

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 478**

51 Int. Cl.:
H01L 39/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04821658 .4**

96 Fecha de presentación: **14.12.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1769542**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.04.2007**

54 Título: **NUEVOS ARTÍCULOS SUPERCONDUCTORES.**

30 Prioridad:
31.12.2003 US 750144

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.03.2012

73 Titular/es:
**SUPERPOWER, INC.
450 DUANE AVENUE
SCHENECTADY, NY 12304, US**

72 Inventor/es:
**KNOLL, Allan, Robert;
SELVAMANICKAM, Venkat y
REIS, Chandra**

74 Agente/Representante:
García-Cabrerizo y del Santo, Pedro

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).

ES 2 377 478 T3

DESCRIPCIÓN

Nuevos artículos superconductores.

CAMPO TÉCNICO

- 5 La presente invención se refiere en general a artículos superconductores y métodos para su formación. La invención se refiere particularmente a artículos superconductores en forma de conductores recubiertos y dispositivos que los incorporan.

TÉCNICA ANTECEDENTE

- 10 Los materiales superconductores se conocen y entienden desde hace mucho por parte de la comunidad científica. Los superconductores de baja temperatura (baja T_c) que muestran propiedades superconductoras a temperaturas que requieren el uso de helio líquido (4,2 K), se conocen desde alrededor de 1911. Sin embargo, no fue hasta algo más recientemente que se han descubierto superconductores de alta temperatura (alta T_c) a base de óxido. Alrededor de 1986, se descubrió un primer superconductor de alta temperatura (HTS), que tiene propiedades superconductoras a una temperatura por encima de la del nitrógeno líquido (77 K), concretamente $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO), seguido por el desarrollo de materiales adicionales durante los últimos 15 años incluyendo
- 15 $BiSr_2Ca_2Cu_3O_{10+y}$ (BSCCO), y otros. El desarrollo de superconductores de alta T_c ha creado el potencial de un desarrollo económicamente factible de componentes superconductores que incorporan dichos materiales, debido parcialmente al coste de manejar dichos superconductores con nitrógeno líquido en lugar de con la comparativamente más cara infraestructura criogénica a base de helio líquido.

- 20 De la miríada de potenciales aplicaciones, la industria ha buscado desarrollar el uso de dichos materiales en la industria de la energía, incluyendo aplicaciones para la generación, transmisión, distribución y almacenamiento de energía. A este respecto, se estima que la resistencia innata de los componentes energéticos comerciales a base de cobre es responsable de miles de millones de dólares al año en pérdidas de electricidad y, por consiguiente, la industria energética tiene la posibilidad de ahorrar en base a la utilización de superconductores de alta temperatura en componentes energéticos tales como cables de transmisión y distribución de energía, generadores,
- 25 transformadores e interruptores de corriente de falta. Además, otros beneficios de los superconductores de alta temperatura en la industria energética incluyen un factor de 3-10 aumentos de la capacidad de manejo de energía, una reducción significativa del tamaño (es decir, la huella) del equipo de energía eléctrica, un impacto medioambiental reducido, mayor seguridad y mayor capacidad respecto a la tecnología convencional. Aunque dichos potenciales beneficios de los superconductores de alta temperatura siguen siendo bastante persuasivos, siguen existiendo numerosos desafíos técnicos en la producción y comercialización de superconductores de alta temperatura a gran escala.

- 35 Entre los desafíos asociados con la comercialización de superconductores de alta temperatura, existen muchos relacionados con la fabricación de una cinta superconductora que pueda utilizarse para la formación de diversos componentes energéticos. Una primera generación de cinta superconductora incluye el uso del superconductor de alta temperatura BSCCO mencionado anteriormente. Este material generalmente se proporciona en forma de filamentos discretos, que están incluidos en una matriz de metal noble, típicamente plata. Aunque dichos conductores pueden estar hechos en longitudes prolongadas necesarias para la implementación en la industria energética (tales como del orden de kilómetros), debido a los costes de materiales y de fabricación, dichas cintas no representan un producto viable desde el punto de vista comercial.

- 40 El documento DE 9111328 (U1) describe un superconductor de alta temperatura que tiene un portador metálico similar a una cinta y un recubrimiento en un lado o en dos lados de materiales superconductores mezclados con óxido. En su interior, el recubrimiento está formado como filamentos individuales que se extienden en paralelo, que están conectados entre sí mediante puentes de contacto.

- 45 Por consiguiente, se ha generado un gran interés en las llamadas cintas de HTS de segunda generación que tienen una viabilidad comercial superior. Estas cintas típicamente se basan en una estructura en capas, que generalmente incluye un sustrato flexible que proporciona soporte mecánico, al menos una capa protectora que recubre al sustrato, conteniendo opcionalmente la capa protectora múltiples películas, una capa de HTS que recubre a la película protectora, y una capa estabilizante eléctrica que recubre a la capa de superconductor, típicamente formada por al menos un metal noble. Sin embargo, hasta la fecha, sigue habiendo numerosos desafíos de ingeniería y
- 50 fabricación antes de la completa comercialización de dichas cintas de segunda generación.

Por consiguiente, en vista de lo anterior, siguen existiendo diversas necesidades en la técnica de los superconductores y, en particular, la provisión de cintas superconductoras viables desde el punto de vista comercial, métodos para su formación y componentes energéticos que utilicen dichas cintas superconductoras.

- 55 Además de las necesidades generales en la técnica descritas anteriormente, también es ventajoso proporcionar artículos superconductores que tengan características operativas deseables en el contexto de aplicaciones en las que las pérdidas de CA son particularmente significativas. A este respecto, la forma más típica de energía eléctrica

utilizado hoy es la forma de corriente alterna (CA). Los artículos superconductores, incluyendo conductores que están en espiral o enrollados están particularmente sujetos a pérdidas de AC, que inhiben la viabilidad comercial.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 La figura 1 ilustra una vista en perspectiva que muestra la estructura generalizada de una cinta superconductora de acuerdo con una realización de la presente invención.
- Las figuras 2-5 ilustran un diagrama de flujo del proceso para formar una realización de la presente invención.
- La figura 6 ilustra otra realización de la presente invención.
- La figura 7 ilustra una vista superior que muestra un diseño de cinta superconductora de acuerdo con un aspecto de la presente invención.
- 10 La figura 8 ilustra una vista esquemática de un transformador.
- La figura 9 ilustra una vista esquemática de un generador de energía.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, se proporciona un artículo superconductor de acuerdo con la reivindicación 1.

15 MODOS DE REALIZAR LA INVENCION

- Volviendo a la figura 1, se representa la estructura en capas general de un artículo superconductor de acuerdo con una realización de la presente invención. El artículo superconductor incluye un sustrato 10, una capa protectora 12 que recubre al sustrato 10, una capa superconductora 14, seguida por una capa de recubrimiento 16 (opcional), típicamente una capa de metal noble, y una capa estabilizante 18 (opcional), típicamente un metal no noble.
- 20 El sustrato 10 es generalmente a base de metal, y típicamente, una aleación de al menos dos elementos metálicos. Los materiales de sustrato particularmente adecuados incluyen aleaciones metálicas a base de níquel tales como el conocido grupo de aleaciones Inconel®. Las aleaciones Inconel® tienden a tener propiedades de fluencia, químicas y mecánicas deseables, incluyendo coeficiente de expansión, resistencia a la tracción, límite elástico y elongación. Estos metales están generalmente disponibles en el mercado en forma de cintas bobinadas, particularmente
- 25 adecuadas para la fabricación de una cinta superconductora, que típicamente utilizarán manejo de cintas de carrete a carrete.
- El sustrato 10 está típicamente en una configuración similar a una cinta, que tiene una alta relación dimensional. Por ejemplo, la anchura de la cinta es generalmente del orden de aproximadamente 0,4-10 cm, y la longitud de la cinta es típicamente de al menos aproximadamente 100 m, de la forma más típica mayor de aproximadamente 500 m. De hecho, realizaciones de la presente invención proporcionan cintas superconductoras que incluyen el sustrato 10 que
- 30 tiene una longitud del orden de 1 km o superior. Por consiguiente, el sustrato puede tener una relación dimensional que es bastante alta, del orden de no menos de 10, no menos de aproximadamente 10^2 , o incluso no menos de aproximadamente 10^3 . Algunas realizaciones son más largas, teniendo una relación dimensional de 10^4 y superior. Como se usa en este documento, la expresión "relación dimensional" se usa para indicar la relación de la longitud del sustrato o cinta con la siguiente dimensión más larga, la anchura del sustrato o cinta.
- 35 En una realización, el sustrato es tratado para tener propiedades superficiales deseables para la posterior deposición de las capas constituyentes de la cinta superconductora. Por ejemplo, la superficie puede estar ligeramente pulida a una planidad y rugosidad superficial deseadas. Adicionalmente, el sustrato puede ser tratado para que tenga una textura biaxial como se entiende en la técnica, tal como mediante la conocida técnica RABiTS (sustrato de textura biaxial asistida por rodillo).
- 40 Volviendo a la capa protectora 12, la capa protectora puede ser una única capa o, de forma más habitual, estar hecha de varias películas. De la forma más típica, la capa protectora incluye una película de textura biaxial, que tiene una textura cristalina que está generalmente alineada a lo largo de ejes cristalinos tanto en el plano como fuera del plano de la película. Dicha texturización biaxial puede conseguirse mediante IBAD. Como se entiende en la técnica, IBAD es un acrónimo (anglosajón) que significa deposición asistida por haz de iones, una técnica que puede utilizarse ventajosamente para formar una capa protectora de textura adecuada para la posterior formación de una
- 45 capa superconductora que tiene una orientación cristalográfica deseable para propiedades superconductoras superiores. El óxido de magnesio es un material de elección típico para la película IBAD, y puede ser del orden de 50 a 500 Angstroms, tal como de 50 a 200 Angstroms. Generalmente, la película IBAD tiene una estructura cristalina similar a sal de roca, como se define y se describe en la Patente de Estados Unidos N° 6.190.752.
- 50 La capa protectora puede incluir películas adicionales, tales como una película de barrera provista para estar en contacto directo con y colocada entre una película IBAD y el sustrato. A este respecto, la película de barrera puede

estar formada ventajosamente por un óxido, tal como itria, y funciona para aislar al sustrato de la película IBAD. Una película de barrera también puede estar formada por no óxidos tales como nitruro de silicio. Las técnicas adecuadas para la deposición de una película de barrera incluyen deposición química en fase de vapor y deposición física en fase de vapor incluyendo pulverización catódica. Los grosores típicos de la película de barrera pueden estar en un intervalo de aproximadamente 100-200 Angstroms. Adicionalmente, la capa protectora también puede incluir una película de crecimiento epitaxial, formada sobre la película IBAD. En este contexto, la película de crecimiento epitaxial es eficaz para aumentar el grosor de la película IBAD y, de forma deseable, puede estar hecha principalmente por el mismo material utilizado para la capa IBAD, tal como MgO.

En realizaciones que utilizan una película IBAD a base de MgO y/o una película epitaxial, existe una diferencia reticular entre el material de MgO y el material de la capa superconductora. Por consiguiente, la capa protectora puede incluir además otra película protectora, ésta implementada en particular para reducir una diferencia en las constantes de red entre la capa superconductora y la película IBAD y/o película epitaxial subyacente(s). Esta película protectora puede estar formada por materiales tales como YSZ (óxido de circonio estabilizado con itria) rutenato de estroncio, manganato de lantano y, generalmente, materiales cerámicos con estructura de perovskita. La película protectora puede depositarse mediante diversas técnicas de deposición física en fase de vapor.

Aunque lo anterior se ha centrado principalmente en la implementación de una película de textura biaxial en la pila (capa) protectora mediante un proceso de texturización tal como IBAD, como alternativa, la propia superficie del sustrato puede tener una textura biaxial. En este caso, la capa protectora crece generalmente de forma epitaxial sobre el sustrato texturizado para conservar la texturización biaxial en la capa protectora. Un proceso para formar un sustrato de textura biaxial es el proceso conocido como RABiTS (sustratos de textura biaxial asistida por rodillo), que se entiende generalmente en la técnica.

La capa superconductora 14 está generalmente en forma de una capa superconductora de alta temperatura (HTS). Los materiales de HTS se seleccionan típicamente entre cualquiera de los materiales superconductores de alta temperatura que muestran propiedades superconductoras por encima de la temperatura del nitrógeno líquido, 77 K. Dichos materiales pueden incluir, por ejemplo, $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$, $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+y}$, $\text{Ti}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+y}$ y $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+y}$. Una clase de materiales incluye $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$, en la que RE es un elemento de las tierras raras. De los anteriores, $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$, también denominado generalmente como YBCO, puede utilizarse ventajosamente. La capa superconductora 14 puede estar formada mediante una cualquiera de diversas técnicas, incluyendo técnicas de formación de película gruesa y fina. Preferentemente, puede usarse una técnica de deposición física en fase de vapor de película fina tal como deposición por láser pulsado (PLD) para altas velocidades de deposición, o puede usarse una técnica de deposición química en fase de vapor para un menor coste y el tratamiento de una mayor área de superficie. Típicamente, la capa superconductora tiene un grosor en el orden de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 micrómetros, de la forma más típica de aproximadamente 2 a aproximadamente 20 micrómetros, tal como de aproximadamente 2 a aproximadamente 10 micrómetros, para conseguir capacidades nominales en amperios asociadas con la capa superconductora 14.

La capa de recubrimiento 16 y la capa estabilizante 18 se implementan generalmente para proporcionar una interfaz de baja resistencia y para la estabilización eléctrica para ayudar a la prevención del deterioro por calentamiento del superconductor en el uso práctico. Más particularmente, las capas 16 y 18 ayudan al flujo continuo de cargas eléctricas a lo largo del superconductor en el caso en el que la refrigeración falle o se supere la densidad de corriente crítica, y la capa superconductora se desplaza desde el estado superconductor y se vuelve resistiva. Típicamente, se utiliza un metal noble para la capa de recubrimiento 16 para impedir interacción no deseada entre la capa o capas estabilizantes y la capa superconductora 14. Los metales nobles típicos incluyen oro, plata, platino y paladio. La plata se usa típicamente debido a su coste y accesibilidad general. La capa de recubrimiento 16 está hecha típicamente para ser lo suficientemente gruesa para impedir la difusión no deseada de los componentes desde la capa estabilizante 18 al interior de la capa superconductora 14, pero está hecha para ser generalmente fina por razones de coste (costes de materia prima y de procesamiento). Los grosores típicos de la capa de recubrimiento 16 varían entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 10,0 micrómetros, tal como de 0,5 a aproximadamente 5,0 micrómetros. Pueden usarse diversas técnicas para la deposición de la capa de recubrimiento 16, incluyendo deposición física en fase de vapor, tal como pulverización catódica con magnetrón en CC.

La capa estabilizante 18 se incorpora generalmente para recubrir a la capa superconductora 14 y, en particular, recubrir y estar en contacto directo con la capa de recubrimiento 16 en la realización particular mostrada en la figura 1. La capa estabilizante 18 funciona como una capa de protección/derivación para mejorar la estabilidad contra condiciones medioambientales adversas y la inactivación de la superconductividad. La capa es generalmente densa y térmica y eléctricamente conductora, y funciona para derivar corriente eléctrica en el caso de fallo de la capa superconductora. Puede formarse mediante una cualquiera de las diversas técnicas de formación de película gruesa y fina, tal como mediante laminado de una tira de cobre formada previamente sobre la cinta superconductora, usando un material de unión intermedio tal como soldadura o núcleo fundente. Otras técnicas se han centrado en la deposición física en fase de vapor, típicamente evaporación o pulverización catódica, así como procesamiento químico en húmedo tal como chapado no eléctrico, y electrochapado. A este respecto, la capa de recubrimiento 16 puede funcionar como una capa semilla para la deposición de cobre sobre ella.

Aunque anteriormente se ha descrito una estructura generalizada de una cinta superconductora en relación con la figura 1, características adicionales, más detalladas de realizaciones de la presente invención se aclaran en referencia al diagrama de flujo del proceso mostrado en las figuras 2-5, que muestra un proceso de modelización de patrones para una cinta superconductora de gran longitud de acuerdo con una realización de la presente invención.

De acuerdo con el proceso mostrado, se utiliza un proceso fotolitográfico para fabricar un patrón tridimensional en la cinta, utilizando un fotorresistente expuesto a una fuente de energía adecuada para la modelización de patrones, tal como una longitud de onda dentro del espectro de la luz visible o el espectro ultravioleta. El proceso puede comenzar generalmente con un proceso de imprimación, en el que la superficie sometida a la modelización de patrones se limpia y se somete a imprimación. En este contexto, la cinta puede imprimirse con vapor, sometiendo a la cinta, típicamente manejada mediante un proceso carrete a carrete, a una etapa de horneado de deshidratación para retirar la humedad absorbida. Además, puede realizarse una imprimación química para promover la adhesión del fotorresistente depositado a la capa superconductora, tal como con HMDS. La imprimación química puede realizarse utilizando diversos métodos de aplicación. Los métodos de imprimación adicionales incluyen tratamiento con descarga de corona y tratamiento con plasma.

Después de cualesquiera etapas de imprimación, generalmente se aplica a continuación un fotorresistente a la cinta superconductora. A este respecto, una capa fotorresistente 40 se muestra en la figura 2, recubriendo a la cinta superconductora formada por una estructura en capas que incluye en sustrato 10, la capa protectora 12, la capa superconductora 14, la capa de recubrimiento 16 y el estabilizante 18. El fotorresistente puede depositarse mediante una cualquiera de diversas técnicas, incluyendo técnicas de formación de película fina y gruesa, tales como mediante métodos de recubrimiento por inmersión y pulverización de laminación de película seca, y quizás mediante el sistema "doctor blade" (rasqueta). La composición real del fotorresistente puede seleccionarse entre uno cualquiera de diversos fotorresistentes disponibles en el mercado, tales como los que se usan generalmente en la industria de los semiconductores. Un ejemplo incluye un fotorresistente a base de acrilato que incluye fotorresistentes UV de línea I convencionales. El fotorresistente puede ser un resistente negativo o positivo. A este respecto, un resistente negativo es uno en el que la imagen en el resistente es el negativo del patrón encontrado en el retículo usado para la modelización de patrones, mientras que un resistente positivo forma una imagen que tiene el mismo patrón formado en el retículo. Típicamente, las técnicas de litografía avanzadas aprovechan los resistentes positivos.

Después de la aplicación de un resistente, típicamente el resistente se somete a una operación de horneado suave en el cual cualesquiera disolventes residuales en el resistente se eliminan y la adhesión entre el resistente y la cinta superconductora subyacente mejora. Un proceso de horneado suave puede realizarse haciendo avanzar (un proceso de traslado intermitente) a la cinta superconductora sobre una placa caliente, o mediante un proceso de traslado continuo sobre una placa caliente o en un entorno calentado de otro modo. El traslado puede realizarse mediante un aparato carrete a carrete. En una realización, el horneado suave se realiza al vacío.

Después de cualesquiera operaciones de horneado, típicamente el fotorresistente se somete a modelización de patrones mediante un proceso de alineamiento y exposición. En este contexto, típicamente se usa un retículo a través del cual una fuente de luz a una frecuencia deseada se posiciona para exponer partes seleccionadas del fotorresistente, mediante una técnica fotolitográfica negativa o positiva como se ha indicado anteriormente. A este respecto, se llama la atención sobre la figura 2, flechas 200 que ilustran la exposición selectiva del fotorresistente 40, en la que una fuente de luz UV irradia a un retículo 200 que permite el paso de solamente partes seleccionadas 202 para irradiar a la capa fotorresistente 40. La realización ilustrada utiliza un enfoque de litografía positiva, y el patrón definitivo formado en la capa fotorresistente 40 es el mismo patrón formado en el retículo 200 como se ilustra en la figura 3.

En cuanto a los verdaderos mecanismos para realizar el alineamiento y la exposición, la cinta puede ser trasladada mediante un proceso continuo en el que el retículo y la fuente de luz se mantienen estacionarios para una radiación generalmente continua durante el proceso de traslado. Como alternativa, el retículo 200 puede tener un tamaño para tener una longitud prolongada, en el que la cinta superconductora es trasladada, detenida, expuesta y trasladada de nuevo, denominado en este documento como un proceso de "paso y repetición". Por ejemplo, un retículo y una fuente pueden colocarse para proporcionar una ventana de exposición de 1 a 50 cm, por ejemplo, en referencia a la longitud real de la cinta superconductora expuesta en una única etapa de exposición. Realizando el proceso anterior, toda la longitud de la cinta superconductora está expuesta generalmente antes de continuar con el desarrollo del fotorresistente y el grabado descrito a continuación.

Después de la exposición, se desarrolla el resistente. En el caso de un fotorresistente positivo, aquellas partes del resistente que fueron expuestas a la luz se disuelven en una solución de desarrollo. Un ejemplo de una solución de desarrollo incluye una solución acuosa de Na_2CO_3 al 1%. En el contexto de resistente de línea I disponibles en el mercado, típicamente el desarrollador más habitual es TMAH que tiene diversas formulaciones comunes en la industria fotolitográfica. Un resistente completamente desarrollado se muestra en la figura 3, el resistente 40 que tiene una pluralidad de canales 42 que dejan expuestas partes de las capas subyacentes de la cinta superconductora.

Después del desarrollo, el resistente puede exponerse a un horneado fuerte, un tratamiento térmico en el que

cualquier disolvente residual procedente del proceso de desarrollo se evapora y a endurecimiento del resistente.

Una cinta superconductora es grabada generalmente mediante un agente de grabado 210 mostrado en la figura 3. Agente de grabado se usa generalmente en este documento para incluir a un grupo de diferentes especies de agente de grabado que pueden utilizarse para una selectividad, velocidades de grabado y grabado completo apropiados de diversos materiales de la cinta superconductora, que, en la realización mostrada, incluyen los materiales de la capa estabilizante 18, la capa de recubrimiento 16 y la capa superconductora 14. El grabado puede realizarse mediante una de diversas técnicas, incluyendo mediante medios químicos y/o físicos. Por ejemplo, el grabado seco generalmente expone a la cinta superconductora a un plasma que interactúa física y/o químicamente para retirar material expuesto de la cinta. El grabado en húmedo utiliza productos químicos líquidos para retirar químicamente material de la cinta superconductora. Una realización utiliza grabado químico y, de forma más precisa, una solución de clorato de cobre (CuCl_2), que generalmente contiene una solución acuosa al 10% de CuCl_2 . Como se ha indicado anteriormente, pueden utilizarse químicas diferentes para los diferentes materiales de la cinta superconductora.

Después de la operación de grabado, se proporciona una estructura como se muestra en la figura 4, en la que tiras o filamentos superconductores 14a, 14b, y 14c se dejan atrás posteriormente a la operación de grabado. Como se muestra, las tiras están separadas entre sí por un espacio g, y tienen una anchura de la tira o filamento W, como se ilustra. De acuerdo con realizaciones de la presente invención, las tiras son generalmente paralelas al eje longitudinal de la cinta y generalmente paralelas entre sí y están separadas generalmente entre sí por un espacio promedio g de al menos 1 micrómetro, típicamente no menos de aproximadamente 5 micrómetros, tal como no menos de aproximadamente 10 micrómetros. Aunque se proporciona un espacio sustancialmente constante entre las tiras superconductoras mostradas en la figura 4, se entiende que puede utilizarse un espacio no constante entre diversas tiras adyacentes de la cinta superconductora.

Además, las tiras superconductoras pueden tener una anchura promedio de no menos de aproximadamente 5 micrómetros y, en una realización, no menos de aproximadamente 8 micrómetros, o incluso no menos de aproximadamente 10 micrómetros. Las tiras superconductoras pueden tener sustancialmente la misma anchura o anchuras variables. Además, aunque las realizaciones mostradas son coplanares, debe entenderse que pueden utilizarse diversos niveles o capas de material superconductor, proporcionando de este modo una estructura en la que las tiras superconductoras no son coplanares entre sí.

Después del grabado, el resistente se retira, tal como exponiendo al resistente a una solución acuosa apropiada. En una realización, la cinta superconductora es expuesta a NaOH en una solución al 2-3% en peso/peso, seguido de un aclarado con agua desionizada. Después de la exposición del resistente y el aclarado, generalmente la cinta superconductora se limpia, tal como mediante un tratamiento con plasma de O_2 .

Una vez completado el proceso de modelización de patrones fotolitográficos, la cinta superconductora puede someterse a operaciones de deposición adicionales para formar capas adicionales. Como se muestra en la figura 5, la cinta superconductora puede completarse mediante la deposición de una capa de pasivación 50, formada por un material de pasivación adecuado que puede servir para diversas funciones, incluyendo proporcionar una capa de barrera protectora contra contaminantes para impedir la contaminación no deseable de la capa superconductora. La capa de pasivación 50 también puede proporcionar integridad estructural a la cinta superconductora. Los ejemplos de materiales utilizados para la capa de pasivación incluyen SiO_2 , YSZ, carbono similar a diamante y polímeros orgánicos.

Aunque en la anterior realización descrita junto con el diagrama de flujo del proceso descrito en las figuras 2-5, la modelización de patrones mediante una técnica fotolitográfica se realiza después de la formación de la capa de recubrimiento 16 y la capa estabilizante 18, se observa que la modelización de patrones puede realizarse antes de la deposición de dichas capas. En este contexto, se llama la atención sobre la figura 6 en la que a la capa superconductora 14 se le modelizan los patrones antes de la formación de la capa de recubrimiento 16 y la capa estabilizante 18. Como se muestra, la capa de recubrimiento 16 puede ser relativamente conforme y la capa estabilizante estar provista en una arquitectura no conforme.

Aunque diversas características de realizaciones de la presente invención se han descrito anteriormente en detalle particular respecto a diversas características del proceso, también se llama la atención sobre la figura 7 que ilustra una vista superior de la arquitectura de filamentos superconductores de acuerdo con una realización de la presente invención. En este caso, se proporcionan la pluralidad de filamentos 14a, 14b, 14c y 14d, en los que se proporcionan una pluralidad de puentes 20. En una realización, los puentes 20 están formados de la misma capa superconductora 14, como se ha descrito anteriormente en relación con el diagrama de flujo del proceso mostrado en las figuras 2-5. Por consiguiente, los puentes conductores están formados generalmente con el mismo material superconductor que el resto de la capa 14, concretamente las tiras superconductoras. Estos puentes o filamentos de puenteo 20 pueden estar provistos para mejorar el rendimiento del proceso de fabricación de la cinta superconductora. Más particularmente, aberturas o espacios en los filamentos conductores afectan negativamente al rendimiento. Al utilizar filamentos de puenteo 20 como se muestra en la figura 7, que pueden disponerse periódicamente entre tiras superconductoras adyacentes, pueden derivarse longitudes discretas de tiras superconductoras que contienen aberturas. Típicamente, la cinta superconductora incluye al menos un puente entre dos filamentos adyacentes por

cada 100 m de sustrato, más típicamente, al menos uno por 50 m de sustrato y, en diversas realizaciones, al menos uno por 10 m de sustrato. Otras realizaciones incluyen al menos un puente por cada 1 m de sustrato. Aunque típicamente, los puentes conductores están separados periódicamente a lo largo de la longitud del sustrato, los puentes conductores pueden estar orientados aleatoriamente o dispuestos de forma no periódica. En cuanto a la integración de la formación de los puentes conductores, dichos puentes pueden formarse fácilmente de forma contemporánea con los procesos de modelización de patrones descritos anteriormente.

Más allá de la arquitectura y las técnica de proceso particulares en relación con conductores o cintas superconductoras como se ha descrito anteriormente, las realizaciones también se refieren a componentes, tales como componentes energéticos industriales o comerciales que incorporan a dichos conductores. Algunas realizaciones se interesan por una clase de componentes energéticos conocidos como "máquinas rotatorias", que incluyen en sentido amplio generadores de energía y motores.

La figura 8 ilustra esquemáticamente un transformador de potencia que tiene un núcleo central 76 alrededor del cual están provistos un bobinado primario 72 y un bobinado secundario 74. Se observa que la figura 8 es de naturaleza esquemática, y la configuración geométrica real del transformador puede variar como se entiende bien en la técnica. Sin embargo, el transformador incluye al menos los bobinados primario y secundario básicos. A este respecto, en la realización mostrada en la figura 8, el bobinado primario tiene un mayor número de vueltas que el bobinado secundario 74, que representa un transformador reductor que reduce el voltaje de una señal de potencia entrante. A la inversa, la provisión de un menor número de vueltas en el bobinado primario con respecto al bobinado secundario proporciona un aumento del voltaje. A este respecto, típicamente los transformadores aumentadores se utilizan en subestaciones de transmisión de potencia para aumentar el voltaje a altos voltajes para reducir la pérdida de energía a lo largo de largas distancias, mientras que los transformadores reductores están integrados en subestaciones de distribución para la distribución en última instancia de energía a usuarios finales. Al menos uno de y preferentemente ambos de los bobinados primario y secundario comprenden cintas superconductoras de acuerdo con la descripción anterior.

Volviendo a la figura 9, se proporciona la estructura básica de un generador. El generador incluye un rotor 86 que es accionado como se conoce en la técnica, tal como mediante una turbina. El rotor 86 incluye electroimanes de alta intensidad, que están formados por espirales del rotor 87 que forman el campo electromagnético deseado para la generación de energía. La generación del campo electromagnético genera energía en el estator 88, que comprende al menos un bobinado conductor 89. De acuerdo con una característica particular de la realización, las espirales del rotor y/o el bobinado del estator comprenden una cinta superconductora de acuerdo con realizaciones descritas anteriormente. Los superconductores de baja pérdida usados en los bobinados del estator reducen generalmente de forma sustancial las pérdidas por histéresis.

Aunque en este documento se han descrito aspectos particulares de la presente invención de forma particular, se entiende bien que los expertos en la materia pueden realizar modificaciones a estos que sigan estando dentro del alcance de las presentes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo superconductor, que comprende:
un sustrato que tiene una longitud;
una capa de textura biaxial que recubre al sustrato
5 una pluralidad de tiras superconductoras que recubren a la capa de textura biaxial y
que tienen una anchura promedio de al menos 5 μm , comprendiendo las tiras superconductoras primera y
segunda tiras superconductoras que se extienden generalmente paralelas entre sí a lo largo de al menos una
parte de la longitud y separadas entre sí por un espacio que tiene una anchura del espacio promedio de al
menos 1 μm ;
10 al menos un puente superconductor por 100 m de sustrato, que acopla eléctricamente al menos a la primera
y segunda tiras superconductoras entre sí;
al menos una capa de derivación conductora que recubre a la capa superconductora,
en el que el sustrato tiene una relación dimensional de no menos de aproximadamente 10.
15 2. El artículo superconductor de la reivindicación 1, en el que las tiras superconductoras son generalmente
coplanares entre sí, formando una capa superconductora.
3. El artículo superconductor de la reivindicación 1, en el que la capa superconductora se somete a
procesamiento fotolitográfico para formar las tiras superconductoras.
4. El artículo superconductor de la reivindicación 1, en el que las tiras superconductoras y el al menos un puente
20 superconductor son sustancialmente coplanares, formados a partir de una capa de material superconductor
modelizada según un patrón.
5. El artículo superconductor de la reivindicación 1, en el que los puentes superconductores están separados
generalmente de forma periódica a lo largo de una longitud del sustrato.
6. El artículo superconductor de la reivindicación 1, en el que las tiras superconductoras están compuestas por
un superconductor de alta temperatura.
25

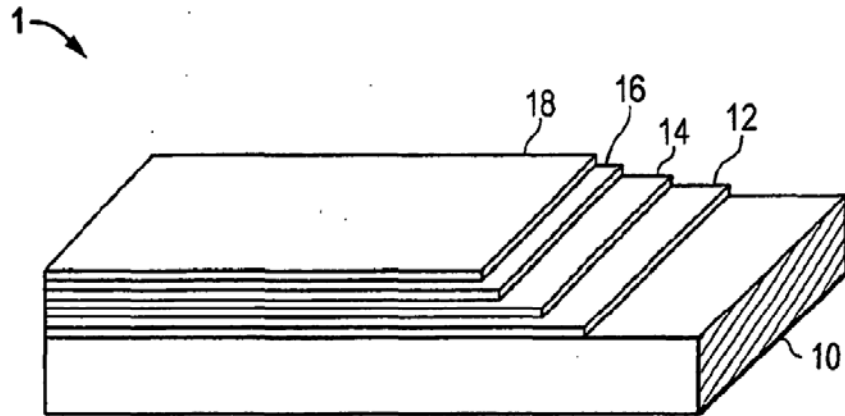


FIG. 1

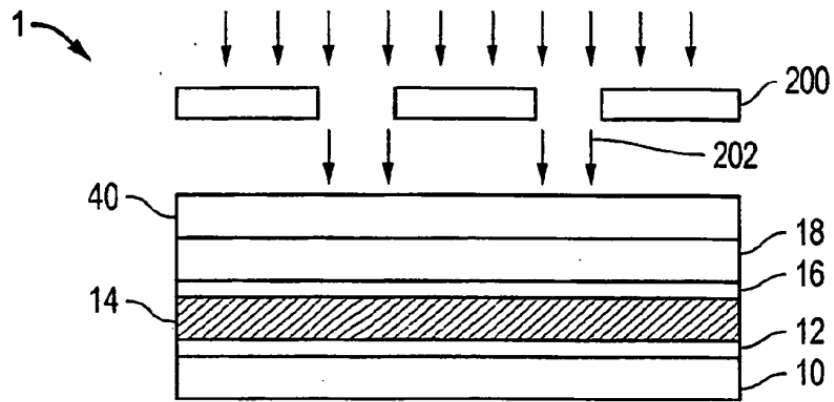


FIG. 2

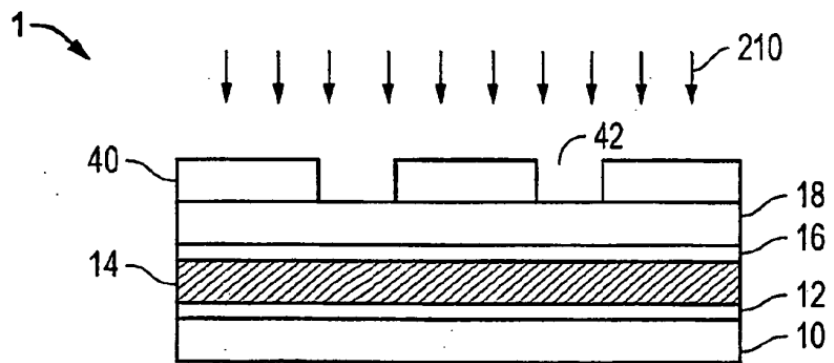


FIG. 3

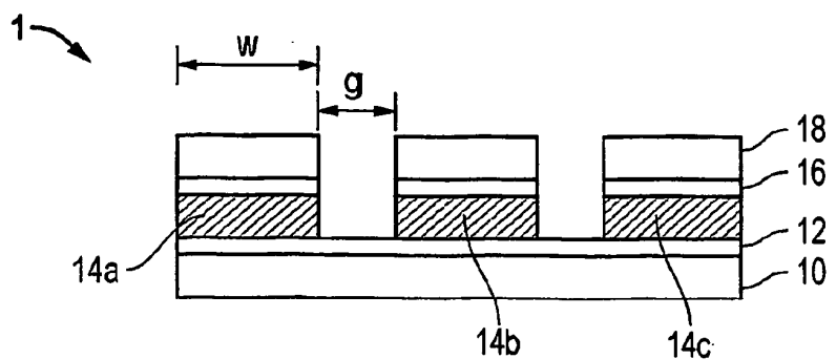


FIG. 4

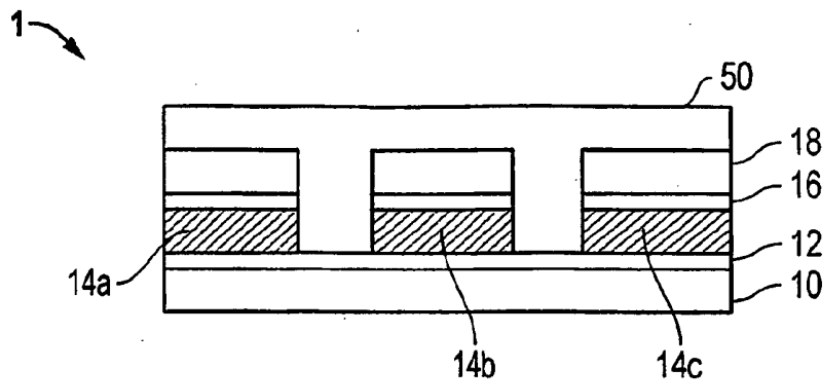


FIG. 5

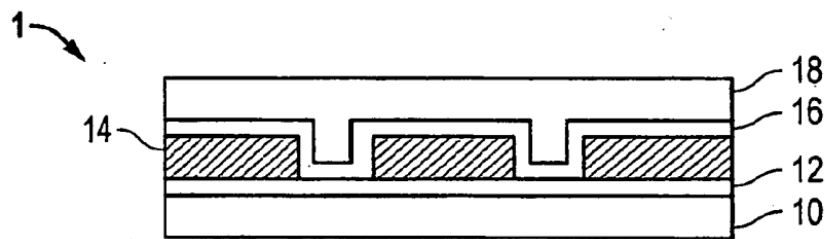


FIG. 6

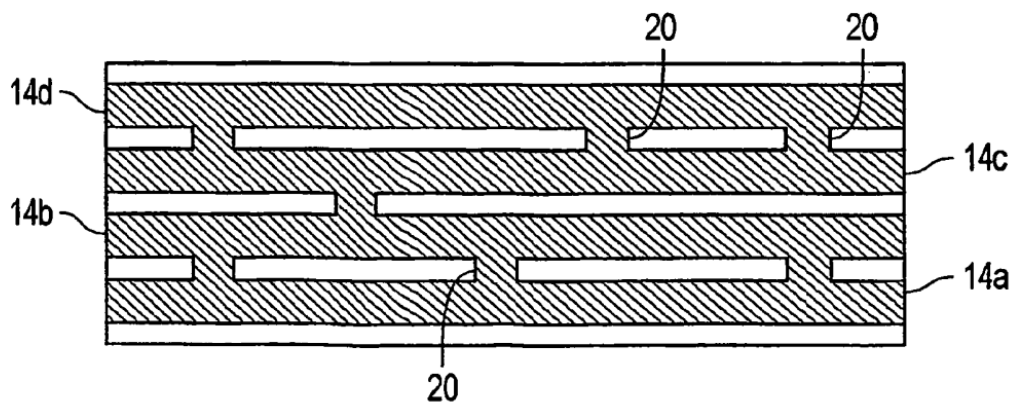


FIG. 7

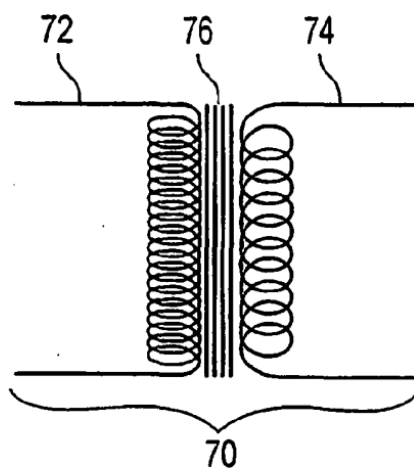


FIG. 8

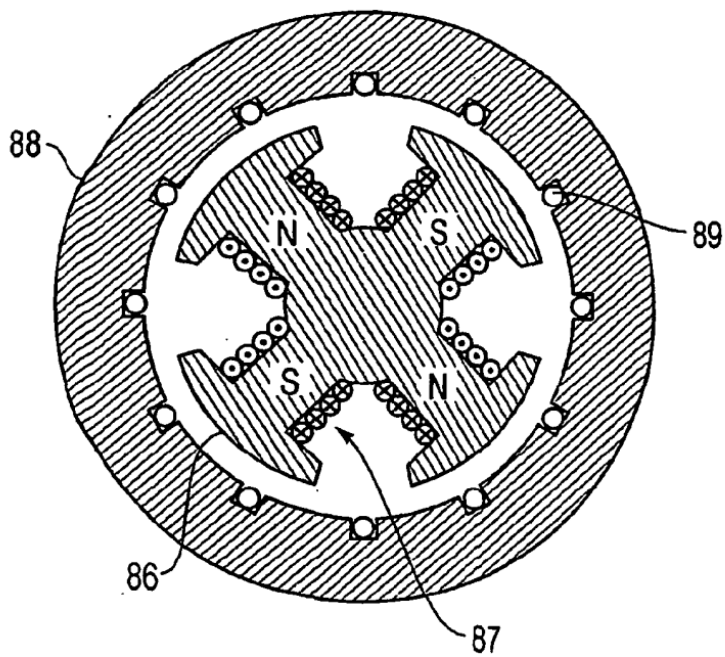


FIG. 9