

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 951 485**

51 Int. Cl.:

C03C 1/02 (2006.01)

C03C 3/087 (2006.01)

C03B 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2014** **PCT/US2014/020968**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014** **WO14149795**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2014** **E 14712489 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2023** **EP 2969983**

54 Título: **Materiales de mezcla de vidrio que tienen una estructura de núcleo-cubierta**

30 Prioridad:

15.03.2013 US 201313837962

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
23.10.2023

73 Titular/es:

**OWENS-BROCKWAY GLASS CONTAINER INC.
(100.0%)
One Michael Owens Way
Perrysburg, OH 43551, US**

72 Inventor/es:

**MASTEK, WITOLD, W.;
SUNDARARAJAN, DESIKAN;
CLARK, TERENCE, J. y
ZAMBRANO BECERRA, MELISA, Y.**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 951 485 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

Materiales de mezcla de vidrio que tienen una estructura de núcleo-cubierta

- 5 La presente divulgación se refiere a materiales de mezcla de vidrio y a métodos para preparar dichos materiales de mezcla de vidrio para fundir en un horno de vidrio para producir vidrio fundido.

Antecedentes y resumen de la descripción

- 10 El vidrio de sosa y cal, también denominado vidrio de sosa-cal-sílice, se prepara de manera convencional fundiendo una mezcla de materiales formadores de vidrio conocidos como “mezcla de vidrio” en un horno o tanque hasta que se produce una masa fundida de vidrio sustancialmente homogéneo. Generalmente es deseable mantener un contacto íntimo entre los materiales de mezcla de vidrio durante el procedimiento de fusión para reducir la temperatura de fusión y el “tiempo de permanencia” de la masa fundida de vidrio, es decir, el tiempo requerido para fundir completamente
15 todos los materiales cristalinos de origen discontinuo. Los intentos para reducir los tiempos de permanencia de la masa fundida de vidrio han incluido la reducción del tamaño de partícula de los materiales utilizados para preparar la mezcla de vidrio. Sin embargo, las mezclas de vidrio finamente molido tienden a crear más polvo y pueden dar como resultado la segregación o separación de los materiales de mezcla de vidrio debido a diferencias en el tamaño de partícula o densidad.

- 20 La patente de los EE.UU. n.º 8.636.932 divulga un procedimiento para la granulación en húmedo de materiales en polvo para la producción de vidrio, en donde los gránulos obtenidos están destinados a alimentarse posteriormente a un horno de fusión. Los gránulos pueden ser heterogéneos y pueden incluir un núcleo de composición A encerrado por una carcasa de la composición B.

- 25 La publicación de solicitud de patente de los EE.UU. n.º 2014/024518 divulga un gránulo para su uso en la fabricación de vidrio mediante un procedimiento de mezcla de vidrio que comprende un núcleo que comprende SiO_2 y una o más capas sobre el núcleo, en donde al menos una de las capas es una capa eutéctica o casi eutéctica. La capa eutéctica o casi eutéctica puede consistir en una mezcla de SiO_2 y Na_2O . Una capa de recubrimiento sobre la capa eutéctica o casi eutéctica puede consistir en una mezcla de Na_2CO_3 - CaCO_3 .

- 30 La publicación de solicitud de patente de los EE.UU. n.º 2008/0087044 divulga una mezcla selectiva para vidrios que contienen boro que incluye un método de formación de una masa fundida de vidrio. Cada primer gránulo de pre-mezcla respectivo define un aglomerado cohesivo.

- 35 La patente de los EE.UU. 4 418 153 divulga gránulos de mezcla de vidrio estratificados para producirse en un procedimiento continuo.

- 40 Un objetivo general de la presente divulgación es proporcionar una mezcla de vidrio de sosa y cal en forma de gránulos, que puede utilizarse para mejorar la eficiencia energética de un procedimiento de fusión de vidrio reduciendo la temperatura de fusión y el tiempo de permanencia de la masa fundida de vidrio.

- 45 La presente divulgación abarca una serie de aspectos que pueden implementarse por separado o en combinación entre sí.

- Un gránulo de núcleo-cubierta para producir vidrio de sosa y cal, según un aspecto de la divulgación se define en la reivindicación 1.

- 50 Un procedimiento para producir una mezcla de vidrio de sosa y cal en forma de gránulos, según otro aspecto de la divulgación se define en la reivindicación 7 e incluye: (a) proporcionar una pluralidad de materiales de mezcla de vidrio en cantidades según una composición de mezcla de vidrio de sosa y cal, (b) mezclar una primera porción de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio con un primer agente de unión para formar gránulos de núcleo, y (c) mezclar una porción restante de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio con los gránulos de núcleo y un segundo agente de unión para formar gránulos de núcleo-cubierta. La pluralidad de materiales de mezcla de vidrio
55 incluye un material que contiene silicio (Si), un material que contiene calcio (Ca) y un material que contiene sodio (Na), y la primera porción incluye una porción principal de los materiales que contienen silicio (Si) y calcio (Ca) provistos de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio, pero solo una porción minoritaria del material que contiene sodio (Na) provisto de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio.

- 60 Un procedimiento para producir vidrio de sosa y cal, según otro aspecto más de la divulgación se define en la reivindicación 18.

Breve descripción de los dibujos

- 65 La divulgación, junto con los objetos, características, ventajas y aspectos adicionales de la misma, se comprenderá mejor a partir de la siguiente descripción, las reivindicaciones adjuntas y los dibujos adjuntos, en los que:

Las figuras 1A y 1B son imágenes de microscopio de un gránulo de núcleo-cubierta que se formó según un ejemplo de realización de la divulgación; y

- 5 la figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para formar una pluralidad de materiales de mezcla de vidrio de sosa y cal en gránulos de núcleo-cubierta, según un ejemplo de realización de la divulgación.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

- 10 Según realizaciones de la presente divulgación, se prepara una pluralidad de materiales de formación de vidrio de sosa y cal (o materiales de mezcla de vidrio) en forma de gránulos que tienen una estructura de núcleo-cubierta y se funden en un horno de vidrio para producir vidrio fundido de sosa y cal. Cada gránulo en sí mismo constituye una composición de mezcla de vidrio de sosa y cal sustancialmente completa; sin embargo, la composición de cada gránulo no es homogénea. Específicamente, cada gránulo tiene un núcleo interno y una cubierta externa con diferentes propiedades químicas y/o físicas. En particular, los materiales en la cubierta de cada gránulo se formulan para producir un sistema binario de $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$ cuando se funde, y los materiales en el núcleo de cada gránulo se formulan en estado fundido después de los materiales en la cubierta para producir un sistema ternario de $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO}$. Al formar los materiales de mezcla de vidrio de sosa y cal en estos gránulos de núcleo-cubierta formulados específicamente, los materiales de mezcla de vidrio pueden fundirse a una temperatura más baja y en menos tiempo que una mezcla de vidrio de sosa y cal tradicional, que se prepara como una mezcla de polvo suelto uniforme. El término “gránulo”, como se usa en el presente documento, se refiere a una masa sustancialmente esférica consolidada de partículas sólidas que se ha producido mediante procedimientos y equipos de granulación convencionales.

- 25 Como se muestra en las figuras 1A y 1B, cada gránulo de núcleo-cubierta incluye un núcleo interno y una cubierta externa. El núcleo interno incluye una primera porción de los materiales necesarios para producir una composición de mezcla de vidrio de sosa y cal, y la cubierta externa incluye una segunda porción o porción restante de los materiales necesarios para producir la composición de mezcla de vidrio de sosa y cal. En particular, la cubierta externa incluye una selección de materiales de mezcla de vidrio que se formulan para producir un sistema binario de $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$, y el núcleo interno incluye una selección de materiales de mezcla de vidrio que se formulan para fundirse después de los materiales en la cubierta para producir un sistema ternario de $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO}$. En algunas realizaciones, el gránulo de núcleo-cubierta también puede incluir una capa externa de desechos de vidrio para ayudar a aumentar la velocidad de fusión del gránulo de núcleo-cubierta. Los materiales en el núcleo interno del gránulo representan preferiblemente el 70-90 % en peso del gránulo de núcleo-cubierta global.

- 35 El término “mezcla de vidrio de sosa y cal”, tal como se usa en el presente documento, significa una combinación de materiales que pueden fundirse entre sí para producir vidrio de sosa y cal. El vidrio de sosa y cal normalmente incluye: del 60-75 % en peso de SiO_2 , del 7-15 % en peso de Na_2O , del 6-12 % en peso de CaO , y menos del 5 % en peso de otros ingredientes minoritarios. Más específicamente, el vidrio de sosa y cal incluye: del 70-75 % en peso de SiO_2 , del 12-14 % en peso de Na_2O , del 10-12 % en peso de CaO , del 0,1-3 % en peso de Al_2O_3 , del 0-2 % en peso de MgO , del 0-2 % en peso de K_2O , y menos del 1,0 % en peso de otros ingredientes minoritarios.

- La figura 2 ilustra un ejemplo de procedimiento 100 que puede usarse para formar una pluralidad de gránulos de núcleo-cubierta. Una primera etapa 10 del procedimiento incluye proporcionar una pluralidad de materiales de mezcla de vidrio en cantidades según una composición deseada para una mezcla de vidrio de sosa y cal. Por consiguiente, esta etapa del procedimiento incluye proporcionar materiales que contengan una fuente de silicio (Si), sodio (Na) o calcio (Ca), o una combinación de los mismos. Las fuentes tradicionales de silicio (Si), sodio (Na) y calcio (Ca) en la industria de fabricación de vidrio incluyen arena (SiO_2), ceniza de sosa (Na_2CO_3) y piedra caliza (CaCO_3), respectivamente, así como también desechos de vidrio. Además de estos materiales, otras fuentes de silicio (Si), sodio (Na) y/o calcio (Ca) incluyen: aragonita (CaCO_3), wollastonita (CaSiO_3), escorias, SYNSIL[®], dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), forsterita (Mg_2SiO_4), belita (Ca_2SiO_4), trona ($\text{Na}_3(\text{CO}_3)(\text{HCO}_3) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e hidróxido de sodio (NaOH), por nombrar algunos. Otros materiales pueden proporcionarse adicionalmente en la etapa 10 en cantidades relativamente minoritarias para formar una mezcla de vidrio de sosa y cal que tiene una composición química específica. Estos materiales adicionales pueden denominarse “minoritarios”, y pueden incluir: materiales que contienen una fuente de aluminio (Al), potasio (K) y/o magnesio (Mg), así como materiales que pueden ser necesarios para ayudar a refinar, colorear o ajustar el estado redox de la masa fundida de vidrio.

- Los materiales de mezcla de vidrio proporcionados en la etapa 10 se proporcionan preferiblemente en forma de polvo. Por ejemplo, cada material de mezcla de vidrio proporcionado en la etapa 10 puede estar en forma de una mezcla en forma de partículas que tiene un diámetro de partícula promedio en el intervalo de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 1 mm. En un ejemplo específico, cada uno de los materiales de mezcla de vidrio puede proporcionarse como una mezcla en forma de partículas que tiene un diámetro de partícula promedio en el intervalo de aproximadamente 200 μm a aproximadamente 400 μm .

- En las etapas 20a y 20b, la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio se divide en una primera porción y una segunda porción o porción restante. La primera porción de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio incluye una mezcla de materiales que contienen silicio (Si) y calcio (Ca). Más específicamente, la primera porción incluye

preferiblemente una porción principal de los materiales que contienen silicio (Si) y calcio (Ca) en la mezcla de vidrio, y opcionalmente una porción minoritaria de los materiales que contienen sodio (Na). Además, la primera porción preferiblemente incluye sustancialmente todos los materiales minoritarios necesarios para completar la composición de mezcla de vidrio de sosa y cal.

La segunda porción de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio incluye una mezcla de materiales que contienen silicio (Si) y sodio (Na). Más específicamente, la segunda porción incluye preferiblemente una porción principal de los materiales que contienen sodio (Na) en la mezcla de vidrio, una porción minoritaria de los materiales que contienen silicio (Si) y opcionalmente una porción minoritaria de los materiales que contienen calcio (Ca) en la mezcla de vidrio. En la mayoría de los casos, la segunda porción de los materiales de mezcla de vidrio no incluirá ninguno de los materiales minoritarios.

En una realización específica, los materiales de mezcla de vidrio de sosa y cal utilizados para preparar los gránulos de núcleo-cubierta de la presente divulgación incluyen una combinación de arena, ceniza de sosa, piedra caliza, desechos de vidrio y cantidades relativamente pequeñas de otros ingredientes minoritarios. En tal caso, la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio proporcionados en la etapa 10 se puede dividir en una primera porción y una segunda porción en las etapas 20a, 20b como se muestra en la tabla a continuación.

Materiales de mezcla de vidrio de sosa y cal	Primera porción (% en peso)	Segunda porción (% en peso)	Primera y segunda porciones (% en peso)
Sílice	60-100	0-40	100
Ceniza de sosa	0-30	70-100	100
Piedra caliza	70-100	0-30	100
Desechos de vidrio	0-20	0-20	100
Ingredientes minoritarios	0-100	0-100	100

En la realización mostrada en la figura 2, la primera y segunda porciones de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio se mezclan por separado uno de otro en las etapas 30a y 30b para formar primera y segunda mezclas de polvo, respectivamente. Las mezclas de polvo primera y segunda tienen en cada caso una composición sustancialmente uniforme; sin embargo, la composición química de la primera mezcla de polvo será diferente de la de la segunda mezcla de polvo. En particular, la primera mezcla de polvo incluye una porción principal de los materiales que contienen calcio (Ca) en la mezcla de vidrio y, por lo tanto, se puede denominar “rica en calcio”. Por otro lado, la segunda mezcla de polvo incluye una porción principal de los materiales que contienen sodio (Na) en la mezcla de vidrio y, por lo tanto, se puede denominar “rica en sodio”.

La etapa 40 del procedimiento implica granular la primera mezcla de polvo en gránulos de núcleo para su uso en la formación posterior de los gránulos de núcleo-cubierta de la presente divulgación. La granulación de la primera mezcla de polvo se puede lograr usando un procedimiento de granulación en húmedo. En general, los procedimientos de granulación en húmedo implican añadir una cantidad adecuada de un agente de unión líquido a una mezcla de polvo seco con mezclado vigoroso hasta que se formen gránulos discretos de un tamaño deseado. La agitación y/o el mezclado del agente de unión líquido y la mezcla de polvo seco se realiza generalmente usando agitadores o paletas mecánicos, un granulador tipo artesa, disco o tambor, o un lecho fluidizado. Más específicamente, la granulación de la primera mezcla de polvo en gránulos de núcleo puede lograrse añadiendo cantidades adecuadas de un agente de unión líquido a la primera mezcla de polvo hasta que se forman gránulos de núcleo que tienen un diámetro promedio en el intervalo de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 4 mm. Por ejemplo, puede añadirse un agente de unión en una cantidad que constituye hasta aproximadamente el 20 % en peso de la primera mezcla de polvo para formar los gránulos de núcleo. En un ejemplo específico, se puede añadir un agente de unión en una cantidad que constituye entre el 5 % en peso y el 10 % en peso de la primera mezcla de polvo.

El agente de unión usado en la etapa 40 para preparar los gránulos de núcleo, o en la etapa 60 para preparar los gránulos de núcleo-cubierta, puede estar en forma de una solución o una suspensión que incluye un material aglutinante y un disolvente, por ejemplo, agua. Los agentes de unión líquidos adecuados que tienen una concentración deseada de material aglutinante pueden adquirirse de fuentes comerciales, o prepararse combinando un material aglutinante seco adecuado con un disolvente y agitando la mezcla hasta que se forme una solución o suspensión. Los agentes de unión adecuados pueden incluir aproximadamente un 50 % en peso de material aglutinante. Por ejemplo, el material aglutinante puede constituir adecuadamente entre el 40 % en peso y el 60 % en peso del agente de unión. La cantidad global de agente de unión usado en las etapas 40 y 60 para preparar los gránulos de núcleo-cubierta puede constituir hasta el 30 % en peso de los materiales de mezcla de vidrio de sosa y cal, usándose del 60-80 % en peso del agente de unión para preparar los gránulos de núcleo en la etapa 40, y usándose la cantidad restante para preparar los gránulos de núcleo-cubierta en la etapa 60. Los materiales aglutinantes adecuados para su uso en el agente de unión pueden incluir hidróxidos de metales alcalinos o alcalinotérreos, silicatos de metales alcalinos o

alcalinotérreos, silicatos de aluminio o una combinación de los mismos. Los ejemplos de algunos materiales aglutinantes específicos que pueden usarse adecuadamente o en combinación entre sí para preparar el agente de unión incluyen: hidróxido de sodio (NaOH), silicato de sodio ($\text{Na}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_2$), silicato de litio ($\text{Li}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_2$), silicato de potasio ($\text{K}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_2$), bentonita, caolín, zeolitas, tierra de diatomeas, feldespato y yeso, por nombrar algunos. Si se usa silicato de sodio como material aglutinante, la relación de SiO_2 con respecto a Na_2O en el agente de unión puede variar de 1:1 a 4:1.

Después de la formación, los gránulos de núcleo pueden secarse, por ejemplo, usando un secador discontinuo o continuo, o un secador de lecho fluido, etapa 50. Los gránulos de núcleo pueden secarse a una temperatura de aproximadamente 75 grados Celsius durante aproximadamente 2 horas. Por ejemplo, los gránulos de núcleo pueden secarse a una temperatura en el intervalo de 50 grados Celsius a 200 grados Celsius durante 0,1 horas a 5 horas.

En la etapa 60, los gránulos de núcleo se recubren uniformemente con una capa superpuesta, o una "sobrerrecubrimiento" de material que incluye la segunda mezcla de polvo. El sobrerrecubrimiento puede formarse en los gránulos de núcleo mezclando los gránulos de núcleo con la segunda mezcla de polvo, y luego añadiendo un agente de unión líquido a la mezcla con agitación continua. Las cantidades adecuadas del agente de unión líquido se añaden preferiblemente a la mezcla de los gránulos de núcleo y la segunda mezcla de polvo hasta que se forman gránulos discretos que tienen un núcleo y un sobrerrecubrimiento adecuadamente grueso. Los gránulos de núcleo, la segunda mezcla de polvo y el agente de unión se mezclan preferiblemente entre sí de manera que los materiales en partículas en la segunda mezcla de polvo se adhieren a los gránulos de núcleo y forman estructuras en forma de cubierta alrededor de los gránulos de núcleo, en lugar de formar nuevos gránulos. El agente de unión líquido puede añadirse en cantidades adecuadas para formar gránulos de núcleo-cubierta que tienen un diámetro promedio en el intervalo de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 10 mm. En un ejemplo específico, pueden formarse gránulos de núcleo-cubierta que tienen un diámetro promedio en el intervalo de 1 mm a 4 mm. El agente de unión líquido usado para formar los gránulos de núcleo-cubierta puede añadirse en una cantidad que constituye hasta aproximadamente el 20 % en peso de la segunda mezcla de polvo. Por ejemplo, el agente de unión líquido puede añadirse en una cantidad que constituye entre el 50 % en peso y el 10 % en peso de la segunda mezcla de polvo.

En algunas realizaciones, los gránulos de núcleo-cubierta producidos por las etapas anteriores pueden recubrirse con una capa externa adicional de desechos de vidrio, etapa 70. Si es deseable formar una capa externa de desechos de vidrio en los gránulos de núcleo-cubierta, esta capa externa puede formarse adecuadamente en los gránulos de núcleo-cubierta antes de que se sequen. La capa externa de desechos de vidrio puede formarse mezclando los gránulos de núcleo-cubierta con partículas de desechos de vidrio. Se puede añadir un agente de unión.

Posteriormente, los gránulos de núcleo-cubierta y la capa externa opcional de desechos de vidrio se secan en la etapa 80. Cualquiera de las técnicas, temperaturas y/o tiempos enumerados anteriormente con respecto al secado de los gránulos de núcleo en la etapa 50 puede usarse adecuadamente para secar los gránulos de núcleo-cubierta en esta etapa. Después del secado, la porción de núcleo y la porción de cubierta de los gránulos de núcleo-cubierta pueden tener una relación en peso de aproximadamente 4:1. La relación de la porción de núcleo con respecto a la porción de cubierta de los gránulos de núcleo-cubierta secados se encuentra en el intervalo de 3:1 a 6:1.

Los gránulos de núcleo-cubierta formados según la presente divulgación se formulan para controlar algunas de las reacciones químicas que ocurren entre los materiales de mezcla de vidrio durante el procedimiento de fusión. En particular, los gránulos de núcleo-cubierta se configuran de modo que una porción principal de los materiales que contienen sodio (Na) reaccionen primero con sílice (SiO_2) para formar un sistema binario de $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$, y entonces este sistema binario de $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$ se deja que reaccione con los componentes restantes de la mezcla de vidrio para formar un sistema ternario de $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO}$. Al controlar las reacciones químicas de los materiales de mezcla de vidrio de esta manera, los materiales de mezcla de vidrio se pueden fundir a una temperatura relativamente baja y durante un tiempo relativamente corto, en comparación con los procedimientos de fusión de mezcla de vidrio tradicionales.

Ejemplo

Los gránulos de núcleo-cubierta se prepararon en un entorno de laboratorio a partir de una combinación de materiales de mezcla de vidrio tradicionales, y se observaron los tiempos de fusión y las temperaturas necesarias para disolver completamente todos los granos de arena en las masas fundidas resultantes. Para comparación, también se preparó una mezcla de polvo suelto que incluye los mismos materiales de mezcla de vidrio en las mismas proporciones que los gránulos de núcleo-cubierta, y se compararon los tiempos de fusión y las temperaturas de la mezcla de polvo suelto con los de los gránulos de núcleo-cubierta. Los gránulos de núcleo-cubierta y la mezcla de polvo suelto tenían en cada caso una composición de mezcla de vidrio de sosa y cal que incluía: 58,94 % en peso de arena, 18,73 % en peso de ceniza de sosa, 17,34 % en peso de piedra caliza y 5 % en peso de sienita nefelínica (una fuente de aluminio). El tamaño de malla de todos los materiales de mezcla de vidrio era de -60 de malla.

Los gránulos de núcleo-cubierta se prepararon dividiendo primero los materiales de mezcla de vidrio tradicionales en una porción de núcleo y una porción de cubierta como se muestra en la tabla a continuación.

	Materiales de mezcla de vidrio	Núcleo (% en peso)	Cubierta (% en peso)	Total (% en peso)
	Arena	80	20	100
5	Ceniza de sosa	30	70	100
	Piedra caliza	100	0	100
	Sienita nefelínica	100	0	100

- 10 Se formaron gránulos de núcleo granulando los materiales de núcleo en un granulador de tambor usando un agente de unión de silicato de sodio acuoso, que se roció sobre los materiales de núcleo a medida que se mezclaron en el granulador de tambor. Los gránulos de núcleo tal como se forman se tamizaron usando un tamiz de 8 de malla y un tamiz de 16 de malla. Los gránulos sobredimensionados (+8 de malla) se aplastaron y reciclaron de nuevo en el
- 15 granulador de tambor, y los gránulos de tamaño inferior (-16 de malla) se reciclaron directamente de vuelta al granulador de tambor. Todos los gránulos de núcleo que pasaron a la siguiente etapa del procedimiento eran de -8/+16 de malla. A continuación, los gránulos de núcleo se secaron en un secador discontinuo a una temperatura de 75 °C durante 2 horas para solidificar y endurecer los gránulos.
- 20 Los gránulos de núcleo secados se recubrieron a continuación con los materiales de mezcla de vidrio restantes introduciendo los gránulos de núcleo en un granulador de tambor junto con los materiales de cubierta y un agente de unión de silicato de sodio acuoso. Como antes, el agente de unión se pulverizó sobre los gránulos de núcleo y los materiales de cubierta a medida que se mezclaban en el granulador de tambor. Los gránulos de núcleo-cubierta tal como se forman eran de -10/+16 de malla. Los gránulos de núcleo-cubierta se secaron luego en un secador
- 25 discontinuo a una temperatura de 75 °C durante 2 horas para solidificar y endurecer los gránulos.
- 30 La relación molar de SiO₂ con respecto a Na₂O en el agente acuoso de unión de silicato de sodio era de 3,22:1. La cantidad global de agente de unión usada para preparar los gránulos de núcleo-cubierta constituyó aproximadamente el 14 % en peso de los materiales de núcleo y cubierta, constituyendo el silicato de sodio aproximadamente el 5 % en peso y constituyendo el agua el resto.
- 35 Cinco muestras de los gránulos de núcleo-cubierta y cinco muestras de la mezcla de polvo suelto de materiales de mezcla de vidrio se fundieron individualmente en un horno de laboratorio durante 30, 60, 90, 120 y 150 minutos, respectivamente, a una temperatura de aproximadamente 1400 °C. Si se observó que los gránulos de núcleo-cubierta eran capaces de producir una masa fundida de vidrio homogénea sin mezcla después de que se fundieran solamente 90 minutos, mientras que la mezcla de polvo suelto de materiales de mezcla de vidrio tenía que fundirse durante al menos 120 minutos antes de que la masa fundida resultante estuviera exenta de mezcla.
- 40 Por lo tanto, se ha divulgado un material de mezcla de vidrio de sosa y cal que tiene una estructura de núcleo-cubierta y un procedimiento para producir dicho material de mezcla de vidrio que satisface completamente todos los objetos y objetivos expuestos anteriormente. La divulgación se ha presentado junto con varias realizaciones ilustrativas, y se han expuesto modificaciones y variaciones adicionales. Otras modificaciones y variaciones se les ocurrirán fácilmente a los expertos en la técnica en vista de la exposición anterior.

REIVINDICACIONES

1. Un gránulo de núcleo-cubierta para producir vidrio de sosa y cal, que incluye:

una pluralidad de materiales de mezcla de vidrio en cantidades según una composición de mezcla de vidrio de sosa y cal, incluyendo la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio materiales que contienen silicio (Si), materiales que contienen calcio (Ca) y materiales que contienen sodio (Na); un núcleo que incluye una porción principal de los materiales que contienen calcio (Ca) y una porción principal de los materiales que contienen silicio (Si) presentes en la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio; y
una cubierta que rodea el núcleo que incluye una porción principal de los materiales que contienen sodio (Na) y una porción minoritaria de los materiales que contienen silicio (Si) presentes en la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio,
en donde el núcleo y la cubierta tienen diferentes composiciones químicas,
en donde la relación en peso del núcleo con respecto a la cubierta del gránulo de núcleo-cubierta secado está en el intervalo de 3:1 a 6:1.
2. El gránulo de núcleo-cubierta expuesto en la reivindicación 1, en donde el núcleo está recubierto con la cubierta.
3. El gránulo de núcleo-cubierta expuesto en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la cubierta incluye una porción restante de los materiales que contienen (Si) presentes en la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio y/o el núcleo incluye un 70-90 % en peso de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio.
4. El gránulo de núcleo-cubierta expuesto en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el núcleo incluye al menos un ingrediente minoritario seleccionado del grupo que consiste en: un material que contiene aluminio (Al), un material que contiene potasio (K) y un material que contiene magnesio (Mg).
5. El gránulo de núcleo-cubierta expuesto en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye además una capa externa de desechos de vidrio que rodea la cubierta.
6. El gránulo de núcleo-cubierta expuesto en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la cubierta se formula para producir un sistema binario de SiO₂-Na₂O cuando se funde, y el núcleo se formula para fundirse después de la cubierta para producir un sistema ternario de SiO₂-Na₂O-CaO.
7. Un procedimiento para producir una mezcla de vidrio de sosa y cal en forma de gránulos, que incluye las etapas de:

(a)proporcionar una pluralidad de materiales de mezcla de vidrio en cantidades según una composición de mezcla de vidrio de sosa y cal, incluyendo la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio un material que contiene silicio (Si), un material que contiene calcio (Ca) y un material que contiene sodio (Na);
(b)mezclar una primera porción de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio con un primer agente de unión para formar gránulos de núcleo, en donde la primera porción de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio incluye una porción principal del material que contiene silicio (Si) y una porción principal del material que contiene calcio (Ca) provisto de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio, pero solo una porción minoritaria del material que contiene sodio (Na) provisto de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio; y
(c)mezclar una porción restante de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio con los gránulos de núcleo y un segundo agente de unión para formar gránulos de núcleo-cubierta,

en donde la relación en peso del núcleo con respecto a la cubierta del gránulo de núcleo-cubierta secado está en el intervalo de 3:1 a 6:1.
8. El procedimiento expuesto en la reivindicación 7, en donde los agentes de unión utilizados en la etapa (b) y la etapa (c) son agentes de unión líquidos.
9. El procedimiento expuesto en la reivindicación 8, en donde la etapa (c) incluye recubrir los gránulos de núcleo con la porción restante de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio y/o adherir la porción restante de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio a los gránulos de núcleo para formar dichos gránulos de núcleo-cubierta.
10. El procedimiento expuesto en la reivindicación 8 o 9, que incluye además, después de la etapa (c), secar los gránulos de núcleo-cubierta.

11. El procedimiento expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en donde la primera porción de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio representa el 70-90 % en peso de cada uno de los gránulos de núcleo-cubierta.
- 5 12. El procedimiento expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en donde el primer agente de unión, el segundo agente de unión, o ambos agentes de unión primero y segundo incluyen un material aglutinante de un hidróxido de metal alcalino o alcalinotérreo, un silicato de metal alcalino o alcalinotérreo, un silicato de aluminio o una combinación de los mismos.
- 10 13. El procedimiento expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, en donde la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio proporcionados en dicha etapa (a) incluye al menos un ingrediente minoritario seleccionado del grupo que consiste en un material que contiene aluminio (Al), un material que contiene potasio (K) y un material que contiene magnesio (Mg), y la primera porción de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio incluye sustancialmente todo del al menos un ingrediente minoritario.
- 15 14. El procedimiento expuesto en una de las reivindicaciones 8 a 13,
en donde los gránulos de núcleo-cubierta comprenden en cada caso un núcleo y una cubierta con diferentes composiciones químicas, y
20 en donde los núcleos de los gránulos de núcleo-cubierta representan el 70-90 % en peso de los gránulos de núcleo-cubierta globales.
- 25 15. El procedimiento expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 7 a 14, en donde cada uno de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio se proporciona en forma de una mezcla en forma de partículas que tiene un diámetro de partícula promedio en el intervalo de 200 μm a aproximadamente 400 μm .
- 30 16. El procedimiento expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 15, en donde en la etapa (c), el agente de unión líquido se añade en una cantidad que constituye entre el 10 y el 50 % en peso de la porción restante de la pluralidad de materiales de mezcla de vidrio.
- 35 17. El procedimiento expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 7 a 16, que incluye además:
recubrir los gránulos de núcleo-cubierta con una capa externa adicional de desechos de vidrio mezclando los gránulos de núcleo-cubierta con partículas de desechos de vidrio.
- 40 18. Un procedimiento para producir vidrio de sosa y cal que incluye:
(a)proporcionar una pluralidad de mezclas de vidrio de sosa y cal en forma de gránulos en un procedimiento expuesto en una de las reivindicaciones 7 a 17 y
(b)alimentar los gránulos estratificados a un horno de vidrio; y
(c)calentar los gránulos estratificados en el horno de vidrio para formar un vidrio de sosa y cal.
- 45 19. El procedimiento expuesto en la reivindicación 18, que incluye las etapas de:
fundir una porción de los materiales de mezcla de vidrio en las cubiertas de los gránulos estratificados para producir un sistema binario de $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$; y a continuación fundir una porción de los materiales de mezcla de vidrio en los núcleos de los gránulos estratificados para producir un sistema ternario de $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO}$.

Gránulo de
núcleo-cubierta

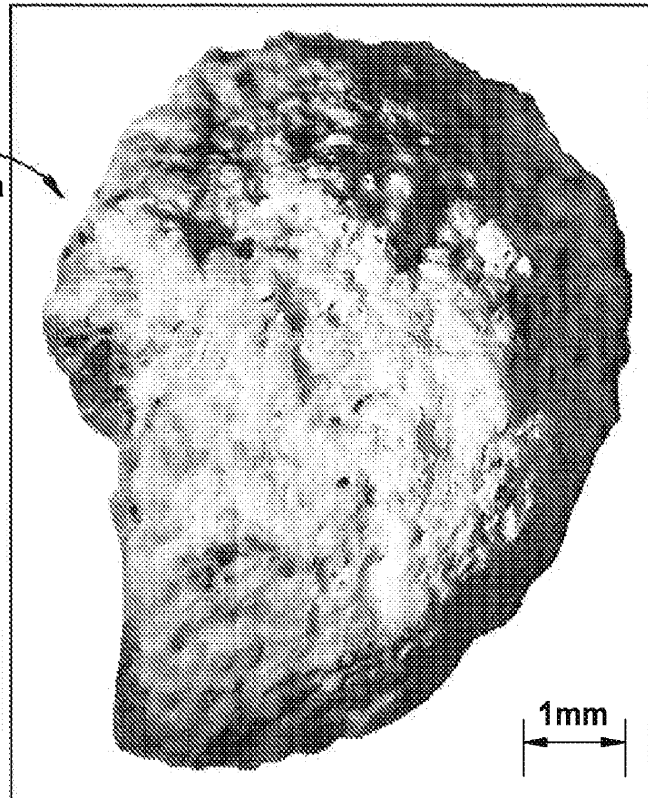


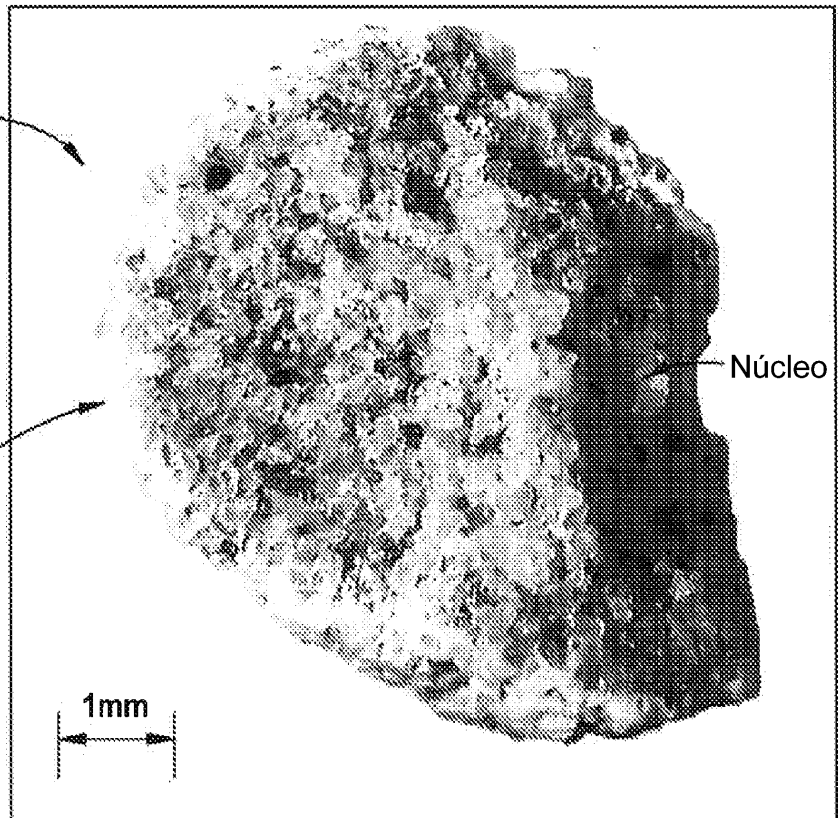
Figura 1A

Gránulo de
núcleo-cubierta

Figura 1B

Cubierta

Núcleo



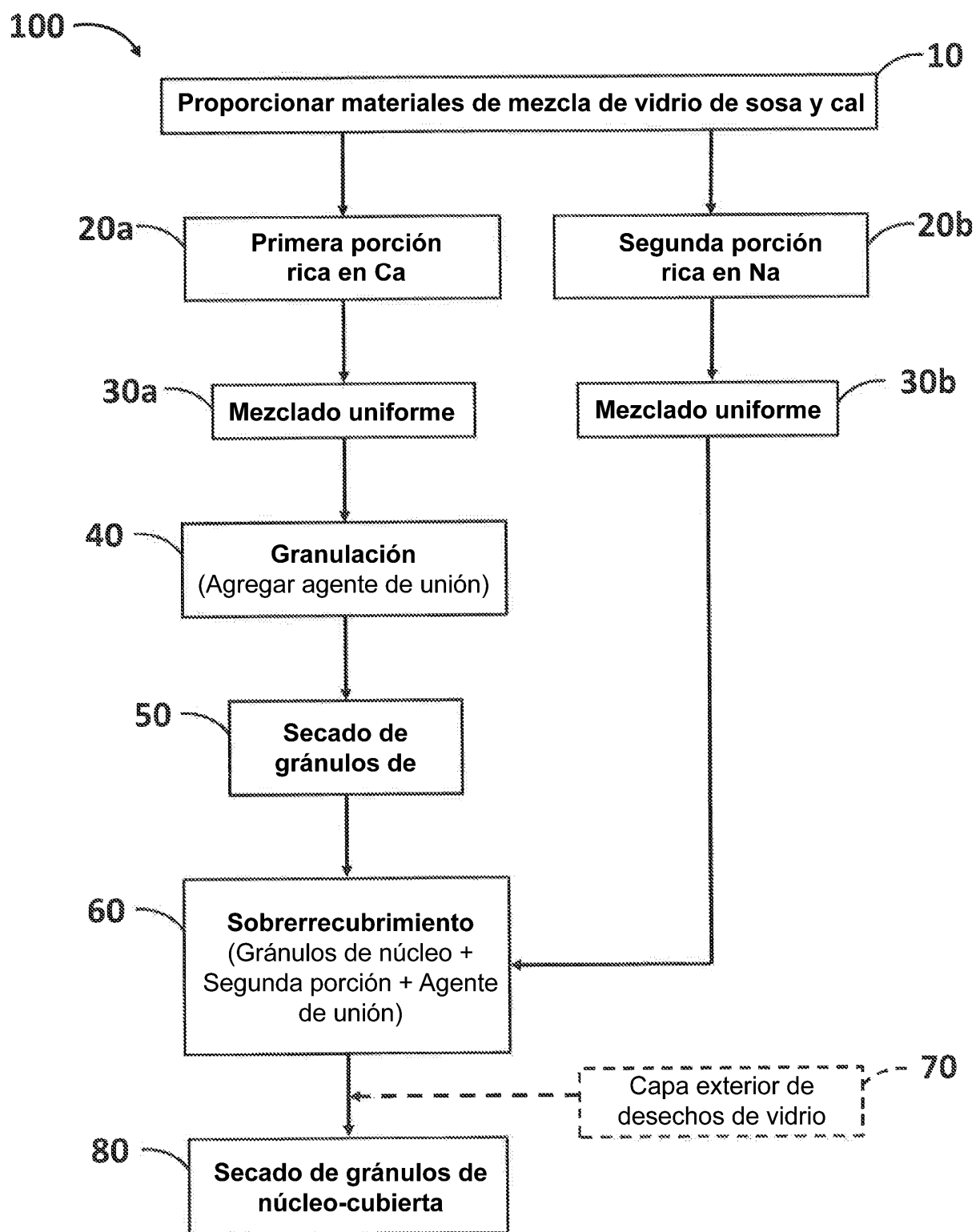


Figura 2