

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 209**

51 Int. Cl.:

H01F 38/08 (2006.01)
H01F 27/28 (2006.01)
H01F 27/29 (2006.01)
H01F 30/16 (2006.01)
B23K 11/24 (2006.01)
H01F 27/10 (2006.01)
H01F 27/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2016** **E 16165206 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019** **EP 3232453**

54 Título: **Disposición de transformador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.02.2020

73 Titular/es:
ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart , DE

72 Inventor/es:
BREZOVNIK, ROBERT;
SOLAR, ANTON;
DOLINAR, DRAGO;
KLOPCIC, BENO y
PETRUN, MARTIN

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 745 209 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

Disposición de transformador

5 La presente invención se relaciona con una disposición de transformador, preferiblemente una disposición de transformador para ser usada en una unidad rectificadora de transformador de frecuencia media para una fuente de corriente eléctrica para soldadura por resistencia, y con una unidad rectificadora de transformador que comprende una disposición de transformador tal.

Técnica anterior

10 En el caso de disposiciones de transformadores convencionales, en particular disposiciones de transformadores de soldadura para sistemas de soldadura por resistencia que deben proporcionar una salida de potencia relativamente alta, hay una necesidad de refrigerar adecuadamente los componentes eléctricos, en particular componentes del circuito secundario o de salida. También se requiere refrigerante adecuado en la región del rectificador de salida debido a la pérdida de potencia relativamente alta en los diodos rectificadores. Por esta razón, las disposiciones de transformadores típicamente se optimizan tal como para permitir refrigerante eficiente en estos componentes.

15 Por ejemplo el documento US 2010/0156583 A1 divulga un elemento de bobinado para un bobinado de bobina y una disposición de transformador optimizada para refrigerarse de manera más fácil y efectivamente mientras que tiene un diseño robusto.

20 Sin embargo, tales disposiciones de transformadores a menudo sufren de una magnetización desequilibrada del núcleo magnético que a menudo puede llevar a fuertes corrientes en torbellino que reducen la eficiencia de la disposición de transformador. Para reducir tales reducciones de eficiencia, se han sugerido otras disposiciones de transformadores convencionales, que comprenden una bobina primaria y una bobina secundaria dispuestas alternativamente de una manera adyacente alrededor de un núcleo de hierro. Una disposición de transformador tal se divulga en el documento US 7,978,040 B2. Esta disposición apunta a una reducción de las diferencias en el flujo magnético dentro del núcleo de hierro y mediante esto a una reducción de una dispersión del flujo magnético.

25 El documento US 6 369 680 B1 divulga una disposición de transformador que incluye dos capas de bobinado primario y dos capas de bobinado secundario, estando las capas de bobinado secundario dispuestas ambas entre las dos capas de bobinado primario. Adicionalmente, el documento EP 2 749 373 A1 divulga una disposición de transformador que incluye dos capas de bobinado primario y una capa de bobinado secundario.

En vista de la disposición de transformador convencional es deseable reducir además la saturación desequilibrada del núcleo magnético y proporcionar una disposición de transformador más compacta con peso reducido.

30 Divulgación de la invención

De acuerdo con la invención, se proponen una disposición de transformador como se define en la reivindicación independiente 1 y una unidad rectificadora de transformador que comprende una disposición de transformador tal con las características de la reivindicación independiente. Desarrollos ventajosos adicionales forman el tema de discusión de las reivindicaciones dependientes y de la descripción subsiguiente.

35 La presente invención proporciona la ventaja técnica de que la distribución y/o disposición de las bobinas y/o bobinados, preferiblemente alrededor de un núcleo magnético, proporciona un acoplamiento magnético optimizado entre la bobina primaria y la bobina secundaria y/o entre los bobinados primarios y los bobinados secundarios. Esta disposición optimizada es particularmente ventajosa, debido a que las saturaciones magnéticas locales del núcleo magnético se reducen o incluso se previenen. Por esto, las corrientes en torbellino parásitas, desventajosas, o el denominado efecto de piel, se reducen o incluso se previenen, lo que mejora la eficiencia de la disposición del transformador de acuerdo con la presente invención en comparación con las disposiciones de transformadores convencionales.

45 Una ventaja adicional de la presente invención es la idoneidad de la disposición de transformador para frecuencias más altas de la corriente de entrada, tales como frecuencias de 1 kHz o incluso frecuencias más altas. Típicamente, operar disposiciones de transformadores convencionales a frecuencias tan altas de las corrientes de entrada da como resultado un aumento de pérdidas debido a las corrientes en torbellino en los bobinados y el aumento de pérdidas de conmutación en elementos semiconductores. Sin embargo, debido a las reducciones de tales pérdidas en una disposición de transformador de acuerdo con la presente invención, se pueden usar frecuencias más altas sin el riesgo de pérdidas fuertemente incrementadas. Por lo tanto, puede aprovecharse el efecto ventajoso de frecuencias más altas, es decir proporcionar un núcleo magnético que tenga una sección transversal más pequeña, bobinados más cortos y, por tanto, se puede elegir una configuración más compacta y más pequeña de la disposición de transformador. Para voltajes de salida de ~ 10 V y frecuencia de entrada de 1 kHz es necesaria un área de sección transversal de núcleo ca. 15 cm^2 para núcleos hechos de tira de acero al silicio orientada a granos con densidad de flujo de saturación de ~ 1.9 T. Si se usan frecuencias más altas, el área de sección transversal de núcleo puede reducirse proporcionalmente (ca. 7.5 cm^2 a 2 kHz, ca. 5 cm^2 a 3 kHz, ca. 3 cm^2 a 5 kHz). Para frecuencias superiores a 5 kHz la tira de acero al silicio orientada a granos ya no es adecuada (las pérdidas se están haciendo demasiado

altas). Los materiales adecuados para frecuencias más altas tienen densidad de flujo de saturación más baja, por lo que el tamaño de núcleo debe ajustarse en consecuencia.

Adicionalmente, debido a la disposición equilibrada y homogénea de las bobinas y bobinados de acuerdo con la presente invención, fuerza magnetomotriz en la bobina primaria y la bobina secundaria se compensan entre sí a lo largo del eje de transformador y a lo largo de un núcleo magnético opcional. Por esto, la densidad de flujo magnético se distribuye de manera uniforme a través de todo el núcleo y las fuerzas magnetomotrices se reducen a los efectos de restablecimiento magnético efectuado por la parte respectiva de la corriente primaria.

La disposición de transformador de acuerdo con la presente invención puede usarse ventajosamente dentro de una unidad rectificadora de transformador de frecuencia media para servir como una fuente de corriente eléctrica que proporciona una gran corriente continua (DC). Tales corrientes continuas pueden proporcionarse por ejemplo a una magnitud de varios kA y/o pueden proporcionarse como corrientes directas pulsadas que tienen amplitudes de por ejemplo aproximadamente 20 kA a un voltaje de salida de por ejemplo aproximadamente 10 V. Una configuración preferida tal podría ser particularmente ventajosa para el uso en pistolas de soldadura por resistencia de acuerdo con la norma ISO 22829 o normas similares.

La bobina comprende bobinados, que se enrollan alrededor de un eje de bobina o el eje de transformador. Por ejemplo un bobinado puede representar un bucle de la bobina, que se extiende alrededor del eje de bobina, por ejemplo por 360°. La bobina puede comprender una pluralidad de bobinados unidos entre sí o hechos de un conductor eléctrico alargado enrollado hacia arriba tal como para formar una pluralidad de bucles o bobinados. Sin embargo, un bobinado no necesariamente encierra un ángulo interno de 360° tal como para representar un bucle completo sino que también puede representar un bucle abierto que se extiende por ejemplo sobre un ángulo más pequeño de 360°, tal como por ejemplo 180° o 275°. Por ejemplo un bobinado puede tener una forma de sección transversal tipo C. Si la extensión en la dirección de longitud, es decir en la dirección paralela al eje de transformador, es más larga que la extensión de sección transversal, entonces el bobinado puede tener sustancialmente una forma tubular, que puede abrirse por ejemplo en una dirección paralela a la dirección de longitud.

Cada bobina comprende bobinados dispuestos en capas. Una capa puede comprender varios bobinados dispuestos de una manera adyacente a lo largo de una dirección de longitud y está configurada de tal manera que los bobinados se enrollan alrededor del eje de transformador, preferiblemente de una manera concéntrica. Una capa también puede comprender varios bobinados adyacentes en la dirección de longitud y parcialmente apilados unos sobre otros, tal como para formar una disposición aún más estrecha de bobinados. Una capa de la bobina primaria se denota como una capa de bobinado primario, en donde una capa de la bobina secundaria se denota como una capa de bobinado secundario.

Cada capa de bobinado primario y cada capa de bobinado secundario rodean, preferiblemente concéntricamente, el eje de transformador. Concéntricamente significa que la bobina o los bobinados están enrollados alrededor de un eje común, en donde el eje puede pero no necesariamente requerir extenderse a lo largo de una línea recta. Los bobinados enrollados concéntricamente se pueden proporcionar además con el mismo diámetro y/o la misma forma de sección transversal y/o con diámetros variables y/o formas de sección transversal variables. Las bobinas o capas pueden proporcionarse con formas de sección transversal arbitrarias tomadas perpendiculares al eje de transformador, tales como formas redondas, elípticas, triangulares, poligonales y/o rectangulares.

La bobina primaria que comprende los bobinados primarios está adaptada preferiblemente para ser suministrada con la entrada de corriente eléctrica para ser transformada por la disposición de transformador. La bobina secundaria que comprende al menos un bobinado secundario está adaptada preferiblemente para suministrar la corriente eléctrica de salida, que se relaciona con la corriente de entrada transformada, transformada por la disposición de transformador.

La disposición de transformador está adaptada para estar dispuesta al menos parcialmente a lo largo del eje de transformador. La bobina primaria y la bobina secundaria se enrollan preferiblemente de tal manera que los respectivos ejes centrales de las bobinas sean paralelos a o coincidan con el eje de transformador. Preferiblemente, la disposición de transformador está provista con un núcleo magnético, que está dispuesto a lo largo del eje de transformador. Opcionalmente, un núcleo magnético tal tiene un tamaño y forma de sección transversal tal como para llenar el área de sección transversal de la bobina que tiene el diámetro más pequeño de las bobinas comprendidas por la disposición de transformador, en donde las bobinas están preferiblemente aisladas eléctricamente contra el núcleo magnético. Sin embargo, el núcleo magnético no está restringido a la longitud o dimensión longitudinal de las bobinas a lo largo del eje de transformador, sino que por ejemplo puede extenderse fuera de las superficies de extremo de las bobinas y enrollarse alrededor de las bobinas tal como para representar uno o más bucles cerrados del núcleo magnético. Una disposición tal del núcleo magnético podría ser ventajosa para el flujo magnético dentro del núcleo magnético.

De acuerdo con una realización preferida, la disposición de transformador proporciona una bobina primaria que tiene bobinados primarios, que están enrollados firmemente alrededor del eje de transformador y/o alrededor de un núcleo magnético. Enrollado firmemente significa que el espacio o brecha entre dos bobinados adyacentes es más pequeño, preferiblemente mucho más pequeño, que el ancho de los bobinados primarios. La separación a lo largo del eje de transformador entre dos bobinados primarios adyacentes de la pluralidad de bobinados primarios puede ser más pequeña que un ancho de cada uno de los bobinados primarios a lo largo del eje de transformador. Por ejemplo, una

5 relación de la separación entre dos bobinados primarios adyacentes con el ancho de un bobinado primario de la pluralidad de bobinados primarios es como máximo de 0.5, preferiblemente como máximo de 0.25, más preferiblemente como máximo de 0.1, lo más preferiblemente como máximo de 0.05. La brecha o espacio entre los bobinados puede por ejemplo estar vacía o al menos parcialmente llena con material eléctricamente aislante para aislar los bobinados uno contra otro y contra el núcleo magnético.

10 En otra realización preferida, la disposición de transformador de acuerdo con la presente invención puede proporcionar una bobina primaria que tiene bobinados planos, es decir bobinados que tienen un ancho más grande que su grosor. El ancho es la extensión de los bobinados primarios paralelos al eje de transformador en donde el grosor de los bobinados primarios es su extensión perpendicular, en particular radialmente, al eje de transformador. Por ejemplo, una relación del grosor de los bobinados primarios perpendiculares al eje de transformador con el ancho de los bobinados primarios puede ser como máximo de 0.8 y/o al menos 0.01, preferiblemente como máximo de 0.5 y/o al menos 0.05, más preferiblemente como máximo de 0.25 y/o al menos 0.1, lo más preferiblemente como máximo de 0.2 y/o al menos 0.15.

15 Por ejemplo, los bobinados primarios pueden estar hechos al menos parcialmente de alambre plano. El alambre plano preferiblemente comprende materiales eléctricamente conductores, tal como cobre. El alambre plano puede comprender además un alambre esmaltado, es decir el alambre plano puede estar provisto con un esmalte eléctricamente aislante en su exterior.

20 El transformador comprende una bobina primaria que tiene tres capas de bobinado primario, comprendiendo cada una de ellas una pluralidad de bobinados que se enrollan sustancialmente alrededor del eje de transformador en un rango de distancia de capa de bobinado primario respectivo. Las capas de bobinado primario están dispuestas cada una en un rango de distancia de capa de bobinado primario diferente desde el eje de transformador y no se superponen entre sí en la sección transversal tomada perpendicular al eje de transformador. Estos rangos de distancia de capa de bobinado primario no se superponen a los rangos de distancia de capa de bobinado secundario. Las diferentes capas de bobinado primario se enrollan alrededor del eje de transformador de tal manera que las secciones transversales de las diferentes capas de bobinado primario tomadas perpendiculares al eje de transformador tienen diferentes tamaños y no están superpuestas entre sí. En otras palabras, una primera capa de bobinado primario puede estar dispuesta más cerca al eje de transformador y está rodeada por una segunda capa de bobinado primario enrollada alrededor del eje de transformador en una distancia más grande. Preferiblemente, las diferentes capas de bobinado primario tienen la misma forma de sección transversal tomada perpendicular al eje de transformador pero se desvían en sus tamaños o dimensiones de sección transversal.

25 El transformador comprende dos capas de bobinado secundario en diferentes rangos de distancia de capa de bobinado secundario, de tal manera que las al menos dos capas de bobinado secundario no se superponen entre sí en la sección transversal. Las dos capas de bobinado secundario no se superponen con las capas de bobinado primario en la sección transversal.

30 Las capas de bobinado primario y secundario no se superponen entre sí en la sección transversal. En otras palabras, las capas de bobinado primario y las capas de bobinado secundario están separadas entre sí en la sección transversal y en particular los bobinados de las capas de bobinado primario no interdigitan los bobinados de las capas de bobinado secundario.

35 En otra realización preferida al menos una de las capas de bobinado primario está dispuesta en el lado interno que tiene las dimensiones de sección transversal más pequeñas en comparación con otras capas de bobinado primario y las capas de bobinado secundario. Más preferiblemente otra capa de bobinado primario está dispuesta en el lado externo que tiene las dimensiones de sección transversal más grandes en comparación con otras capas de bobinado primario y las capas de bobinado secundario. En otras palabras, el lado interno y el lado externo en la sección transversal de la configuración de las capas de bobinado primario y las capas de bobinado secundario están definidos cada uno por una capa de bobinado primario.

40 Aunque no están superpuestas en la sección transversal, las capas de bobinado primario y las capas de bobinado secundario están dispuestas tal como para superponerse en la dirección a lo largo del eje de transformador. En otras palabras, las capas de bobinado primario y las capas de bobinado secundario se extienden preferiblemente juntas al menos parcialmente en una sección de longitud a lo largo del eje de transformador, preferiblemente de una manera concéntrica.

45 En otra realización preferida las al menos dos capas de bobinado secundario están configuradas, de tal manera que las dos capas de bobinado secundario están conectadas eléctricamente en serie y de este modo permiten una conexión de derivación central para proporcionar la salida de DC de la disposición de transformador.

50 Preferiblemente, la al menos una capa de bobinado secundario está configurada tal como para ser eléctricamente conectable en la al menos una cara de extremo de la capa de bobinado secundario a lo largo del eje de transformador.

55 La bobina secundaria está configurada tal como para comprender canales de flujo para un fluido refrigerante. El fluido refrigerante puede comprender un medio gaseoso y/o uno líquido. Por ejemplo, los bobinados secundarios pueden configurarse para comprender un núcleo hueco que permita el flujo de un fluido refrigerante a través del núcleo hueco.

Con esta configuración se puede lograr un refrigerante particularmente eficiente de la bobina secundaria y la disposición de transformador como tal. El uso de agua como un fluido refrigerante puede ser ventajoso.

5 La disposición de transformador puede comprender además al menos un núcleo magnético, que está dispuesto al menos parcialmente a lo largo del eje de transformador, de tal manera que la bobina primaria y la bobina secundaria están enrolladas al menos parcialmente alrededor del al menos un núcleo magnético. El al menos un núcleo magnético puede comprender materiales ferromagnéticos y por ejemplo puede estar dispuesto como un núcleo de banda. Por ejemplo el núcleo puede estar hecho al menos parcialmente de hierro al silicio orientado a granos. Para operar la disposición de transformador a altas frecuencias (por encima del rango de 2 a 5 kHz) el núcleo puede estar hecho al menos parcialmente de materiales monocristalinos, materiales en polvo sinterizados y/o ferritas.

10 Ventajas y realizaciones adicionales de la invención se hacen evidentes a partir de la descripción y los dibujos adjuntos.

Debe entenderse que las características precedentes y siguientes no solo son usables en las combinaciones mencionadas explícitamente sino también en otras combinaciones o también cuando se usan solas sin exceder el alcance de la presente invención.

15 La invención se ilustra esquemáticamente en las figuras por medio de realizaciones y se discute en detalle en lo siguiente con referencia a los dibujos.

Descripción de las figuras

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de una ilustración esquemática de una disposición de transformador de acuerdo con una realización preferida de la invención.

20 La figura 2 muestra una sección longitudinal de una disposición de transformador de acuerdo con la realización preferida de la invención mostrada en la figura 1.

La figura 3 muestra una vista en despiece de una ilustración esquemática de un bobinado secundario de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

La figura 4 muestra una ilustración esquemática de una unidad rectificadora de transformador de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

25 La figura 5 muestra un diagrama de circuito de una unidad rectificadora de transformador de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

Las figuras 6A y 6B muestran ilustraciones de una comparación de resultados de simulación 2D-FEM para una disposición de transformador de acuerdo con una realización preferida de la presente invención en comparación con una disposición de transformador convencional.

30 Descripción detallada de los dibujos

Refiriéndose a las figuras 1 y 2, se describe una disposición 10 de transformador de acuerdo con una realización preferida de la invención.

35 La disposición 10 de transformador comprende una bobina 12 primaria, que a su vez comprende en la realización ilustrada tres capas 12b de bobinado primario. Cada capa 12b de bobinado primario comprende una pluralidad de bobinados 12a primarios enrollados alrededor de un eje 100 de transformador en un rango p1, p2, p3 de distancia de capa de bobinado primario respectivo.

40 La disposición 10 de transformador comprende además una bobina 14 secundaria, que a su vez comprende en la realización ilustrada dos capas 14b de bobinado secundario. Cada capa 14b de bobinado secundario comprende un bobinado 14a secundario enrollado alrededor del eje 100 de transformador en un rango s1, s2 de distancia de capa de bobinado secundario respectivo.

45 Como se puede ver mejor en la figura 2, los tres rangos p1, p2, p3 de distancia de capa de bobinado primario y los dos rangos s1, s2 de distancia de capa de bobinado secundario se extienden cada uno perpendicular al eje 100 de transformador y no están superpuestos entre sí. Adicionalmente, las tres capas 12b de bobinado primario y las dos capas 14b de bobinado secundario están dispuestas para superponerse en una sección de longitud L a lo largo del eje 100 de transformador.

Tanto la bobina 12 primaria como la bobina 14 secundaria están enrolladas de una manera concéntrica alrededor de un núcleo 16 magnético, que comprende dos anillos de núcleo cerrados que se extienden rectos a lo largo del eje 100 de transformador (se muestra en la figura 2) y que se cierran alrededor de los lados de la bobina 12 primaria y la bobina 14 secundaria.

50 Como se ilustra, la forma de sección transversal de las capas 12b de bobinado primario y las capas 14b de bobinado secundario tomadas perpendiculares al eje 100 de transformador se parece a una forma rectangular con esquinas

5 aplanadas que están dispuestas de una manera concéntrica una alrededor de la otra, en donde los centros de sección transversal de las capas 12b de bobinado primario y las capas 14b de bobinado secundario están ubicadas en el eje 100 de transformador. La bobina 12 primaria y la bobina 14 secundaria están ajustadas para tener sustancialmente la misma longitud y extenderse sustancialmente a lo largo de la misma sección de longitud a lo largo del eje 100 de transformador. A lo largo de esta sección de longitud también el núcleo 16 magnético se extiende sustancialmente paralelo al eje 100 de transformador y se dobla alrededor de las caras de extremo de la bobina 12 primaria y la bobina 14 secundaria para formar una estructura de anillo cerrado.

10 Los contornos cubiertos por el núcleo 16 magnético se ilustran parcialmente como líneas punteadas en la figura 1. Al menos una de las caras de extremo de la bobina secundaria está provista con áreas 18 de contacto que permiten contactar eléctricamente la bobina 14 secundaria. Como se evidencia de la figura 1, cada uno de los bobinados 14a secundarios está provistos con al menos dos áreas de contacto cada una independiente del otro bobinado 14a secundario. Tener dos bobinados 14a secundarios distintos permite una conexión de derivación central de la bobina 14 secundaria para proporcionar una salida de DC (corriente continua) de la disposición de transformador, lo que podría ser ventajoso para operar la disposición de transformador como una unidad de suministro de potencia para soldadura por resistencia.

15 Además, al menos una cara de extremo de cada bobinado 14a secundario está provista con conexiones 22 de fluido refrigerante para suministrar fluido refrigerante a los canales 24 de fluido refrigerante que están integrados en los bobinados 14a secundarios. La bobina primaria se puede conectar eléctricamente a través de las unidades 20 de conexión, que pueden extenderse desde la bobina 12 primaria.

20 Como se ilustra en la figura 1 la bobina 14 secundaria comprende dos bobinados 14a secundarios, cada uno dispuesto en un rango s1, s2 de distancia de capa secundaria separado del eje 100 de transformador, es decir en una distancia diferente al centro de la bobina 14 secundaria, sin estar superpuestos entre sí. De la misma manera, los bobinados 14a secundarios tampoco se superponen con ninguna capa 12b de bobinado primario de la bobina 12 primaria a lo largo de la dirección de sección transversal sino que están separados entre sí.

25 La figura 2 ilustra la disposición 10 de transformador en una vista en sección longitudinal, cuando se corta a través de la disposición 10 de transformador a lo largo del eje 100 de transformador. Como se evidencia de la figura 2, la disposición 10 de transformador comprende la bobina 12 primaria que tiene las tres capas 12b de bobinado primario de bobinados 12a primarios, en donde las capas 12b de bobinado primario no se superponen con las dos capas 14b de bobinado secundario en la dirección 200 de sección transversal sino que están dispuestas cada una en un rango de distancia respectivo separado. De acuerdo con las realizaciones ilustradas, las tres capas 12b de bobinado primario se enrollan alrededor del eje de transformador en diferentes rangos p1, p2, p3 de distancia y se conectan eléctricamente para formar una bobina 12 primaria individualmente. Un bobinado 12a primario que forma una conexión eléctrica entre dos capas de bobinado primario se puede ver en la figura 1 entre las áreas 18 de contacto.

30 Sin embargo, los bobinados 12a primarios individuales y bobinados 14a secundarios están aislados eléctricamente unos contra otros para prevenir que los flujos de corriente se desvíen de la corriente de bobina que fluye a través de los bobinados. Como se representa, los bobinados 12a primarios están hechos de alambre plano y están aislados por medios 28 de aislamiento eléctrico y están enrollados firmemente adyacentes entre sí alrededor del eje 100 de transformador de tal manera que no existe sustancialmente ninguna brecha entre dos bobinados 12a diferentes además de las brechas necesarias para medios 28 de aislamiento eléctrico.

35 Cada uno de los bobinados 14a secundarios se extiende sustancialmente sobre toda la sección de longitud a lo largo del eje 100 de transformador cubierto por la capa de bobinado primario interno. Como se hace evidente en la figura 2, los canales 24 de fluido refrigerante están integrados en cada uno de los bobinados 14a secundarios, respectivamente, y están cubiertos cada uno por una cobertura 26. La cobertura 26 está hecha preferiblemente de un material eléctricamente y/o térmicamente conductor, tal como un metal, para contribuir a la conducción de corriente eléctrica en el bobinado 14a secundario respectivo y/o la disipación de calor residual.

Los bobinados 14a secundarios están separados entre sí permitiendo una conexión de derivación central de la bobina 14 secundaria y conectando la bobina 14 secundaria en serie con diodos rectificadores (se muestran en la figura 5). Los bobinados 14a secundarios y el núcleo 16 magnético están aislados por medios 29 de aislamiento eléctrico.

40 La configuración de acuerdo con la presente invención, tal como de acuerdo con la realización representada en las figuras 1 y 2, tiene el beneficio técnico de un acoplamiento magnético mejorado entre los bobinados de la bobina 12 primaria y la bobina 14 secundaria y de este modo previene la saturación magnética del núcleo 16 magnético y corrientes en torbellino perjudiciales dentro de los bobinados (efecto de piel).

45 La figura 3 representa una vista en despiece de una ilustración esquemática de un bobinado 14a secundario de acuerdo con la realización preferida de la presente invención ilustrada en las figuras 1 y 2. Cada bobinado 14a secundario puede estar provisto con una pluralidad de coberturas 26 para cubrir los canales 24 de fluido refrigerante en el bobinado 14a secundario respectivo. Las coberturas 26 pueden configurarse para ser extraíbles del bobinado 14a secundario respectivo para facilitar el mantenimiento y reparación del bobinado 14a secundario. También se pueden unir con soldadura blanda o soldar al bobinado 14a secundario. El tamaño y la forma de las coberturas 26

coinciden con la forma y tamaño de sección transversal del bobinado 14a secundario respectivo para proporcionar suficiente contacto térmico y eléctrico entre el bobinado 14a secundario y la cobertura 26 tal como para permitir una contribución eficiente de las coberturas 26 a la conducción de corriente eléctrica y calor a través del bobinado 14a secundario.

5 La figura 4 muestra una ilustración esquemática de una unidad 30 rectificadora de transformador de acuerdo con una realización preferida de la presente invención, una disposición 10 de transformador de acuerdo con una realización preferida de la invención que está integrada en la unidad 30 rectificadora de transformador. La estructura compacta de la disposición 10 de transformador permite colocar la disposición 10 de transformador dentro de una unidad 30 rectificadora de transformador compacta y la unidad 30 rectificadora de transformador para integrarse en una pistola
10 34 de soldadura por resistencia (se muestra en la figura 5). Las conexiones 32 de suministro de potencia eléctrica proporcionan potencia eléctrica a la bobina 12 primaria, en donde la salida de corriente transformada se proporciona en el área 18 de contacto de la bobina 14 secundaria para suministrar la corriente y voltaje transformados a los diodos rectificadores (se muestran en la figura 5).

15 La figura 5 ilustra un diagrama de circuito de una unidad 30 rectificadora de transformador de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. La unidad 30 rectificadora de transformador que comprende la disposición 10 de transformador está integrada en un sistema de suministro para proporcionar corriente eléctrica a la pistola 34 de soldadura por resistencia. La unidad 30 rectificadora de transformador misma es suministrada por una
20 unidad 36 de suministro de potencia eléctrica que se suministra con corriente alterna. En particular, la unidad 30 rectificadora de transformador mostrada que tiene una disposición 10 de transformador integrado está configurada para integrarse en un alojamiento de acuerdo con ISO 22829.

La unidad 36 de suministro de potencia eléctrica comprende un rectificador de seis pulsos y tres fases que convierte el voltaje de la rejilla de potencia en corriente continua (DC). La unidad 36 de suministro de potencia eléctrica comprende además un condensador de enlace de DC para suavizar el voltaje y un convertidor de puente H junto con una unidad de control correspondiente.

25 Las figuras 6A y 6B ilustran resultados de simulaciones 2D-FEM (FEM denota el método de elementos finitos) que compara una disposición de transformador convencional (figura 6A) como se divulga en los documentos DE 10 2007 001233 y WO 2008/083839 con una disposición 10 de transformador de acuerdo con una realización de la presente invención (figura 6B).

30 Las figuras 6A y 6B ilustran gráficamente las diferentes pérdidas en las bobinas primaria y secundaria y en el núcleo magnético para un historial de corriente primaria dado (RMS ca. 400 A), dando como resultando específico en un historial de corriente secundaria (RMS ca. 25kA).

Un gradiente temporal alto en la corriente eléctrica di/dt típicamente produce corrientes en torbellino altas que llevan a pérdidas significativas en la técnica anterior. De esa manera la disposición de transformador convencional que tiene una configuración convencional de bobinados (figura 6A) lleva a una distribución fuertemente no homogénea de flujo
35 magnético debido a una alta fuerza magnetomotriz a lo largo de los lados del núcleo magnético, lo que da como resultado en un alto grado de saturación magnética desventajosa dentro del núcleo.

En el caso de una disposición de transformador de acuerdo con la presente invención las fuerzas magnetomotrices de la bobina primaria y la bobina secundaria se compensan entre sí a lo largo de toda la longitud de los lados del núcleo magnético. Por lo tanto, solo la parte de restablecimiento de la corriente primaria produce una fuerza
40 magnetomotriz y una densidad de flujo magnético dentro del núcleo magnético, lo que lleva a una distribución homogénea de la densidad de flujo magnético dentro del núcleo magnético.

Debido a que las capas 12b de bobinado primario y capas 14b de bobinado secundario están dispuestas de acuerdo con la invención reivindicada, también la densidad de corriente está distribuida de manera uniforme y de manera homogénea. Este efecto aumenta además al proporcionar bobinados 12a primarios especialmente alargados y
45 delgados y bobinados 14a secundarios tubulares. La disposición de acuerdo con la presente invención tiene el efecto beneficioso de que las corrientes de pico debidas a pérdidas por corrientes en torbellino son menos pronunciadas y se producen durante un período de tiempo reducido (figura 6B) en comparación con disposiciones de transformadores convencionales (figura 6A). Los efectos de piel y efectos de proximidad son de este modo menos pronunciados al usar una disposición de transformador de acuerdo con la presente invención, lo que hace que un transformador de acuerdo
50 con la presente invención sea particularmente adecuado para el uso a frecuencias altas, tales como frecuencias de 1 kHz o incluso frecuencias más altas. .

Lista de numerales de referencia

10 disposición de transformador
12 bobina primaria
55 12a bobinado primario

- 12b capa de bobinado primario
- 14 bobina secundaria
- 14a bobinado secundario
- 14b capa de bobinado secundario
- 5 16 núcleo magnético
- 18 área de contacto (de bobina secundaria)
- 20 elementos de conexión
- 22 conexiones de fluido refrigerante
- 24 canales de fluido refrigerante
- 10 26 cobertura
- 28 medios de aislamiento eléctrico
- 29 medios de aislamiento eléctrico
- 30 unidad rectificadora de transformador
- 32 conexiones de suministro de potencia eléctrica
- 15 34 pistola de soldadura por resistencia
- 36 unidad de suministro de potencia eléctrica
- 100 eje de transformador
- 200 dirección de sección transversal

REIVINDICACIONES

1. Disposición (10) de transformador que tiene un eje (100) de transformador, que comprende:
 - 5 una bobina (12) primaria que comprende tres capas (12b) de bobinado primario, comprendiendo cada capa (12b) de bobinado primario una pluralidad de bobinados (12a) primarios enrollados alrededor del eje (100) de transformador en un rango de distancia de capa de bobinado primario respectivo desde el eje (100) de transformador,
 - una bobina (14) secundaria que comprende dos capas (14b) de bobinado secundario, comprendiendo cada capa (14b) de bobinado secundario al menos un bobinado (14a) secundario enrollado alrededor del eje (100) de transformador en un rango de distancia de capa de bobinado secundario respectivo desde el eje (100) de transformador,
 - 10 en donde los tres rangos de distancia de capa de bobinado primario y los dos rangos de distancia de capa de bobinado secundario se extienden cada uno perpendicular al eje (100) de transformador y no están superpuestos entre sí, en donde las tres capas (12b) de bobinado primario y las dos capas (14b) de bobinado secundario están dispuestas para superponerse en una sección de longitud a lo largo del eje (100) de transformador,
 - en donde cada una de las tres capas (12b) de bobinado primario tiene un rango de distancia de capa de bobinado primario diferente, y en donde los tres rangos de distancias de capa de bobinado primario diferentes se extienden cada uno perpendicularmente al eje (100) de transformador y no están superpuestos entre sí y no están superpuestos los dos rangos de distancia de capa de bobinado secundario,
 - 15 en donde cada una de las dos capas (14b) de bobinado secundario tiene un rango de distancia de capa de bobinado secundario diferente, en donde los dos rangos de distancias de capa de bobinado secundario diferentes se extienden cada uno perpendicular al eje (100) de transformador y no están superpuestos entre sí y no están superpuestos los tres rangos de distancia de capa de bobinado primario,
 - 20 en donde cada una de las dos capas (14b) de bobinado secundario se extiende sustancialmente sobre toda la sección de longitud a lo largo del eje (100) de transformador y está rodeada por dos capas (12b) de bobinado primario, siendo las dos capas (14b) de bobinado secundario distintas con una de las capas de bobinado primario intercalada, y
 - 25 en donde la bobina (14) secundaria comprende canales (24) de flujo para un fluido refrigerante, estando los canales (24) de flujo integrados en los bobinados (14a) secundarios.
2. Disposición (10) de transformador de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las tres capas (12b) de bobinado primario y las dos capas (14b) de bobinado secundario rodean, concéntricamente, el eje (100) de transformador.
3. Disposición (10) de transformador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el al menos un bobinado (14a) secundario tiene un eje longitudinal paralelo al eje de transformador y/o tiene una forma en C de sección transversal tomada perpendicular al eje de transformador y/o tiene una forma tubular a lo largo del eje (100) de transformador que se abre sustancialmente a lo largo de un eje paralelo al eje (100) de transformador.
- 30 4. Disposición (10) de transformador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde a lo largo del eje (100) de transformador una separación entre dos bobinados (12a) primarios adyacentes de una capa (12b) de bobinado primario es más pequeña que un ancho de cada uno de los bobinados (12a) primarios a lo largo del eje (100) de transformador.
- 35 5. Disposición (10) de transformador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una relación de la separación entre dos bobinados (12a) primarios adyacentes al ancho de un bobinado (12a) primario es como máximo de 0.5, preferiblemente como máximo de 0.25, más preferiblemente como máximo de 0.1, lo más preferiblemente como máximo de 0.05.
- 40 6. Disposición (10) de transformador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la relación de un grosor de un bobinado (12a) primario perpendicular al eje (100) de transformador con el ancho del bobinado (14) primario es como máximo de 0.8 y al menos 0.01, preferiblemente como máximo de 0.5 y al menos 0.05, más preferiblemente como máximo de 0.25 y al menos 0.1, lo más preferiblemente como máximo de 0.2 y al menos 0.15.
- 45 7. Disposición (10) de transformador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los tres bobinados (12a) primarios están hechos al menos parcialmente de alambre plano.
8. Disposición (10) de transformador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde las capas (12b) de bobinado primario y las capas (14b) de bobinado secundario están sustancialmente dispuestas, geoméricamente, en paralelo en una sección de longitud a lo largo de la dirección del eje (100) de transformador.
- 50 9. Disposición (10) de transformador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde las dos capas (14b) de bobinado secundario de la bobina (14) secundaria están conectadas eléctricamente en serie y permiten una conexión de derivación central.

10. Disposición (10) de transformador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un núcleo (16) magnético dispuesto al menos parcialmente a lo largo del eje (100) de transformador.

5 11. Unidad (30) rectificadora de transformador que comprende una disposición (10) de transformador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

Fig. 1

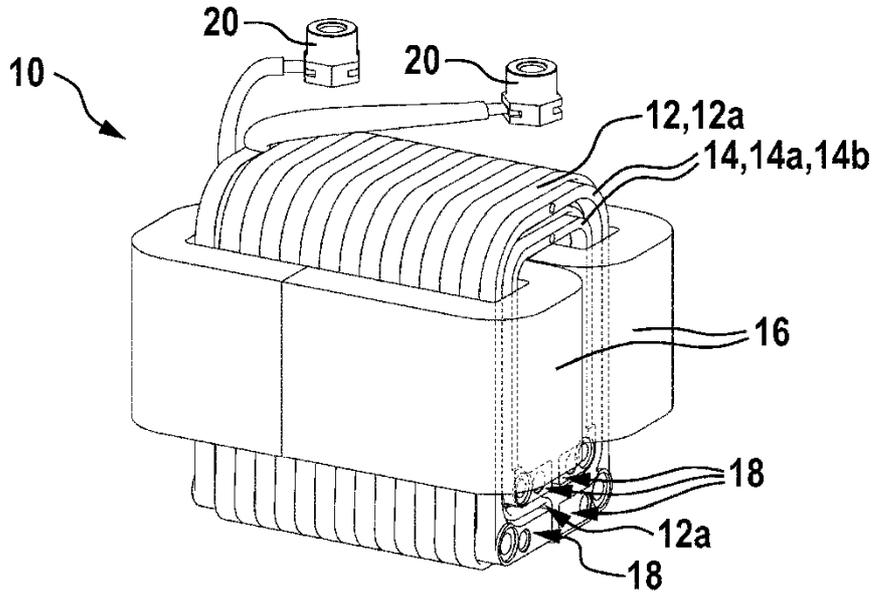


Fig. 2

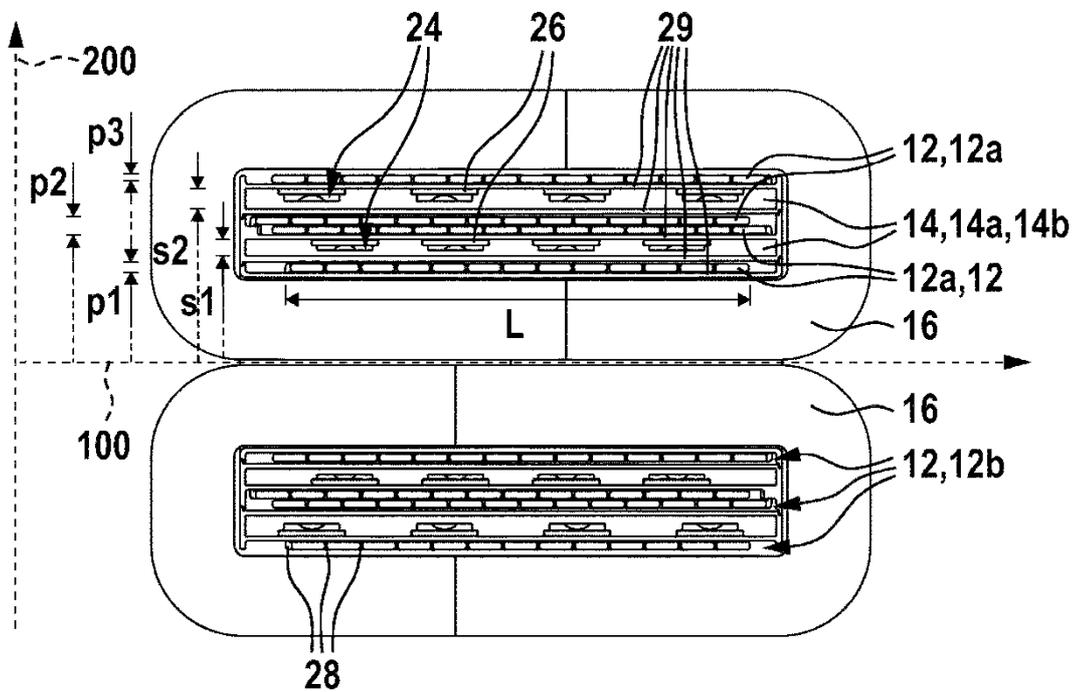


Fig. 3

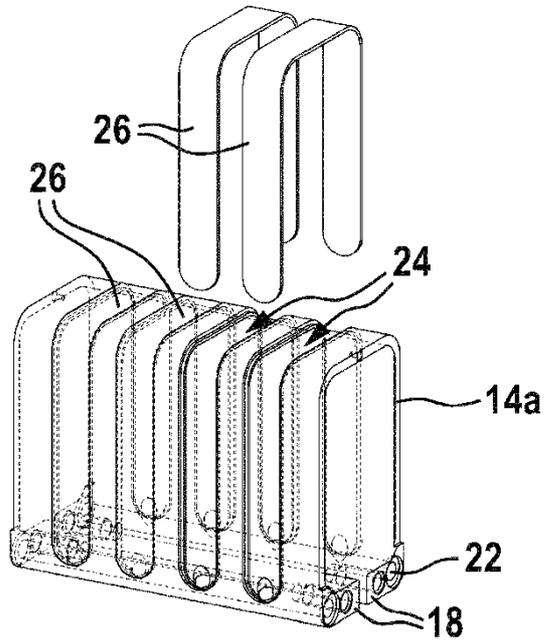


Fig. 4

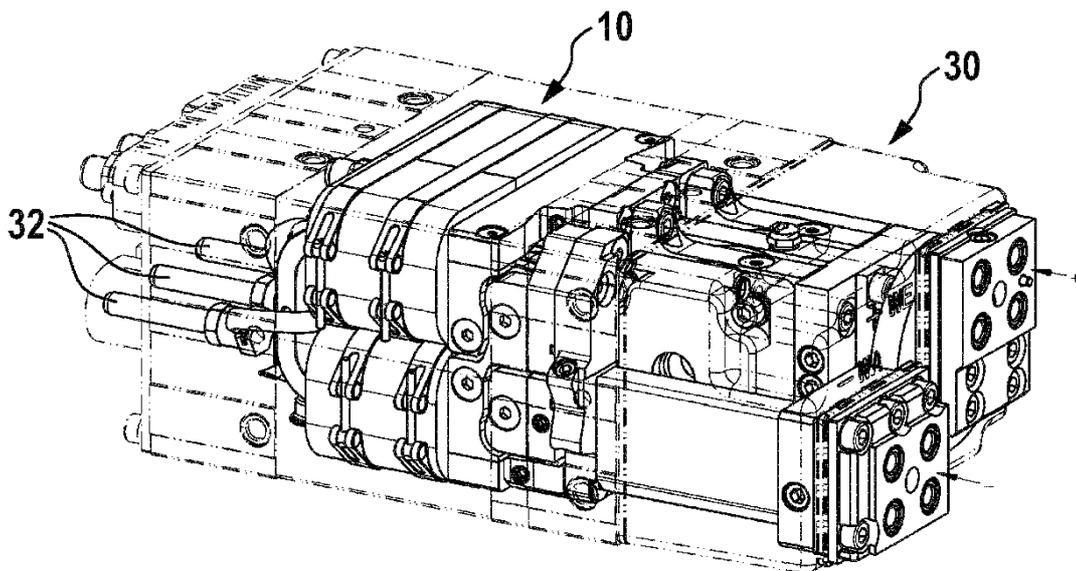


Fig. 5

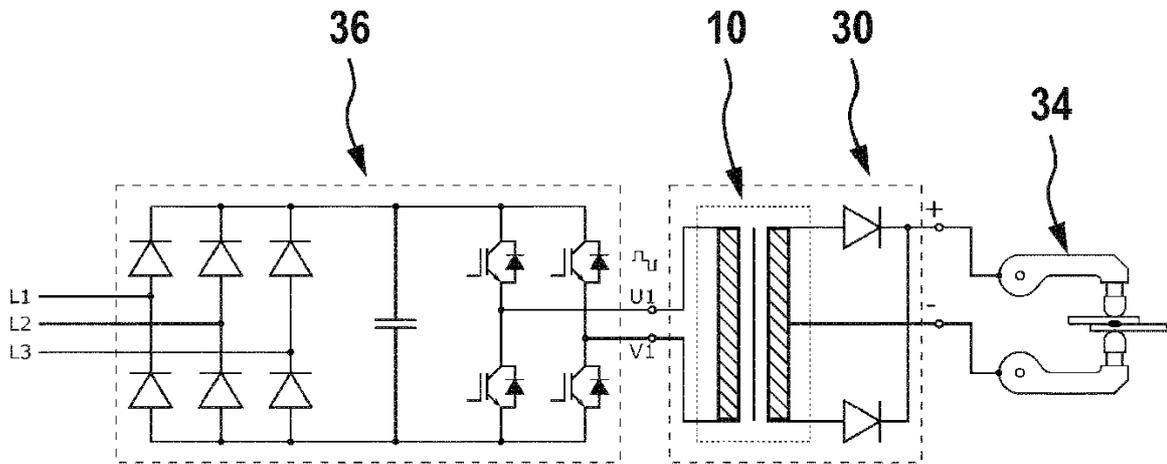


Fig. 6A (Técnica Anterior)

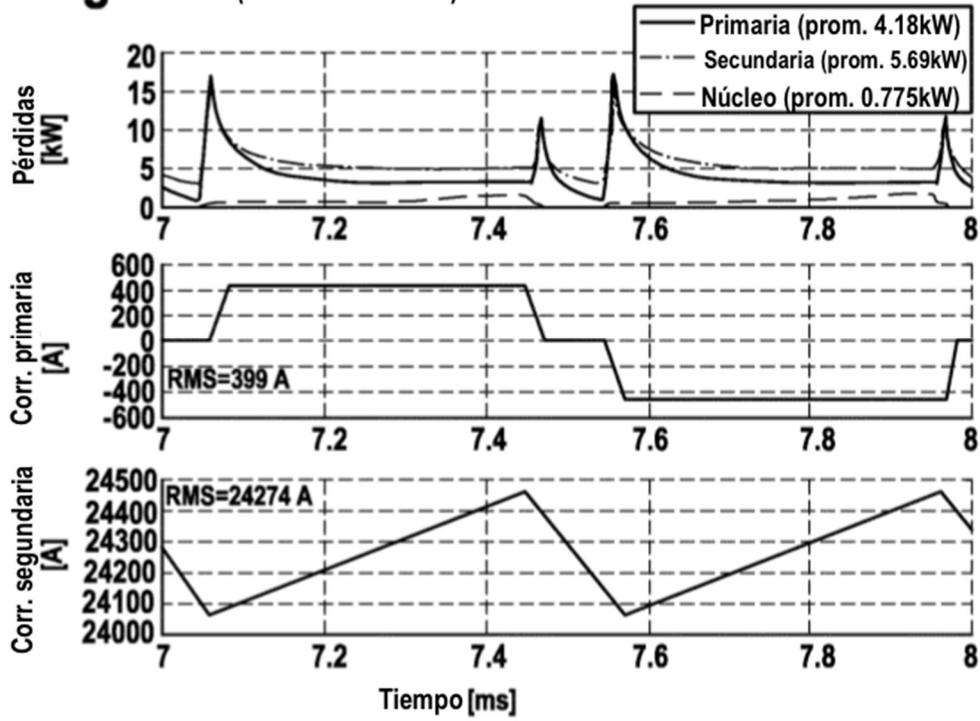


Fig. 6B

