



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 269 119**

(51) Int. Cl.:
B03C 7/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **00916121 .7**

(86) Fecha de presentación : **07.03.2000**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1192008**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **03.04.2002**

(54) Título: **Separación electrostática mejorada por la ayuda de un medio.**

(30) Prioridad: **12.03.1999 US 123926 P**
22.12.1999 US 469596

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2007

(73) Titular/es: **MBA Polymers, Inc.**
500 West Ohio Avenue
Richmond, California 94804, US

(72) Inventor/es: **Xiao, Chuanfu y**
Allen, Laurence, III

(74) Agente: **Morgades Manonelles, Juan Antonio**

ES 2 269 119 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

Separación electrostática mejorada por la ayuda de un medio.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a separación electrostática y carga triboeléctrica.

Antecedentes de la invención

10 El objetivo del reciclaje de artículos plásticos duraderos es separar los diversos tipos de plásticos de un flujo de residuos para poder reutilizar dichos plásticos. Esta tarea es desalentadora debido a la complejidad de las materias primas de los residuos, que normalmente tienen productos de desecho tan diversos como artículos electrónicos, partes de automóviles y productos de consumo, tales como envases. La variedad de plásticos incluyen policarbonato (PC),
15 polipropileno (PP), poliestireno (PS), acetileno-butadieno-estireno (ABS), poliestireno de alto impacto (HIPS), cloruro polivinílico (PVC), poliamida (PA), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), poliuretano (PUR), poliésteres, óxido de polietileno (PPO) y tereftalato de polibuteno (PBT) y otros. Además, los productos pueden incluir diversos grados de dichos polímeros y mezclas de polímeros tales como PC/ABS, PVC/ABS y otros.

20 Una técnica que se ha sugerido para separar flujos de residuos plásticos es la separación electrostática. En esta técnica, las partículas de plástico del flujo de residuos se cargan y pasan a través de campos eléctricos de alto voltaje donde se desvían diferencialmente según la polaridad de la carga o la magnitud de la carga. Otro método para cargar los materiales es la carga triboeléctrica. La carga triboeléctrica se produce cuando se produce fricción entre dos materiales
25 diferentes y los electrones se transfieren desde un material al otro. La dirección de transferencia de los electrodos y la magnitud del voltaje relativo puede obtenerse frotando materiales y midiendo los voltajes electrostáticos.

La separación triboeléctrica ha logrado conseguido aplicaciones adecuadas para separar plásticos de desecho de botellas de bebidas, PVC de PET, y plásticos de envases, PE de PP. La eficiencia de la separación puede disminuir
30 drásticamente cuando las mezclas de procesamiento formadas por más de dos materiales, o cuando la composición relativa de los dos componentes no es constante.

El documento US-A-5.289.922 describe un aparato y método para cargar triboeléctricamente partículas de materiales eléctricamente aislantes, comprendiendo el aparato un tubo que puede girarse alrededor de su eje longitudinal e inclinado a un ángulo respecto a la horizontal, adaptándose las partículas para moverse gradual y progresivamente
35 de forma longitudinal a través del tubo desde un punto de entrada hasta un punto de salida, teniendo como resultado dicho movimiento de las partículas a través del tubo que las partículas entran en contacto con el tubo y entre sí, estando formado el tubo de un material con una función electrostática diferente del de las partículas, lo cual tiene como resultado que la diferencia en la función electrostática entre el tubo y las partículas en que las partículas se cargan
40 triboeléctricamente de forma gradual a medida que se mueven desde el punto de entrada al punto de salida del tubo.

Resumen de la invención

Esta invención se refiere a mejorar la eficiencia de la separación en un separador triboeléctrico añadiendo medios
45 contra los cuales se cargarán los componentes de la mezcla. Como resultado de ello, la carga aleatoria entre los componentes de la mezcla se reduce y se controla, y se consigue una carga predecible.

En términos generales, la invención incorpora un método de tratamiento triboeléctrico de una mezcla de polímeros que incluye cargar la mezcla con un medio. El medio puede contener un solo componente o componentes múltiples.
50 Se selecciona de acuerdo con la secuencia de carga electrostática de los componentes de la mezcla y los productos esperados de la mezcla. La secuencia de carga se describe de forma general en Chen C. Ku y Raimond Liepins, *Electrical Properties of Polymers* (1987). El componente del medio está compuesto sustancialmente por material que es diferente de los componentes de la mezcla. Los términos "mismo" y "diferente" hacen referencia, por ejemplo, a composición química, grado, etc. Así, según la invención se proporciona un método para separar componentes
55 poliméricos, cuyo método comprende: proporcionar una mezcla que incluye componentes poliméricos; añadir a la mezcla un medio en partículas con una posición seleccionada dentro de una secuencia de carga electrostática, teniendo el medio una composición química diferente de las composiciones químicas de los componentes individuales de la mezcla; y cargar triboeléctricamente la mezcla con el medio.

60 Las realizaciones preferidas pueden incluir una o más de las siguientes características. El componente del medio puede proporcionarse en una cantidad que es al menos 50% de la mezcla en volumen o masa, o en una cantidad inferior al 50% de la mezcla en volumen o masa. Por ejemplo, la cantidad de componente del medio puede ser al menos de alrededor de 3 veces la masa o volumen de la mezcla. El tamaño de partícula del medio puede seleccionarse de modo que sea el mismo que, o sustancialmente diferente, el tamaño de partícula de los componentes de la mezcla.
65 La posición de la secuencia de carga del medio puede ser igual, o diferente, de los componentes de la mezcla.

El medio puede combinarse con la mezcla para efectuar la carga y a continuación separarse de la mezcla tras la carga. Los procesos de separación adecuados incluyen procesos secos (por ej., clasificación por aire, cribado y

combinaciones de ellos) y procesos húmedos (por ej., concentración de gravidez, flotación de espuma y combinaciones de ellos). La separación puede producirse antes o después de que el medio haya pasado a través de un campo eléctrico. El medio separado puede reciclarse, por ej., en un bucle continuo.

- 5 La mezcla puede ser una mezcla de dos componentes o una mezcla de componentes múltiples, por ej., con tres o más componentes. Un ejemplo de una mezcla adecuada es un flujo de residuos de productos duraderos, tal como un flujo de residuos de componentes eléctricos.

- 10 Realizaciones de la invención también pueden incluir una o más de las siguientes ventajas. El medio puede controlar completamente la carga triboeléctrica de la mezcla. Cualquier componente de la mezcla puede cargarse contra el medio, mientras que la carga entre componentes de la mezcla es insignificante. Por lo tanto, la variación de los porcentajes de los componentes no afectaría significativamente a la carga o a la separación. En otras palabras, cualquier material, cualquiera que sea su porcentaje en la composición, puede cargarse contra el medio en la misma medida. De este modo, se reduce la carga aleatoria, y se consigue la mejora de la separación mediante la carga controlada.
- 15 Pueden separarse efectivamente mezclas de polímeros muy complejos que no incluyen un componente primario que domine en la mezcla. La técnica puede permitir una separación ternaria que genera tres productos simultáneamente en un paso, para reducir el número de pasos de separación necesarios para producir productos múltiples. La técnica puede adaptarse a flujos de residuos en los que las concentraciones de componente de la mezcla varían con el tiempo. El medio es generalmente no contaminante y puede reciclarse en un flujo continuo.

- 20 Otros aspectos, características y ventajas se describen a continuación.

Breve descripción de los dibujos

- 25 La Fig. 1 es una visión general de una planta de separación de polímeros de residuos;
- La Fig. 2 ilustra la separación triboeléctrica de una mezcla de dos componentes sin adición de medio;
- La Fig. 3 ilustra la separación triboeléctrica de una mezcla de dos componentes con adición de medio;
- 30 La Fig. 4 ilustra la separación triboeléctrica de una mezcla de tres componentes con adición de medio;
- La Fig. 5 ilustra la secuencia de carga de determinados plásticos,
- 35 La Fig. 6 es una vista lateral esquemática de una unidad de separación triboeléctrica que incluye el reciclaje del medio.
- La Fig. 6a es una vista frontal del aparato de la Fig. 6;
- 40 La Fig. 7 es un diagrama de flujo de la separación de plásticos con adición de medio;
- La Fig. 8 es un diagrama de flujo de un proceso de separación alternativo con adición de medio.
- La Fig. 9 ilustra los resultados de separación de una mezcla que contiene ABS, HIPS, PC, PP y PVC sin la adición de medio;
- 45 La Fig. 10 ilustra los resultados de separación de una mezcla que contiene ABS, HIPS, PC, PP y PVC con la adición de medio ABS;
- La Fig. 11 ilustra los resultados de separación de una mezcla que contiene ABS, HIPS, PC, PP y PVC con la adición de medio PC;
- 50 La Fig. 12 ilustra los resultados de separación de una mezcla que contiene ABS, HIPS, PC, PP y PVC con la adición de medio PP;

55 Descripción detallada

- En relación con la Fig. 1, una planta de reciclaje de plásticos 2 incluye una etapa de tratamiento de residuos brutos 4, una etapa de purificación de plásticos 6 y una etapa de granulación y formulación 8. En la etapa de tratamiento 4, los residuos brutos de productos duraderos 10, que pueden incluir, por ejemplo, componentes informáticos, componentes de partes de automóviles, muebles, componentes de telecomunicaciones y envases, primero se someten a un aparato de molienda 12, por ej. una trituradora, para reducir los residuos a material de alimentación triturado 14. El material de alimentación triturado se trata mediante un separador magnético 16 para eliminar los metales ferrosos. El material de alimentación resultante se muele con un granulador 18 y se separa con un tamiz 20, al que le siguen clasificadores de aire 22 que producen un material de alimentación de plásticos mixtos con un tamaño de partícula dentro del intervalo de 0,01 a 0,5 pulgadas adecuado para el tratamiento en la etapa de purificación de los plásticos 6.

El objetivo de la etapa de purificación de plásticos es separar la mezcla de materia prima en componentes plásticos sustancialmente puros o en mezclas de plásticos predeterminadas. El paso de purificación incluye una serie de concentradores por gravedad 24-30 que proporcionan una separación preliminar basada en la densidad del material. Un ejemplo de separador adecuado es un hidrociclón.

El material producido por estos separadores se alimenta a una serie de separadores electrostáticos de primera etapa 32-36, que proporcionan separación de algunos componentes dejando otros en forma de mezcla. Estas mezclas pueden tratarse en separadores de etapas adicionales 38-42. Los componentes separados resultantes se mezclan individualmente, por uniformidad, y se granulan en la etapa 8.

En relación con la Fig. 2, se ilustra el funcionamiento general de un separador triboeléctrico en la separación de una mezcla de dos componentes. El separador 44 incluye una región de carga 46, en la que copos de polímero entran en contacto entre sí para inducir la transferencia de electrones. A continuación los copos se distribuyen en una región 48 de separación electrostática que incluye electrodos positivos y negativos 50, 52. A medida que los copos caen debido a la gravedad a través de la región de separación, los copos cargados positivamente se desvían hacia el electrodo negativo y los copos cargados negativamente se desvían hacia el electrodo positivo. Al final de la región de separación, está dispuesto un deflector 54 para desviar la corriente de partículas originales hacia diferentes recipientes de recogida 56, 58. El deflector está dimensionado y colocado para separar los polímeros según las características diferenciales de la carga prevista. La separación es de naturaleza binaria pues se divide de un solo flujo a dos flujos de componentes.

Puesto que el paso de carga depende del contacto aleatorio entre las partículas, la magnitud de la transferencia de la carga entre las partículas varía y existe la posibilidad de que un número sustancial de partículas no se cargue o se neutralice. Este fenómeno puede tener como resultado una separación ineficiente. Por ejemplo, copos neutralizados pueden distribuirse en cualquier recipiente. Este problema se agudiza a medida que la composición de la materia prima de residuos cambia con el tiempo ya que los parámetros de funcionamiento del separador optimizados para una mezcla determinada pueden no producir una separación efectiva en una mezcla diferente. Además, las posibilidades de carga se vuelven significativamente más complejas con mezclas de más de dos componentes.

En relación con la Fig. 3, se mejoran la predictibilidad y eficiencia de la separación con la adición de un medio triboeléctrico que posee una posición de secuencia de carga conocida. El medio 60 se usa para cargar ambos componentes de la mezcla. Como resultado de ello, los dos componentes se separan efectivamente. la mayoría del medio, en este ejemplo, permanece neutro. Un sistema deflector 62 incluye dos deflectores que separan las partículas cargadas positivamente de las cargadas negativamente en dos recipientes diferentes. Además, el medio puede recogerse y recircularse.

En relación con la Fig. 4, se ilustra la separación de una mezcla de tres componentes. En el caso de una mezcla de tres componentes sin adición de medio, la carga resultante de cada plástico se produciría por contacto directamente antes de entrar en un campo eléctrico. Si, por ejemplo, se mezclaran los plásticos A, B y C (suministrados en cantidades iguales) y tuvieran una secuencia de carga, A, C y B desde cargado más negativamente a cargado más positivamente, el material C podría ser positivo si entra en contacto con A, o negativo si entra en contacto con B, antes de entrar en el campo eléctrico. En una separación con adición de medio, esto puede evitarse. Por ejemplo, si se añade medio con una propiedad de carga igual a C, que domina los contactos partícula-partícula, garantizaría que A y B consigan un potencial de carga relativo solo a C. Esto fomentaría una separación ternaria.

En relación con la Fig. 5, se ilustra una serie triboeléctrica de polímeros comunes a los flujos de residuos. Para una mezcla que incluye estos componentes, y un medio con una posición en la secuencia de carga entre HIPS y ABS, los plásticos con una posición de la secuencia de carga inferior a la posición del medio podrían proporcionar electrones al medio. El medio transferiría electrones a los plásticos con una posición de la secuencia de carga superior a la del medio. Si el medio domina al resto de plásticos en base del área superficial, el medio podría experimentar un cambio insignificativo en el voltaje electrostático, mientras que el resto de materiales conseguiría voltajes elevados. Así sería posible la separación electrostática de los materiales con una posición de la secuencia de carga más baja que la del medio a partir de los plásticos con una posición de la secuencia de carga más alta que la del medio. Si se usa una materia prima de tres componentes, debe seleccionarse el medio para que tenga las mismas propiedades de carga que el componente intermedio. En este caso, el medio sería neutro en relación con el resto de componentes, proporcionando una separación ternaria y un total de tres productos.

En algún caso, que aunque no forma parte de la invención, representa la técnica anterior, puede ser posible seleccionar un polímero como el medio que sea similar o idéntico a uno de los componentes de la mezcla a separar. Por ejemplo, si el objetivo era recuperar PA y PC desde los otros componentes de la tabla, debe añadirse medio PA en cantidades suficientes para permitir a PC responder al electrodo negativo, el PA debe estar en el centro puesto que sería neutro y el PVC, PET, PP, HDPE, HIPS y ABS respondería al electrodo positivo. El resto de componentes volvería a separarse usando medio HDPE y PET, respectivamente. Por lo tanto, una mezcla de ocho componentes podría separarse en solo cuatro separadores.

Mientras que puede usarse el medio para realizar cambios sutiles en las características de la carga, normalmente, el medio controla por dominación de la carga. En este caso, la cantidad de medio se proporciona normalmente al menos 50% en masa de la mezcla de residuos, más normalmente de 3 a 5 veces la masa de la mezcla de residuos, de modo que todos los componentes de la mezcla se cargan contra el medio. Normalmente, la gran masa del medio proporciona

la mayor área superficial de carga. Así, el área superficial puede controlarse alterando el tamaño de las partículas. También pueden usarse las partículas más gruesas que las partículas mayores de la mezcla a separar. Por ejemplo, el tamaño del medio es de alrededor de 3/8 pulgadas y el tamaño de los copos del flujo de residuos es de alrededor de 5/16 pulgadas.

Puesto que, en lo relativo a los no conductores, la carga es una función del área superficial y no de la masa, normalmente sería necesaria una cantidad más pequeña de medio para conservar la misma cantidad de carga si el medio posee un tamaño de partícula más pequeño. Las partículas más pequeñas poseen una relación superficie a masa mayor en una geometría determinada.

En relación con las Fig. 6 y 6A, una unidad de separación triboeléctrica mediada de funcionamiento continuo 70 incluye una entrada 72 que recibe una mezcla de copos de polímero que debe separarse. La alimentación se trata opcionalmente en una unidad de pretratamiento 74 que puede ser una unidad de secado tal como un transportador térmico.

Tras el pretratamiento, los copos se depositan en una tolva 76 que también incluye el medio. Un transportador 78 transporta el medio y los copos hasta un dispositivo de carga/transportador 80, tal como un mezclador de tornillo sin fin de velocidad variable con hélice cortada y doblada (disponible de SCC Industries de Visalia, CA). Los copos y el medio entran ampliamente en contacto en el tornillo sin fin de manera que se generan diferenciales de carga a partir de la carga triboeléctrica. La velocidad del tornillo sin fin puede controlarse para variar el tiempo de residencia y el grado de mezclado.

La mezcla cargada se pasa a un esparcidor de cribado 82, por ej., un trómel. El trómel elimina el medio por diferenciación de tamaño. Normalmente, se clasifica el medio por un tamaño superior a 3/8 pulgadas a través de los orificios del tamiz. El trómel también esparce los copos por la apertura de una etapa de separación 84. Finalmente, el trómel mejora la eficiencia de la carga a medida que los copos interactúan con el medio justo antes de su introducción en la unidad de separación.

En relación con la Figura 6A, la unidad de separación incluye electrodos 86 y deflectores 88 para producir una separación ternaria. La unidad tiene una altura de alrededor de 15 pies, por 9 pies de largo, por alrededor de 7 pies de ancho. Los electrodos funcionan a alrededor de 50 KV o más, por ej. 100-125 KV. Los transportadores 90 recogen los productos. Estos transportadores pueden ser, por ejemplo, transportadores sin fin, que pueden girar en una dirección para descargar los tres productos, o alternativamente el transportador central puede girar en dirección contraria para recircular los subproductos de la molienda. El producto intermedio pueden ser copos separados de forma incompleta en un producto de uno o dos componentes, y puede reciclarse depositándolo en la tolva. En mezclas de tres o más componentes, el producto intermedio se separa normalmente en otra etapa. La fracción intermedia reciclada y el medio se neutralizan opcionalmente mediante un neutralizador electrostático (por ej., un soplador de aire ionizado de gama ampliada Aerostat Phoenix disponible de SIMCO) y se recirculan.

En relación con la Fig. 7, el diagrama de flujo ilustra el funcionamiento del aparato mostrado en las Fig. 6 y 6A. Tal y como se muestra en la Fig. 7, el medio puede recircularse hacia una etapa de pretratamiento o hacia una etapa entre el pretratamiento y neutralización. La fracción intermedia también puede procesarse en etapas posteriores o bien recircularse hacia una etapa de pretratamiento o hacia una etapa entre el pretratamiento y la neutralización.

En relación con la Fig. 8, en una realización alternativa el medio puede separarse tras pasar a través de la etapa de separación. La separación del medio de los productos posteriormente puede reducir el rendimiento del separador. Por otro lado, también puede resultar útil para que los materiales de destino conserven cargas en campos de separación. Además, puede simplificar la configuración de los sistemas.

En relación con la Fig. 7 y la Fig. 8, opcionalmente puede recircularse el subproducto de la molienda. Dicha recirculación puede aumentar significativamente la pureza del producto con una reducción en todo el separador. Además, el subproducto de la molienda puede recircularse con el medio de separación, tal como se muestra en la Fig. 7. En este caso, debe ajustarse la relación entre el medio y la masa del subproducto de la molienda para conservar el efecto del medio de separación y para realizar una separación controlada.

La invención se describirá a continuación a través de los siguientes ejemplos.

Ejemplos

Ejemplo 1

Este ejemplo describe la separación de PMMA de una mezcla de PMMA, ABS y HIPS con la ayuda de medio ABS. Representa la técnica anterior y no forma parte de la invención.

Se preparó una mezcla a partes iguales de PMMA, ABS y HIPS retardante de las llamas ("FR HIPS"). El tamaño de las partículas de la mezcla osciló entre 1,59 mm a 4,06 mm. Se usaron diferentes cantidades de ABS idéntico al ABS de la mezcla y con un tamaño de partícula entre 5,08 mm a 9,53 mm como medio de separación. La separación se realizó usando una fuerza de campo eléctrico de 400 kV/m y una humedad del 35% a 2%. Se cargó la mezcla con

ES 2 269 119 T3

medio ABS durante alrededor de 2,5 minutos. A continuación se distribuyó la mezcla mediante un esparcidor para permitir que la mezcla pasara a través del campo eléctrico de forma uniforme a lo largo del electrodo.

La secuencia de carga de los componentes individuales de la mezcla se determinó en un experimento separado frotando los materiales entre sí y a continuación midiendo su voltaje y polaridad electrostática inmediatamente tras la fricción. Los resultados demostraron que FR HIPS era el que estaba cargado más negativamente por lo que se esperaba que se dirigiera hacia el electrodo positivo. Por el contrario, PMMA fue el cargado más positivamente por lo que se esperaba que se dirigiera hacia el electrodo negativo. Se esperaba que el ABS de la mezcla se dirigiera hacia cualquiera de los dos electrodos.

Los resultados de la separación realizada usando la mezcla de PMMA, ABS y FR HIPS, mostrados en la Tabla 1, confirmó esta observación y demostró la utilidad de incluir medio de separación ABS. Tal y como se muestra en la Tabla 1, en ausencia del medio ABS, la pureza de PMMA en el lado del electrodo negativo fue de solo 49,01%, siendo el resto ABS. Sin embargo, cuando se combinó medio ABS en una cantidad igual al 100% de la masa de la mezcla combinada y cargada con la mezcla, se obtuvo una pureza del PMMA del 85,41% en el electrodo negativo en un paso, dirigiéndose el resto de la mezcla hacia el electrodo positivo. Se obtuvo una mayor pureza (98,15%) al añadir medio ABS en una cantidad igual al 200% de la masa de la mezcla.

TABLA 1

Cantidad del medio (% de la masa total de la mezcla)	Pureza del PMMA
0	49,01%
100	85,41%
200	98,15%

Ejemplo 2

Este ejemplo describe la separación de PVC de una mezcla de ABS, PC y PVC con la ayuda de medio HIPS.

Se preparó una mezcla a partes iguales de ABS, PC y PVC. El tamaño de las partículas de la mezcla osciló entre 2,36 mm a 4,75 mm. Se usó una cantidad de HIPS equivalente al 400% de la mezcla y con un tamaño de partícula entre 8 mm a 12,7 mm como medio de separación. La separación se realizó usando una fuerza de campo eléctrico de 506 kV/m y una humedad del 35%±2%. Se cargó la mezcla con medio HIPS durante alrededor de 10 minutos y a continuación se pasó a través del campo eléctrico. Se recogieron los productos en una cámara bajo el campo eléctrico y entre los dos electrodos. Se dividió la cámara en 10 compartimentos del mismo tamaño. Desde el electrodo negativo al electrodo positivo, se numeraron los compartimentos de 1 a 10. El producto de cada compartimento se recogió, pesó e identificó.

Los resultados de la separación se muestran en la Tabla 2. Para una mayor comodidad, se combinó el material de los compartimentos 8 a 10. Como se muestra en la Tabla 2, tras añadir medio HIPS, la pureza del PVC de los últimos tres compartimentos aumentó del 95,81% al 99,74%, y la recuperación aumentó desde 87,45% a 96,29%.

TABLA 2

Resultados de la separación	Sin medio	Con medio HIPS
Pureza del PVC, %	95,81	99,74
Recuperación del PVC, %	87,45	96,29

Ejemplo 3

Se repitió el procedimiento del Ejemplo 2, con la diferencia de que la mezcla estaba formada por HIPS, PC y PVC, y su medio de separación era ABS. Los resultados se muestran en la Tabla 3. Demuestran que usar ABS como medio de separación aumenta significativamente la pureza del PVC recuperado con solo una ligera disminución en la recuperación del PVC.

ES 2 269 119 T3

TABLA 3

Resultados de la separación	Sin medio	Con medio ABS
Pureza del PVC, %	48,99	91,32
Resultados de la separación	Sin medio	Con medio ABS
Recuperación del PVC, %	95,48	93,76

Ejemplo 4

Se repitió el procedimiento del Ejemplo 2, con la diferencia de que la mezcla estaba formada por ABS, HIPS y PVC, y su medio de separación era PC. Los resultados se muestran en la Tabla 4. Demuestran que usar PC como medio de separación aumenta significativamente la pureza del PVC recuperado con una ligera disminución en la recuperación del PVC.

TABLA 4

Resultados de la separación	Sin medio	Con medio PC
Pureza del PVC, %	48,61	99,76
Recuperación del PVC, %	92,25	92,53

Ejemplo 5

Este ejemplo representa la técnica anterior y no forma parte de la invención.

Se repitió el procedimiento del Ejemplo 2, con la diferencia de que la mezcla estaba formada por un 45% de HIPS, un 45% de PC, y un 10% de PVC. Se analizó el contenido de la división intermedia (compartimentos 4-7). Los resultados se muestran en la Tabla 5. Demuestran que usar HIPS como medio de separación aumenta significativamente la cantidad de HIPS recuperado en los compartimentos intermedios (4-7) con una moderada disminución en la pureza del HIPS.

TABLA 5

Resultados de la separación	Sin medio	Con medio HIPS
Pureza del HIPS, %	95,28	88,61
Recuperación del HIPS, %	39,57	88,75

Ejemplo 6

Este ejemplo representa la técnica anterior y no forma parte de la invención.

Se repitió el procedimiento del Ejemplo 2, con la diferencia de que la mezcla estaba formada por un 45% de ABS, un 45% de HIPS, y un 10% de PVC. Además, el % de recuperación y el % de pureza se determinaron para cada componente de la mezcla. Se recuperó ABS en los compartimentos 1-3 más próximos al electrodo negativo, se recuperó HIPS en los compartimentos 4-7 y se recuperó PVC en los compartimentos 8-10 más próximos al electrodo positivo. Los resultados se muestran en la Tabla 6. Los resultados demuestran que al usar medio HIPS, aumentó la pureza general de cada componente de la mezcla. Además, con la excepción de la recuperación de ABS, aumentó la cantidad de material recuperado.

TABLA 6

	Resultados de la separación	Sin medio	Con medio HIPS
5	Pureza del ABS, %	60,12	94,47
	Recuperación del ABS, %	88,80	78,57
10	Pureza del HIPS, %	71,43	81,48
	Recuperación del HIPS, %	44,78	94,70
	Pureza del PVC, %	97,25	97,89
15	Recuperación del PVC, %	89,88	94,90

Ejemplo 7

Este ejemplo representa la técnica anterior y no forma parte de la invención.

Se repitió el procedimiento del Ejemplo 2, con la diferencia de que la mezcla estaba formada por cantidades iguales de ABS, HIPS, PC, PP y PVC. El tamaño de partículas de la mezcla osciló de 2,36 mm a 4,75 mm. Inicialmente, se realizó la separación sin la adición de medio. Los resultados se muestran en la Fig. 9. A continuación se realizaron tres separaciones adicionales, cada una usando un medio diferente. La cantidad de medio en cada caso fue igual al 400% de la masa de la mezcla. El tamaño de partícula del medio en cada caso osciló desde 8 mm a 12,7 mm.

La Fig. 10 ilustra los resultados de una separación realizados usando medio ABS. La comparación de las Fig. 9 y 10 revela que a diferencia de la separación realizada sin medio, en la separación empleando medio ABS, HIPS se dirigió totalmente hacia el electrodo positivo, mientras que solo ABS y PC se dirigieron hacia el electrodo negativo. En consecuencia, la inclusión de medio ABS simplifica significativamente la separación de la segunda etapa cuando los productos deseables son ABS y PC.

La Fig. 11 ilustra los resultados de una separación realizados usando medio PC. La comparación de las Fig. 9 y 11 revela que a diferencia de la separación realizada sin medio, en la separación empleando medio PC, HIPS se dirigió hacia el electrodo positivo, mientras que ABS y PC se dirigieron hacia el electrodo negativo. Estos resultados demuestran que si PC no es el componente principal de la mezcla, ABS cerca del electrodo negativo puede recogerse como producto final tras un paso.

La Fig. 12 ilustra los resultados de una separación realizados usando medio PP. La comparación de las Fig. 9 y 12 revela que a diferencia de la separación realizada sin medio, en la separación empleando medio PP, PP tiende a caer hacia el compartimento central, mientras que PVC de una pureza del 99% o superior se coloca en el compartimento más cercano al electrodo positivo. Así, puede obtenerse el producto de PVC final en solo un paso. La Fig. 12 también demuestra que PP tiende a concentrarse en los compartimentos centrales (núm. 5 y 6). Por lo tanto, es posible realizar una separación ternaria.

Otras realizaciones están en las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un método para separar componentes poliméricos, cuyo método comprende:

proporcionar una mezcla que incluye componentes poliméricos;

añadir a la mezcla un medio (60) en partículas con una posición seleccionada dentro de una secuencia de carga electrostática, teniendo el medio una composición química diferente de las composiciones químicas de los componentes individuales de la mezcla; y

cargar triboeléctricamente la mezcla con el medio.

2. Un método según la Reivindicación 1 en donde el medio (60) se proporciona en una cantidad que es al menos 50% de la mezcla en volumen o masa.

3. Un método según la Reivindicación 1 en donde el medio (60) se proporciona en una cantidad que es inferior al 50% de la mezcla en volumen o masa.

4. Un método según la Reivindicación 1 en donde el medio (60) se proporciona en una cantidad que es al menos 3 veces el volumen o la masa de la mezcla.

5. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones precedentes en donde el medio (60) posee un tamaño de partículas sustancialmente diferente del tamaño de partículas de la mezcla.

6. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones de 1 a 4, en donde el tamaño de partícula del medio (60) es el mismo que el tamaño de partícula de la mezcla.

7. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones precedentes, que comprende además separar el medio (60) de la mezcla tras la carga.

8. Un método según la Reivindicación 7 en donde el medio (60) se separa de la mezcla usando un proceso seco.

9. Un método según la Reivindicación 8 en donde dicho proceso seco se selecciona del grupo formado por clasificación por aire, cribado, separación electrostática y combinaciones de ellos.

10. Un método según la Reivindicación 9 en donde el medio (60) se separa de la mezcla por cribado.

11. Un método según la Reivindicación 7 en donde el medio (60) de la mezcla usando un proceso húmedo.

12. Un método según la Reivindicación 11 en donde dicho proceso húmedo se selecciona del grupo formado por concentración de gravedad, flotación de espuma y combinaciones de ellos.

13. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones de 7 a 12 en donde el medio (60) se separa de la mezcla antes de pasar a través del campo eléctrico (48).

14. Un método según cualquiera de Reivindicaciones de 7 a 12 en donde el medio (60) se separa de la mezcla después de pasar a través del campo eléctrico (48).

15. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones de 7 a 14 que comprende además reciclar el medio (60) separado.

16. Un método según la Reivindicación 15 que comprende además reciclar el medio (60) separado en un bucle de alimentación continua.

17. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones precedentes en donde el medio (60) incluye un material sustancialmente diferente de los componentes de la mezcla.

18. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones precedentes, en donde la mezcla es una mezcla de dos componentes.

19. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones de 1 a 17, en donde la mezcla tiene tres o más componentes.

20. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones precedentes en donde en la mezcla se incluye un flujo de residuos de productos duraderos.

ES 2 269 119 T3

21. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones precedentes en donde la posición del medio en la secuencia de carga es diferente de la posición de los componentes de la mezcla en la secuencia de carga.

5 22. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones precedentes en donde el medio (60) posee una carga que se ajusta de modo que la carga es positiva en relación con un estado molido antes de ser añadido a la mezcla.

23. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones de 1 a 21 en donde el medio (60) posee una carga que se ajusta de modo que la carga es negativa en relación con un estado molido antes de ser añadido a la mezcla.

10 24. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones de 1 a 21 en donde el medio (60) está en estado molido antes de ser añadido a la mezcla.

15 25. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones precedentes, en donde la mezcla incluye una mezcla de polímeros.

26. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones precedentes que comprende además separar electrostáticamente la mezcla en tres componentes.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

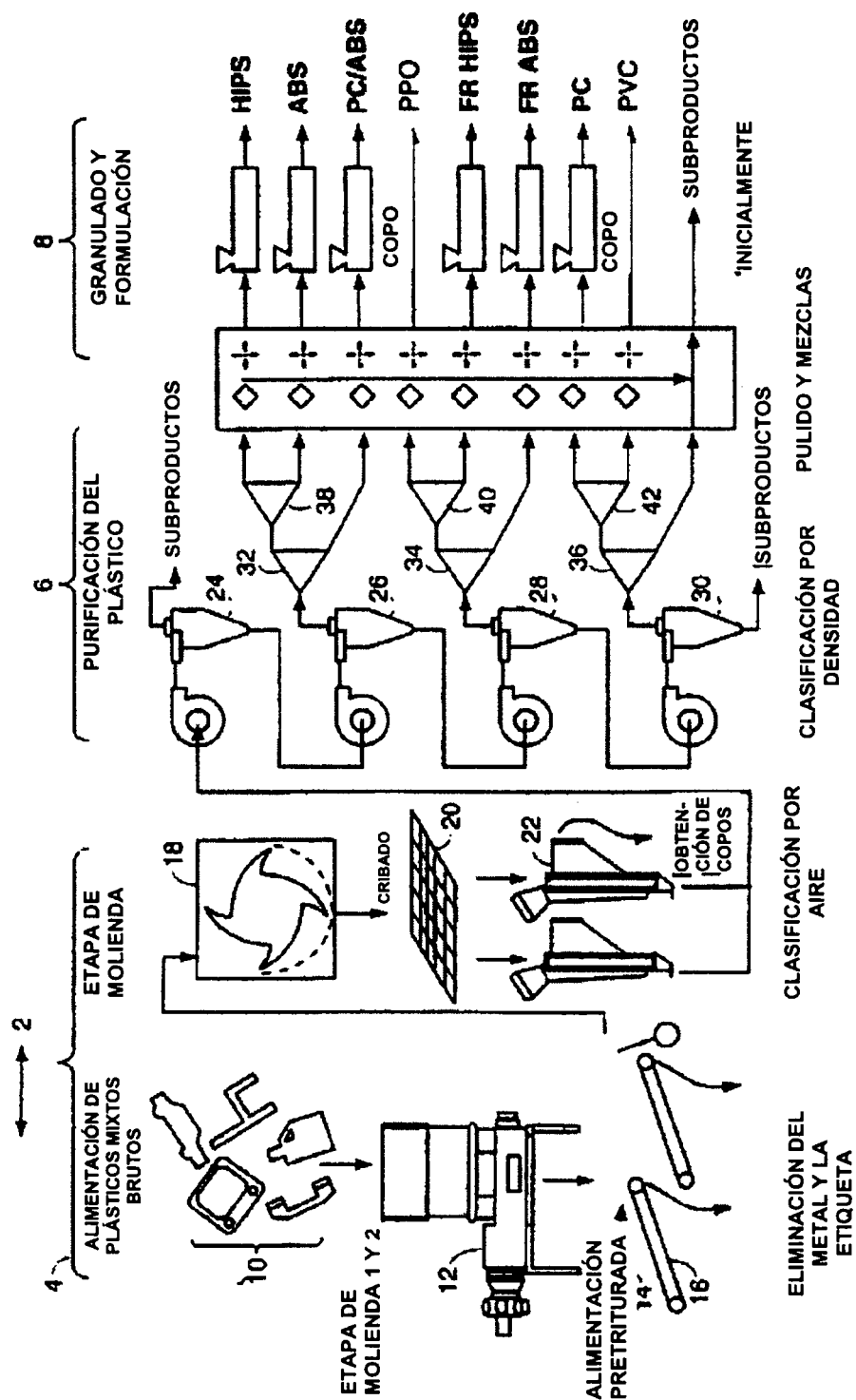


FIG. 1

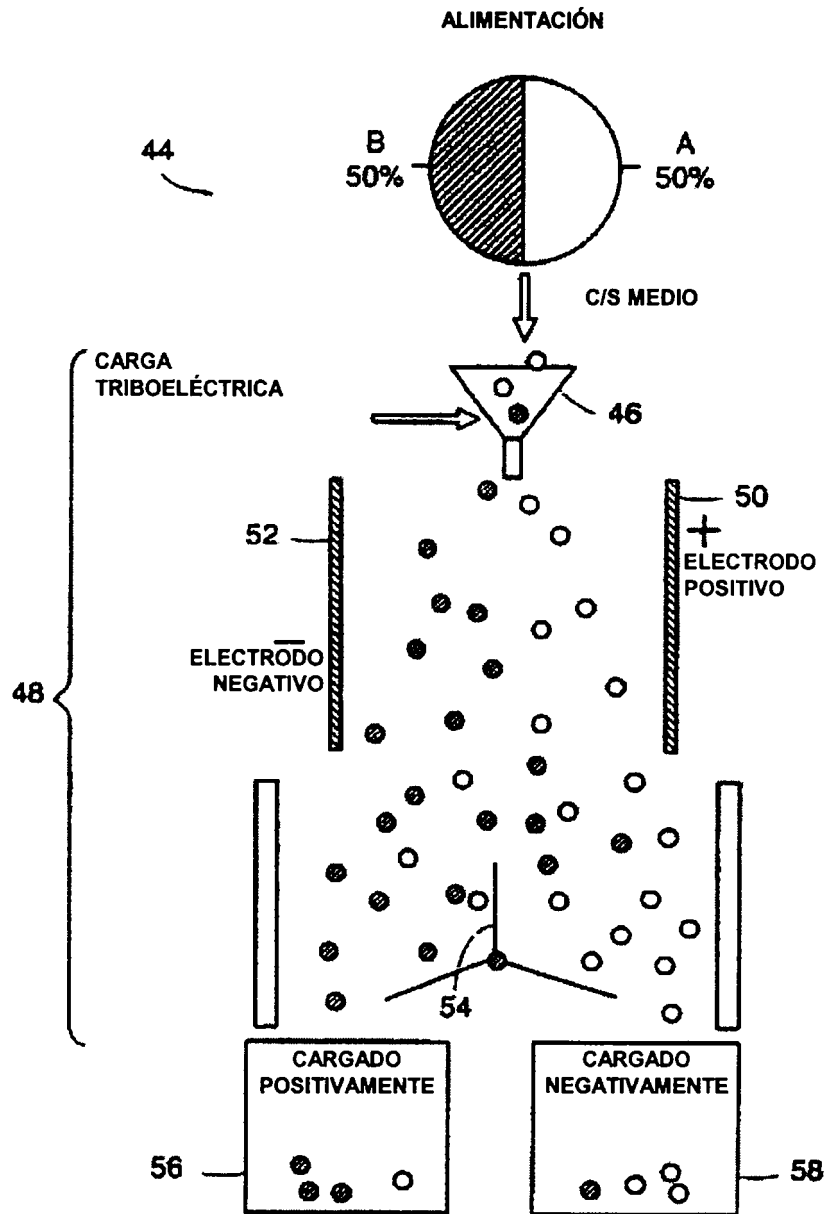


Fig. 2

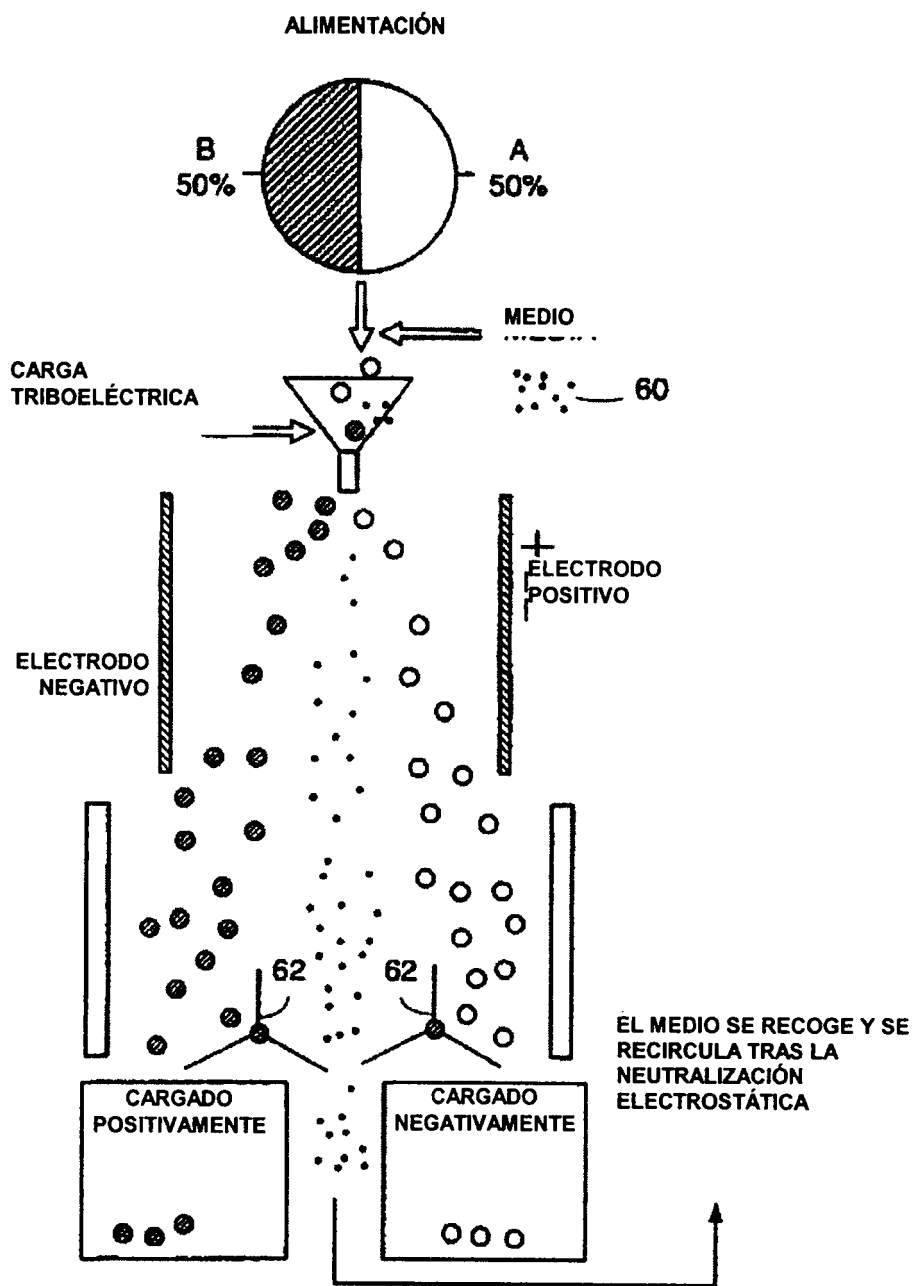


Fig. 3

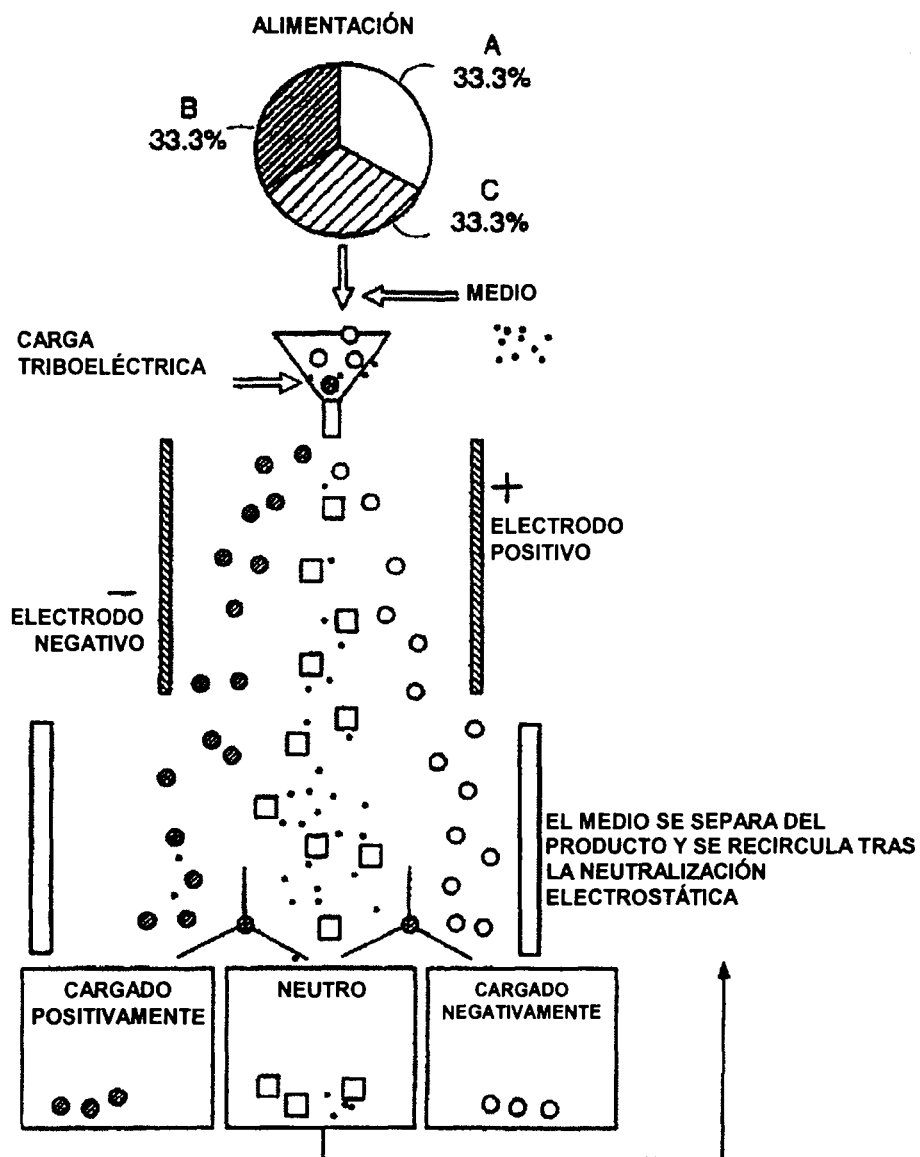


Fig. 4

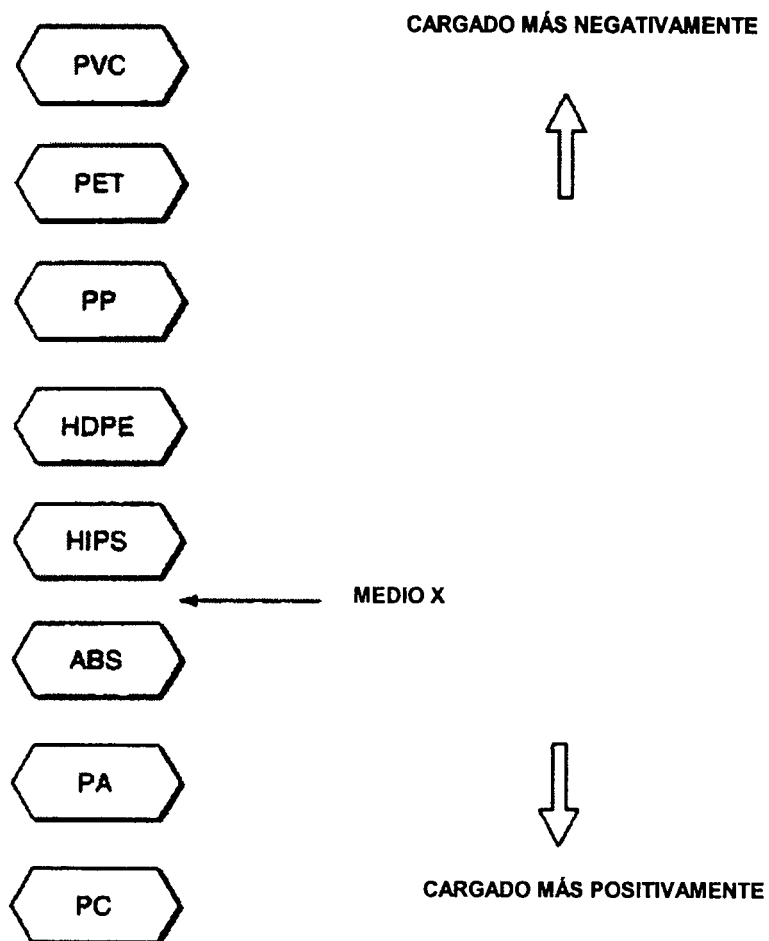


Fig.5

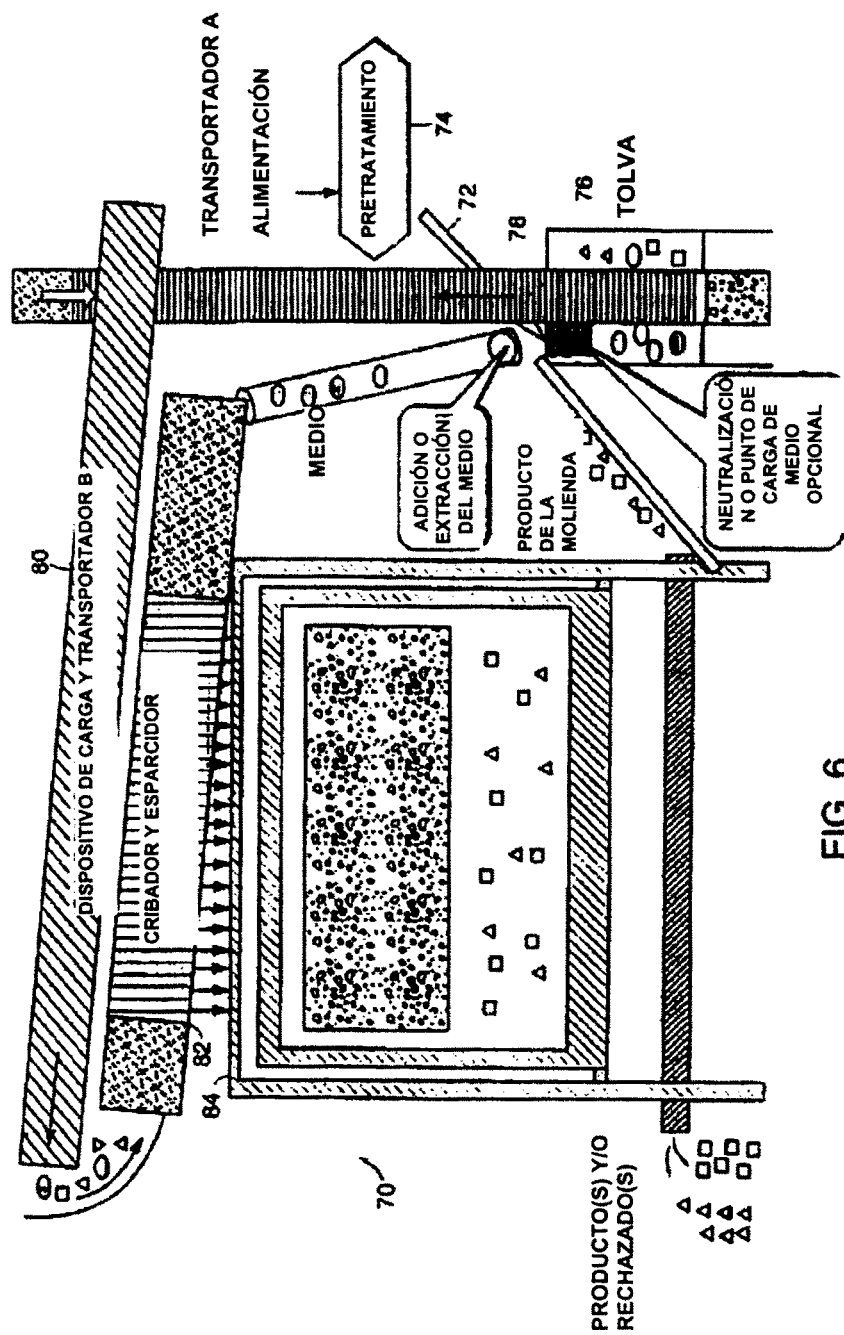


FIG. 6

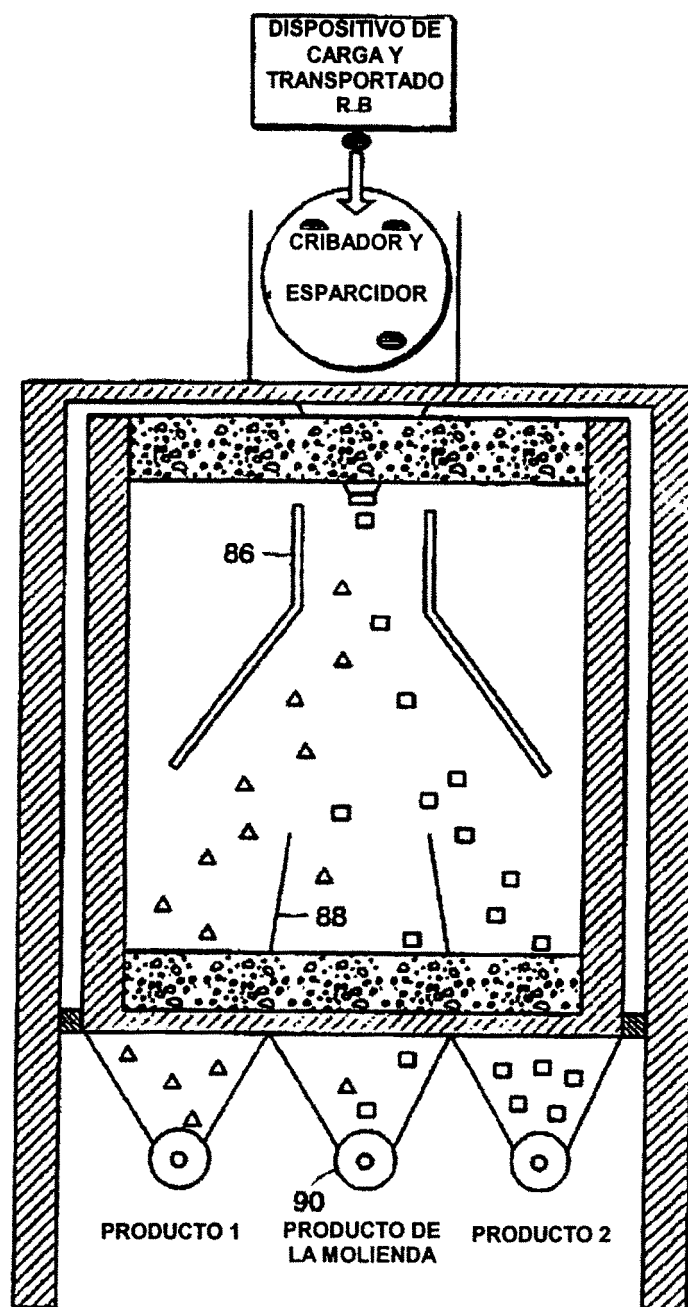


FIG. 6A

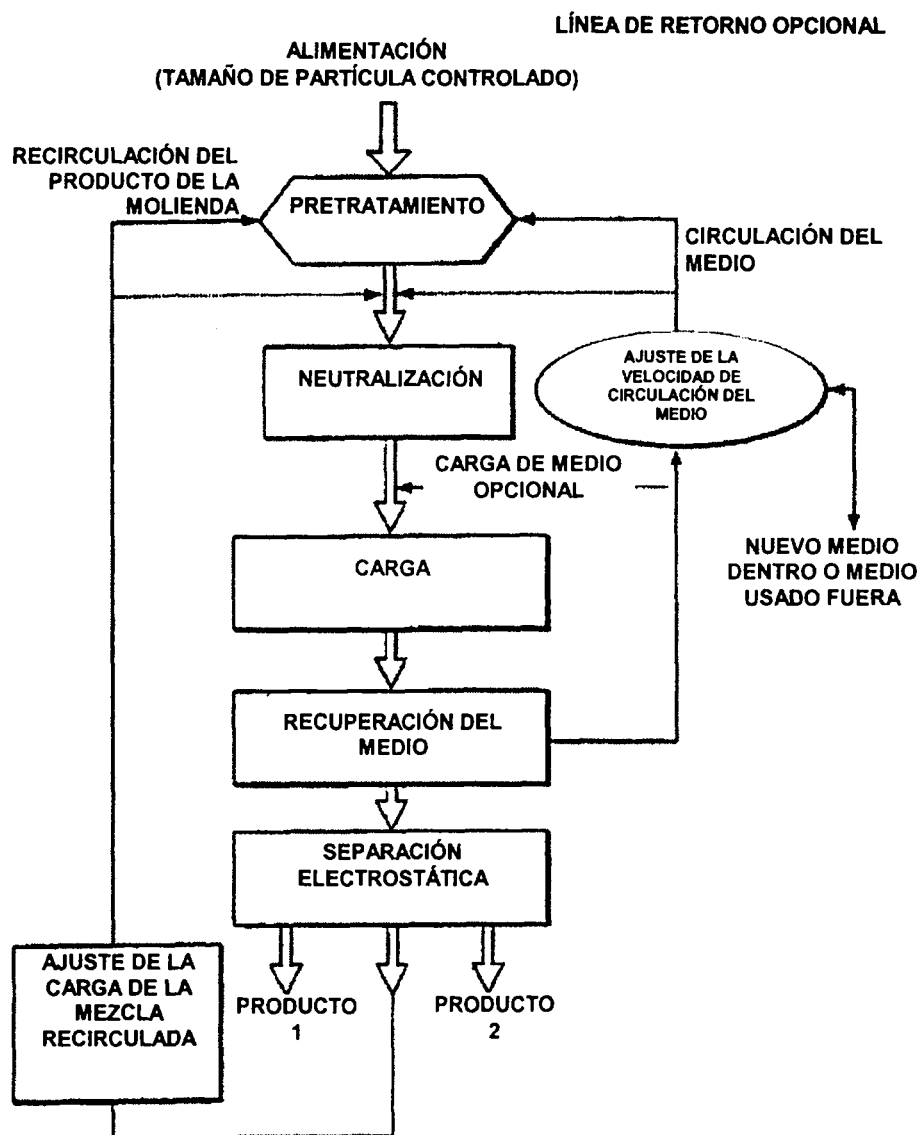


FIG. 7

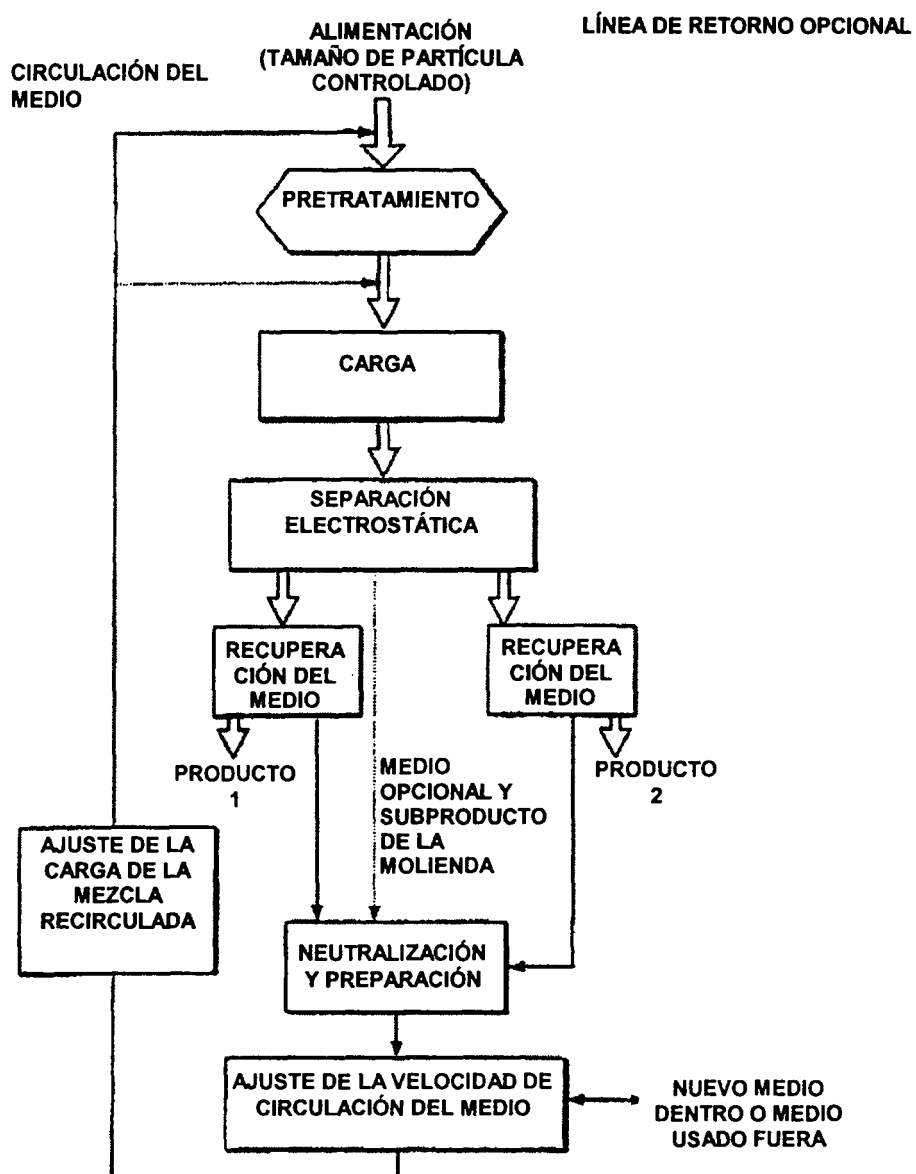


FIG. 8

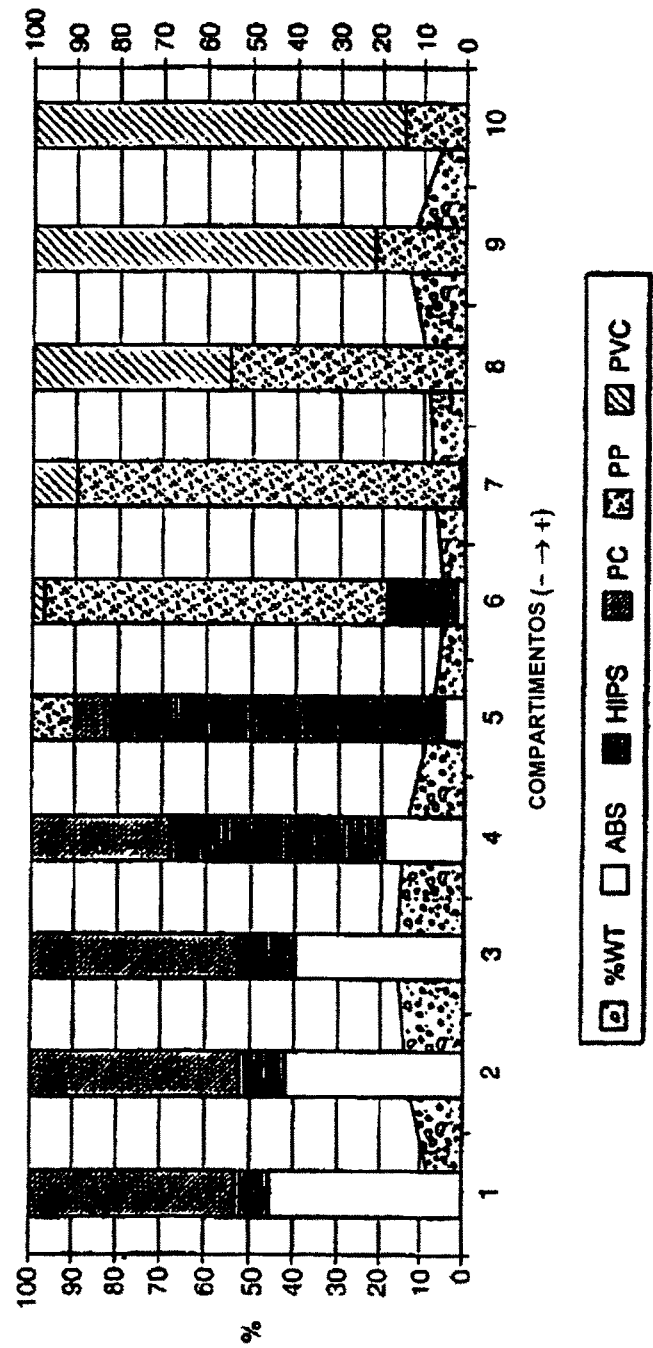


FIG. 9

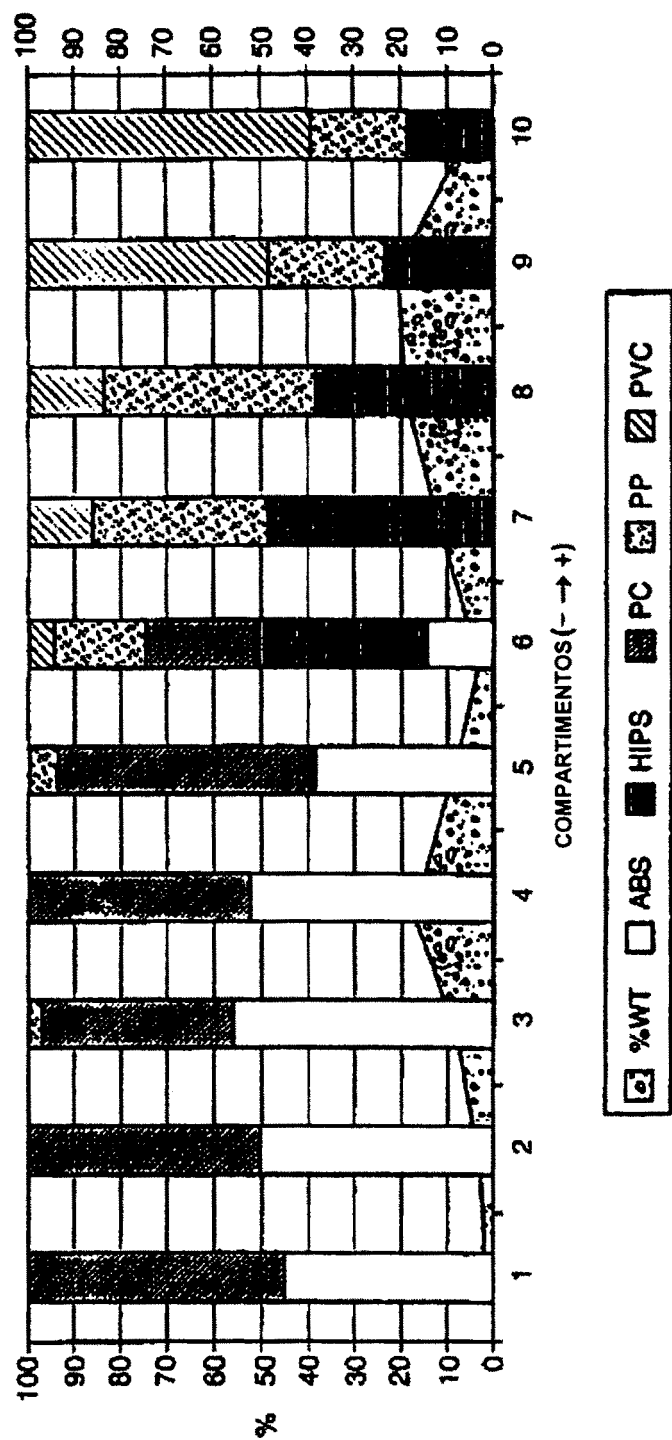


FIG. 10

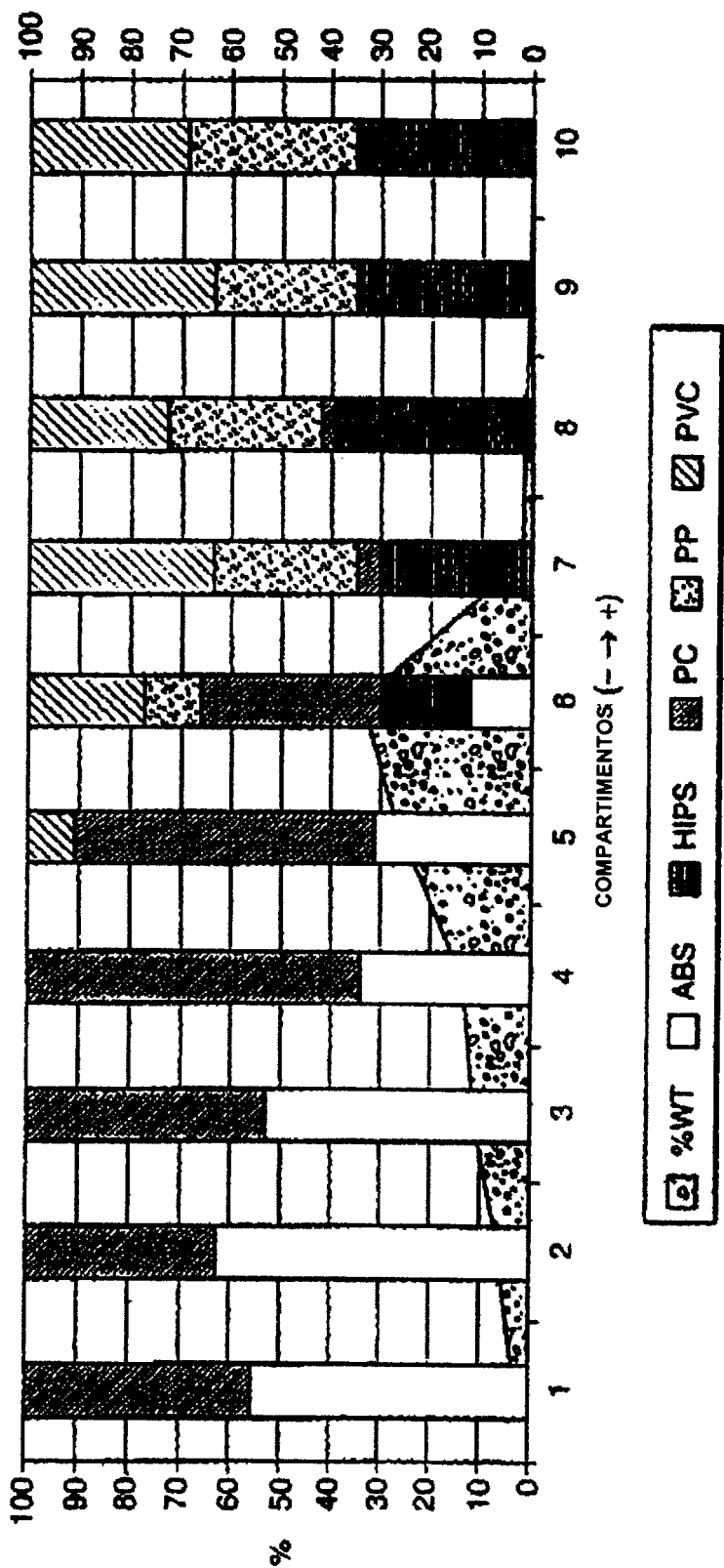


FIG. 11

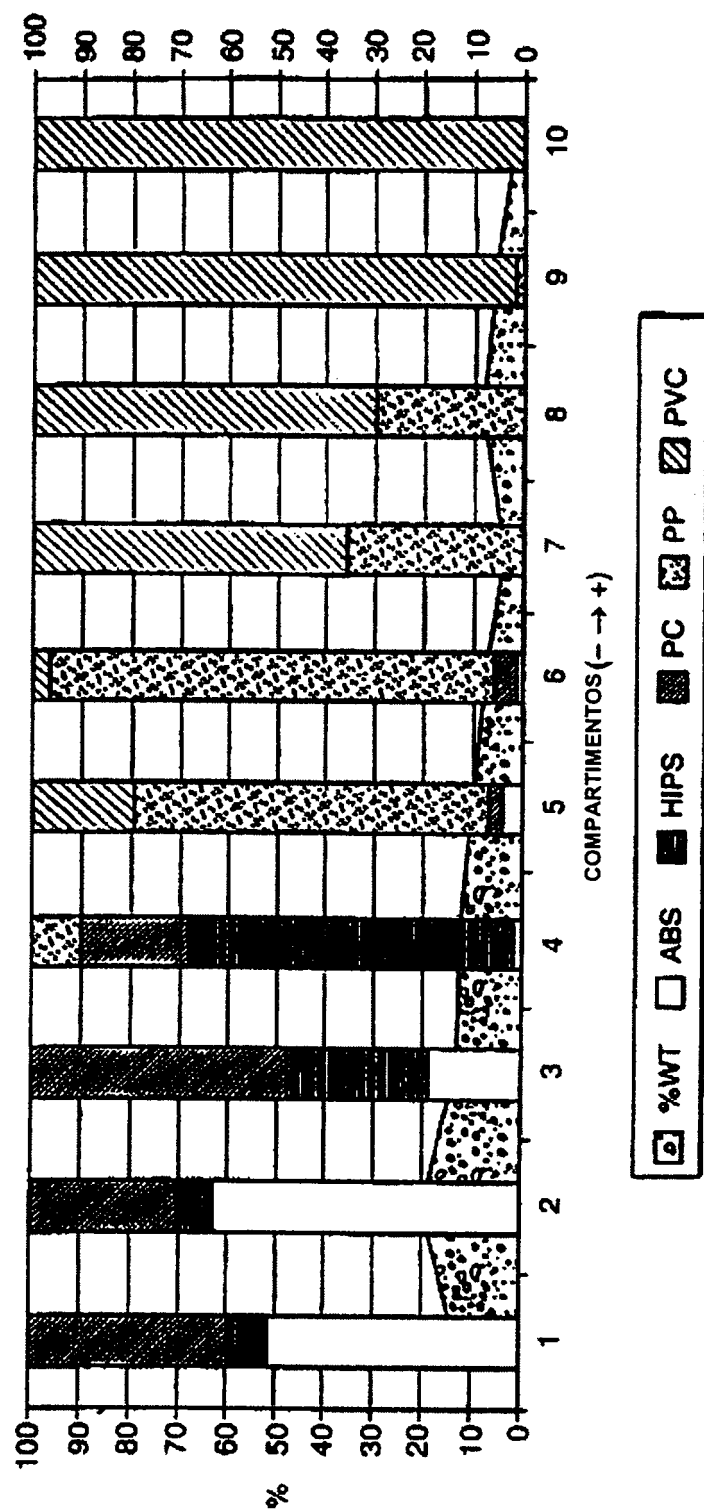


FIG. 12