



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 269 385**

51 Int. Cl.:

B29B 17/02 (2006.01)

B29K 69/00 (2006.01)

B29B 17/00 (2006.01)

B02C 23/06 (2006.01)

B02C 23/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01929117 .8**

86 Fecha de presentación : **11.05.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1341654**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **10.09.2003**

54

Título: **Proceso de exfoliación.**

30

Prioridad: **11.05.2000 AU PQ7471/00**

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: **Metss.org, L.L.C.**
300 Westdale Avenue
Columbus, Ohio 43082, US

72

Inventor/es: **Hall, John, Sydney;**
McRae-Williams, Michael Scott y
Hodge, Mark R.

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 269 385 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

Proceso de exfoliación.

La presente invención se refiere a un proceso para reciclar material de desecho, como son los medios ópticos de grabación, por ejemplo CDs y DVDs. En parte, el proceso involucra la exfoliación de material electrónico de desecho, para recuperar los componentes constitutivos de este.

El uso de medios ópticos de grabación, como son los CDs y los DVDs, se ha incrementado enormemente en los últimos años con las aplicaciones informáticas, y en las industrias de entretenimiento audiovisual. Estos medios incluyen típicamente un metal, tal como aluminio y/o metales preciosos (típicamente oro, o una mezcla que contiene oro) provistos sobre un sustrato polimérico, tal como un policarbonato. Típicamente, se provee el metal sobre el sustrato polimérico, en forma de película metálica delgada. Usualmente, se forma una capa protectora sobre las superficies externas y por lo general, este respecto se utiliza acrilatos como (meta)acrilatos de polimetilo. Estos medios de grabación ópticos tienen una vida relativamente corta de solo unos pocos años, puesto que pueden ser reemplazados o quedar anticuados. Esto conduce a un considerable flujo de desechos. Además, hay un flujo de desechos generado en el momento de la fabricación, debido a estrictos estándares de control de calidad: típicamente, se rechaza hasta el 20% del producto fabricado. La retirada de tales residuos es un problema creciente, y se ha investigado sobre técnicas de reciclado. De forma similar, se está obteniendo cantidades crecientes de otros materiales electrónicos de desecho, que incluyen metales preciosos y plásticos, y su retirada es también una cuestión importante. En esta especificación, el término "material electrónico de desecho", se utiliza para abarcar la totalidad de tales materiales, incluyendo medios ópticos de grabación como son CDs y DVDs.

Procesos conocidos para reciclar material electrónico de desecho, incluyen tratamientos de fundición y disolución química, que están dirigidos principalmente a la recuperación de metales preciosos. Tales métodos tienden a ser dañinos para cualesquiera materiales plásticos asociados, y además la retirada de los materiales plásticos puede conducir a problemas medioambientales. Por consiguiente, los métodos de reciclaje químico tienden a no ser respetuosos con el entorno.

La patente US 6 060 527 nos muestra un método para recubrir la resina contenida en medios ópticos de grabación de información, mediante un proceso de seis etapas. Estas etapas comprenden (1) enrollar el medio, (2) ponerlo en contacto con agua, (3) separar la película de recubrimiento, (4) pulverizar el medio resultante, (5) llevar las piezas obtenidas de la pulverización, al contacto con agua caliente, y (6) retirar la película metálica separada del medio de grabación.

El documento WO 99/47 318 revela un proceso para retirar superficies perjudiciales desde partículas poliméricas remolidas, poniendo al material en contacto con un entorno erosivo acuoso. Las superficies nocivas a ser retiradas en este proceso, son generalmente de naturaleza orgánica, así como otras capas poliméricas. El entorno erosivo puede incluir diversos aditivos químicos, y no se revela un material de bolas de impacto.

La patente US 5 306 349, asignada a Sony Music

Entertainment Inc, revela un método para retirar capas de laca y aluminio, desde el sustrato de policarbonato de los discos compactos. Este método utiliza una solución alcalina, y la aplicación de energía ultrasónica sobre discos compactos sumergidos en esta solución. Tales tratamientos no son satisfactorios cuando está presente oro. Además, el tratamiento podría degradar el plástico de policarbonato.

También se ha aplicado métodos de reciclaje que dependen de mecanismos físicos, más bien que de mecanismos químicos. Por ejemplo, se ha realizado intentos para retirar una capa metálica desde un sustrato polimérico, mediante técnicas de laminado o cepillado. Sin embargo, con tales técnicas el rendimiento puede ser relativamente bajo, y por lo tanto no rentable cuando ha de ser reciclado un gran número de artículos. Adicionalmente, en algunas ocasiones los fabricantes eligen, por razones de seguridad, cortar en piezas los artículos a ser reciclados (por ejemplo CDs y DVDs), previamente a su transporte a las instalaciones de reciclado. En la práctica, las técnicas como el laminado y el cepillado no pueden ser aplicadas a artículos cortados.

Con estos antecedentes en mente, la presente invención busca proporcionar un proceso, para reciclar un material electrónico de desecho, que no involucre productos químicos peligrosos o potencialmente nocivos, y que sea por tanto ambientalmente inocuo, tenga un alto rendimiento y no dependa de que el material a ser reciclado esté en forma unitaria. El método es fácil de llevar a cabo, y económicamente rentable. Además, se ha encontrado que el componente polímero que se desea recuperar no se degrada significativamente durante el proceso de reciclaje, de forma que puede conseguirse una producción con alta calidad del producto reciclado.

Por consiguiente, la presente invención proporciona un proceso para reciclar un material electrónico de desecho, que comprende un metal provisto sobre un sustrato polimérico, como el definido en la reivindicación 1.

En la presente especificación, el término abrasión se utiliza para denotar cualquier proceso mediante el que pueda conseguirse el desgaste de la superficie de las escamas de material de desecho, mediante el contacto con el material de bolas de impacto. Tal desgaste retira la capa o capas superficiales del material de desecho, y es un aspecto fundamental de la presente invención. En el contexto de la presente invención, los términos abrasión y desgaste pueden ser utilizados de forma intercambiable, adicionalmente a sus significados usuales en la industria de la ciencia de partículas.

El material de desecho a ser molido, está en forma de escamas. Esto significa que el material de desecho, por ejemplo un CD o un DVD, está cortado en escamas individuales. Esto puede conseguirse utilizando una máquina trituradora convencional, o granulador. De forma ideal, el triturado/granulación corta el material limpiamente, sin curvar ni distorsionar, de forma que las escamas resultantes son planas (asumiendo que el material original unitario, es plano). La curvatura o distorsión del material de desecho, durante el triturado/granulación, puede conducir a que se ensucie con metal el material del sustrato polimérico, y/o puede reducir la eficiencia de la subsiguiente operación de abrasión, debido a efectos de apantallamiento.

El material de desecho puede ser cortado en flecos, en el punto previsto de reciclaje, o puede ser

suministrado a este sitio en forma de flecos. Así, el proceso de la invención puede incluir, como etapas preliminares, el transporte de material electrónico de desecho a una estación de separación en escamas, seguido por el corte del material en escamas. Las escamas pueden después ser transportadas a una estación de reciclaje, donde se lleva a cabo el subsiguiente proceso, de acuerdo con las etapas ya descritas de la invención. Si el material de desecho se proporciona tal cual, en el punto en el que ha de tener lugar el reciclaje, obviamente se requerirá la preparación en escamas previamente al subsiguiente procesamiento. En la práctica, se concibe que el material en escamas podría ser suministrado a una instalación de reciclaje, en forma de escamas. En función del tamaño de la escama, puede necesitarse un recorte adicional previo al procesamiento.

En una realización de la invención el tamaño de la escama antes de la abrasión, está usualmente en el rango de 1 a 20 mm, por ejemplo 1 a 15 mm, preferentemente 4 a 8 mm, y más preferentemente 4 a 6 mm. El tamaño óptimo de la escama, dependerá de factores como el tamaño del material de bolas de impacto, utilizado en la etapa de abrasión. Si el tamaño de la escama es demasiado pequeño, puede perderse valioso material polimérico, que se queda en las etapas corriente abajo del proceso.

El tamaño de escama tiene implicaciones con respecto al tamaño del material de bolas de impacto, utilizadas en la etapa de abrasión. Así, para escamas relativamente grandes puede optimizarse la abrasión utilizando un material de bolas de impacto de tamaño diferente, cuando se compara con el tamaño del material de bolas de impacto más adecuado para el desgaste de flecos menores.

En una realización preferida, el tamaño de las escamas cae dentro de una distribución estrecha, de forma que puede utilizarse una distribución del tamaño del material de bolas de impacto, correspondientemente estrecha, en la etapa de abrasión. Por ejemplo, se prefiere que por lo menos el 50% del peso, por ejemplo al menos el 75% del peso, de los flecos tenga un tamaño de 4-8 mm, y preferentemente de 4-6 mm. Sin embargo, se apreciará que un lote dado de escamas a ser tratadas, puede tener fácilmente una distribución ancha de tamaños de escama, y para optimizar la etapa de abrasión puede utilizarse material de bolas de impacto, con cierta variedad en los tamaños de las partículas.

En una realización de la invención, las escamas a ser procesadas pueden incluir una distribución de tamaños de escama tal, que será más eficiente moler las escamas de un tamaño igual o inferior al predeterminado, con un segundo tamaño del diámetro del material de bolas de impacto. Esta realización de la presente invención comprendería, así, las siguientes etapas:

moler material electrónico de desecho, en escamas que están por encima de un tamaño de escama predeterminado, con un primer tamaño del diámetro del material de bolas de impacto, en presencia de agua, para producir escamas de sustrato polimérico limpio;

moler material electrónico de desecho en escamas, que son iguales o menores que el tamaño predeterminado, con un diáme-

tro de un segundo tamaño para el material de bolas de impacto, en presencia de agua, para producir escamas del sustrato polimérico limpio;

añadir agua al material molido, y separar las escamas del sustrato polimérico limpio, respecto del material que contiene metal;

deshidratar y secar las escamas del sustrato polimérico limpio; y

tratar el material que contiene metal, para recuperar el metal.

En esta realización, el tamaño predeterminado es típicamente de unos 3 mm. El primer tamaño del material de bolas de impacto usualmente es mayor que 1 000 μm , y el segundo tamaño del material de bolas de impacto usualmente es menor que 1 000 μm . La primera etapa de desgaste por cepillado intensivo conduce generalmente a la retirada del 80-90% del metal, respecto del sustrato polimérico.

Como característica adicional de esta invención, previamente a la primera etapa de abrasión, el proceso puede comprender:

transportar un flujo de residuos de material electrónico de desecho, a una estación de separación en escamas;

dividir el material en escamas en la estación de separación en escamas; y

transportar las escamas a una estación de abrasión.

Para el típico tamaño de escamas contemplado (1 a 20 mm), la etapa de abrasión puede llevarse a cabo utilizando un material de bolas de impacto, que tiene un tamaño de partículas tan reducido como 50 μm . Si la escama, o una proporción significativa de la escama (por ejemplo por encima del 50% en peso), tiene un tamaño de partícula de 20 mm, el tamaño de partícula del material de bolas de impacto puede ser de hasta 3 mm. La función del material de bolas es retirar por desgaste el metal, y cualesquiera capas adicionales que recubran el metal, y una persona cualificada en el arte será capaz de seleccionar un tamaño adecuado del material de bolas de impacto, o una distribución de este, basándose en su función prevista y en la siguiente descripción de otros parámetros operativos relevantes.

Como material de bolas de impacto, puede utilizarse cualquier material que sirva para la función prevista de retirar el metal, y cualesquiera capas adicionales que recubran el metal. Así, el material de bolas de impacto debería tener una dureza superficial adecuada. Las interacciones entre las escamas individuales también pueden contribuir al proceso de desgaste. Para un efecto óptimo, se prefiere que el material de bolas de impacto tenga forma de partículas con superficies irregulares. También se prefiere que el material de bolas de impacto tenga una superficie rugosa antes que suave. Puesto que la etapa de abrasión se lleva a cabo en agua, el material debería además ser adecuadamente estable en agua. El proceso de la invención también se llevará a cabo típicamente a temperaturas elevadas, de lo que se sigue el material de bolas de impacto debería también tener la integridad necesaria a la temperatura máxima a la que se lleva a cabo el proceso.

Ejemplos de material de bolas de impacto que puede utilizarse incluyen plásticos, materiales que contienen silicio, cerámicas y polvos de metal. Los ejemplos incluyen piedra pómez, arena, tierra de diatomeas, y carburo de silicio. Tales materiales están comercialmente disponibles. También es posible hacer uso de agentes decapantes comercialmente disponibles, como Ajax y Jif, que incluyen partículas abrasivas, en fluido/pasta portadores. Se prefiere utilizar piedra pómez que tenga un tamaño de partícula de aproximadamente 300 μm o menos, o sílice que tenga un tamaño de partícula de aproximadamente 150 μm o menos. El uso de metales como material de bolas de impacto puede, en ocasiones, conducir a descolorar el sustrato polimérico debido al difuminado. Los materiales cerámicos exhiben excelentes propiedades abrasivas, aunque esto debería contrarrestarse con su tendencia quebradiza. En una realización de la invención, es posible utilizar el propio material polimérico, posiblemente reciclado desde el proceso aquí descrito, como material de bolas de impacto. Así, en CDs y DVDs en los que el sustrato polimérico es policarbonato, el material de bolas de impacto puede ser policarbonato reciclado.

En una realización de la invención, se prefiere que la densidad del material de bolas de impacto no se diferencie demasiado ($\pm 50\%$) respecto de la del sustrato polimérico que se desea recuperar. Esto tiene el efecto de que se mejora la mezcla y dispersión, del material de bolas de impacto y las escamas. Si la densidad del material de bolas de impacto y la del sustrato polimérico son sustancialmente diferentes, puede ocurrir que se separen, lo que tiene por resultado un desgaste menos eficaz. Los tamaños del material de bolas de impacto, y de las escamas, pueden también ajustarse para mejorar la mezcla y dispersión de los dos.

La cantidad del material de bolas de impacto puede variar en función de la cantidad presente de material de escamas, y esto afectará a la velocidad de desgaste. Así, cuando la proporción de material de bolas de impacto es elevada en relación con la cantidad de escamas presentes, la velocidad de la retirada de metal, y de cualesquiera capas que lo recubran, es correspondientemente alta. Sin embargo, la velocidad de desgaste debería equilibrarse con la velocidad del desgaste, que probablemente se seguirá, del material y/o del aparato. Típicamente, la proporción en peso del material de bolas de impacto frente a las escamas es de 1:30, por ejemplo de 1:20. En la práctica, la proporción en peso escogida, estará influida por el tiempo deseado del proceso que, a su vez, puede estar influido por aspectos como son los costes eléctricos.

Un aspecto importante de la invención, es que la etapa de abrasión tiene lugar en presencia de agua. El agua funciona como lubricante, y como medio de transferencia térmica, y asimismo ayuda a transportar los productos molidos. Sin desear limitarse con las siguientes hipótesis, se cree que el desgaste de alta intensidad debido al material de bolas de impacto, conduce a una rápida de formación y calentamiento de las escamas, en el interfaz entre las diversas capas presentes, por ejemplo en el interfaz metal/sustrato polimérico, lo que conduce a la pérdida de adhesión y a la exfoliación. También puede compararse al corte de pintura oxidada para superficies, con un abrillantado para coches. Típicamente, la proporción en peso de agua frente a las escamas esta entre 1: 3 y 3: 1, y preferentemente 1: 1. Si la proporción de agua está muy

por encima de esto, el proceso de la invención trabaja con menos eficiencia.

El proceso de la invención puede llevarse a cabo bajo condiciones de temperatura y presión ambientales, aunque se apreciará que la etapa de abrasión provocará por sí misma un incremento de temperatura, debido a las interacciones por fricción. Típicamente, para un tiempo de proceso dado en el que se utiliza temperaturas inferiores, se necesita más material de bolas de impacto. Es posible llevar a cabo el proceso a temperaturas elevadas, y en parte esto puede conseguirse por medio de utilizar agua calentada en la etapa de abrasión. De hecho se ha encontrado que la temperatura elevada, ya sea impuesta externamente, por ejemplo mediante el uso de agua caliente y/o revestimiento térmico, o generada *in situ*, está asociada con la aceleración del proceso de desgaste. En el caso de CDs que tienen una capa externa de acrilato que recubre la capa metálica, el uso de temperaturas elevadas también reduce ventajosamente la integridad de la capa de acrilato, mediante lo que se facilita su retirada. A temperaturas elevadas, se espera que el acrilato se vuelva más pegajoso/pringoso, y esta propiedad puede conducir a una retirada mejorada de la capa metálica subyacente, cuando la propia capa de acrilato está retirada. El proceso de la invención puede, por tanto, llevarse a cabo a temperaturas elevadas siempre que el sustrato polimérico que se desea recuperar, no se vea adversamente afectado. Así, cuando el sustrato polimérico es un policarbonato, el proceso puede llevarse a cabo una temperatura de 120°C (en cuyo caso, el proceso debe llevarse a cabo bajo presión). Cuando el proceso se lleva a cabo a la presión atmosférica, la temperatura máxima será de 100 grados centígrados. Para determinar la temperatura a la que el proceso se lleva a cabo, debe tenerse en cuenta el incremento de temperatura debido a la propia operación de abrasión.

La abrasión tiene lugar en cualquier aparato adecuado, que sea capaz de provocar una gran cizalla entre los flecos y el material de bolas de impacto. Así, puede utilizarse un mezclador de gran cizalla, un molinillo de desgaste por agitación, un mezclador de abrasión de clavija, o una trituradora a bolas. La duración de la abrasión puede variar en función de factores como el recorte impartido por el mezclador, el tipo y la proporción del material de bolas de impacto, el tamaño de los flecos y la temperatura, y puede determinarse en un esquema caso por caso, para unos resultados óptimos.

Previamente a la abrasión, se prefiere que los flecos sean lavados en un medio acuoso que contenga un detergente, o un agente tensioactivo, adecuados para retirar cualquier material de partículas y contaminantes absorbidos, respecto de la superficie de las escamas.

A continuación de la abrasión, se añade agua a las escamas de material de sustrato polimérico. Esta lava eficazmente las escamas, para retirar cualesquiera productos de desgaste, y el material de bolas de impacto. Preferentemente, las escamas son sometidas al recorte, lavadas en agua. El agua utilizada en esta etapa puede ser reciclada para la etapa de abrasión, al efecto de minimizar las pérdidas de componentes potencialmente valiosos.

Después, las escamas del sustrato polimérico lavado son separadas respecto del material que contiene metal, y respecto de otros materiales como son los derivados de cualesquiera capas superpuestas, utilizan-

do técnicas convencionales. Las escamas separadas de sustrato polimérico, pueden entonces ser desecadas, y secadas por técnicas convencionales. Ahora el sustrato polimérico está en una forma que puede ser útil para nuevas aplicaciones. En función de la calidad del polímero resultante, esto puede incluir el reciclaje para un material electrónico, como un CD o un DVD. Alternativamente, el material de sustrato polimérico puede ser utilizado en aplicaciones en las que no es crítica la calidad del material.

El material que contiene metal, es tratado para recuperar el metal. Esto puede conseguirse utilizando un espesante, como es un espesante Lamella, que permite que los sólidos de metal se decanten y fluyan en el agua, para su retirada. En esta etapa puede utilizarse un agente floculante convencional. Después puede recuperarse el metal, mediante técnicas de filtración, así como mediante el uso de un filtro a presión, un filtro de tambor o un filtro de cinta. Se obtiene una pastilla de metal.

En el caso de CDs y DVDs, el material electrónico de desecho incluye principalmente polímeros de policarbonato, aluminio y oro. Sin embargo, pueden también estar presentes una serie de otros materiales. Estos incluyen diversos adhesivos, materiales poliméricos, lacas y tintas de impresión. Para maximizar el valor del polímero de policarbonato es importante, y se prefiere, que en su estado recuperado esté libre de contaminantes, y además que su peso molecular no haya sido reducido adversamente por el proceso de recuperación. Cualquier reducción no deseable en el peso molecular, puede ser recuperada incrementando el peso molecular de acuerdo con técnicas convencionales. Es menos importante que el oro esté libre de otros materiales cuando la concentración de oro de relativamente baja, típicamente de sólo 100 ppm.

En una realización de la invención, el proceso puede utilizarse para recuperar policarbonato y metal de un CD o un DVD. Los CDs tienen típicamente una capa de sustrato de policarbonato, que está revestida en un lado con una capa metálica de respaldo (usualmente aluminio). El CD incluye, además, una capa externa sobre la capa metálica de respaldo y la capa de acrilato. La presente invención puede ser aplicada para desprender la capa de acrilato, de la capa de metal, al efecto de aislar el policarbonato. También puede recuperarse el metal. Los DVDs pueden ser de una cara, o de doble cara. En la versión de doble cara, una capa de metal, típicamente oro o una aleación de oro, esta intercalada entre dos capas de sustrato de policarbonato, y puede proporcionarse capas de acrilato como capas externas, sobre las respectivas capas de sustrato de policarbonato. El metal está usualmente ligado a las capas de policarbonato con un adhesivo. Para acceder a la capa de metal, es necesario exfoliar la estructura del DVD. Usualmente esto da comienzo cortando el DVD en escamas, y sigue con la subsiguiente abrasión. El policarbonato puede ser aislado como se describe, utilizando abrasión/desgaste.

Como ejemplo práctico, cuando se recicla un CD o un DVD del tipo descrito se prefiere que el CD o el DVD, estén cortados en escamas que tengan una distribución del tamaño de partículas, homogénea, de aproximadamente 6 mm. La proporción en peso de agua:escamas utilizada es típicamente 1:1, y la temperatura del proceso es de aproximadamente 80°C. Como material de bolas de impacto, puede utilizarse polvo de sílice con un tamaño de partículas máximo

de 150 μm , o bolitas de policarbonato con un tamaño de partículas de 1 a 2 mm. En cualquier caso, la proporción en peso del material de bolas de impacto frente a las escamas, es de aproximadamente 1:20.

Aunque es fácilmente aplicable a lo que puede considerarse como materiales electrónicos convencionales, la invención puede ser aplicada a cualquier material de desecho en el que se proporcione un metal sobre un sustrato polimérico. Por ejemplo, la invención puede utilizarse para reciclar ventanas de aviones, y los forros reflectantes de los faros delanteros de un vehículo.

Ahora se ilustra la invención mediante los siguientes ejemplos no limitativos. En los ejemplos, las estimaciones de la limpieza de la muestra son evaluadas visualmente, con la ayuda de un amplificador óptico.

Ejemplo 1

Se redujo 100 discos DVD, a escamas astilladas con una dimensión máxima de 10 mm, en una laminadora mecánica. Las virutas se limpiaron químicamente en una estación de lavado, para remover contaminantes superficiales. Después el material fue separado por tamaños, por encima y por debajo de 3 mm, utilizando un tamiz. Las porciones menores de 3 mm fueron molidas utilizando un medio Ballotini (cuentas de vidrio menores de 1 mm de diámetro) durante una hora. Las partes mayores de 3 mm fueron molidas por separado, utilizando un medio Ballotini. Las escamas lavadas fueron suministradas a una abrasión de bolas con agitación, donde fueron molidas durante 15 minutos con un medio Ballotini. Sorprendentemente, se estimó que al menos el 80% de la capa superficial adherente, fue removida por la acción de las bolas, y el agua ahora calentada.

El material procedente de estas abrasiones fue separado en función de su tamaño, en fracciones ricas en oro y ricas en polímero. La fracción de polimetilo fue deshidratada y secada, para proporcionar una calidad de compuesto de policarbonato, de alta pureza.

Ejemplo 2

Se molió 0,2 kg de escamas de 6 mm de un CD, y 0,24 kg de agua (calentada 80°C), utilizando un propulsor de clavija, en un recipiente de 90 mm de diámetro, rodeado por un recipiente de 110 mm de diámetro, a modo de camisa de agua. El medio de bolas de impacto, fueron 10 g de piedra pómez, con un tamaño de partículas máximo de aproximadamente 300 μm . El propulsor fue manejado a unas 1 500 rpm. En el curso de una hora, se observó un incremento de temperatura de 8°C (la temperatura del agua cayó inicialmente hasta 72°C). Después de tan sólo un cuarto de hora, se estimó que las escamas estaban lavadas en un 99%.

Ejemplo 3

Se repitió el ejemplo 2, excepto por cuanto que el recipiente fue de 88 mm de diámetro, el propulsor se manejó a 2095 rpm, y la prueba se llevó a cabo durante 60 minutos. La temperatura del agua después de la adición al recipiente se midió a 35°C, creciendo hasta 65°C después de un total de 60 minutos. Se estimó que una muestra tomada a los 30 minutos, estaba limpia al 97%. Se estimó que una muestra tomada después de 60 minutos, estaba limpia al 99%.

Ejemplo 4

Se repitió el ejemplo 3, excepto en que la piedra pómez fue reemplazada con 10 g de sílice, con un tamaño máximo de partículas de 150 μm . Después de 15 minutos, la temperatura del agua era de 75°C,

elevándose a 87°C después de otros 15 minutos. Se tomó muestras a los 5 y 30 minutos, y se estimó que estaban limpias entre el 95% y el 97%.

Ejemplo 5

Se repitió el ejemplo 3, siendo la temperatura del agua de 72°C después de 5 minutos, elevándose a 95°C después de 15 minutos. Se estimó que una muestra tomada después de 5 minutos, estaba limpia al 99%.

Ejemplo 6

Se molió 0,1 kg de escamas de 6 mm de un DVD, y 0,28 kg de agua, utilizando un propulsor de clavija, en un recipiente de PVC de 83 mm, utilizando 5 g de piedra pómez con un tamaño de partículas máximo de 300 µm. Después de 5 minutos, la temperatura era de 35°C, creciendo hasta 65°C después de un total de 30 minutos. Se tomó muestras a los 15 y a los 30 minutos, en que se estimó estaban limpias al menos al

96%, y al menos al 98%, respectivamente.

Como un aspecto independiente de la presente invención, es posible que las escamas del material de desecho funcionen como material de bolas de impacto, es decir, no es esencial incluir ningún abrasivo externo para conseguir el desgaste deseado. La presente especificación puede ser comprendida con ello en mente. Esto es particularmente útil cuando se recicla CDs.

En la totalidad de esta especificación, y en las reivindicaciones que la siguen, salvo que el contexto requiera lo contrario, la palabra “comprender”, y variaciones como “comprende” y “que comprende”, se entiende implican la inclusión de un número entero o etapa, o un grupo de números enteros o de etapas, aquí expuestos, pero no la exclusión de ningún otro número entero o etapa, o grupo de números enteros o etapas.

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para reciclar un material electrónico de desecho, que comprende un metal provisto sobre un sustrato polimérico, método que comprende:

- moler material electrónico de desecho en escamas, que comprende un sustrato polimérico que tiene una capa metálica que recubre el mencionado sustrato polimérico, y una capa adicional superpuesta, con un material de bolas de impacto en presencia de agua, para producir escamas de sustrato polimérico limpias, separadas del mencionado recubrimiento de capa metálica, y de la mencionada capa o capas superpuestas;
- añadir agua al material molido, y separar las escamas del sustrato polimérico limpio, respecto del material que contiene metal;
- deshidratar y secar las escamas de sustrato polimérico limpio; y
- tratar el material que contiene metal, para recuperar el metal.

2. Un proceso acorde con la reivindicación 1, en el que el material electrónico de desecho es un CD o un DVD.

3. Un proceso acorde con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que se lleva a cabo a una temperatura, desde la temperatura ambiente hasta 85°C.

4. Un proceso acorde con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que se lleva a cabo una temperatura, desde temperatura ambiente hasta 120°C.

5. Un proceso acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la proporción en peso, de agua frente a escamas, está entre 1:3 y 3:1.

6. Un proceso acorde con la reivindicación 5, en el que la proporción en peso de agua frente a escamas es de 1:1.

7. Un proceso acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el tamaño de las escamas está entre 1 y 20 mm.

8. Un proceso acorde con la reivindicación 7, en el que el tamaño de las escamas es de 4 a 8 mm.

9. Un proceso acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el material de bolas de impacto está seleccionado entre plásticos, materiales que contienen silicio, cerámicas y polvos metálicos.

10. Un proceso acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el material de bolas de impacto es piedra pómez o sílice.

11. Un proceso acorde con la reivindicación 10, en el que la piedra pómez tiene un tamaño de partículas de 300 μm o menos.

12. Un proceso acorde con la reivindicación 10, en el que la sílice tiene un tamaño de partículas de 150 μm o menos.

13. Un proceso acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el material de bolas de impacto es un sustrato polimérico reciclado.

14. Un proceso acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende las etapas de:

- moler material electrónico de desecho en escamas, que está por encima de un tamaño de escama predeterminado, con un diámetro del material de bolas de impacto de un primer tamaño, en presencia de agua, al efecto de producir escamas de sustrato polimérico limpio;
- moler material electrónico de desecho en escamas, que es igual o inferior al tamaño predeterminado, con un diámetro del material de bolas de impacto de un segundo tamaño, en presencia de agua, para producir escamas de sustrato polimérico limpio;
- añadir agua al material molido, y separar las escamas de sustrato polimérico limpio, respecto del material que contiene metal;
- deshidratar y secar las escamas de sustrato polimérico limpio; y
- tratar el material que contiene metal, al efecto de recuperar el metal.

15. Un proceso acorde con la reivindicación 14, que comprende, previamente a la primera etapa de molienda:

- transportar un flujo de residuos, de material electrónico de desecho, a una estación de separación en escamas;
- dividir el material en escamas, en la estación de separación en escamas; y
- transportar las escamas a una estación de molienda.