

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 565**

51 Int. Cl.:

H01M 50/403 (2011.01) **C04B 111/00** (2006.01)

H01M 50/434 (2011.01) **C04B 111/10** (2006.01)

H01M 50/548 (2011.01)

H01M 50/55 (2011.01)

C04B 28/00 (2006.01)

H01M 10/04 (2006.01)

H01M 10/36 (2010.01)

C04B 12/00 (2006.01)

H01M 50/553 (2011.01)

H01M 50/559 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2019 PCT/FI2019/050216**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.09.2019 WO19180312**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2019 E 19722660 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2023 EP 3769355**

54 Título: **Fuente de tensión con un electrolito que contiene óxidos de aluminio y silicio y procedimiento para fabricar la fuente de tensión**

30 Prioridad:
20.03.2018 FI 20185262

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.11.2023

73 Titular/es:
**BETOLAR OY (100.0%)
Mannilantie 9
43300 Kannonkoski, FI**

72 Inventor/es:
**LEPPÄNEN, JUHA y
PIISPANEN, MIRJA**

74 Agente/Representante:
DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 953 565 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

Fuente de tensión con un electrolito que contiene óxidos de aluminio y silicio y procedimiento para fabricar la fuente de tensión

5

SECTOR TÉCNICO

La presente descripción se refiere a infraestructuras. De manera específica, la descripción se refiere a formas de utilizar fuentes de gran tensión como parte del entorno construido.

10

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

El hormigón es un material de construcción muy habitual, pero también hay problemas en su utilización. La arena que podría utilizarse para el hormigón está comenzando a agotarse en todo el mundo, mientras que el agua con una salinidad lo suficientemente baja necesaria para el hormigón puede ser un bien escaso en algunas partes del mundo. En la fabricación del cemento Portland se liberan grandes cantidades de dióxido de carbono, lo que acelera el cambio climático. El hormigón también es bastante limitado como material de construcción, es decir, puede que no se utilice mucho más que para proporcionar resistencia estructural.

15

20

CARACTERÍSTICAS

Un objetivo de la presente invención es proponer una alternativa para el hormigón que proporcionará suficiente resistencia estructural sin las desventajas del hormigón. Otro objetivo de la presente invención es dar a conocer una nueva forma de generar y/o almacenar energía eléctrica.

25

En este contexto, el documento "First steps in developing cement-based batteries to power cathodic protection of embedded steel in concrete", publicado en el Journal of Sustainable Design and Applied Research el 1 de enero de 2015 por N. Holmes et al., da a conocer una batería con dos terminales, aluminio para el ánodo y cobre para el cátodo, que están incrustados en un electrolito a base de cemento Portland.

30

La contribución de Internet "Rechargeable cement-based concrete batteries" publicada el 3 de noviembre de 2017 por Luping Tang, véase también <https://www.chalmers.se/en/projects/Pages/Rechargeable-cement-based-concrete-batteries.aspx>, anticipa la utilización de baterías a base de cemento para hacer que los edificios puedan almacenar, por ejemplo, energía solar y proporcionar energía en caso de emergencia.

35

Los objetivos de la presente invención se consiguen utilizando una mezcla que es endurecible a una forma sólida y en la que los componentes principales son óxidos de aluminio y silicio, y terminales eléctricamente conductores dispuestos en contacto con la mezcla. Un elemento estructural obtenido de esta manera es, por un lado, una fuente de tensión que forma una batería secundaria, pero, por otro lado, también puede ser parte del entorno construido.

40

La fuente de tensión de la presente invención se define en la reivindicación 1.

La presente invención también se refiere a un procedimiento, tal como se define en la reivindicación 4.

45

Las reivindicaciones dependientes dan a conocer realizaciones preferentes de la presente invención.

LISTA DE FIGURAS

50

La presente invención y sus realizaciones se describirán a continuación con más detalle con referencia a las figuras adjuntas, en las que

la figura 1 ilustra el principio de una fuente de tensión simple,
la figura 2 muestra una fuente de tensión fabricada como prototipo,
la figura 3 muestra una fuente de tensión fabricada como prototipo,
la figura 4 muestra una fuente de tensión fabricada como prototipo,
la figura 5 ilustra un procedimiento, y
la figura 6 ilustra una fuente de tensión que también forma parte del entorno construido.

55

60

Las partes similares se indican con los mismos números de referencia en las figuras.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

65

La figura 1 muestra una fuente de tensión que incluye un primer terminal 101 y un segundo terminal 102 con un electrolito 103 entre ellos. Los terminales 101 y 102 están fabricados de un material que tiene buena conductividad eléctrica, tal como metal o carbono. El electrolito 103 es una mezcla en la que los principales

componentes son óxidos de aluminio y silicio. Por componente principal se entiende que la proporción combinada de dichos óxidos de aluminio y silicio, en porcentaje en peso, en el electrolito 103 es mayor que la proporción de cualquier otro componente utilizado para su fabricación. Los terminales 101 y 102 y el electrolito 103 forman conjuntamente una celda electroquímica que puede utilizarse, en determinadas condiciones, como batería primaria o como batería secundaria, es decir, una batería recargable. Estas condiciones se describirán con más detalle a continuación.

A continuación, se describirá en primer lugar la composición y fabricación del electrolito 103. En el contexto de la presente descripción, el término "composición aglutinante" puede significar una composición que es adecuada para fabricar la mezcla o pasta de electrolito endurecible, en particular cuando se mezcla junto con un agregado y, de manera opcional, un disolvente, tal como agua o una solución acuosa.

La composición aglutinante puede comprender SiO_2 y Al_2O_3 , de manera opcional, en una mezcla con uno o más de otros componentes. Los componentes de la composición aglutinante, tales como SiO_2 y Al_2O_3 , pueden reaccionar y endurecerse, y durante el endurecimiento se unen al agregado, por lo que se forma un material endurecido.

La composición aglutinante puede ser cementosa. Puede utilizarse de la misma forma que el cemento tradicional o puede utilizarse en sustitución del cemento tradicional (por ejemplo, cemento Portland), como mínimo, en parte, en las mezclas de hormigón o mortero.

Las composiciones aglutinantes descritas en el presente documento pueden tener una huella de carbono baja y su fabricación puede requerir una cantidad de energía relativamente baja, en particular en comparación con el cemento tradicional. Los materiales y productos endurecidos obtenidos utilizando las composiciones aglutinantes pueden soportar relativamente bien las sales y/o las altas temperaturas durante su fabricación, e incluso durante toda su vida útil.

Sin estar ligado a ninguna teoría, es posible que el SiO_2 y el Al_2O_3 en la composición aglutinante puedan reaccionar entre sí cuando están presentes en la mezcla endurecible y formen cadenas poliméricas o estructuras que se asemejan a cadenas poliméricas. Estas estructuras pueden crearse, por ejemplo, cuando la composición aglutinante contiene cenizas recuperadas de una central eléctrica o una planta de incineración, que pueden ser cenizas sedimentadas o volantes. Sin embargo, en algunas realizaciones, se pueden crear de manera adicional o como sustitución enlaces de silicio-oxígeno-silicio y/o enlaces de silicio-oxígeno-aluminio. En las realizaciones en las que la mezcla endurecible contiene un disolvente que es una solución acuosa que incluye sales, tal como una solución acuosa que contiene cloruro de sodio o, por ejemplo, agua de mar, también pueden participar en la reacción y/o estar presentes en la estructura el sodio y/o cloruros u otras sales. En realizaciones en las que la composición aglutinante contiene cenizas que incluyen calcio, también puede tener lugar la calcinación.

Se considera que el cemento Portland tradicional sufre una reacción de hidratación con el agua. Sin embargo, la composición aglutinante, según una o más realizaciones descritas en la presente memoria descriptiva, no requiere necesariamente la presencia de agua para proporcionar la reacción y el posterior endurecimiento; no obstante, el agua u otro disolvente adecuado pueden facilitar el inicio de la reacción. También se puede mezclar agua u otro disolvente adecuado en la mezcla endurecible para obtener una mezcla endurecible similar a una pasta o similar a una masa que sea adecuada para la mezcla fundida. Se ha observado, además, que la mezcla endurecible puede endurecerse incluso en condiciones en las que no se añade un activador adicional y/o cuando el pH de la mezcla endurecible no es fuertemente alcalino. Por ejemplo, no es necesario añadir necesariamente un activador alcalino, tal como un componente de hidróxido alcalino. Por lo tanto, puede reducirse la necesidad de utilizar adicionalmente un activador, tal como un activador de hidróxido fuertemente alcalino, o incluso puede evitarse por completo la necesidad de un activador, lo que puede hacer que el procesamiento y la fabricación de la composición aglutinante y la mezcla endurecible sean mucho más sencillos y más seguros, y también reducir costes. De este modo, en algunas realizaciones, no hay activador adicional presente en la composición aglutinante y/o la mezcla endurecible.

En la composición aglutinante, la proporción en peso $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ puede ser de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 1:2. El aumento de la cantidad relativa de SiO_2 puede aumentar la resistencia a la compresión del material endurecido obtenido por medio de la composición aglutinante. El aumento de la cantidad relativa de Al_2O_3 puede, por otro lado, aumentar la resistencia a la tracción y/o la resistencia térmica del material endurecido obtenido por medio de la composición aglutinante. En una composición aglutinante adecuada, la proporción en peso $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ puede ser, por ejemplo, de aproximadamente 5:1 a aproximadamente 1:1 o de aproximadamente 4:1 a aproximadamente 2:1.

La resistencia a la compresión del material o producto obtenido mediante el endurecimiento de la mezcla endurecible se puede medir, por ejemplo, en MPa. La resistencia a la compresión se puede medir, por ejemplo, según las normas EN 12350-1, EN 12390-2 y/o EN 12390-3.

- Se pueden utilizar diversos materiales de partida para fabricar la composición aglutinante. Por ejemplo, la composición aglutinante puede comprender SiO₂ sustancialmente puro y Al₂O₃ sustancialmente puro como una mezcla en una proporción en peso deseada. El SiO₂ sustancialmente puro puede comprender, como mínimo, el 90 % en peso o, como mínimo, el 95 % en peso de SiO₂. El Al₂O₃ sustancialmente puro puede comprender, como mínimo, el 90 % en peso o, como mínimo, el 95 % en peso de Al₂O₃. Sin embargo, se pueden utilizar de forma adicional o alternativa diversos subproductos industriales y/o materiales reciclados. Dichos subproductos industriales y/o materiales reciclados pueden comprender SiO₂ y/o Al₂O₃. Si se desea, se pueden procesar, fraccionar y/o mezclar antes de formar la composición aglutinante para proporcionar la composición aglutinante según lo previsto.
- Para garantizar que el SiO₂ reaccione con el Al₂O₃, puede incluirse en la composición aglutinante, como mínimo, de forma parcial en forma reactiva. Como mínimo, parte del silicio en la composición aglutinante puede estar en forma reactiva. En una realización, el material que comprende silicio o SiO₂ está, como mínimo, de forma parcial, en forma de partículas que tienen una estructura sustancialmente esférica. Este tipo de silicio se obtiene, por ejemplo, separando partículas que contienen silicio de cenizas sedimentadas de carbón u otro material adecuado y triturando las partículas que contienen silicio hasta un tamaño de partícula deseado, por ejemplo, mediante un molino de púas o mediante pulverización por chorro. El denominado silicio reactivo se puede generar, por ejemplo, calentando escoria de alto horno, entre otras cosas, hasta 1100 grados. En una realización, el SiO₂ o toda la composición aglutinante pueden estar en forma de partículas, siendo el diámetro de partícula de las partículas inferior o igual a aproximadamente 20 µm. En una realización, el diámetro de partícula de las partículas puede ser de 1 a 20 µm. En dichas partículas, el silicio puede estar en forma reactiva. Cuando el silicio está en forma reactiva, la reacción de endurecimiento puede iniciarse de manera eficiente.
- La composición aglutinante puede comprender, como mínimo, un material que contiene SiO₂ y/o Al₂O₃ seleccionado entre los siguientes: SiO₂, Al₂O₃, cenizas, cenizas volantes, escoria, mineral que contiene SiO₂, mineral que contiene Al₂O₃, relaves, material de corriente secundaria de un proceso químico de obtención de pulpa, arena de lecho de caldera, cenizas sedimentadas de carbón, lodo rojo (bauxita) y todas sus mezclas y combinaciones.
- Las cenizas pueden ser cenizas que se pueden obtener quemando o por combustión de carbón, biomasa (por ejemplo, biomasa a base de madera) y/o residuos, por ejemplo, residuos municipales. Las cenizas pueden comprender SiO₂ y/o Al₂O₃.
- Las cenizas volantes pueden obtenerse mediante la combustión de carbón, biomasa (por ejemplo, biomasa a base de madera) o petróleo de esquisto y/o residuos, por ejemplo, residuos municipales. Las cenizas volantes pueden comprender SiO₂ y/o Al₂O₃. En realizaciones en las que la composición aglutinante comprende cenizas volantes, puede comprender, por ejemplo, como mínimo, el 40 % en peso o, como mínimo, el 50 % en peso o, como mínimo, el 60 % en peso o, como mínimo, el 70 % en peso o, como mínimo, el 80 % en peso de cenizas volantes o una fracción/fracciones que se pueden obtener a partir de cenizas volantes.
- La escoria puede ser escoria que se puede tener como subproducto de la fabricación de hierro o acero. La escoria puede, por ejemplo, comprender o ser escoria de alto horno granulada y molida (GGBS, *ground-granulated blast-furnace slag*). La escoria de GGBS se puede obtener, por ejemplo, templando la escoria de hierro fundido de un alto horno en agua o vapor. Dicha escoria se puede obtener como un producto granular vítreo que se puede secar o moler o, en cualquier caso, pulverizar. La escoria puede comprender SiO₂ y/o Al₂O₃.
- El mineral que contiene SiO₂ y/o el mineral que contiene Al₂O₃, o en algunas realizaciones, el mineral que contiene SiO₂ y Al₂O₃, pueden comprender o ser, por ejemplo, los siguientes: belita, alita, clínker, silicato de calcio o todas sus mezclas o combinaciones. Sin embargo, puede ser deseable utilizar un mineral que no contenga grandes cantidades de CaO.
- Los relaves pueden comprender o ser materiales sobrantes de un proceso de separación de una fracción valiosa de la ganga del mineral. Los relaves pueden comprender SiO₂ y/o Al₂O₃.
- El material de la corriente secundaria de un proceso químico de obtención de pulpa puede ser, por ejemplo, sedimentos de licor verde.
- Las cenizas de sedimentación de carbón pueden entenderse como cenizas formadas en el fondo de un horno de carbón. Las cenizas de sedimentación de carbón pueden comprender SiO₂ y/o Al₂O₃. El SiO₂ también se puede separar o concentrar a partir de las mismas.
- El, como mínimo, un material que contiene SiO₂ y/o Al₂O₃ o cualquiera de sus mezclas o combinaciones puede estar pulverizado. Se puede pulverizar, por ejemplo, mediante, como mínimo, uno de los siguientes

- procedimientos: trituración, molienda (por ejemplo, mediante un molino de púas o mediante pulverización por chorro), picado o corte. Mediante la pulverización se pueden obtener partículas con un tamaño de partícula deseado o una distribución de tamaño de partícula deseada. De manera alternativa o adicional, como mínimo, un material que contiene SiO_2 y/o Al_2O_3 se puede fraccionar en dos o más fracciones, por ejemplo, en base al tamaño de las partículas, por ejemplo, mediante tamizado. Las partículas pueden, por ejemplo, separarse o concentrarse en una fracción enriquecida en SiO_2 y/u otra fracción enriquecida en Al_2O_3 . Dichas fracciones o, en general, dos o más materiales, pueden mezclarse, a continuación, en proporciones que generen una proporción en peso deseada de $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ o, en cualquier caso, una composición deseada para el aglutinante.
- La composición aglutinante también puede comprender otros componentes o mezclas, por ejemplo, un acelerador, un retardador, un agente inclusor de aire, un antiespumante, un plastificante, un pigmento, un inhibidor de la corrosión, un agente de unión, un agente auxiliar de bombeo o cualquiera de sus mezclas o combinaciones.
- La materia prima o materias primas de la composición aglutinante pueden seleccionarse para proporcionar una composición deseada. Si es necesario, se pueden utilizar una o más materias primas secundarias. Un experto en la materia es capaz de seleccionar las materias primas y las materias primas secundarias adecuadas, si se utilizan, para proporcionar una composición adecuada.
- La composición aglutinante puede comprender, como máximo, aproximadamente el 40 % en peso de clínker. El clínker puede referirse al clínker de Portland. Puede ser deseable minimizar la cantidad de clínker y/o CaO en la composición aglutinante, por ejemplo, para reducir la huella de carbono en la fabricación de la composición aglutinante. Además, la presencia de CaO en la composición aglutinante normalmente no es necesaria para obtener la mezcla endurecible. En una realización, la composición aglutinante comprende, como máximo, aproximadamente el 30 % en peso o, como máximo, aproximadamente el 25 % en peso o, como máximo, aproximadamente el 20 % en peso o, como máximo, aproximadamente el 15 % en peso o, como máximo, aproximadamente el 10 % en peso de clínker.
- En el contexto de la presente descripción, la expresión “% en peso” puede entenderse como un porcentaje en peso del peso en seco total, por ejemplo, el peso en seco total de la composición aglutinante.
- La composición aglutinante puede comprender, como máximo, aproximadamente el 40 % en peso de CaO. En una realización, la composición aglutinante comprende, como máximo, aproximadamente el 30 % en peso o, como máximo, aproximadamente el 25 % en peso o, como máximo, aproximadamente el 20 % en peso o, como máximo, aproximadamente el 15 % en peso o, como máximo, aproximadamente el 10 % en peso de CaO.
- El SiO_2 y el Al_2O_3 pueden formar, como mínimo, aproximadamente el 40 % en peso de la composición aglutinante. En otras palabras, como mínimo, aproximadamente el 40 % en peso de la composición aglutinante puede consistir en SiO_2 y Al_2O_3 presentes en la composición. En una realización, el SiO_2 y el Al_2O_3 pueden formar, como mínimo, aproximadamente el 50 % en peso o, como mínimo, aproximadamente el 60 % en peso o, como mínimo, aproximadamente el 70 % en peso o, como mínimo, aproximadamente el 80 % en peso o, como mínimo, aproximadamente el 90 % en peso o, como mínimo, aproximadamente el 95 % en peso de la composición aglutinante. La composición aglutinante también puede consistir en SiO_2 y Al_2O_3 .
- El SiO_2 y/o el Al_2O_3 o toda la composición aglutinante pueden estar en forma de partículas, siendo el diámetro de partícula de las partículas inferior o igual a aproximadamente 20 μm . En una realización, el diámetro de partícula de las partículas puede ser de 1 a 20 μm .
- El SiO_2 y/o el Al_2O_3 o toda la composición aglutinante pueden estar en forma de partículas, siendo el diámetro promedio de partícula de las partículas, como máximo, de aproximadamente 20 μm o, como máximo, de aproximadamente 15 μm . En dichas partículas, el silicio puede estar en forma reactiva.
- Puede ser deseable minimizar la cantidad de carbono en la composición aglutinante. Sin estar ligado a ninguna teoría, el carbono puede interferir en las reacciones entre SiO_2 y Al_2O_3 . Por ejemplo, la composición aglutinante puede comprender, como máximo, aproximadamente el 3 % en peso o, como máximo, aproximadamente el 1 % en peso de carbono. La cantidad de carbono en la composición aglutinante puede determinarse, por ejemplo, determinando su pérdida por calcinación. Si es necesario, se puede eliminar el carbono de los materiales de la composición aglutinante.
- La descripción también se refiere a una mezcla endurecible que comprende la composición aglutinante, según una o más realizaciones descritas en la presente memoria descriptiva. La composición aglutinante se puede proporcionar como una mezcla con un agregado y, de manera opcional, un disolvente en la mezcla endurecible.

- La mezcla endurecible puede ser una pasta endurecible, en particular cuando contiene un disolvente en una mezcla con la composición aglutinante y un agregado. Puede ser, por ejemplo, una mezcla o pasta cementosa endurecible, tal como una mezcla o pasta cementosa endurecible de hormigón.
- 5 La mezcla endurecible puede ser una mezcla de hormigón, una mezcla de mortero o una mezcla de yeso. También puede ser una mezcla de tipo hormigón, por ejemplo, una mezcla de hormigón polimérico.
- 10 La mezcla endurecible puede ser una mezcla seca, por ejemplo, una mezcla seca de hormigón u otro producto seco. Por ejemplo, se puede añadir un disolvente en la proporción deseada a este tipo de mezcla seca antes del endurecimiento.
- 15 El agregado puede ser cualquier agregado adecuado de material de carga. El agregado puede, por ejemplo, comprender o ser, como mínimo, uno de los siguientes: arena, grava, roca angular, piedra triturada, relleno, escoria, agregado artificial (fabricado por el hombre) o todas sus mezclas o combinaciones. El agregado puede ser fino, grueso o cualquiera de sus mezclas o combinaciones. El agregado y su grosor se pueden seleccionar, por ejemplo, en base al propósito de utilización de la mezcla endurecible, la composición específica de la composición aglutinante, las condiciones de endurecimiento de la mezcla endurecible, etc.
- 20 El disolvente puede comprender o ser, por ejemplo, agua, una solución acuosa que contiene una o más sales o cualquiera de sus mezclas o combinaciones. La mezcla endurecible no es necesariamente, en particular, sensible a la presencia de sales, a diferencia, por ejemplo, del hormigón tradicional. Por ejemplo, como solución se puede utilizar agua salada, tal como agua del mar. El contenido de sal de la solución acuosa que contiene una o más sales puede ser, como mínimo, de 0,5 ppt (contenido de sal correspondiente al agua salobre), o, como mínimo, 10 ppt o, como mínimo, 30 ppt (contenido de sal correspondiente al agua salina). El contenido de sal de la solución acuosa que contiene una o más sales puede ser, como máximo, o, como mínimo, del 10 %. Sin embargo, el contenido de sal no está específicamente limitado, sino que la solución acuosa puede, en algunas realizaciones, estar incluso saturada o cerca de la saturación con respecto a la sal o sales.
- 25 El contenido de sal de la solución acuosa que contiene una o más sales puede ser, como máximo, o, como mínimo, del 10 %. Sin embargo, el contenido de sal no está específicamente limitado, sino que la solución acuosa puede, en algunas realizaciones, estar incluso saturada o cerca de la saturación con respecto a la sal o sales.
- 30 Las sales no están específicamente limitadas; pueden incluir cloruros, tales como NaCl, KCl, MgCl₂ y CaCl₂, sulfatos, tales como MgSO₄·7H₂O, CuSO₄·5H₂O, ZnSO₄·7H₂O y FeSO₄·7H₂O, NaH₂PO₄, KH₂PO₄ y otras sales solubles de fosfato, hidrogenofosfato y dihidrogenofosfato, bicarbonatos, tales como NaHCO₃, nitratos, tales como Ca(NO₃)₂ y Fe(NO₃)₃·9H₂O, sales de amonio, tales sales como NH₄Cl, citratos, tales como citrato de sodio, acetatos, etc.
- 35 La mezcla endurecible también puede comprender, por ejemplo, fibra, tal como fibra de acero, fibra de aramida, fibra de basalto, fibra de carbono o fibra sintética, por ejemplo, fibra de polímero o polipropileno o fibra de vidrio. Por ejemplo, la fibra de basalto no es sensible al estrés salino, por lo que el disolvente utilizado en la mezcla endurecible puede contener una o más sales.
- 40 El pH de la mezcla endurecible, en particular cuando está presente como una mezcla con un disolvente, puede ser, por ejemplo, de 0 a 14. El pH puede depender, por ejemplo, de la materia prima y/o la composición de la composición aglutinante. Si la composición aglutinante o la mezcla endurecible contienen un activador alcalino separado, la mezcla endurecible puede tener un pH relativamente alto. El pH de la mezcla endurecible puede ser, por ejemplo, superior a 11 o 12. Sin embargo, en realizaciones en las que no se añade activador adicional, el pH de la mezcla endurecible puede ser inferior. El pH de la mezcla endurecible puede ser, por ejemplo, un pH, como máximo, de 11 o, como máximo, de 10 o, como máximo, de 9 o, como máximo, de 8 o de 6 a 11 o de 6 a 9. El pH de la mezcla endurecible puede ser uno de los valores de pH mencionados en el presente documento en la etapa inicial de endurecimiento de la mezcla endurecible. En realizaciones en las que la composición aglutinante es en sí misma básica, hasta cierto punto, tal como las composiciones aglutinantes que comprenden, por ejemplo, cenizas, cenizas volantes, cenizas sedimentadas de carbón, la materia prima de la composición aglutinante puede como tal elevar el pH de la mezcla endurecible. En estas realizaciones, el pH de la mezcla endurecible puede ser, por ejemplo, como máximo, de 13.
- 45 En una realización, la composición aglutinante o la mezcla endurecible no comprenden un activador adicional. La expresión "activador adicional" puede entenderse en referencia a un componente o un agente que se añade además de la materia prima o materias primas y, de manera opcional, una materia prima secundaria o materias primas secundarias de la composición aglutinante, el agregado y/o el disolvente, con el fin de activar la composición aglutinante, por ejemplo, elevando el pH de la mezcla endurecible, para activar las reacciones que provocan el endurecimiento de la mezcla. También es posible que el activador afecte la reactividad de los reactivos a través de los iones que contiene.
- 50 Este tipo de activador adicional puede entenderse, como mínimo, en algunas realizaciones, como un activador alcalino. Los ejemplos de activadores alcalinos pueden ser lejía, hidróxidos, por ejemplo, hidróxido
- 55
- 60
- 65

de sodio (NaOH), hidróxido de potasio (KOH), hidróxido de litio (LiOH) o todas sus mezclas y combinaciones. El activador alcalino puede comprender o ser una solución acuosa de hidróxido.

5 El activador adicional puede, como mínimo, en algunas realizaciones, entenderse como sulfato de sodio (Na_2SO_4), carbonato de sodio (Na_2CO_3), sulfato de potasio (K_2SO_4), carbonato de potasio (K_2CO_3) o todas sus mezclas o combinaciones.

10 Los diámetros de partícula de las partículas y su distribución pueden medirse, por ejemplo, mediante difracción láser, tal como mediante un analizador de partículas Coulter LS. En el procedimiento de difracción láser, un grupo de partículas se ilumina con luz monocromática. Las partículas dispersan la luz. La dispersión y su naturaleza pueden depender del tamaño y el índice de refracción de las partículas. La distribución del tamaño de las partículas se puede calcular en base al patrón de dispersión detectado.

15 La descripción también se refiere a un procedimiento para fabricar la mezcla endurecible, según una o más realizaciones descritas en la presente memoria descriptiva. El procedimiento puede comprender mezclar la composición aglutinante, según una o más realizaciones descritas en la presente memoria descriptiva, con un agregado y, de manera opcional, un disolvente.

20 El agregado y el disolvente pueden ser cualquier agregado o disolvente descrito en la presente memoria descriptiva.

En una realización, no se añade ningún activador adicional a la mezcla endurecible antes de endurecer la mezcla endurecible.

25 En una realización, un activador alcalino añadido, tal como un activador de silicato alcalino y/o un activador de hidróxido alcalino, no se añade a la mezcla endurecible antes de endurecer la mezcla endurecible. En el contexto del procedimiento o procedimientos descritos en el presente documento, el activador/activador adicional puede ser cualquier activador descrito en la presente memoria descriptiva.

30 El pH de la mezcla endurecible puede ser cualquier pH descrito en la presente memoria descriptiva.

La descripción también se refiere a un material o producto endurecido formado mediante el endurecimiento de la mezcla endurecible, según una o más realizaciones descritas en la presente memoria descriptiva.

35 La descripción también se refiere a un procedimiento para fabricar el material o producto endurecido, según una o más realizaciones descritas en la presente memoria descriptiva. El procedimiento puede comprender fabricar la mezcla endurecible, según una o más realizaciones de la mezcla endurecible o el procedimiento descrito en la presente memoria descriptiva, conformar el material o producto en una forma deseada y permitir que el material o producto se endurezcan.

40 Se puede permitir que prosiga el endurecimiento a una temperatura adecuada. Dependiendo, por ejemplo, de la composición exacta de la composición aglutinante y/o de la mezcla endurecible, la temperatura puede ser igual o superior a la temperatura ambiente, o incluso inferior. No obstante, la temperatura puede ser superior a la temperatura ambiente. Dicha temperatura y/o calentamiento de la mezcla y/o material o producto endurecible pueden acelerar el endurecimiento. La mezcla endurecible se puede calentar, por ejemplo, por encima de 40 °C para acelerar el endurecimiento.

50 Se puede permitir que prosiga el endurecimiento durante un período de tiempo deseado. Normalmente, las mezclas de hormigón o las mezclas endurecibles de tipo hormigón continúan endureciéndose durante mucho tiempo, incluso después de alcanzar la resistencia a la compresión total. El período de tiempo deseado puede ser, por ejemplo, como mínimo, de 28 días. Sin embargo, se puede permitir que el endurecimiento de la mezcla endurecible o mezcla fundida del producto en un molde prosiga durante un tiempo más breve antes de extraerlo del molde, de modo que el endurecimiento de la mezcla o el material pueda continuar después de que se haya extraído del molde.

55 La descripción también se refiere a un material o producto que se puede obtener mediante un procedimiento, según una o más realizaciones descritas en la presente memoria descriptiva.

60 Los procedimientos descritos anteriormente se pueden utilizar para fabricar una fuente de tensión aplicando el principio ilustrado en la figura 1, en el que el electrolito es un material sólido formado al permitir que los óxidos de aluminio y silicio reaccionen entre sí, de modo que, después de esta reacción, el electrolito se endurece hasta una forma sólida. Debido al estado sólido del electrolito, este tipo de fuente de tensión tiene una resistencia estructural notable, por lo que es posible utilizarla como parte del entorno construido.

65 Si el primer terminal 101 y el segundo terminal 102 ilustrados de manera esquemática en la figura 1 son de diferentes materiales, la fuente de tensión resultante es una denominada celda voltaica, y está dispuesta para

funcionar, como mínimo, como una batería primaria. La tensión que aparece entre los terminales 101 y 102 depende de la posición de los materiales de los terminales en la serie de electropotenciales de los metales. En la investigación relacionada con la presente invención, por ejemplo, se probó el aluminio como material para el primer terminal 101 y tiza de grafito para el segundo terminal 102. En este tipo de fuente de tensión, el
5 segundo terminal 102 es aproximadamente 1,5 voltios más positivo que el primer terminal 101.

En la investigación relacionada con la presente invención se observó que una fuente de tensión en la que los terminales son de diferentes materiales puede cargarse conectando los terminales a una fuente de corriente con una tensión superior a la tensión espontánea que aparece electroquímicamente entre los terminales. En
10 la investigación relacionada con la presente invención se cargaron dos fuentes de tensión, ambas con el primer terminal 101 fabricado de aluminio. El segundo terminal 102 era tiza de grafito o acero. Con una tensión de carga de 30 voltios, el valor de la corriente de carga fue inicialmente de aproximadamente 1 amperio, pero disminuyó en unos pocos minutos para establecerse en un nivel ligeramente inferior a 0,5 amperios. Se continuó cargando durante algunos minutos, después de lo cual se eliminó la fuente de
15 corriente de carga y se midió la tensión entre los terminales de la fuente de tensión. Directamente después de la carga, la tensión fue de aproximadamente 2,5 voltios e incluso después de 12 horas fue de aproximadamente 2 voltios.

Si el primer terminal 101 y el segundo terminal 102 ilustrados de manera esquemática en la figura 1 son del mismo material, no habrá tensión electroquímicamente espontánea entre los terminales. Sin embargo, en este caso, la fuente de tensión puede estar dispuesta para funcionar como una batería secundaria, es decir, recargable. En la investigación relacionada con la presente invención, se cargó una fuente de tensión con
20 ambos terminales fabricados de aluminio a una tensión de 30 voltios. Los resultados de medición para la carga fueron comparables a los resultados descritos anteriormente relacionados con fuentes de tensión como batería primaria.

Las figuras 2, 3 y 4 ilustran algunos pequeños prototipos fabricados para los fines de la investigación relacionada con la presente invención. En la figura 2, la fuente de tensión, en general, tiene la forma de un cilindro y un electrolito 103 está ubicado dentro de un tubo de aluminio que funciona como un primer terminal
30 101. Una tiza de grafito en forma de barra que funciona como un segundo terminal 102 está colocada de manera concéntrica en el tubo de aluminio, de manera que el conjunto es axialmente simétrico con respecto al eje 201. El diámetro exterior del tubo de aluminio es de aproximadamente 25 mm, su grosor de pared es de aproximadamente 2 mm y su longitud es de aproximadamente 30 mm. El grosor de la tiza de grafito es de aproximadamente 8 mm. El prototipo que se muestra en la figura 3 difiere del que se muestra en la figura 2 solo con respecto a su longitud. Se compararon las mediciones de las fuentes de tensión ilustradas en las
35 figuras 2 y 3, y se encontró que la tensión que aparece entre los terminales 101 y 102 no depende del tamaño, sino solo de los materiales de la fuente de tensión. En la realización que se muestra en la figura 4, se colocó un electrolito 103 en una copa fabricada de cartón eléctricamente aislante y se utilizaron tizas de grafito, tal como se han descrito anteriormente, como terminales 101 y 102.

La figura 5 ilustra algunas etapas de un procedimiento que puede utilizarse para fabricar la fuente de tensión descrita anteriormente. Una etapa preparatoria 501 incluye la combustión de residuos u otra fuente de energía en una central eléctrica o una planta de incineración para obtener cenizas 502. En la etapa 503 se detecta el contenido de carbono de las cenizas. Si es superior a aproximadamente el 1 por ciento en peso, en
45 la etapa 504 el contenido de carbono de las cenizas se reduce mediante un procedimiento químico, eléctrico y/o basado en el peso específico, de manera que el contenido de carbono de las cenizas se reduce hasta un valor de no más del uno por ciento en peso de las cenizas. El carbono extraído 505 puede recuperarse y se puede utilizar para fabricar los terminales, tal como se representa en la etapa 506.

En la etapa 510, se añade agua a las cenizas empobrecidas en carbono 507. Cabe señalar que la extracción del carbono (etapa 504) se puede realizar antes o después de añadir agua, dependiendo del procedimiento utilizado para extraer el carbono. Antes de esto, se puede analizar la proporción de silicio amorfo en la etapa
50 508, y si se detecta que es demasiado baja, se puede aumentar la proporción de silicio amorfo o se puede añadir un activador adicional a las cenizas en la etapa 509.

En la investigación relacionada con la presente invención se observó que a efectos de proporcionar la reacción de endurecimiento y de proporcionar al electrolito sólido endurecido una resistencia a la compresión lo más elevada posible, la proporción entre el contenido de aluminio y silicio en el electrolito debería ser, de manera preferente, de aproximadamente uno a tres, expresada como concentración molar. Para este propósito, en el procedimiento ilustrado en la figura 5, la proporción de aluminio con respecto a silicio en el electrolito puede analizarse en la etapa 511. Si se detecta que está lejos de la óptima, el procedimiento puede incluir la etapa 512 de añadir óxido de silicio y/u óxido de aluminio obtenidos de otra fuente al electrolito. Mediante dicha adición de óxido de silicio y/o aluminio, la proporción entre el contenido de aluminio y silicio en dicho electrolito se acerca más a uno a tres, expresada como concentración molar. Las etapas 511 y 512,
60 si se aplican, también se pueden llevar a cabo antes de añadir agua en la etapa 510, por ejemplo, mientras se analiza la proporción de silicio amorfo en la etapa 508.

La etapa 513 representa la instalación de los terminales en su lugar en el electrolito. La instalación de los terminales como tales ya puede llevarse a cabo mucho antes de esto, por ejemplo, de manera que los terminales se dispongan en su lugar en el molde en el que se fundirá el electrolito después de mezclarlo con agua (etapa 510). La figura 5 también incluye la etapa 514 en la que el electrolito se endurece y alcanza la resistencia estructural requerida.

En cuanto a la reacción de endurecimiento, el agua no tiene otro propósito que iniciar la reacción. Cuando ha comenzado la reacción de endurecimiento, se puede eliminar el agua del electrolito, si es necesario, por ejemplo, mediante evaporación. Si es necesario, la evaporación del agua puede acelerarse mediante calentamiento, por ejemplo, sometiendo el electrolito a radiación infrarroja o de microondas, o incluso conduciendo corriente eléctrica a través del electrolito, ya que es eléctricamente conductor hasta cierto punto.

En cuanto a las conexiones eléctricas, las fuentes de tensión descritas anteriormente pueden utilizarse como cualquier fuente de tensión, es decir, pueden conectarse en paralelo y en serie en diversas configuraciones para lograr la capacidad de suministro de corriente y la tensión de salida deseadas.

Una característica especial de las cenizas recuperadas de una central eléctrica o una planta de incineración en comparación con la mayoría de los otros materiales es su bajo precio. Dado que las cenizas se han considerado habitualmente como residuos, el precio puede incluso ser negativo, lo que significa que el operador de una central eléctrica o de una planta de incineración puede estar dispuesto a pagar a otras partes por recibir las cenizas, comprometiéndose a ocuparse de ellas de acuerdo con la regulación de tratamiento de residuos. La parte de los terminales en la estructura total de la fuente de tensión es pequeña y, si es necesario, pueden fabricarse a partir del carbono separado de las cenizas para reducir el contenido de carbono en las cenizas hasta un nivel suficientemente bajo para proporcionar la reacción de endurecimiento.

Debido a los bajos costes de materia prima de la fuente de tensión, la fuente de tensión puede construirse muy grande y/o puede fabricarse en cantidades muy grandes a un precio muy asequible. Esta asequibilidad compensa el hecho de que la fuente de tensión no coincide con las baterías recargables y de un solo uso tradicionales con respecto al rendimiento. Incluso es posible construir la fuente de tensión tan grande que también se convierta en parte del entorno construido. El entorno construido se refiere al conjunto de todas las estructuras físicas fijas creadas de forma artificial para mejorar el nivel de vida, la comodidad y las condiciones operativas de las personas.

Entre las partes del entorno construido que pueden formar la fuente de tensión descrita anteriormente se incluyen, por ejemplo, edificios, partes de edificios, mobiliario, vallas, barandillas, barreras, torres, terrazas, puentes, carreteras y arte medioambiental. La fuente de tensión puede ser o puede estar formada, por ejemplo, en un elemento. El elemento puede ser, por ejemplo, un elemento de construcción, tal como un elemento de pared, un elemento de losa alveolar, un elemento de fachada, un elemento de columna o un elemento de viga; o un elemento de infraestructura, tal como un elemento de construcción de carreteras o calles, un elemento de puente, un elemento de barandilla, un elemento de muro de contención, una viga de borde, un elemento de túnel, una traviesa de ferrocarril, un elemento de muelle, un elemento agrícola o un elemento de cimentación. La fuente de tensión también puede ser o puede estar formada, por ejemplo, en un balcón, una estructura de carretera, una base, una barrera de protección de minas, una cimentación, una barrera contra el ruido, un poste, un recipiente, una losa de patio o un canal de cable.

La presente invención se puede utilizar para construir, por ejemplo, una barrera contra el ruido 601, tal como se muestra en la figura 6, con paneles solares 602 unidos a la misma a efectos de generar una corriente eléctrica para cargar la propia barrera contra el ruido; la propia estructura física de la barrera contra el ruido puede así funcionar como una batería de panel solar, cuando las fuentes de tensión descritas anteriormente se utilizan como componentes en la misma. Tal como se ilustra en la figura 6, estos componentes pueden ser, por ejemplo, elementos horizontales 603 con terminales integrados conectados entre sí y a un circuito de control de carga y descarga adecuado para proporcionar las propiedades eléctricas deseadas. Los terminales y el circuito de control como tales no se ilustran en la figura 6. La energía eléctrica almacenada en la barrera contra el ruido puede conducirse, durante una estación oscura, por ejemplo, a luces 604 que iluminan la misma vía de conducción que está separada de un área residencial por la barrera contra el ruido 601.

Las realizaciones de la presente invención descritas anteriormente no son limitativas con respecto al alcance de protección de las siguientes reivindicaciones; en cambio, su idea básica puede modificarse de muchas maneras sin apartarse del alcance de protección de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Fuente de tensión que incluye dos terminales eléctricamente conductores (101, 102) con un electrolito (103) entre ellos, en la que dicho electrolito (103) es una mezcla en la que los componentes principales en porcentaje en peso son óxidos de aluminio y silicio, **caracterizada por que** dichos terminales (101, 102) son del mismo material, por lo que la fuente de tensión está dispuesta para funcionar como una batería secundaria, es decir, recargable.
- 10 2. Fuente de tensión, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** dicho electrolito (103) es un material sólido formado al permitir que los óxidos de aluminio y silicio reaccionen entre sí, de manera que, después de esta reacción, el electrolito se endurece a una forma sólida.
- 15 3. Fuente de tensión, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** forma, como mínimo, uno de los siguientes: un edificio, una parte de un edificio, mobiliario, una valla, una barandilla, una barrera, una torre, una terraza, un puente, una carretera, arte medioambiental, un elemento de pared, un elemento de losa alveolar, un elemento de fachada, un elemento de columna, un elemento de viga, un elemento de construcción de carreteras o calles, un elemento de puente, un elemento de barandilla, un elemento de muro de contención, una viga de borde, un elemento de túnel, una traviesa de ferrocarril, un elemento de muelle, un elemento agrícola, un elemento de cimentación, un balcón, una estructura de
- 20 carretera, una base, una barrera de protección de minas, una cimentación, una barrera contra el ruido, un poste, un recipiente, una losa de patio, un canal de cable.
- 25 4. Procedimiento para fabricar una fuente de tensión, **caracterizado por que** se forma un electrolito entre dos terminales utilizando óxidos de aluminio y silicio como componentes principales en porcentaje en peso y mezclando agua (510) con dichos óxidos de aluminio y silicio.
5. Procedimiento, según la reivindicación 4, **caracterizado por que** se mezcla agua de mar con dichos óxidos de aluminio y silicio.
- 30 6. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizado por que** a dicho electrolito se le añade, como mínimo, uno de los siguientes (509): silicio amorfo, activador adicional.

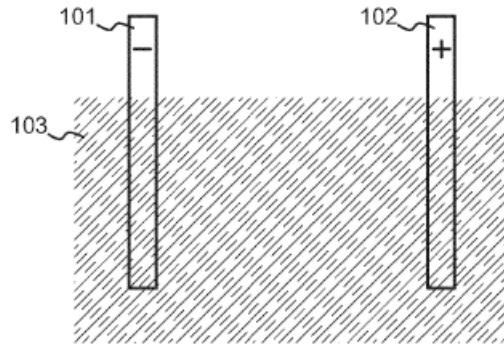


FIG. 1

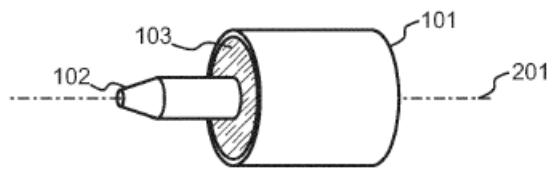


FIG. 2

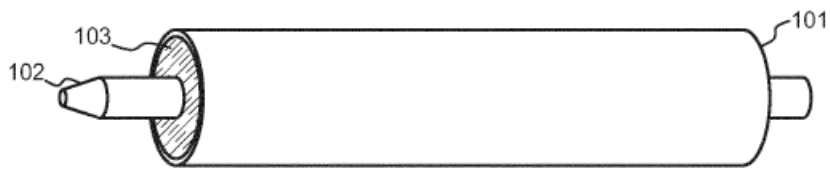


FIG. 3

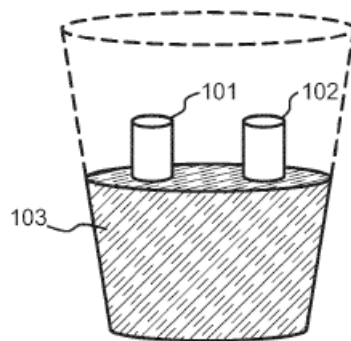


FIG. 4

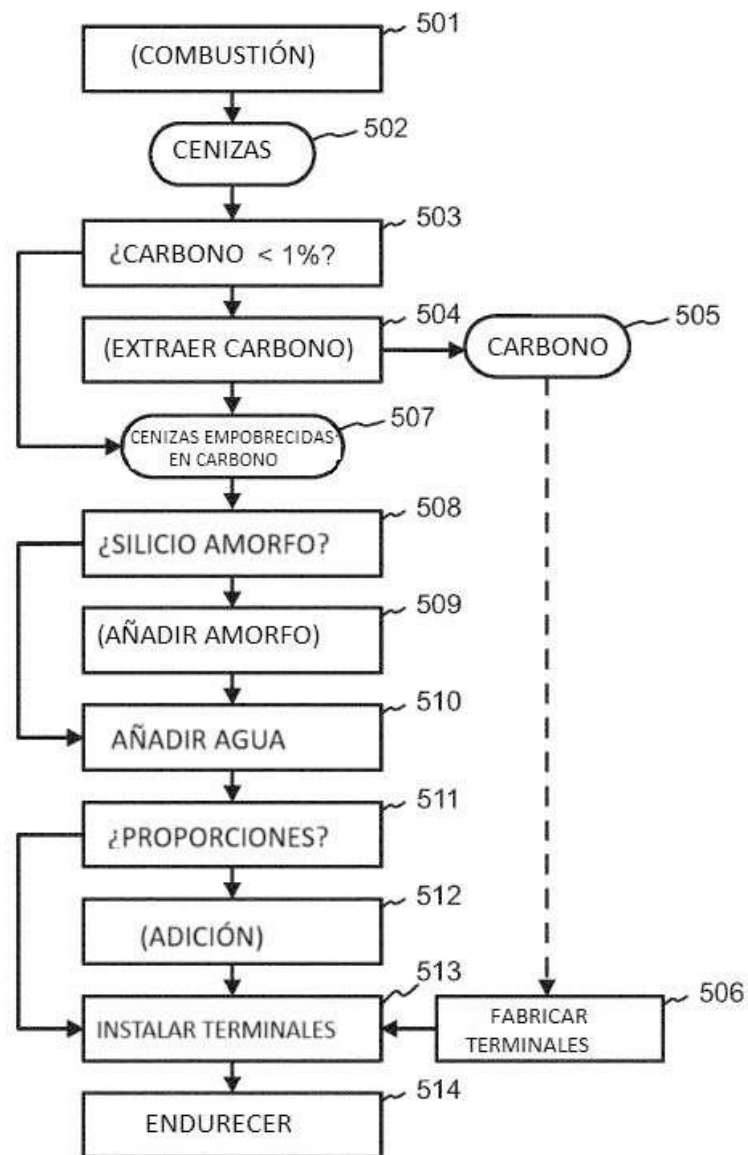


FIG. 5

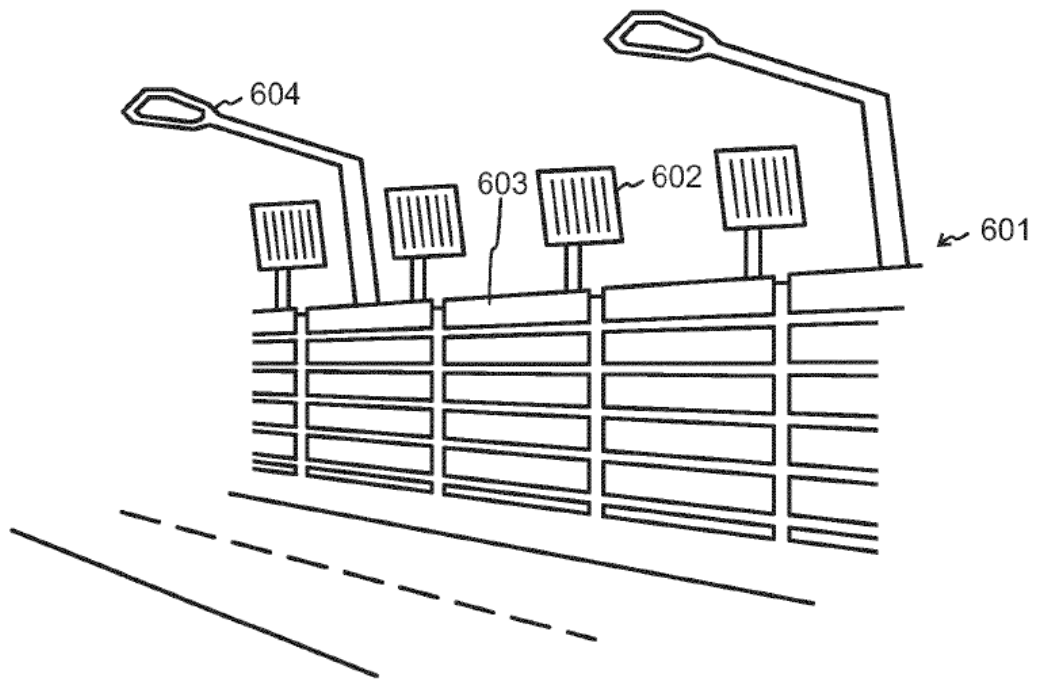


FIG. 6

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Literatura no patente citada en la descripción

- **N. HOLMES.** First steps in developing cement-based batteries to power cathodic protection of embedded steel in concrete. *Journal of Sustainable Design and Applied Research*, 01 January 2015
- **LUPING TANG.** *Rechargeable cement-based concrete batteries*, 03 November 2017, <https://www.chalmers.se/en/projects/Pages/Rechargeable-cement-based-concrete-batteries.aspx>