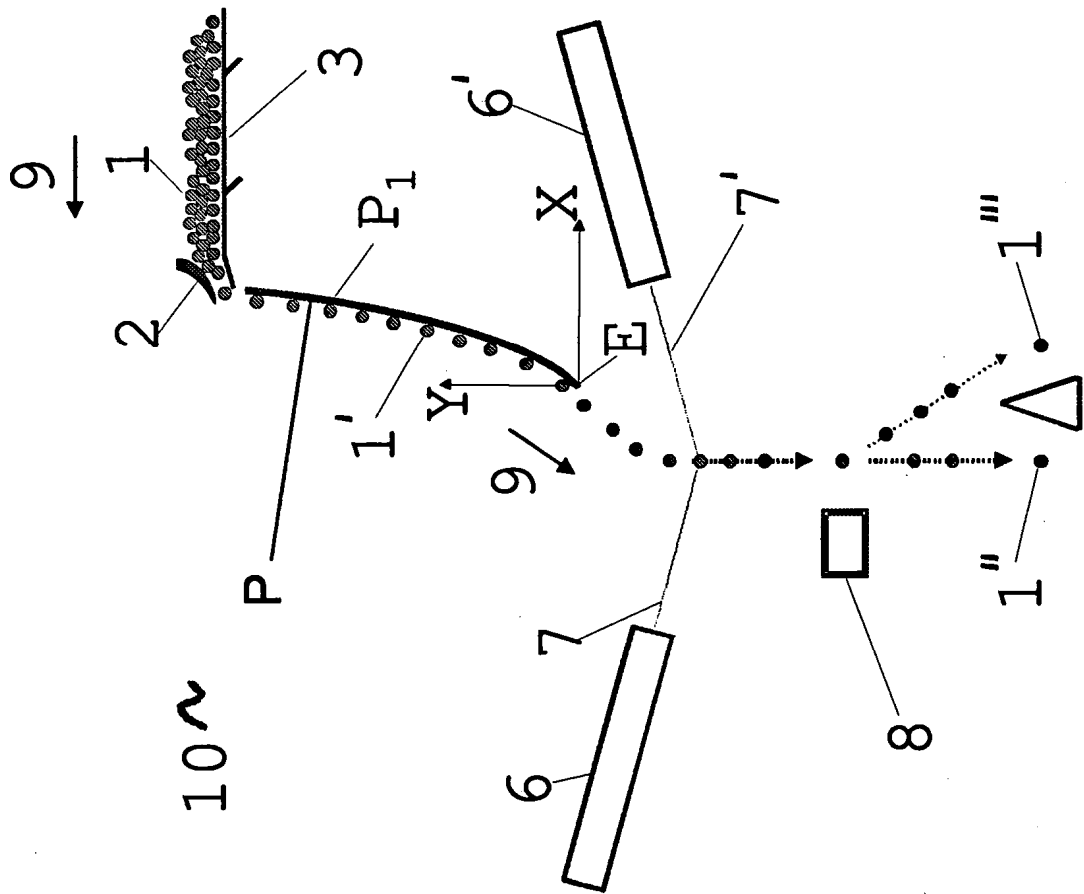


Fig. 1

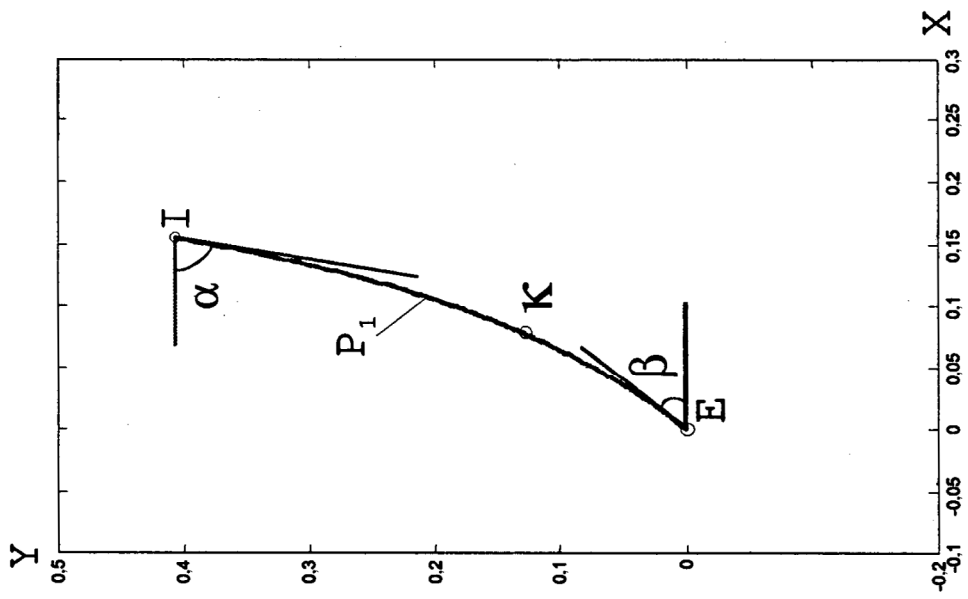


Fig. 2

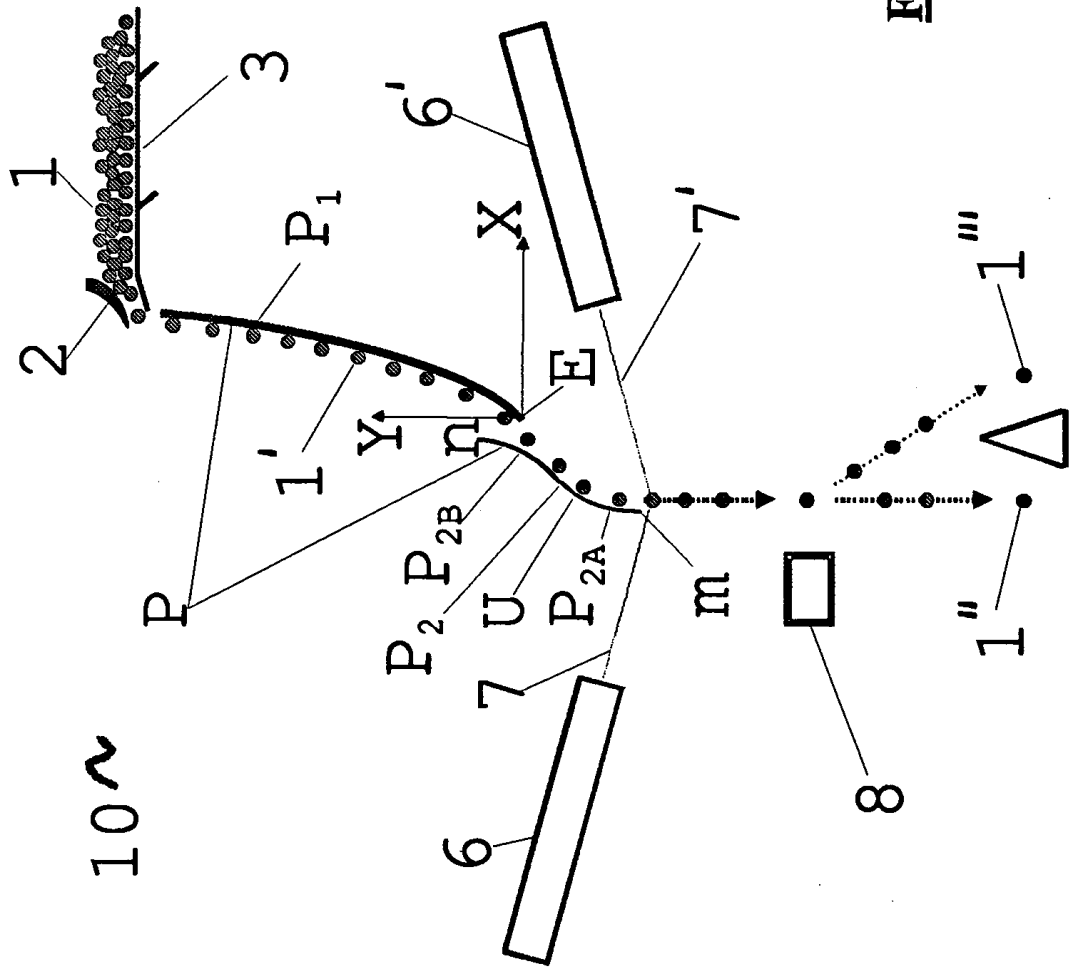


Fig. 3

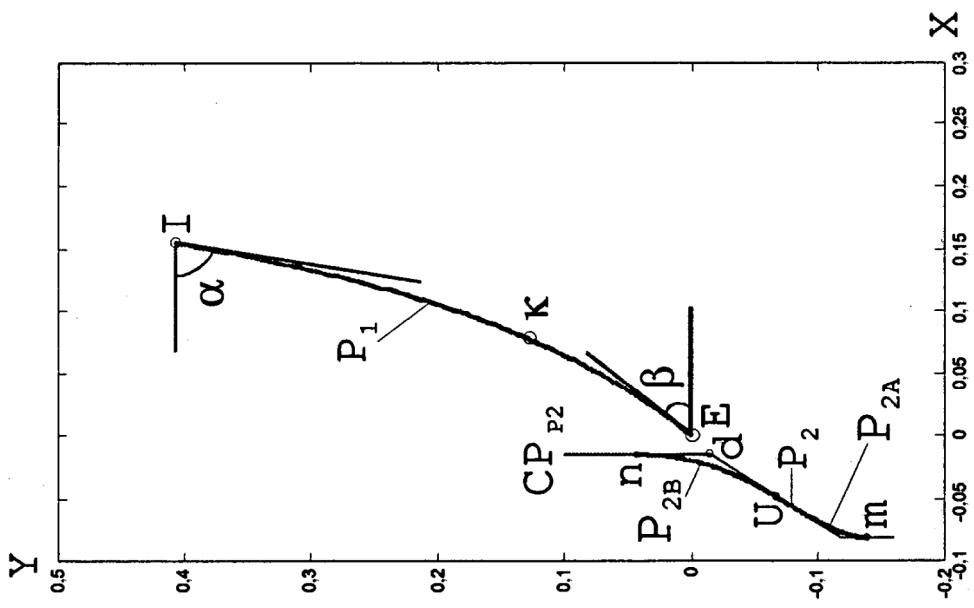


Fig. 4

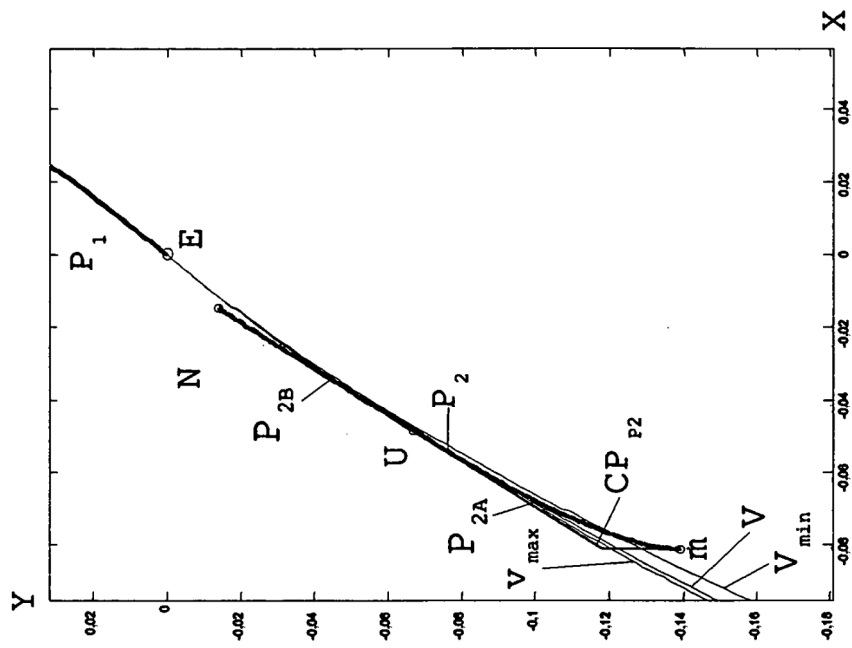


Fig. 5