

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 386**

51 Int. Cl.:

H01M 10/04 (2006.01)

H01G 11/86 (2013.01)

H01G 13/00 (2013.01)

H01G 11/84 (2013.01)

H01G 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2023** **PCT/EP2023/067475**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.01.2024** **WO24003047**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2023** **E 23735722 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2025** **EP 4320667**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la fabricación de una pila de electrodos**

30 Prioridad:

29.06.2022 DE 102022116275

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.05.2025

73 Titular/es:

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG
(100.00%)
Universitätsplatz 2
38106 Braunschweig, DE

72 Inventor/es:

FRÖHLICH, ARIAN y
HAUS, JAN NIKLAS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 015 386 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

Procedimiento y dispositivo para la fabricación de una pila de electrodos

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la fabricación de una pila de electrodos.

En la fabricación de medios de almacenamiento de energía y convertidores de energía, en particular de baterías, pilas de combustible y condensadores, varios electrodos en forma de lámina se apilan para formar una pila de electrodos en el transcurso de la denominada formación de pila. Los electrodos individuales están aislados a este respecto uno
10 de otro. Los electrodos pueden seleccionarse a este respecto individualmente desde cargadores y colocarse alternativamente en la pila de electrodos mediante sistemas de manipulación.

Se conocen procedimientos y dispositivos para la fabricación de pilas de electrodos, por ejemplo, por el documento US 2021/234186 A1, el documento WO 2015/079365 A1 y el documento US 7.611.549 B2.

15 La colocación precisa de cada electrodo, tanto en términos de su posición como de su orientación, es un criterio decisivo para la calidad para los medios de almacenamiento de energía y convertidores de energía fabricados. El objetivo es una precisión de menos de 0,1 mm. La alineación de los electrodos en la posición deseada (posición objetivo) ha sido hasta ahora una etapa parcial costosa y que requiere mucho tiempo en la formación de pilas. Hasta
20 ahora era necesario registrar con precisión la posición real de un electrodo para poder determinar y llevar a cabo posteriormente los cambios de posición y orientación necesarios para la posición objetivo. Para el registro de la posición real puede usarse un procesamiento de imágenes preciso, lo que está unido sin embargo a altos costes.

Además, los sistemas de manipulación (robots con pinzas) que sujetan los electrodos, por ejemplo mediante vacío,
25 pueden provocar daños en los electrodos, lo que resulta desventajoso.

Si se ha alcanzado la posición objetivo del electrodo teniendo en cuenta las tolerancias admisibles, entonces en el estado de la técnica se fija mecánicamente toda la pila de electrodos colocada hasta el momento antes de colocar la siguiente capa sobre la pila de electrodos existente hasta el momento. Esta fijación mecánica también requiere mucho
30 tiempo y puede ser origen de daños en los electrodos individuales.

Por lo tanto, el objetivo de la invención era reducir los costes y el tiempo necesario para la fabricación de pilas de electrodos y evitar daños en los electrodos durante la formación de la pila.

35 Este objetivo se soluciona mediante un procedimiento para la fabricación de una pila de electrodos para un medio de almacenamiento de energía o convertidor de energía, en particular para una batería, para una pila de combustible o para un condensador, según la reivindicación 1, en el que se apilan una pluralidad de capas en forma de lámina, al menos parcialmente conductoras eléctricamente, para formar una pila de electrodos, en donde se coloca en primer
40 lugar una primera capa sobre una superficie de colocación y cada capa adicional sobre la capa colocada previamente, en particular la capa colocada inmediatamente antes, y en donde se genera un campo alterno electromagnético que centra la capa durante un intervalo de tiempo t antes, durante y/o después de la colocación al menos de una capa. Por centrado se entiende en particular mover la capa a una posición y orientación predeterminadas sobre la superficie de colocación y/o mantener la capa en la posición y orientación predeterminadas sobre la superficie de colocación. El centrado se realiza en particular en un plano bidimensional paralelo a la superficie de colocación.

45 El campo alterno electromagnético induce corrientes de Foucault en las capas al menos parcialmente conductoras eléctricamente, que a su vez generan un campo magnético que es opuesto al campo alterno electromagnético. Esto genera una fuerza repulsiva entre un elemento que genera el campo alterno electromagnético, por ejemplo una bobina, y las capas. Los inventores han descubierto que estas fuerzas repulsivas pueden utilizarse de forma excelente para centrar las capas. Se ha demostrado que con este tipo de centrado se puede conseguir una precisión muy elevada,
50 es decir, desviaciones muy pequeñas entre la posición objetivo y la posición real, tanto en términos de posición como de orientación. Las fuerzas que actúan sobre las capas al menos parcialmente conductoras eléctricamente no son a este respecto de origen mecánico, por lo que el riesgo de daños en las capas se reduce considerablemente. Además, el centrado se realiza de manera extremadamente rápida, mucho más rápida de lo que sería posible con un sistema
55 de manipulación (pinza).

El procedimiento de acuerdo con la invención es especialmente adecuado para centrar capas rectangulares y en particular capas con longitudes de borde de 5 mm a 600 mm así como un espesor entre 5 μm y 1000 μm . Mediante el procedimiento de acuerdo con la invención pueden centrarse con precisión capas de estas dimensiones. Sin embargo,
60 el procedimiento de acuerdo con la invención también es muy adecuado para centrar capas de otra forma, por ejemplo para centrar capas circulares u ovaladas, en particular aquellas con diámetros entre 5 mm y 600 mm.

En el caso de las capas colocadas puede tratarse, por ejemplo, de electrodos (de batería) con capas colectoras de corriente que conducen corriente integradas. A estos electrodos pertenecen cátodos (por ejemplo, colectores de corriente de aluminio), ánodos (por ejemplo, colectores de corriente de cobre) así como materiales compuestos de ánodos con capas separadoras o de electrolito y cátodos con capas separadoras o de electrolito. El procedimiento es
65

adecuado además para la formación de pilas de electrodos (de batería) en los que el propio material activo sirve como colector de corriente (por ejemplo, metal litio puro como ánodo de metal litio). Una capa colocada inmediatamente antes también puede ser una capa separadora pura. Las capas separadoras no son conductoras y, por lo tanto, no se ven afectadas por el campo alterno electromagnético. En el marco de la presente invención es posible colocar capas separadoras entre dos capas al menos parcialmente conductoras eléctricamente mediante un dispositivo adicional, por ejemplo una pinza de vacío. Si posteriormente se activa el campo alterno electromagnético, sólo se centran las capas que son al menos parcialmente conductoras eléctricamente.

Por encima de la superficie de colocación se encuentra un espacio de colocación. El espacio de colocación es el espacio en el que se disponen las capas durante la fabricación de la pila de electrodos para formar la pila de electrodos. Por lo tanto, el espacio de colocación presenta preferiblemente una altura que está adaptada a la altura máxima de la pila de electrodos y en particular corresponde a ésta. Durante la fabricación, las capas se trasladan desde un área fuera del espacio de colocación hacia el espacio de colocación y luego se colocan (se colocan) sobre la superficie de colocación o la capa previamente colocada. El campo alterno electromagnético presenta un espacio de acción que comprende preferiblemente al menos el espacio de colocación. Por el espacio de acción del campo alterno electromagnético se entiende en particular el espacio en el que el campo alterno electromagnético presenta una intensidad de campo lo suficientemente grande como para ejercer sobre la capa a colocar o ya colocada una fuerza que pueda poner en movimiento la capa, es decir, en particular pueda superar fuerzas de resistencia entre la capa y el entorno del proceso durante la colocación (por ejemplo, fuerzas de resistencia del aire, fuerzas electrostáticas) y/o fuerzas de adhesión y fricción entre la capa y la superficie de colocación o entre la capa y una capa previamente colocada. El espacio de acción de un campo alterno electromagnético generado por una bobina se extiende en particular hacia el interior de la bobina. El espacio de acción también puede denominarse zona de influencia del campo alterno electromagnético.

El espacio de acción puede verse influenciado, por ejemplo, por la forma de la bobina, el material de la bobina, el número de vueltas de la bobina, el diámetro de la bobina y la intensidad de corriente de la corriente que fluye a través de la bobina. Además, hay muchos otros factores que influyen en el tamaño y la forma del espacio de acción. Es ventajoso adaptar el espacio de acción del campo alterno electromagnético a la forma y tamaño de los electrodos para conseguir el mejor efecto de centrado posible.

El espacio de acción del campo alterno electromagnético se selecciona en particular de tal manera que el campo alterno electromagnético ejerce fuerzas sobre la capa desde al menos tres direcciones que discurren paralelas a la superficie de colocación, centrando así la capa. Las fuerzas se complementan a este respecto entre sí de modo que se fijan la posición y la orientación de la capa en el plano de manera paralela a la superficie de colocación, por lo tanto la capa ya no puede moverse. La posición y orientación de la capa en el plano está determinada por al menos tres fuerzas.

En perfeccionamientos ventajosos, el espacio de acción del campo alterno electromagnético encierra parcialmente la capa colocada o su borde circundante y sobresale hacia afuera más allá del borde de la capa en al menos tres sitios. En el transcurso de su desarrollo, los inventores han determinado que el centrado se realiza de manera especialmente eficaz cuando el campo alterno electromagnético actúa sobre el borde de la capa colocada. Por lo tanto, el espacio de acción del campo alterno electromagnético puede encerrar también completamente como alternativa la capa colocada o su borde circundante. En este caso, el campo alterno electromagnético actúa desde el exterior sobre todo el borde de la capa y provoca así fuerzas desde todas las direcciones paralelas a la superficie de colocación, de manera que se consigue un centrado excepcionalmente bueno.

La generación de corriente alterna se puede realizar en dos variantes (alternativas). En la primera variante, la frecuencia deseada y la forma de oscilación (preferiblemente oscilación sinusoidal u onda cuadrada) de la corriente alterna se generan a través de un generador de señales (generador de corriente alterna). La amplitud de esta señal aumenta en un amplificador de potencia conectado y se alimenta a la bobina. La corriente alterna genera el campo alterno electromagnético en la bobina. En la segunda variante, la bobina se convierte en un circuito oscilante mediante un condensador y este circuito oscilante se amplía mediante un circuito de carga con una fuente de corriente continua. El circuito de carga con fuente de corriente continua carga continuamente el condensador. En una primera versión preferida de esta variante, el condensador se descarga en pulsos a través de la bobina por medio de un interruptor entre el condensador y la bobina. La alta corriente de descarga resultante decae a la frecuencia propia del circuito oscilante formado por el condensador y la bobina hasta que el condensador se separa de la bobina mediante un interruptor y se recarga mediante el circuito de carga. La corriente de descarga alta en pulsos genera un fuerte campo alterno electromagnético en la bobina. En una segunda versión preferida de esta variante, el condensador y la bobina están conectados eléctricamente de forma permanente entre sí y se alimentan a través del circuito de carga, de modo que se ajusta una corriente alterna que oscila continuamente a la frecuencia propia del circuito oscilante, que genera un campo alterno electromagnético en la bobina.

En perfeccionamientos ventajosos, el campo alterno electromagnético está adaptado en cuanto a su espacio de acción a la forma y/o tamaño de la capa a colocar. Si, por ejemplo, se coloca una capa rectangular, el espacio de acción del campo alterno electromagnético es preferiblemente rectangular o esencialmente rectangular, en particular el espacio de acción presenta la forma de un rectángulo con esquinas redondeadas en una vista en planta. En la práctica, esto

se puede conseguir generando el campo alterno electromagnético a partir de una bobina que está adaptada en forma y/o tamaño a la capa. Además, las extensiones del espacio de acción del campo alterno electromagnético y de la capa en direcciones paralelas a la superficie de colocación son preferiblemente idénticas o la extensión del espacio de acción del campo alterno electromagnético es ligeramente mayor, en particular hasta un 10 %, de manera especialmente preferida hasta un 5 %. Los inventores han reconocido que un espacio de acción aún mayor no aporta ninguna ventaja, sino que más bien hace que las fuerzas que actúan sobre la capa sean menores, reduciéndose así el efecto de centrado. Un espacio de acción del campo alterno electromagnético ligeramente menor que la capa en direcciones paralelas a la superficie de colocación también conduce a un menor efecto de centrado. Por lo tanto, es preferible seleccionar una bobina cuyo espacio interior en dirección radial sea sólo ligeramente mayor que la extensión de las capas.

En dirección vertical, es decir, en particular perpendicularmente a la superficie de colocación, el campo alterno electromagnético está diseñado de tal manera que su espacio de acción también comprenda las capas ya colocadas. Esto se consigue en particular cuando el espacio de acción comprende completamente el espacio de colocación. Como resultado, las capas que ya se han colocado quedan (de nuevo) centradas por el campo alterno electromagnético. Como alternativa, el campo alterno electromagnético solo se puede activar después de que se haya colocado la última capa, después de lo cual todos los electrodos se centran en la pila.

Como ya se ha mencionado anteriormente, en el estado de la técnica las capas ya colocadas se sujetan mediante un dispositivo de sujeción. Esto puede provocar daños mecánicos. En perfeccionamientos ventajosos de la invención está previsto que el espacio de acción del campo alterno electromagnético comprenda al menos parcialmente, en particular completamente, una pieza de colocación dispuesta por debajo del espacio de colocación, al menos parcialmente conductora eléctricamente. Esto también induce corrientes de Foucault en la pieza de colocación. Estas corrientes de Foucault generan su propio campo magnético. Como se ha descrito anteriormente, también se genera un campo magnético en las capas por las corrientes de Foucault inducidas allí. Los campos magnéticos de las capas y de la pieza de colocación están alineados de tal manera que la pieza de colocación y las capas se atraen entre sí. De esta manera, las capas no solo quedan centradas sino que también se sujetan. Con este tipo de sujeción no se produce ninguna tensión mecánica sobre las capas mediante una pinza o similar, por lo que se evita en gran medida que se dañen las capas. Si entre capas colocadas al menos parcialmente conductoras eléctricamente se encuentran capas separadoras no conductoras, las capas separadoras también se mantienen hacia abajo porque se mantienen entre las capas al menos parcialmente conductoras eléctricamente y la pieza de colocación.

Por conductores eléctricamente se entienden en particular materiales que presentan una conductividad de $> 10^6$ S/m.

El intervalo de tiempo t durante el cual se genera (se hace funcionar) el campo alterno electromagnético, es decir, durante el cual el campo alterno electromagnético es efectivo, asciende preferiblemente a entre 0,005 y 20 segundos, en particular a entre 0,005 y 1 segundo. 20 segundos son suficientes para transportar una capa hacia el espacio de colocación y centrar adicionalmente la capa. Por el contrario, un intervalo de tiempo de 0,005 segundos es suficiente para el centrado solo. Preferiblemente, no se genera ningún campo alterno electromagnético entre dos procesos de colocación y centrado, de manera que se limita el consumo de energía.

Al inducir corrientes de Foucault en la capa y dado el caso en la pieza de colocación, una parte de la energía (eléctrica) consumida se convierte en energía térmica (calor residual). Los inventores han reconocido que es ventajoso limitar la cantidad de calor residual para que las capas no se dañen. Para este fin también resulta ventajoso que, como se ha descrito anteriormente, no se genere ningún campo alterno electromagnético entre dos procesos de colocación y centrado. En perfeccionamientos ventajosos, el campo alterno electromagnético se hace funcionar adicionalmente o como alternativa en funcionamiento por impulsos, en donde el campo alterno electromagnético se activa y desactiva de manera alterna durante el intervalo de tiempo t . El intervalo de tiempo activo t_{activo} , dentro del cual el campo alterno electromagnético está activo, asciende preferiblemente a entre 0,001 y 10 segundos, en particular a entre 0,001 y 0,5 segundos. Entre dos intervalos de tiempo activo t_{activo} se encuentra un intervalo de tiempo de pausa t_{pausa} , que asciende a entre 0,001 y 10 segundos, en particular entre 0,001 y 0,5 segundos. Se ha demostrado además que es de gran ventaja si el intervalo de tiempo activo t_{activo} es esencialmente menor que el intervalo de tiempo de pausa t_{pausa} , en particular en un factor de 2 a 10. El intervalo de tiempo activo más corto es suficiente para centrar la capa, dado que el centrado de la capa se realiza de manera extremadamente rápida. El intervalo de tiempo de pausa más largo significa que la energía térmica puede liberarse al entorno del dispositivo y las capas no se calientan demasiado a largo plazo.

El campo alterno electromagnético presenta preferiblemente una frecuencia mayor de 1 kHz, en particular mayor de 10 kHz y además preferiblemente menor de 100 kHz. Por debajo de 1 kHz, las corrientes de Foucault resultantes suelen ser débiles y el efecto de centrado del procedimiento de acuerdo con la invención apenas está presente. Por encima de 10 kHz, los campos magnéticos resultantes de las corrientes de Foucault son suficientemente fuertes para superar las fuerzas de atracción entre las capas individuales y centrar las capas. Por encima de 100 kHz apenas se observa una mejora en el efecto de centrado. Además, estas frecuencias tan altas generan mucho calor residual, lo que también constituye una desventaja.

En perfeccionamientos ventajosos, la superficie de colocación se define por una carcasa de una celda de electrodos.

La combinación de pila de electrodos y carcasa se denomina celda de electrodos. Hasta ahora, era una práctica común fabricar primero una pila de electrodos independientemente de una carcasa y luego colocar la pila de electrodos en la carcasa, produciendo así una celda de electrodos. Por ejemplo, una batería se fabrica a partir de varias celdas de electrodos. Normalmente, cada medio de almacenamiento de energía o convertidor de presenta una pluralidad de celdas de electrodos interconectadas. La invención permite fabricar la pila de electrodos directamente en la carcasa, eliminando así una etapa de proceso, la transferencia de una pila de electrodos fabricada a la carcasa. Como alternativa, la superficie de colocación puede definirse por la propia pieza de colocación, en donde ésta es entonces una superficie de la pieza de colocación.

El objetivo de la invención se soluciona también mediante un dispositivo para la fabricación de una pila de electrodos a partir de una pluralidad de capas en forma de lámina, al menos parcialmente conductoras eléctricamente según la reivindicación 7, que presenta una pieza de colocación que proporciona una superficie de colocación y un generador de corriente alterna que comprende al menos una bobina así como una fuente de corriente, en donde la al menos una bobina está dispuesta con relación a la superficie de colocación de tal manera que, cuando se activa la fuente de corriente, genera un campo alterno electromagnético que centra las capas con relación a la superficie de colocación al menos en un espacio de colocación por encima de la superficie de colocación.

En el dispositivo de acuerdo con la invención, se genera mediante la bobina el campo alterno electromagnético que centra las capas en el espacio de colocación. Si se colocan capas en el espacio de colocación y en particular sobre la superficie de colocación o sobre una capa previamente colocada, el campo alterno electromagnético provoca el centrado descrito anteriormente. De este modo, las ventajas descritas anteriormente se aplican también al dispositivo de acuerdo con la invención.

El dispositivo de acuerdo con la invención está diseñado preferiblemente para realizar el procedimiento de acuerdo con la invención. El procedimiento de acuerdo con la invención se realiza preferiblemente con el uso del dispositivo de acuerdo con la invención.

El espacio de acción del campo alterno electromagnético se define en particular por la forma de la bobina y su disposición en el espacio.

Como se ha descrito anteriormente, es ventajoso que las capas no sólo estén centradas, sino que también se mantengan hacia abajo después de la colocación. En perfeccionamientos ventajosos está previsto, por tanto, que la pieza de colocación sea al menos parcialmente conductora eléctricamente y que la bobina esté dispuesta de tal manera que el campo alterno electromagnético encierre al menos parcialmente la pieza de colocación. De este modo, mediante el campo alterno electromagnético se induce también corrientes de Foucault en la pieza de colocación, en donde estas corrientes de Foucault generan un propio campo magnético. Este campo magnético interactúa con el campo magnético de las corrientes de Foucault en las capas de tal manera que las capas se mantienen hacia abajo.

Como alternativa, está previsto que la pieza de colocación no sea conductora eléctricamente, en donde por debajo de la pieza de colocación está dispuesto un imán, en particular un electroimán y/o un imán permanente. El imán está diseñado para mantener hacia abajo las capas colocadas en la pieza de colocación. El imán está diseñado de tal manera que interactúa con el campo magnético causado por las corrientes de Foucault en las capas de tal manera que las capas se mantienen hacia abajo, es decir, que se ejerce una fuerza que presiona las capas sobre la pieza de colocación. Incluso con este tipo de sujeción no se produce ningún deterioro mecánico de las capas mediante un dispositivo de sujeción mecánico, lo que evita daños.

Un material no es eléctricamente conductor en particular si presenta una conductividad de $< 10^{-8}$ S/m.

La superficie de colocación se corresponde preferiblemente en forma y tamaño con las capas a colocar (en planta, es decir en dirección perpendicular al eje vertical H). La superficie de colocación puede ser ligeramente más grande para tener en cuenta las tolerancias al colocar la capa antes del proceso de centrado. La superficie de colocación puede corresponder a la superficie superior de la pieza de colocación. La forma también puede variar ligeramente. De ese modo, en caso de una capa rectangular, la superficie de colocación también puede presentar la forma de un rectángulo con esquinas redondeadas.

Los inventores han determinado que resulta ventajoso que la bobina o las bobinas estén dispuestas cerca de las capas a centrar. En perfeccionamientos ventajosos del dispositivo de acuerdo con la invención, está previsto por tanto que la bobina discorra a nivel del espacio de colocación, de la superficie de colocación y/o de la pieza de colocación a lo largo de un contorno cerrado alrededor de un eje vertical H que discurre perpendicularmente a la superficie de colocación o que estén previstas varias bobinas (disposición de bobinas), en donde las bobinas están distribuidas uniformemente a lo largo de un contorno cerrado alrededor de un eje vertical H que discurre perpendicularmente a la superficie de colocación. Con ambas alternativas puede generarse un campo alterno electromagnético que centre las capas sobre la superficie de colocación. Una bobina individual simplifica la estructura del dispositivo, mientras que con una pluralidad de bobinas el dispositivo puede adaptarse a formas complejas de las capas.

Además es posible prever, adicionalmente a una única bobina giratoria, otra bobina que esté dispuesta, por ejemplo,

por debajo de la pieza de colocación. De esta manera puede mejorarse igualmente el efecto de centrado.

El contorno cerrado se adapta preferiblemente a la forma y al tamaño de las capas, en particular a su borde, y en particular es rectangular o esencialmente rectangular. De esta manera, el campo alterno electromagnético se genera en estrecha proximidad al borde circundante de las capas, lo que mejora el efecto de centrado del campo alterno electromagnético. En principio, con el dispositivo de acuerdo con la invención pueden centrarse electrodos de diversas formas y tamaños. Los inventores han reconocido que resulta ventajoso adaptar la bobina o disposición de bobinas a las respectivas capas que van a colocarse. A menudo se utilizan electrodos rectangulares, por lo que el contorno igualmente es preferiblemente rectangular o esencialmente rectangular y en particular discurre a lo largo de un rectángulo con esquinas redondeadas.

La bobina presenta preferiblemente al menos cinco, en particular al menos 15 vueltas. Se ha demostrado que una bobina con más de cinco vueltas produce un buen efecto de centrado. Por encima de al menos 15 vueltas, el efecto de centrado es aún mejor, en donde la energía térmica resultante permanece dentro de límites aceptables. Preferiblemente, la bobina presenta menos de 30 vueltas, ya que un número tan elevado de vueltas genera mucho calor residual, que puede dañar las capas.

La bobina o las bobinas están conectadas a una fuente de corriente alterna, en donde la fuente de corriente alterna proporciona corriente alterna con una intensidad de corriente de preferiblemente al menos 2 A, en particular mayor de 6 A y preferiblemente menor de 100 A así como una frecuencia de preferiblemente mayor de 1 kHz, en particular mayor de 10 kHz y preferiblemente menor de 100 kHz.

La intensidad y el efecto de centrado del campo alterno electromagnético que resulta de esto se ven influenciados significativamente por la frecuencia y la intensidad de la corriente alterna generadora. La intensidad del campo alterno electromagnético aumenta tanto con el aumento de la frecuencia como con el aumento de la intensidad de corriente de la corriente alterna generadora. Sin embargo, debido a la inductancia de la bobina, la frecuencia y la intensidad de corriente de la corriente alterna están inversamente relacionadas, de modo que las frecuencias altas provocan una reducción de la intensidad de corriente de la corriente alterna.

Los inventores han descubierto sorprendentemente que se puede generar un efecto de centrado suficiente incluso por debajo de una frecuencia de 1 kHz si la intensidad de corriente se selecciona lo suficientemente grande. Este enfoque ha demostrado ser eficaz hasta un límite inferior de 100 Hz. Por tanto, la intensidad de corriente del campo alterno electromagnético puede ascender a hasta 100 kA en formas de realización preferidas. Por tanto, un campo alterno electromagnético con una frecuencia entre 100 Hz y 1 kHz y una intensidad de corriente entre 100 A y 1 kA por un lado y un campo alterno electromagnético con una frecuencia entre 1 kHz y 100 kHz y una intensidad de corriente entre 2 A y 100 A por otro lado han demostrado ser especialmente ventajosos. En ambos casos, la respectiva combinación de los parámetros provoca un efecto de centrado especialmente bueno con un aporte de calor comparativamente bajo.

Preferiblemente con la primera variante para la generación de la corriente alterna por medio de un generador de señales y un amplificador de potencia o con la segunda versión de la segunda variante por medio de un circuito oscilante continuo se consiguen una alta frecuencia y al mismo tiempo una baja intensidad de corriente de la corriente alterna generada. Preferiblemente con la primera versión de la segunda variante para la generación de la corriente alterna por medio de una descarga de condensador conectada a modo de pulso en el circuito oscilante se consigue una alta intensidad de corriente y al mismo tiempo una baja frecuencia de la corriente alterna generada.

En perfeccionamientos ventajosos, está previsto radialmente fuera de la pieza de colocación un equipo de agrupamiento, en particular circundante, para agrupar el campo alterno electromagnético, en donde el equipo de agrupamiento está constituido al menos parcialmente por un material con alta permeabilidad. El equipo de agrupamiento provoca una fuerte limitación de los campos magnéticos adyacentes, de manera que se mejora aún más el efecto de centrado. De manera especialmente preferida, el equipo de agrupamiento se encuentra en dirección radial entre la pieza de colocación y la(s) bobina(s) que discurre(n) a lo largo del contorno alrededor de la pieza de colocación.

El material con alta permeabilidad presenta preferiblemente una permeabilidad de $\mu_r > 50$, en particular de $\mu_r > 10.000$. Un material con alta permeabilidad es el Mu-metal (NiFe). El uso de Mu-metal ha demostrado ser especialmente ventajoso, ya que proporciona una limitación especialmente nítida de los campos magnéticos adyacentes.

En perfeccionamientos ventajosos, el equipo de agrupamiento está segmentado. Debido a ello se simplifica la construcción del equipo de agrupamiento, ya que el equipo de agrupamiento puede ensamblarse a partir de varias piezas similares.

El equipo de agrupamiento está adaptado preferiblemente a la forma y al tamaño de las capas a colocar y discurre en particular a lo largo de un contorno rectangular o esencialmente rectangular. Esta adaptación produce un centrado especialmente bueno.

En perfeccionamientos ventajosos está previsto por debajo de la pieza de colocación un amplificador de un material con alta permeabilidad, por ejemplo Mu-metal. El amplificador produce una amplificación y focalización del campo alterno electromagnético, de manera que se mejora considerablemente el efecto de centrado. Las fuerzas que actúan sobre las capas son entonces mayores, de manera que pueden superarse también fuertes fuerzas de adhesión entre las capas.

El amplificador está rodeado preferiblemente en dirección radial por el equipo de agrupamiento. Esto mejora los efectos positivos del amplificador y del equipo de agrupamiento y garantiza un campo alterno electromagnético fuerte y enfocado.

El amplificador puede calentarse debido al calor residual que se produce. Por tanto, en perfeccionamientos ventajosos está previsto que el amplificador presente una estructura de refrigeración, en particular orificios de refrigeración y/o ranuras de refrigeración, y/o que el dispositivo de acuerdo con la invención presente un equipo de refrigeración para el amplificador. El equipo de refrigeración puede comprender un refrigerante que se transporta al amplificador y puede absorber energía térmica. El refrigerante puede ser aire, por ejemplo.

La pieza de colocación también puede comprender una estructura de refrigeración y/o puede enfriarse por un equipo de refrigeración.

En perfeccionamientos ventajosos, el amplificador está segmentado, es decir, está constituido por varias partes. De esta manera pueden evitarse en particular las corrientes de Foucault parásitas en el amplificador, de manera que se posibilita un centrado reproducible de las capas.

El amplificador está adaptado preferiblemente a la forma y tamaño de las capas y en particular es rectangular o esencialmente rectangular en vista en planta. De esta manera se puede adaptar aún mejor el campo alterno electromagnético a las capas, de manera que se mejora el centrado.

En las celdas de batería, las dimensiones geométricas de los ánodos y los cátodos suelen diferir, en donde los ánodos son generalmente más grandes en todos sus lados que los cátodos. Los ánodos más grandes en todos los lados están destinados a garantizar una cobertura completa de los cátodos en la pila de electrodos de la celda de batería fabricada, ya que esta cobertura es esencial para la estabilidad de los procesos electroquímicos. Asimismo, las combinaciones de ánodo y separador o cátodo y separador así como las combinaciones de ánodo, separador y cátodo pueden tener diferentes dimensiones geométricas para asegurar una cobertura completa en la pila de electrodos de la celda de batería fabricada. Para centrar y sujetar electrodos o combinaciones de diferentes tamaños, pueden estar previstos por tanto varios equipos de agrupamiento, varias piezas de colocación y/o varios amplificadores, que en cada caso están adaptados a diferentes tipos de capas. Por ejemplo, pueden estar previstos dos equipos de agrupamiento, dos piezas de colocación y dos amplificadores, en donde un primer equipo de agrupamiento, una primera pieza de colocación y un primer amplificador están adaptados a un primer tipo de capa, en particular a capas de ánodo, y en donde un segundo equipo de agrupamiento, una segunda pieza de colocación y un segundo amplificador están adaptados a un segundo tipo de capa, en particular a capas de cátodo.

El primer equipo de agrupamiento, la primera pieza de colocación y el primer amplificador forman a este respecto un primer conjunto y el segundo equipo de agrupamiento, la segunda pieza de colocación y el segundo amplificador forman un segundo conjunto. Los conjuntos están dispuestos preferiblemente de forma concéntrica para que los respectivos componentes puedan desarrollar su efecto completo en relación con las respectivas capas. En otras palabras, la pieza de colocación de un conjunto se encuentra radialmente fuera del equipo de agrupamiento del otro conjunto, en donde dentro de los conjuntos está dispuesto además el respectivo equipo de agrupamiento radialmente fuera de la respectiva pieza de colocación. Lo correspondiente se aplica con respecto a los amplificadores y también en formas de realización con más de dos conjuntos y formas de realización sin amplificadores o equipo de agrupamiento.

En perfeccionamientos ventajosos, el dispositivo de acuerdo con la invención presenta un equipo de manipulación para transportar y colocar las capas. El equipo de manipulación puede ser una pinza, por ejemplo una pinza de vacío. Las capas pueden transportarse por medio del equipo de manipulación en el espacio de colocación y pueden colocarse sobre la superficie de colocación o una capa previamente colocada. Antes, durante y/o después de la colocación, se genera el campo alterno electromagnético activándose la fuente de corriente alterna. Debido a ello se centra la capa colocada. También en este caso mediante la invención se consigue una ventaja, ya que la pinza de vacío solo se debe utilizar una vez y el centrado posterior se consigue sin la sollicitación mecánica mediante la pinza de vacío.

En perfeccionamientos especialmente ventajosos del dispositivo de acuerdo con la invención, la al menos una bobina y la pieza de colocación son componentes del equipo de manipulación para transportar y colocar las capas, en donde o bien la pieza de colocación es al menos parcialmente conductora eléctricamente o bien la pieza de colocación no es conductora eléctricamente, en donde está dispuesto un imán según la descripción anterior por debajo de la pieza de colocación no conductora eléctricamente. Durante el transporte, la capa a colocar se presiona (se mantiene hacia abajo) contra la pieza de colocación en ambos casos mediante el campo alterno electromagnético y se centra mediante el campo alterno electromagnético. De este modo, el equipo de manipulación se puede mover libremente por el espacio

sin que la capa se desprenda de la pieza de colocación. A continuación, la capa puede colocarse en un destino donde pueden encontrarse ya otras capas. El centrado permite una colocación precisa de la capa transportada. En estos perfeccionamientos, otras partes, en particular el amplificador, la fuente de corriente, el equipo de agrupamiento y el imán también pueden ser partes del equipo de manipulación.

5 La pieza de colocación al menos parcialmente conductora eléctricamente está constituida preferiblemente al menos parcialmente por uno de los siguientes componentes: plata, cobre, oro, hierro, grafeno, plástico conductor, material compuesto conductor, compuestos de óxido de cobre. En el caso de piezas de colocación que están constituidas al menos parcialmente por estos componentes, se consigue un buen efecto de sujeción de las capas.

10 La pieza de colocación no conductora eléctricamente está constituida preferiblemente al menos parcialmente por uno de los siguientes componentes: plástico no conductor, material compuesto no conductor, cerámica, vidrio, óxidos metálicos no conductores.

15 En perfeccionamientos ventajosos, la pieza de colocación está segmentada en dirección vertical. La pieza de colocación presenta entonces varias capas. De esta manera es posible una adaptación muy individual del campo magnético generado por la pieza de colocación. De este modo también se puede integrar una estructura de refrigeración en la pieza de colocación.

20 La pieza de colocación está adaptada preferiblemente a la forma y al tamaño de las capas y corresponde preferiblemente (en vista en planta) esencialmente a la forma y al tamaño de las capas. El efecto de centrado y sujeción son óptimos en este caso.

La invención se ilustra y se explica a modo de ejemplo por medio de las figuras. A este respecto, muestran:

25
Figura 1 una forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención en una vista en perspectiva
Figura 1A el dispositivo de la figura 1 en una representación en sección en perspectiva
Figura 2 el dispositivo de la figura 1 en otra vista en perspectiva
Figura 3 el dispositivo de la figura 1 junto con una carcasa para una celda de electrodos en una vista en perspectiva
30 Figura 4 otra forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención en una representación en perspectiva
Figura 5 otra forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención en una representación esquemática
35 Figura 6 otra forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención en una representación esquemática
Figura 7A otra forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención en una vista en planta esquemática
Figura 7B el dispositivo de la figura 7A en una representación en sección en una vista lateral
40 Figura 8A otra forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención en una vista en planta esquemática
Figura 8B el dispositivo de la figura 8A en una representación en sección en una vista lateral
Figuras 9A a 9I distribuciones de densidad de corriente en un electrodo en diferentes campos alternos electromagnéticos
45 Figura 10A otra forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención en una vista en planta esquemática y
Figura 10B el dispositivo de la figura 10A en una representación en sección en vista lateral.

50 El dispositivo 10 mostrado en la figura 1 para la fabricación de una pila de electrodos a partir de una pluralidad de capas 100 en forma de lámina, al menos parcialmente conductoras eléctricamente, presenta una pieza de colocación 20 de un material conductor, cobre. La pieza de colocación 20 tiene forma de placa, es decir, presenta un espesor que es esencialmente menor que las extensiones de la pieza de colocación 20 en anchura y longitud. La pieza de colocación 20 está dispuesta horizontalmente. El espesor de la pieza de colocación discurre según esto verticalmente, a lo largo de un eje vertical H.

55 La superficie superior de la pieza de colocación 20 forma una superficie de colocación 22 para las capas 100. Por encima de la superficie de colocación 22 se encuentra un espacio de colocación. El espacio de colocación es el espacio en el que se disponen las capas durante la fabricación de la pila de electrodos para formar la pila de electrodos.

60 Un amplificador 30 está dispuesto debajo de la pieza de colocación 20, que presenta la misma anchura y longitud que la pieza de colocación 20 (véanse las figuras 1a y 2). El amplificador 30 tiene forma de cubo y está constituido por Mu-metal.

65 Un equipo de agrupamiento 40 discurre alrededor de la pieza de colocación 20 y el amplificador 30. El equipo de agrupamiento 40 está constituido por cuatro segmentos, dos segmentos largos 42 y dos segmentos cortos 44. Los cuatro segmentos 42, 44 forman un contorno cerrado alrededor de la pieza de colocación 20 y del amplificador 30. La

combinación de la pieza de colocación 20, el amplificador 30 y el equipo de agrupamiento 40 tiene esencialmente forma de cuboide, es decir, es rectangular en vista en planta.

5 El dispositivo 10 comprende además una bobina 50, que forma parte de un generador de corriente alterna, no mostrado en detalle. La bobina 50 está conectada a una fuente de corriente alterna, no mostrada. Para este fin, la bobina 50 presenta dos terminales 52.

10 La bobina 50 discurre a nivel del espacio de colocación, de la superficie de colocación 22 y de la pieza de colocación 20 a lo largo de un contorno cerrado alrededor del eje vertical H que discurre perpendicularmente a la superficie de colocación 22. La bobina 50 presenta diez vueltas.

15 Si se activa la fuente de corriente alterna, la corriente alterna fluye a través de la bobina 50. La bobina 50 genera entonces un campo alterno electromagnético cuyo espacio de acción comprende al menos el espacio interior de la bobina 50. En este espacio interior se encuentran el amplificador 30, la pieza de colocación 20 y el equipo de agrupamiento 40.

20 Si la capa 100 se coloca sobre la superficie de colocación 22 de la pieza de colocación 20, se inducen corrientes de Foucault en la capa 100 mediante el campo alterno electromagnético de la bobina 50. Las corrientes de Foucault inducidas en la capa 100 generan su propio campo magnético, que en todo momento interactúa con el campo alterno electromagnético de la bobina 50 de tal manera que la capa 100 se repele por la bobina 50. Dado que la bobina 50 discurre en dirección radial a lo largo de un contorno cerrado alrededor de la capa 100, la capa 100 se centra sobre la superficie de colocación 22.

25 Dado que la pieza de colocación 20 está constituida por un material conductor, mediante el campo alterno electromagnético se inducen igualmente corrientes de Foucault en la pieza de colocación 20. Las corrientes de Foucault inducidas en la pieza de colocación 20 generan igualmente un campo magnético que interactúa con el campo magnético de la capa 100 de tal manera que la capa 100 se presiona hacia abajo sobre la pieza de colocación 20 y de ese modo se sujeta.

30 Si a continuación se colocan otras capas 100 sobre la capa 100 ya colocada, los campos magnéticos inducidos interactúan de tal manera que las capas 100 se presionan todas hacia la pieza de colocación 20 y debido a ello se sujetan como la pila eléctrica resultante.

35 El equipo de agrupamiento 40 sirve para agrupar el campo alterno electromagnético. Los segmentos 42, 44 están constituidos por Mu-metal, un material con alta permeabilidad. De este modo, las líneas de campo magnético del campo alterno electromagnético de la bobina 50, así como los campos magnéticos de la capa 100 y de la pieza de colocación 20, se ven influenciados de tal manera que existe una demarcación nítida entre los campos magnéticos, lo que conduce a un fuerte efecto de centrado.

40 Además de las corrientes de Foucault, mediante el campo alterno electromagnético se produce también calor residual que calienta gradualmente los componentes del dispositivo 10 y la capa 100. Por tanto, el amplificador 30 presenta una pluralidad de orificios de refrigeración 32 verticales, que juntos forman una estructura de refrigeración (véase la figura 2). Mediante la estructura de refrigeración, durante el funcionamiento fluye más aire alrededor del amplificador 30 y, por lo tanto, se enfría, lo que mejora la disipación del calor residual.

45 Como se muestra en la figura 3, una carcasa 110 de una celda de electrodos puede disponerse en el dispositivo 10 de acuerdo con la invención, es decir en la superficie de colocación 22. La carcasa 110 forma a este respecto una superficie de colocación 22 propia. Sobre esta superficie de colocación 22 pueden colocarse capas 100. Si se activa la fuente de corriente, entonces la bobina 50 genera nuevamente un campo alterno electromagnético. Como se ha descrito anteriormente, el campo alterno electromagnético provoca un centrado de las capas 100 y, adicionalmente, una sujeción de las capas 100, es decir, una fuerza dirigida hacia abajo sobre las capas 100. La carcasa 110 normalmente no es ferromagnética, es decir, presenta una baja permeabilidad, y puede consistir, por ejemplo, en una lámina de material compuesto de aluminio.

55 De este modo puede fabricarse una pila de electrodos directamente en la carcasa 110, en la que se dispondrá posteriormente, por ejemplo, en la batería. Debido a ello se ahorra una etapa de fabricación adicional, es decir, la transferencia de la pila de electrodos recién apilados a una carcasa 110 correspondiente.

60 La forma de realización representada en la figura 4 del dispositivo 10 de acuerdo con la invención comprende un equipo de manipulación en forma de un brazo de agarre 120 multieje. El brazo de agarre 120 está montado sobre una placa base 122 y presenta en su extremo frontal la combinación del amplificador 30 (no visible en este caso), el equipo de agrupamiento 40, la pieza de colocación 20 conductora eléctricamente y la bobina 50. También en este caso, la pieza de colocación 20 comprende una superficie de colocación 22 que está dirigida hacia abajo en la posición mostrada del brazo articulado 120.

65 Si se coloca una capa 100 (en este caso no mostrada) sobre la superficie de colocación 22, por lo que ha de entenderse

también el acercamiento de otra manera de la capa a la superficie de colocación 22, por ejemplo un movimiento contra la dirección de la gravedad, y si luego se activa la fuente de corriente, entonces se genera por la bobina 50 un campo alterno electromagnético como se describe. También en este caso, el campo alterno electromagnético induce corrientes de Foucault en la pieza de colocación 20 y en la capa 100, con lo que la pieza de colocación 20 y la capa 100 se atraen entre sí debido a los campos magnéticos generados por las respectivas corrientes de Foucault, es decir, la capa 100 se presiona contra la pieza de colocación 20. La capa 100 se sujeta debido a ello sobre la pieza de colocación 20 y puede llevarse a otro sitio mediante el dispositivo 10 de acuerdo con la invención.

Como se mencionó, las corrientes de Foucault inducidas en la capa 100 generan un campo magnético que se dirige en dirección opuesta al campo alterno electromagnético. De este modo, también en esta forma de realización, la capa 100 se centra en la superficie de colocación 22. Con este equipo de manipulación es posible, por tanto, sujetar una capa 100 sin aplicación de fuerza mecánica y colocarla con precisión al final del transporte.

En otras formas de realización con un equipo de manipulación, la pieza de colocación 20 también puede ser no conductora eléctricamente. En este caso, la capa 100 no se presiona (no se sujeta) contra la superficie de colocación mediante el campo alterno electromagnético. En tales formas de realización, por ejemplo, puede utilizarse otra forma de sujeción, por ejemplo mediante vacío. El campo alterno electromagnético sirve entonces sólo para centrar la capa 100 sobre la superficie de colocación 22.

En la forma de realización del dispositivo 10 de acuerdo con la invención de acuerdo con la figura 5, está prevista de nuevo una pieza de colocación 20 que está completamente rodeada por una bobina 50 en dirección radial. La bobina 50 presenta dos conexiones 52 con las que la bobina 50 está conectada a una fuente de corriente alterna. Adicionalmente a la bobina 50, está prevista otra bobina, una bobina secundaria 54, que discurre de manera circular y está dispuesta por debajo de la pieza de colocación 20. La bobina secundaria 54 presenta dos conexiones 56, por medio de las cuales la bobina 54 con fase invertida igualmente está conectada a la fuente de corriente alterna. De esta manera, mediante la bobina secundaria 54 se genera un efecto de sujeción adicional, dado que se genera un campo magnético que atrae los campos magnéticos de las capas 100 y de la pieza de colocación 20 y, por tanto, estos componentes.

En la forma de realización de acuerdo con la figura 6, están previstas cuatro bobinas 50, que están distribuidas uniformemente a lo largo de un contorno rectangular, cerrado alrededor del eje vertical H que discurre perpendicularmente a la superficie de colocación 22 de la pieza de colocación 20. En esta forma de realización, las bobinas 50 están conectadas todas a la fuente de corriente alterna de la misma manera. Como resultado, las bobinas 50 generan un campo alterno electromagnético común. Este campo alterno electromagnético presenta un espacio de acción que encierra parcialmente el borde circundante de la capa 100 y sobresale más allá del borde de la capa en cuatro sitios, es decir, una vez por bobina 50. Debido a esta disposición de las bobinas 50, se produce también en este caso un centrado de la capa 100 colocada sobre la superficie de colocación 22 de la pieza de colocación 20.

La forma de realización del dispositivo 10 de acuerdo con la invención de acuerdo con las figuras 7A y 7B comprende nuevamente una pieza de colocación 20 que está rodeada por una bobina 50 en dirección radial. En esta forma de realización, la pieza de colocación 20 no es conductora eléctricamente. Por tanto, no se inducen allí corrientes de Foucault. No obstante se produce un efecto de centrado de la capa 100 dado que el campo alterno electromagnético de la bobina 50 interactúa con el campo generado en la capa 100 y centra la capa 100.

Por debajo de la pieza de colocación 20 está previsto un imán 60 en forma de un electroimán 62. El electroimán 62 presenta un núcleo de hierro 68 y una bobina magnética 66. Mediante el electroimán 62 se genera un campo magnético que interactúa con el campo magnético inducido por la bobina 50 en las capas 100 de tal manera que las capas 100 se presionan sobre la pieza de colocación 20.

En la forma de realización de acuerdo con las figuras 8A y 8B, el dispositivo 10 comprende nuevamente una pieza de colocación 20 que está rodeada por una bobina 50 en dirección radial. También en este caso la pieza de colocación 20 no es conductora eléctricamente, de manera que tampoco en este caso se inducen corrientes de Foucault en la pieza de colocación 20. El efecto de centrado no se ve afectado por esto y se encuentra también en este caso inalterado.

La figura 8B muestra tres capas 100 colocadas una encima de otra para formar una pila de electrodos. Las capas 100 no están representadas a escala en lo que respecta a su espesor, es decir son excesivamente gruesas.

Debajo de la pieza de colocación 20 está previsto un imán 60 en forma de un imán permanente 64. El imán permanente 64 interactúa con la capa 100 colocada sobre la superficie de colocación 22 de tal manera que la capa 100 se presiona sobre la superficie de colocación 22.

Las figuras 9A a 9I muestran la distribución de densidad de corriente simulada (densidad de corriente J) de una capa 100 en diferentes campos alternos electromagnéticos. La escala de densidad de corriente J varía de 2×10^6 a 8×10^8 A/m². La capa 100 tiene 50 mm de ancho y 70 mm de largo y está constituida por cobre. Las isolíneas mostradas ilustran el curso de la densidad de corriente. Se simuló la disposición de la capa 100 sobre la superficie de colocación

22 del dispositivo 10 de acuerdo con la figura 1. La intensidad de corriente de la bobina 50 (no mostrada en este caso) se simuló a 15 A.

5 En las figuras 9A a 9C se simuló una bobina con cinco vueltas, en las figuras 9D a 9F una bobina con diez vueltas y en las figuras 9G a 9I una bobina con 20 vueltas. En las figuras 9A, 9D y 9G, el campo alterno electromagnético se simuló con una frecuencia de 500 Hz, en las figuras 9B, 9E y 9H con 5.000 Hz y en las figuras 9C, 9F y 9I con 50.000 Hz.

10 Como se muestra en las figuras 9A a 9I, se produce una mayor densidad de corriente J a medida que aumenta el número de vueltas y la frecuencia. También puede observarse que mediante el dispositivo 10 de acuerdo con la invención, la densidad de corriente en el borde de la capa 100 es esencialmente mayor que en otras zonas, lo que se debe en particular al equipo de agrupamiento y conduce a un efecto de centrado muy bueno.

15 El campo alterno electromagnético de la bobina 50 y el campo magnético inducido por las corrientes de Foucault, en particular en el borde de la capa 100, se repelen entre sí y por tanto interactúan de tal manera que la capa 100 queda centrada sobre la superficie de colocación 22.

20 Las figuras 10A y 10B muestran otra forma de realización del dispositivo 10 de acuerdo con la invención. En esta forma de realización, el dispositivo 10 comprende dos piezas de colocación 20 con en cada caso una superficie de colocación 22, dos amplificadores 30 y dos equipos de agrupamiento 40. La pieza de colocación 20 y el amplificador 30 situado debajo están dispuestos de forma central. El primer equipo de agrupamiento 40 en forma de anillo está dispuesto alrededor de esta pieza de colocación 20 y del amplificador 30. Estos componentes forman un primer conjunto.

25 Una segunda pieza de colocación 20 en forma de anillo con un amplificador 30 que se encuentra debajo, igualmente en forma de anillo, está dispuesta radialmente fuera del primer conjunto. Un segundo equipo de agrupamiento 40 en forma de anillo está dispuesto radialmente fuera de estos componentes. Estos tres componentes forman un segundo conjunto. El segundo conjunto está dispuesto en total radialmente fuera del primer conjunto.

30 Una bobina 50 con conexiones 52 está dispuesta radialmente fuera del segundo conjunto. La bobina 50 es parte de un generador de corriente alterna no mostrado adicionalmente, que comprende además una fuente de energía (no mostrada).

35 Debido a sus diferentes tamaños, los componentes de ambos conjuntos están adaptados a diferentes tipos de capas. El primer conjunto está previsto para capas más pequeñas y el segundo conjunto para capas más grandes. Si estas capas se alternan al apilar las capas, ambos tipos de capas quedan centradas de forma segura mediante la forma de realización de las figuras 10A, 10B.

Lista de referencias

40	10	Dispositivo
	20	Pieza de colocación
	22	Superficie de colocación
	30	Amplificador
45	32	Orificios de refrigeración
	40	Equipo de agrupamiento
	42	Segmentos largos
	44	Segmentos cortos
	50	Bobina
50	52	Conexiones
	54	Bobina secundaria
	56	Conexiones
	60	Imán
	62	Electroimán
55	64	Imán permanente
	66	Bobina magnética
	68	Núcleo de hierro
	100	Capas
	110	Carcasa
60	120	Brazo de agarre
	122	Placa base
	H	Eje vertical

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una pila de electrodos, en particular para una batería, para una pila de combustible o para un condensador, en el que se apilan una pluralidad de capas (100) en forma de lámina, al menos parcialmente conductoras eléctricamente, para formar una pila de electrodos, en donde primero se coloca una primera capa (100) sobre una superficie de colocación (22) y cada capa adicional se coloca sobre la capa (100) colocada previamente, caracterizado por que se genera un campo alterno electromagnético que centra la capa (100) durante un intervalo de tiempo t antes, durante y/o después de la colocación al menos de una capa (100).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que un espacio de acción del campo alterno electromagnético encierra parcialmente la capa (100) colocada o su borde circundante y sobresale hacia afuera más allá del borde de la capa (100) en al menos tres sitios, o por que el espacio de acción del campo alterno electromagnético encierra completamente la capa (100) colocada o su borde circundante.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el espacio de acción del campo alterno electromagnético comprende al menos parcialmente, en particular completamente, una pieza de colocación (20) al menos parcialmente conductora eléctricamente, dispuesta por debajo del espacio de colocación.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el campo alterno electromagnético se hace funcionar en el funcionamiento por impulsos, en donde un intervalo de tiempo activo t_{activo} asciende a entre 0,001 y 10 segundos y un intervalo de tiempo de pausa t_{pausa} asciende a entre 0,001 y 10 segundos, en donde en particular el intervalo de tiempo activo t_{activo} es menor en un factor de 2-10 que el intervalo de tiempo de pausa t_{pausa} .
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la superficie de colocación (22) se define por la pieza de colocación (20) o por una carcasa (110) de una celda de electrodos.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el campo alterno electromagnético se hace funcionar con una frecuencia entre 100 Hz y 1 kHz y una intensidad de corriente entre 100 A y 1 kA o como alternativa con una frecuencia entre 1 kHz y 100 kHz y una intensidad de corriente entre 2 A y 100 A.
7. Dispositivo para la fabricación de una pila de electrodos a partir de una pluralidad de capas (100) en forma de lámina, al menos parcialmente conductoras eléctricamente, con una pieza de colocación (20) que proporciona una superficie de colocación (22) y con un generador de corriente alterna que comprende al menos una bobina (50, 54) y una fuente de corriente, en donde la al menos una bobina (50, 54) está dispuesta con relación a la superficie de colocación de tal manera que, cuando se activa la fuente de corriente, genera un campo alterno electromagnético que centra las capas (100) con relación a la superficie de colocación (22) al menos en un espacio de colocación por encima de la superficie de colocación (22).
8. Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado por que la pieza de colocación (20) es al menos parcialmente conductora eléctricamente o por que la pieza de colocación (20) no es conductora eléctricamente, en donde un imán (60), en particular un electroimán (62) y/o un imán permanente (64), está dispuesto por debajo de la pieza de colocación (20) no conductora eléctricamente, que está diseñado para sujetar capas (100) colocadas sobre la pieza de colocación (20).
9. Dispositivo según las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado por que la superficie de colocación (22) corresponde en forma y tamaño a las capas (100) a colocar o es ligeramente mayor.
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que la bobina (50, 54) discurre a nivel del espacio de colocación, de la superficie de colocación (22) y/o de la pieza de colocación (20) a lo largo de un contorno cerrado alrededor de un eje vertical H que discurre perpendicularmente a la superficie de colocación (22) o por que están previstas varias bobinas (50, 54), en donde las bobinas (50, 54) están distribuidas de manera uniforme a lo largo de un contorno cerrado alrededor de un eje vertical H que discurre perpendicularmente a la superficie de colocación (22), en donde el contorno está adaptado preferiblemente a la forma y al tamaño de las capas (100) y en particular es rectangular o esencialmente rectangular.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado por que radialmente fuera de la pieza de colocación (20) está previsto un equipo de agrupamiento (40) para agrupar el campo alterno electromagnético, en donde el equipo de agrupamiento (40) es al menos parcialmente de un material con alta permeabilidad, por ejemplo de Mu-metal (NiFe), en donde el equipo de agrupamiento (40) está

segmentado y/o en donde el equipo de agrupamiento (40) está adaptado a la forma y al tamaño de las capas (100) y en particular es esencialmente rectangular.

5 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 11,
caracterizado por que por debajo de la pieza de colocación (20) está previsto un amplificador (30) de un material con alta permeabilidad, por ejemplo Mu-metal (NiFe), en donde preferiblemente el amplificador (30) está rodeado en dirección radial por el equipo de agrupamiento (40) y/o el amplificador (30) presenta una estructura de refrigeración, en particular orificios de refrigeración (32) y/o ranuras de refrigeración, y/o el dispositivo (10) presenta un equipo de refrigeración para el amplificador (30) y/o el amplificador (30) está segmentado y/o el amplificador (30) está adaptado a la forma y al tamaño de las capas (100) y en particular es rectangular o esencialmente rectangular.

15 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 12,
caracterizado por que están previstos varios equipos de agrupamiento (40), varias piezas de colocación (20) y/o varios amplificadores (30), que en cada caso están adaptados a diferentes tipos de capas (100).

20 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 13,
caracterizado por que están previstos dos equipos de agrupamiento (40), dos piezas de colocación (20) y dos amplificadores (30), en donde un primer equipo de agrupamiento (40), una primera pieza de colocación (20) y un primer amplificador (30) están adaptados a un primer tipo de capa, en particular a capas de ánodo, y en donde un segundo equipo de agrupamiento (30), una segunda pieza de colocación (20) y un segundo amplificador (30) están adaptados a un segundo tipo de capa, en particular a capas de cátodo.

25 15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 14,
caracterizado por que la al menos una bobina (50, 54) y la pieza de colocación (20) son componentes de un equipo de manipulación para el transporte y la colocación de las capas (100) y/o por que la pieza de colocación (20) está constituida al menos parcialmente por uno de los siguientes componentes: plástico no conductor, material compuesto no conductor, cerámica, vidrio, óxidos metálicos no conductores, plástico conductor, material compuesto conductor, plata, cobre, oro, hierro, grafeno, compuestos de óxido de cobre y/o por que la pieza de colocación (20) está segmentada en dirección vertical y/o por que la pieza de colocación (20) está adaptada a la forma y al tamaño de las capas (100) y en particular corresponde esencialmente a la forma y al tamaño de las capas (100).

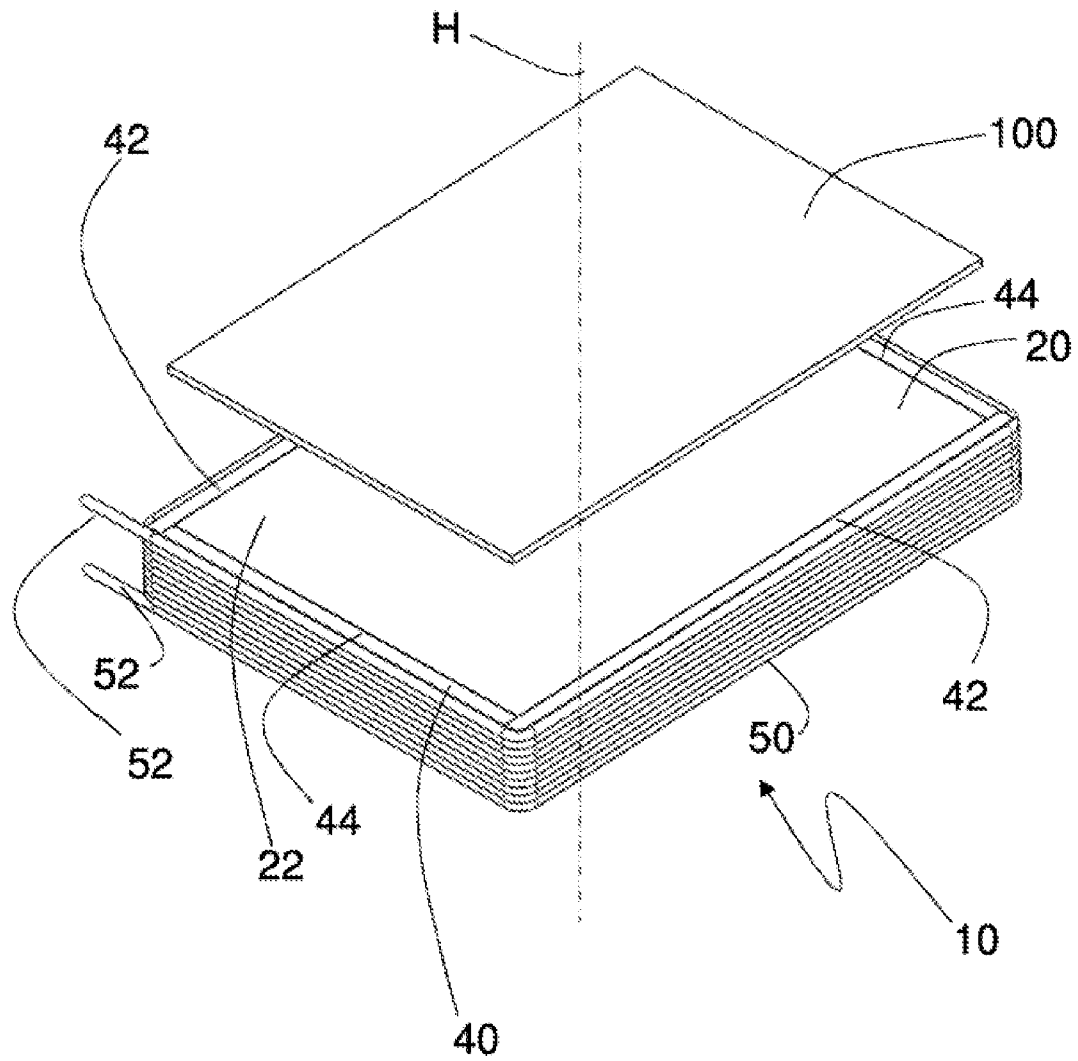


Fig. 1

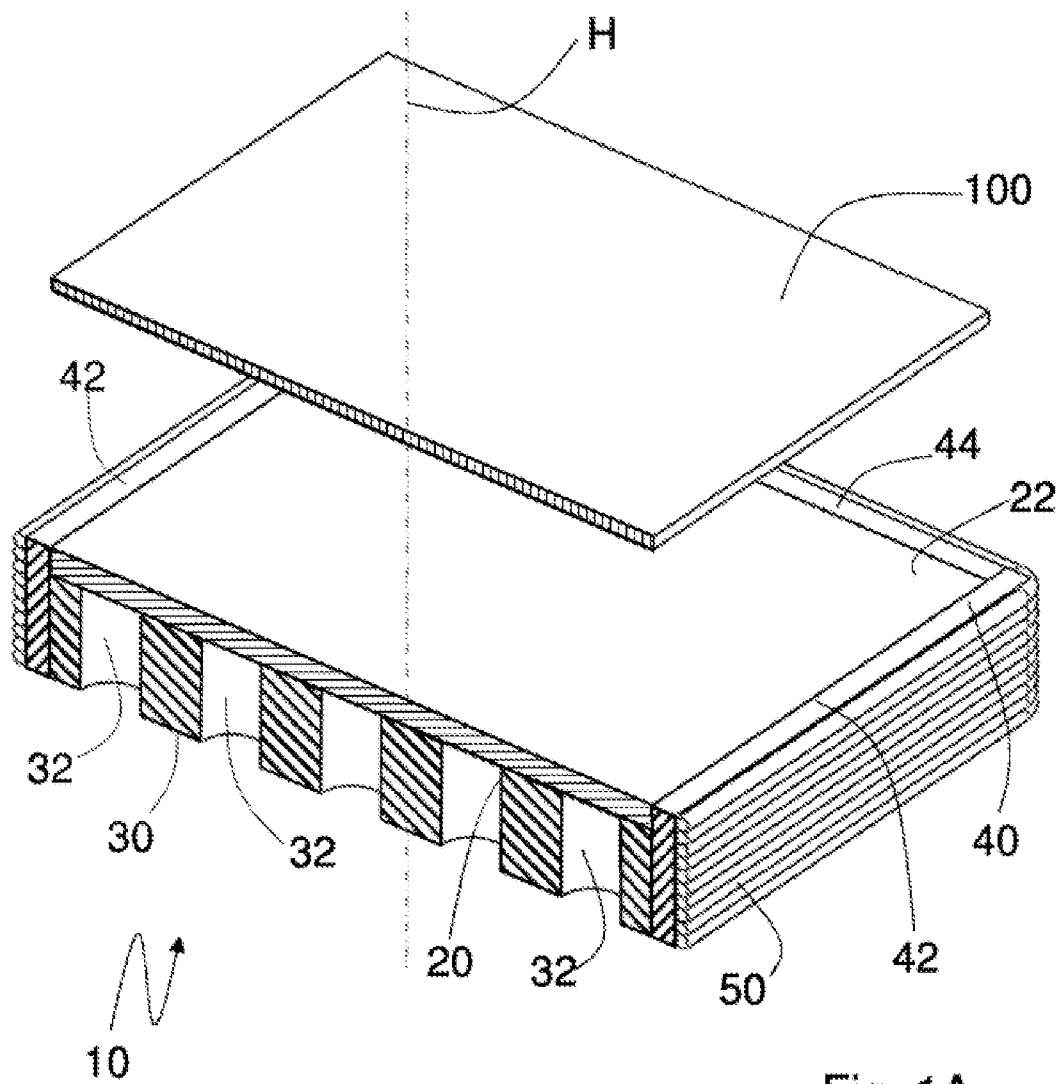


Fig. 1A

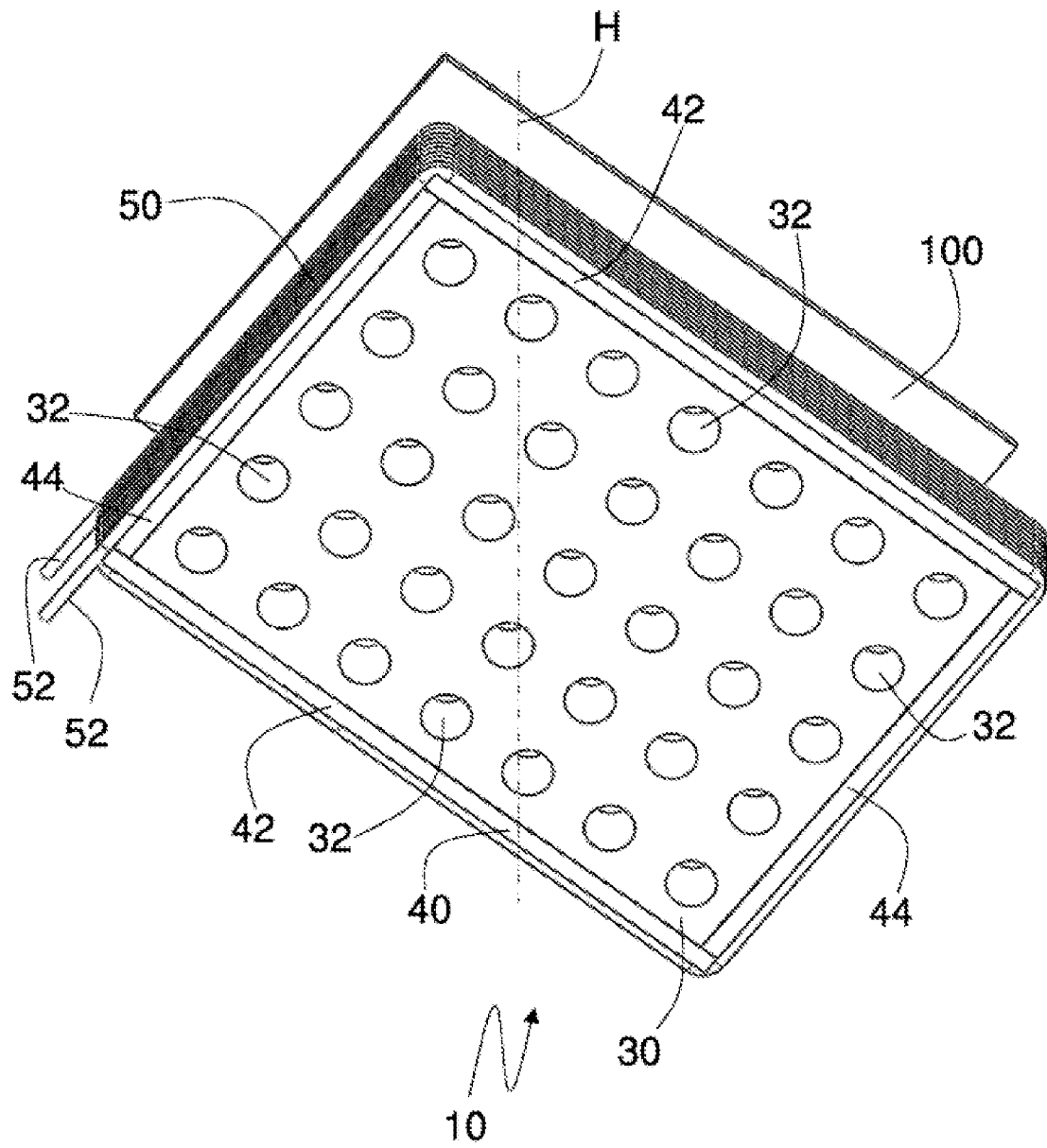


Fig. 2

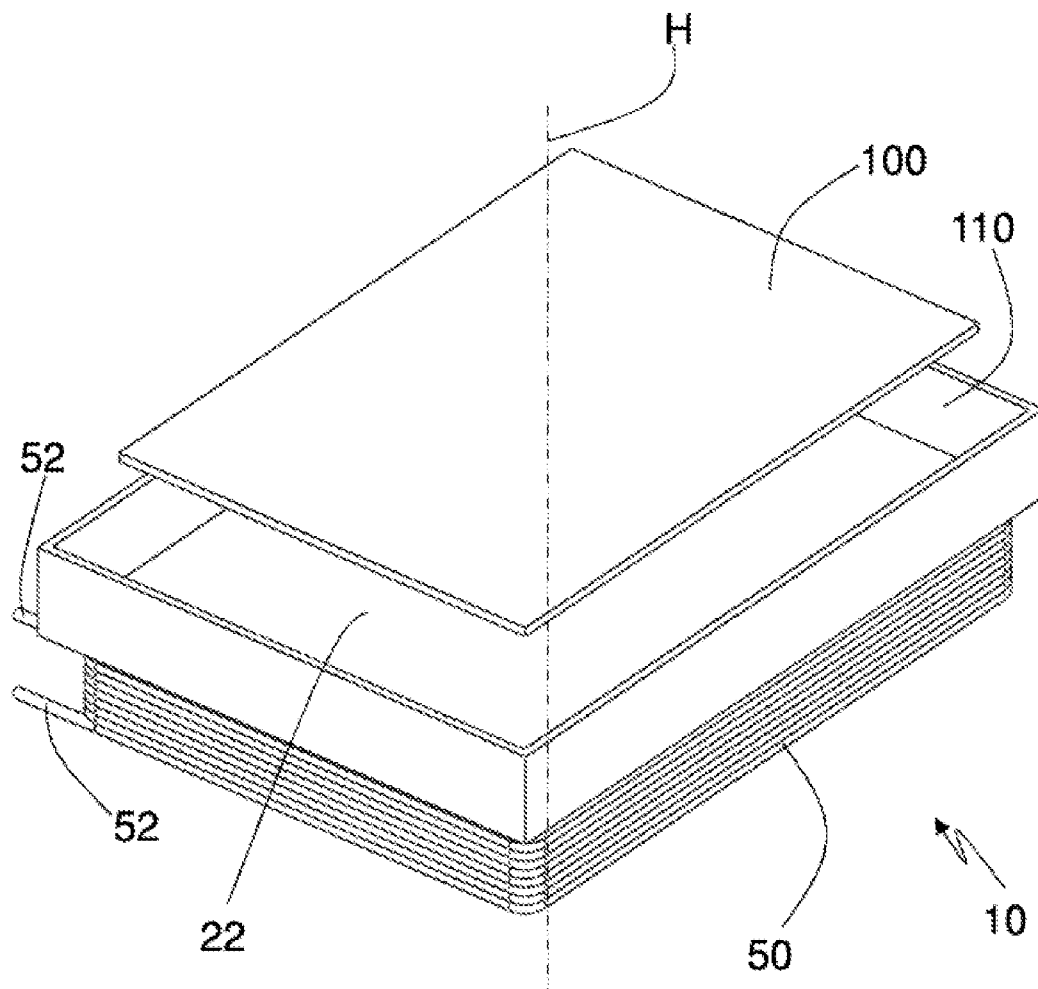


Fig. 3

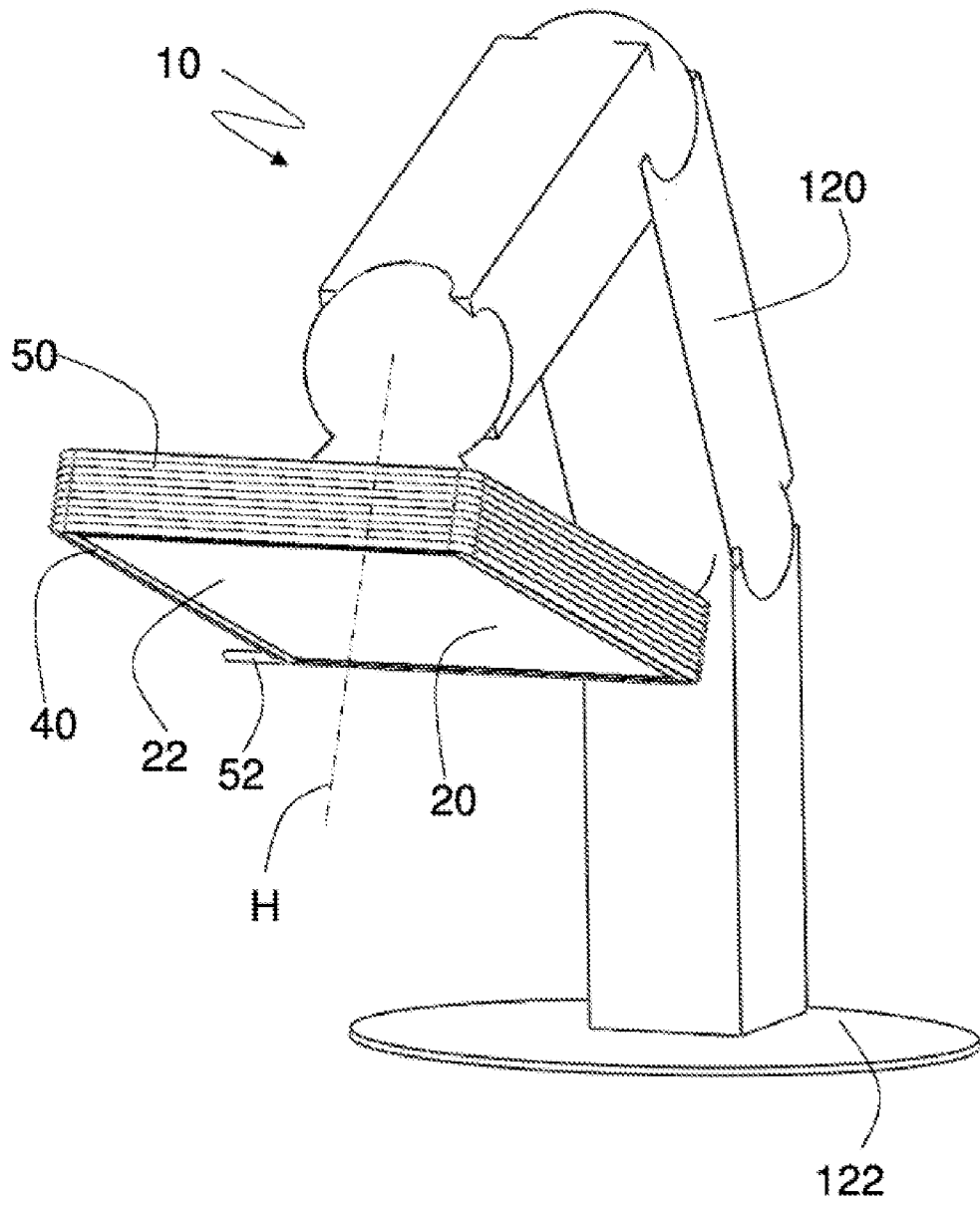
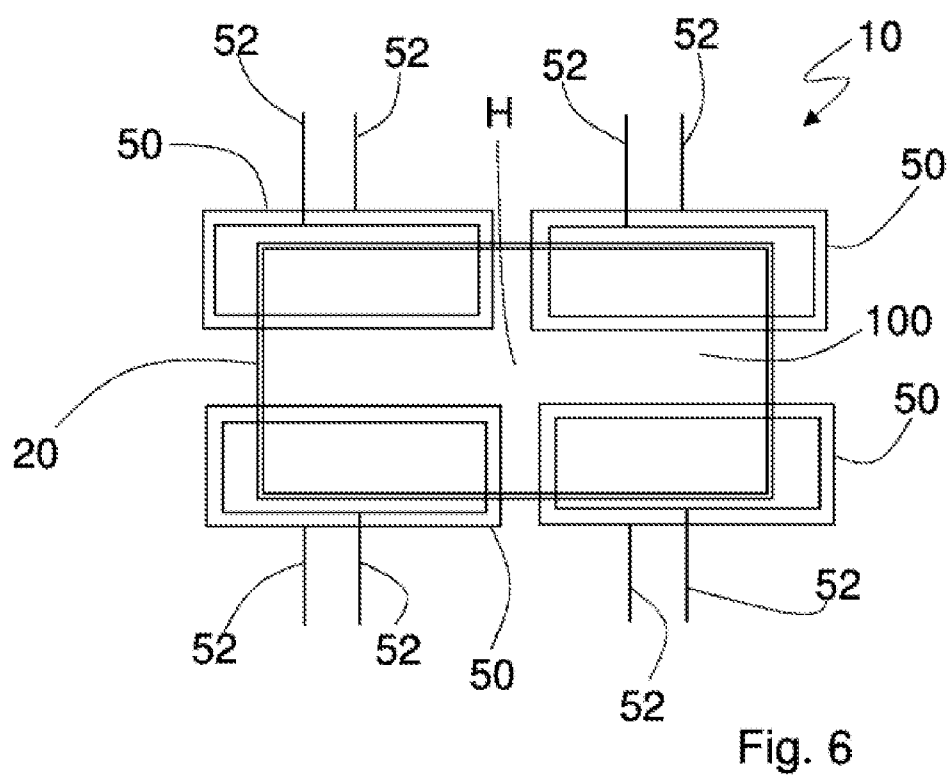
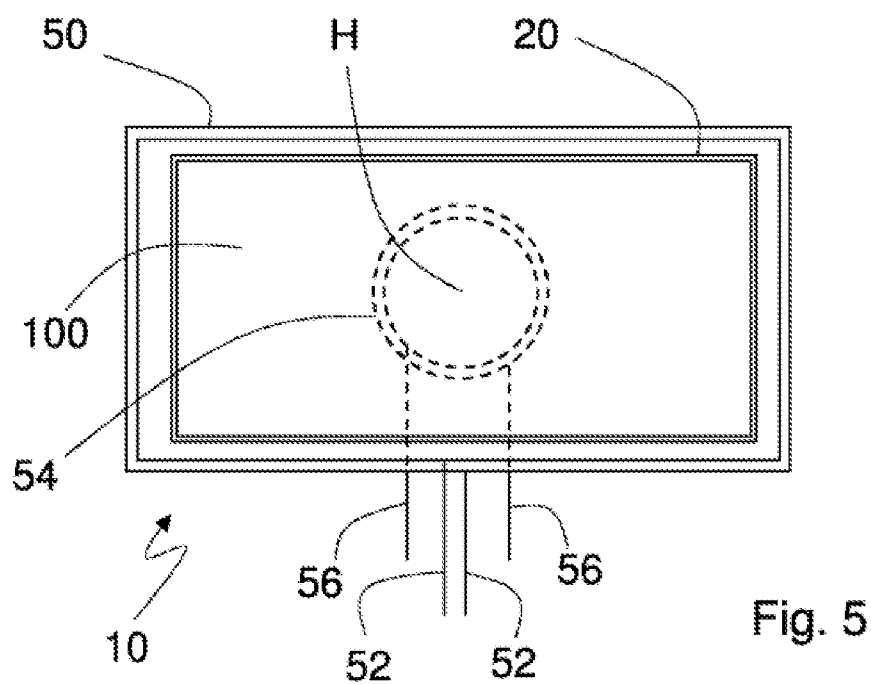


Fig. 4



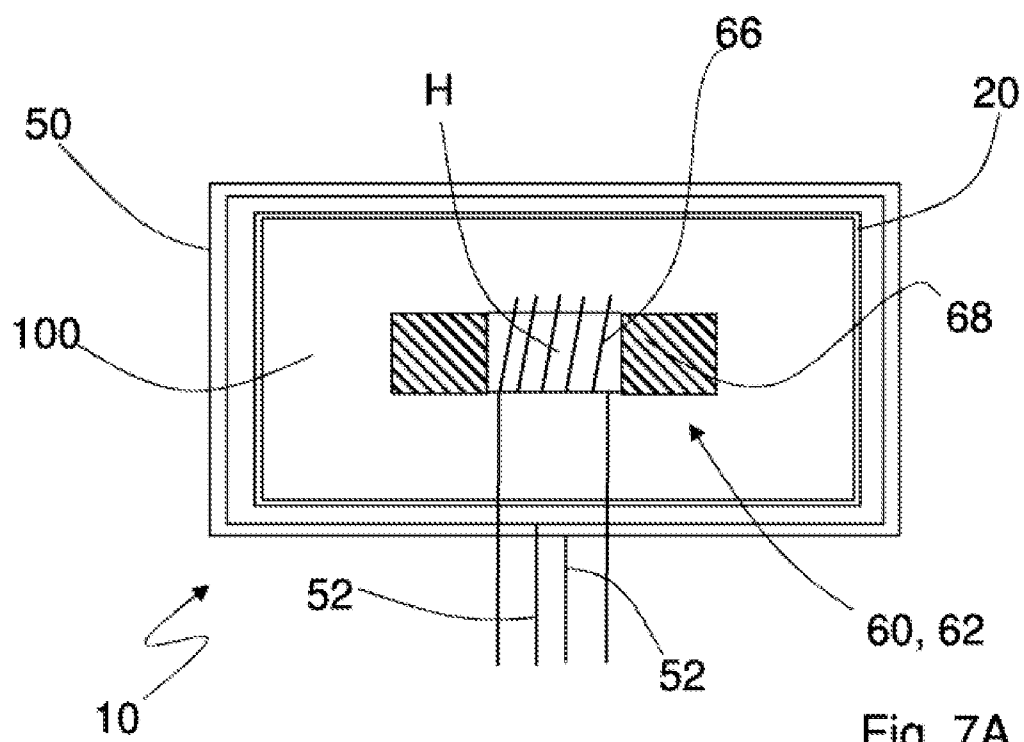


Fig. 7A

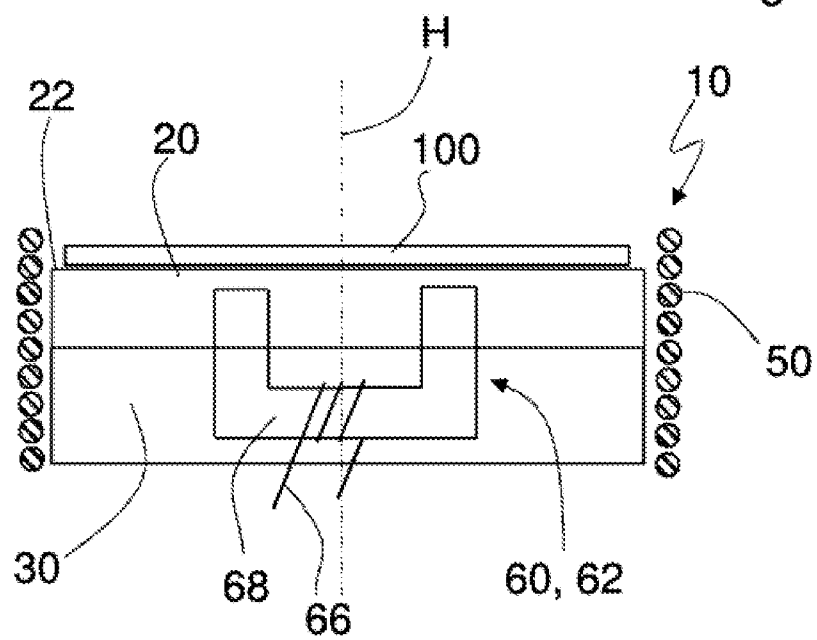
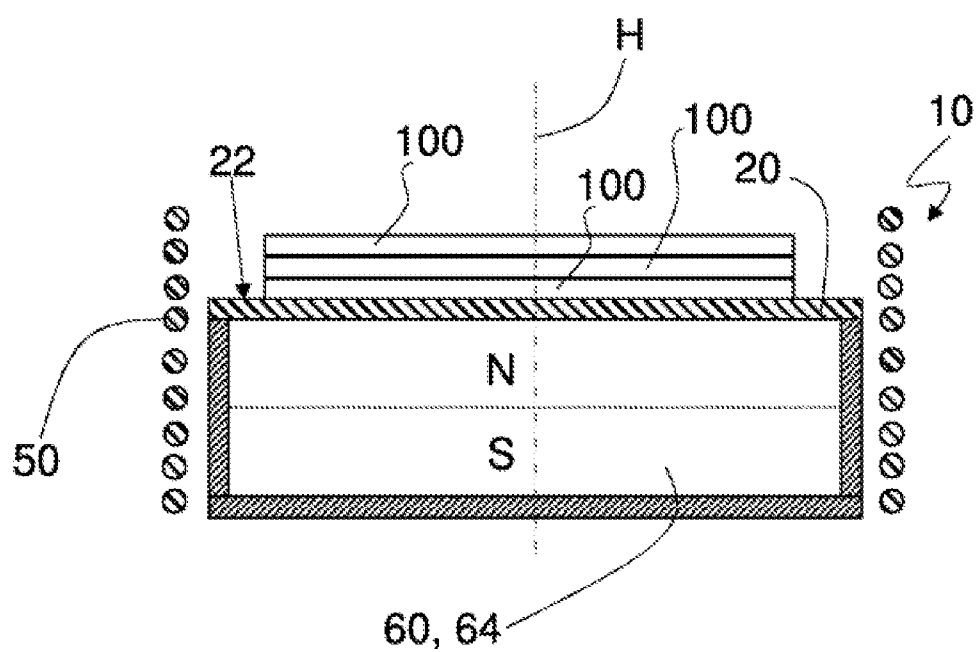
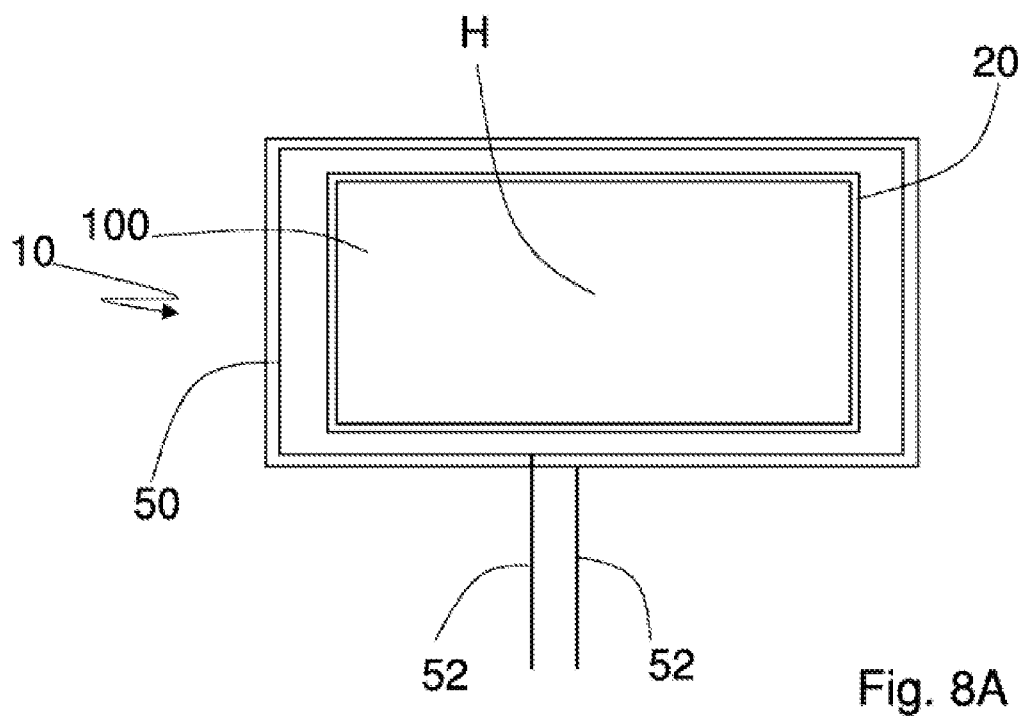
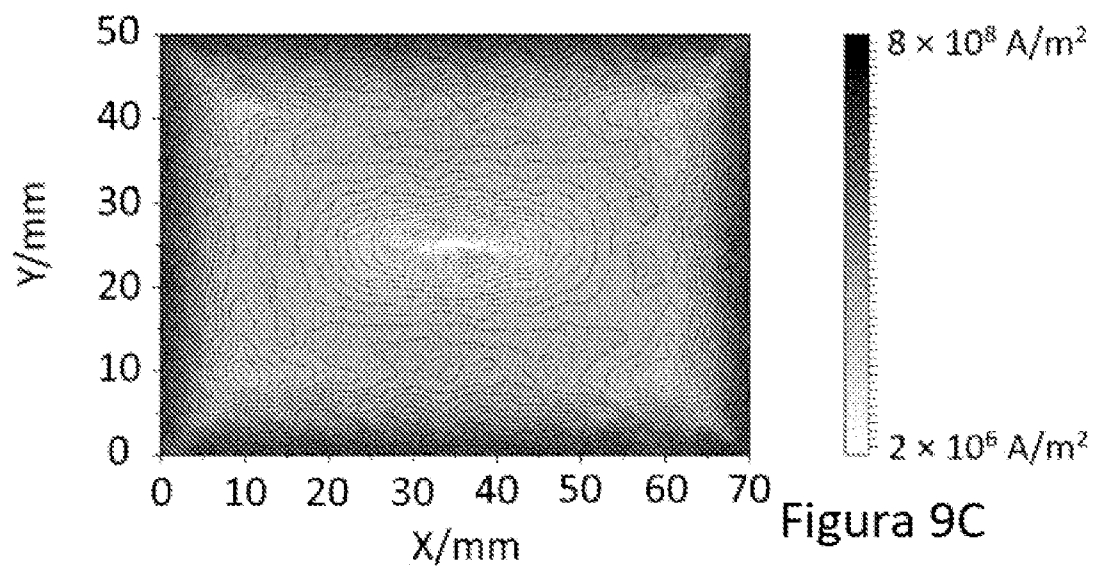
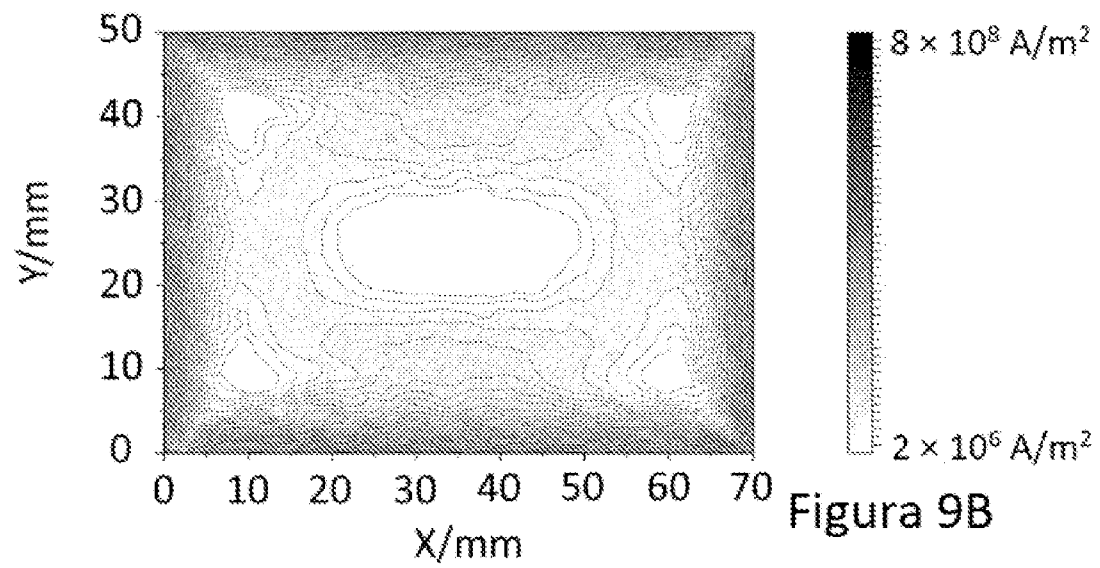
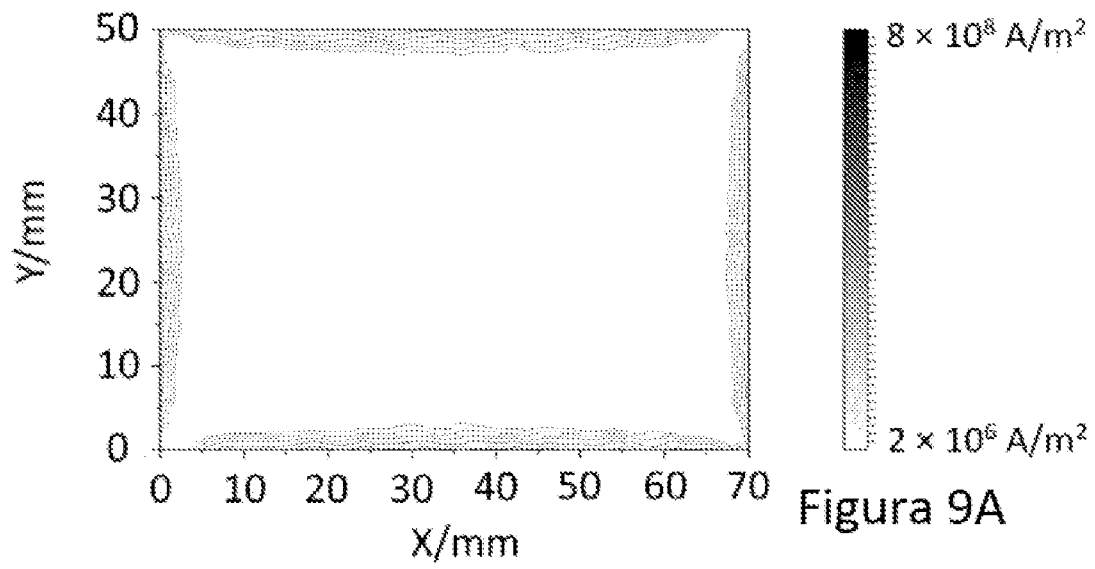


Fig. 7B





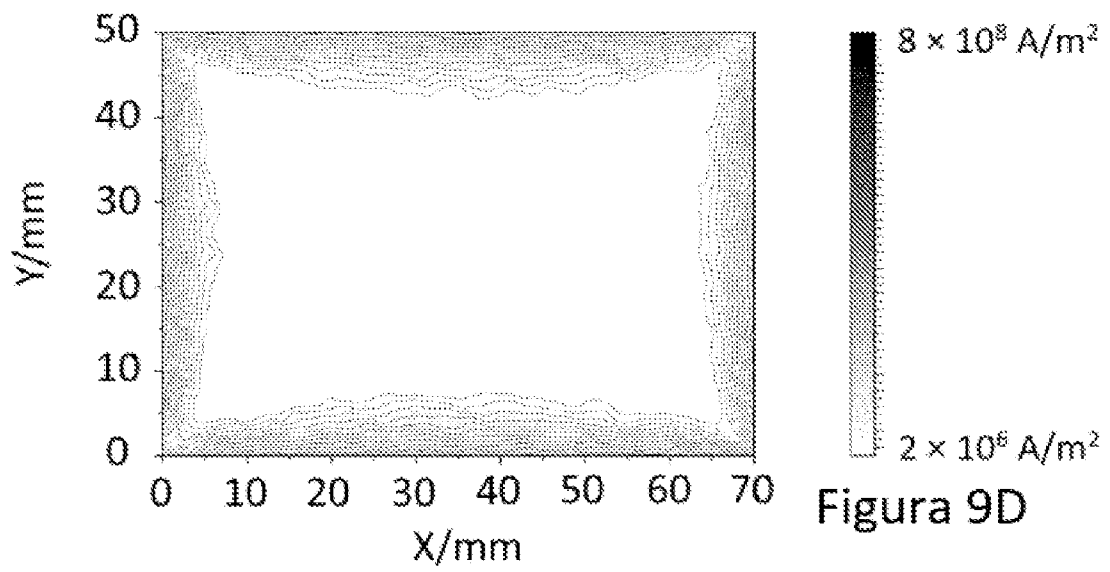


Figura 9D

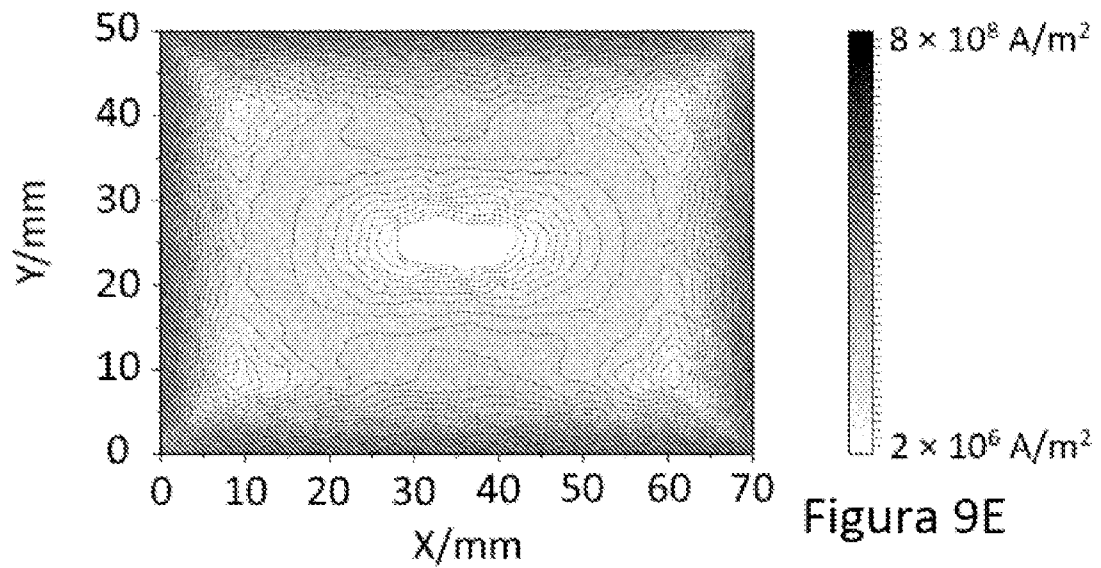


Figura 9E

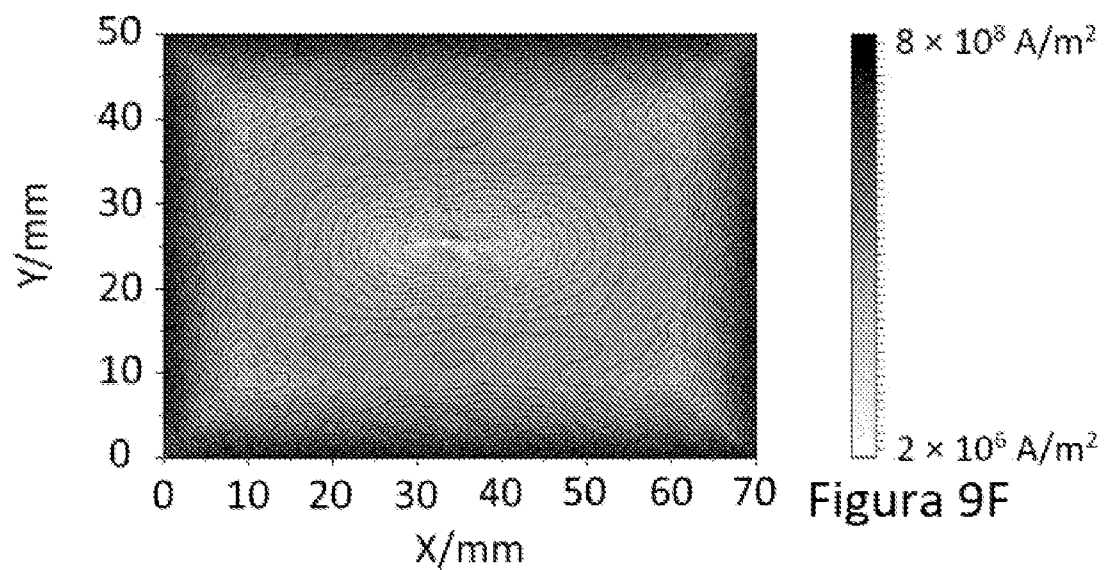
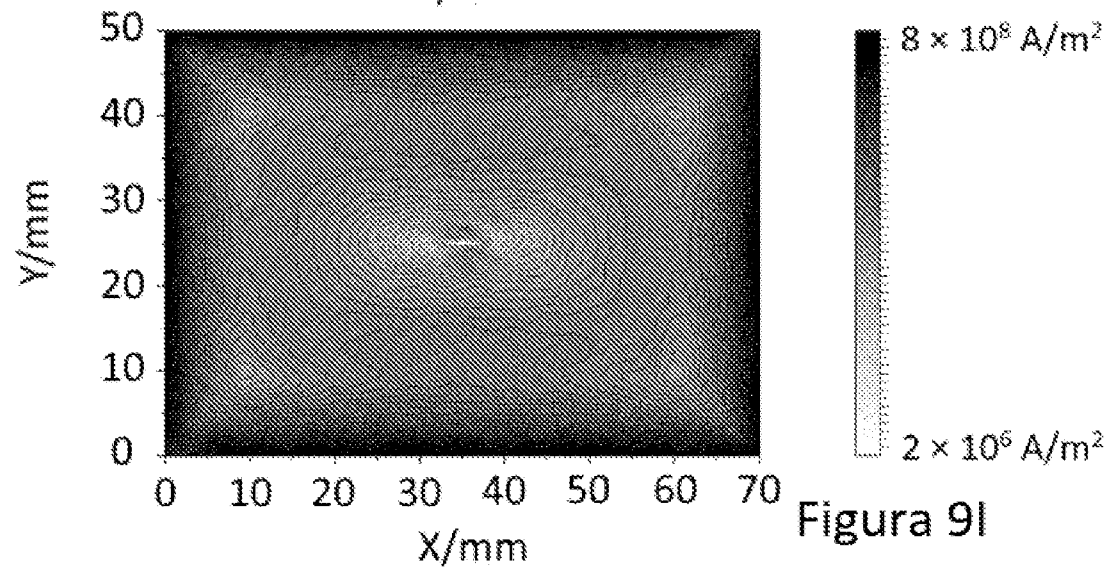
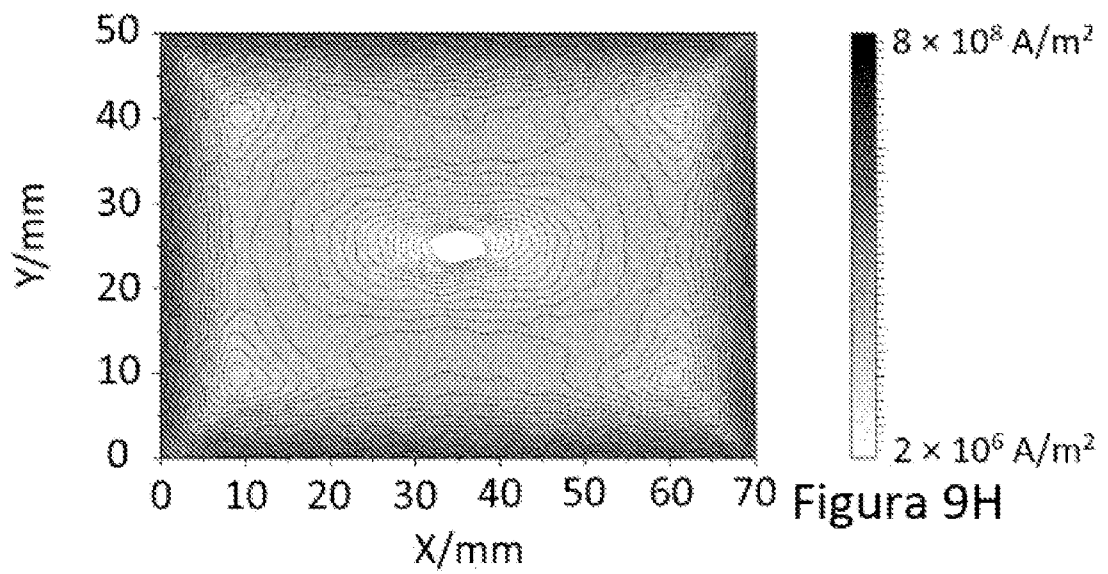
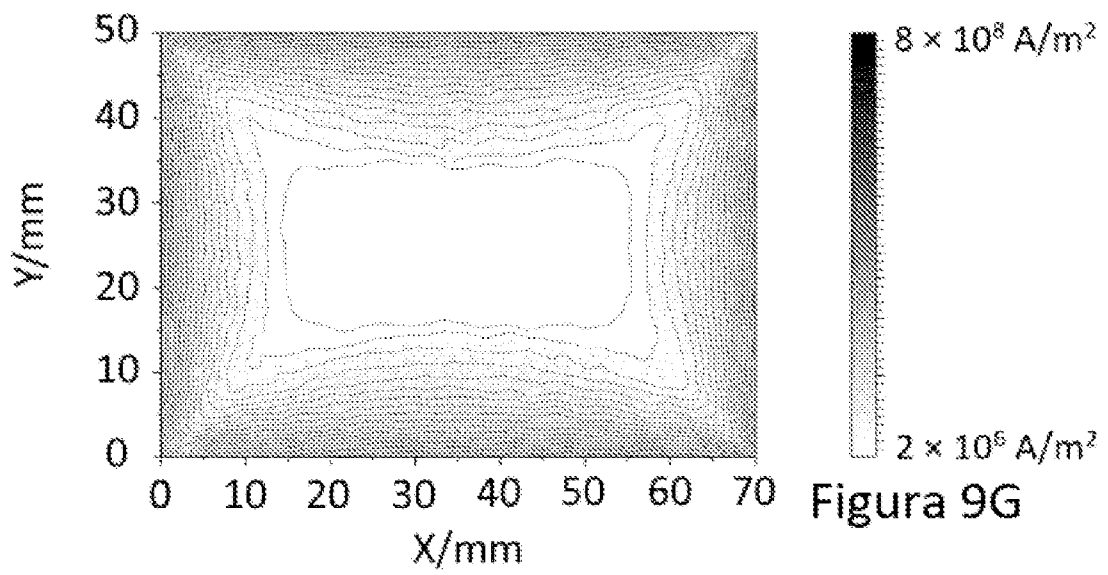


Figura 9F



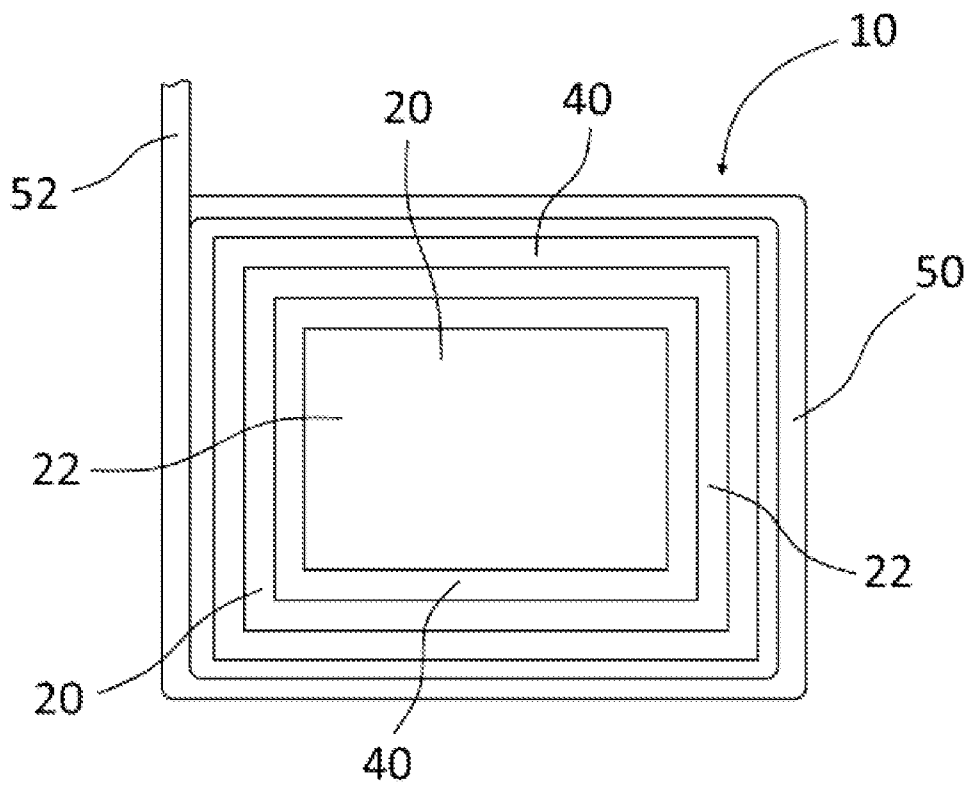


Fig. 10A

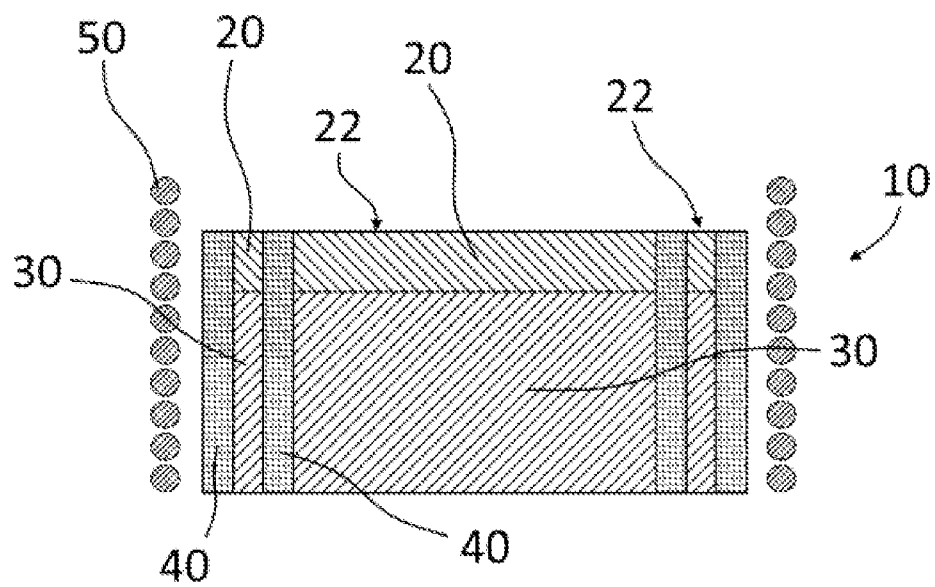


Fig. 10B