

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 531**

51 Int. Cl.:

B32B 5/26 (2006.01)

D21H 13/26 (2006.01)

D21H 13/30 (2006.01)

H01B 3/48 (2006.01)

B32B 19/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.05.2011** **PCT/US2011/037755**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2012** **WO12082180**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2011** **E 11724864 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017** **EP 2651633**

54 Título: **Material de aislamiento eléctrico**

30 Prioridad:

17.12.2010 US 201061424354 P

23.03.2011 US 201113069679

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

20.02.2018

73 Titular/es:

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
(100.0%)

3M Center, Post Office Box 33427
Saint Paul, MN 55133-3427, US

72 Inventor/es:

TURPIN, ROBERT H.;
STANKES, DAVID S.;
FOX, MARTIN H. y
HUANG, MITCHELL T.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 655 531 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

Material de aislamiento eléctrico

5 Campo técnico

Esta invención se refiere a materiales adecuados para aplicaciones de aislamiento eléctrico.

10 Antecedentes

Los equipos eléctricos tal como motores eléctricos, generadores y transformadores, a menudo, requieren alguna forma de aislamiento dieléctrico para separar un conductor en una tensión de un conductor a una tensión diferente y/o para proporcionar protección mecánica a componentes eléctricos. Los laminados de materiales de aislamiento eléctrico con frecuencia se usan en la industria con este fin.

15 Sumario

Los materiales de la presente invención son adecuados para aislar componentes eléctricos en transformadores, motores, generadores y otros dispositivos que requieran aislamiento de componentes eléctricos.

Al menos una realización de la presente invención proporciona un artículo que comprende una capa de papel no tejido, fundido directamente sobre una o ambas caras con una capa de tela no tejida en donde uno o ambos del papel no tejido y la tela no tejida son eléctricamente aislantes.

El papel no tejido comprende un material laminar que tiene fibras menores de 2,54 cm (una pulgada) de largo y además comprende: de 50 % en peso a 80 % en peso de carga inorgánica y de 3 % en peso a 10 % en peso de un aglutinante polímero. La tela no tejida comprende un material laminar que tiene fibras mayores de 2,54 cm (una pulgada) de largo y además comprende: de 20 % en peso a 70 % en peso de fibras aglutinantes y de 30 % en peso a 80 % en peso de fibras cortadas, en donde las fibras cortadas comprenden fibras cortadas de para-aramida.

Al menos una realización de la presente invención proporciona un material de aislamiento eléctrico que combina sinérgicamente las propiedades de refuerzo mecánico de las telas no tejidas con las propiedades de aislamiento dieléctrico de los papeles no tejidos.

Al menos una realización de la presente invención proporciona un material de aislamiento eléctrico que comprende un papel no tejido basado en fibras cortas reforzado con capas de tela no tejida basadas en fibras largas y externas. En al menos algunas realizaciones de la presente invención, la densificación y unión térmica de los materiales de los componentes tienen como resultado un material de aislamiento térmico que tiene un equilibrio deseable de propiedades incluidas, resistencia dieléctrica, resistencia a la tracción y resistencia al desgarro.

Tal y como se usa en esta memoria descriptiva:

“fundido directamente” significa que no tiene capa intermedia tal como una capa adhesiva;

“papel no tejido” significa un material laminar compuesto principalmente de fibras cortas;

“tela no tejida” significa un material laminar que comprende principalmente fibras largas;

“fibras cortas” significa fibras menores de 2,54 cm (una pulgada) de largo;

“fibras largas” significa fibras mayores de o iguales a 2,54 cm (una pulgada) de largo;

“DM” o “dirección máquina” se refiere a la dirección paralela a la dirección de arrollamiento de una lámina continua de material; y

“DT” o “dirección transversal” se refiere a la dirección perpendicular a la dirección de arrollamiento de una lámina continua de material.

Una ventaja de al menos una realización de la presente invención es que la unión térmica de las capas de papel no tejido y de tela no tejida se hace sin necesidad de resinas adhesivas. Esto evita la etapa adicional y el consiguiente coste de añadir adhesivo y elimina el riesgo de que el adhesivo se vuelva quebradizo por la exposición a altas temperaturas durante el procesamiento y uso.

Una ventaja de al menos una realización de la presente invención es que la unión térmica de las capas de papel no tejido y de tela no tejida se efectúa sin necesidad de una película termoplástica. Esto evita la etapa adicional y el consiguiente coste de incluir una película termoplástica.

Una ventaja de al menos una realización de la presente invención es que la unión térmica de las capas de papel no tejido y de tela no tejida se efectúa sin necesidad de tratamientos de plasma (para mejorar la adhesión de las capas). Esto evita la etapa adicional y el consiguiente coste del tratamiento de plasma.

El resumen anterior de la presente invención no pretende describir cada realización descrita ni cada implementación de la presente invención. La descripción detallada que sigue a continuación ilustra de manera más específica las realizaciones de la invención.

Descripción detallada

En la siguiente descripción, se debe entender que se contemplan y pueden realizarse otras realizaciones sin abandonar el ámbito o espíritu de la presente invención. Por tanto, la descripción detallada que sigue no debe tomarse en un sentido limitativo.

Salvo que se indique lo contrario, debe entenderse que todos los números que expresan tamaños, cantidades, y propiedades físicas característicos utilizados en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones están modificados en todos los casos por el término “aproximadamente”. Por tanto, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos establecidos en la presente memoria descriptiva y reivindicaciones adjuntas, son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades que los expertos en la técnica que utilicen la información descrita en la presente memoria deseen obtener. El uso de intervalos numéricos mediante puntos finales incluye todos los números y cualquier valor dentro de ese intervalo (p. ej. 1 a 5 incluye 1, 1,5, 2, 2,75, 3, 3,80, 4 y 5).

Al menos algunas realizaciones de la presente invención proporcionan un artículo de aislamiento eléctrico único y flexible que tiene una mejor resistencia y fuerza mecánica a las altas temperaturas.

La capa de papel no tejido de la presente invención comprende un material laminar hecho de fibras cortas, es decir, fibras menores de 2,54 cm (una pulgada) de largo. En al menos una realización de la presente invención, la mayoría de las fibras del papel no tejido son orgánicas. No obstante, algunas realizaciones pueden incluir papeles no tejidos con fibras inorgánicas.

Entre los ejemplos de fibras orgánicas adecuadas para fabricar el papel no tejido se incluyen, aunque no de forma limitativa, fibras aramidas, incluyendo fibras de meta-aramida tales como las disponibles con los nombres comerciales NOMEX de DuPont (www2.dupont.com); con el nombre comercial TEIJINCONEX de Teijin Limited, Japón; con el nombre comercial METASTAR de Yantai, China y; con el nombre comercial X-FIPER de SRO Group, China, así como fibras de para-aramida tales como las disponibles con los nombres comerciales TWARON de Teijin Limited, Japón; con los nombres comerciales KEVLAR de DuPont (www2.dupont.com); con el nombre comercial KERMEL TECH de Kermel, Francia y con el nombre comercial HERACRON de Kolon Industries, Corea del Sur. En al menos algunas realizaciones de la presente invención, los papeles no tejidos pueden incluir una o ambas de fibras de meta-aramida y fibras de para-aramida. En al menos una realización de la presente invención, las fibras aramidas son un componente preferido de la capa de papel no tejido. Al menos algunas realizaciones de papeles no tejidos de la presente invención pueden incluir uno o más tipos de fibras aramidas. Los tipos de fibras aramidas incluyen, aunque no de forma limitativa, meta-aramida, para-aramida, meta- o para-aramidas modificadas u otros tipos de aramidas. El papel no tejido puede comprender una cantidad de 0 (cero) a 100 % en peso de fibras aramidas. En al menos una realización de la presente invención, la capa de papel no tejido comprende de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 30 % en peso de fibras aramidas.

Entre las fibras adecuadas no aramidas orgánicas e inorgánicas se incluyen, aunque no de forma limitativa, polisulfuro de fenileno (PPS), poliéster, poliamidas, acrílico, melamina, vidrio, poliolefina y poliimida. El papel no tejido puede comprender una cantidad de 0 (cero) a 100 % en peso de fibras no aramidas. En al menos una realización de la presente invención, la capa de papel no tejido comprende de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 10 % en peso de fibras no aramidas.

En la presente invención, el papel no tejido también comprende un aglutinante polimérico. Entre los aglutinantes poliméricos adecuados se incluyen, aunque no de forma limitativa, acrílico, nitrilo, látex de estireno acrílico, goma guar, almidón y látex de caucho natural. El papel no tejido comprende de aproximadamente 3 % en peso a aproximadamente 10 % en peso de aglutinante polimérico.

En la presente invención, el papel no tejido también comprende una o más cargas inorgánicas. Entre las cargas inorgánicas se incluyen, aunque no de forma limitativa, arcilla de caolín, talco, mica, carbonato de calcio, trihidrato de alúmina, montmorilonita, esmectita, bentonita, illita, clorita, sepiolita, atapulgita, haloisita, vermiculita, laponita, rectorita, perlita, nitrato de aluminio, carburo de silicio, nitrato de boro y combinaciones de los mismos. Entre los tipos adecuados de arcilla de caolín se incluyen, aunque no de forma limitativa, arcilla de caolín lavada con agua; arcilla de caolín delaminada; arcilla de caolín calcinada; y arcilla de caolín tratada superficialmente. El papel no tejido comprende de aproximadamente 50 % en peso a aproximadamente 80 % en peso de carga inorgánica.

En al menos una realización de la presente invención, el papel no tejido comprende una cantidad de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 30 % en peso de fibras aramidas, una cantidad de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 10 % en peso de fibras no aramidas, una cantidad de aproximadamente 3 % en peso a aproximadamente 10 % en peso de aglutinante polimérico y una cantidad de aproximadamente 50 % en peso a aproximadamente 80 % en peso de carga inorgánica.

Los papeles no tejidos de la presente invención pueden fabricarse mediante cualquier método adecuado conocido en la técnica. Los métodos típicos incluyen procesos de formación en húmedo (disposición en húmedo) utilizados de forma típica con fibras menores de 2,54 cm (una pulgada). Las fibras más cortas usadas en los procesos de conformación en húmedo de forma típica tienen como resultado papeles no tejidos con estructuras densas que presentan buenas propiedades de aislamiento dieléctrico. En los métodos de formación en húmedo, las fibras/cargas/aglutinantes se dispersan de forma típica en agua y la mezcla resultante se describe como pasta o suspensión acuosa. La pasta se deposita sobre una pantalla de movimiento continuo para formar una banda. Un método adecuado consiste en usar una máquina de papel de tipo cilindro en la que las fibras/cargas/aglutinantes están muy diluidos con agua. Se pueden utilizar floculantes y coagulantes cargados iónicamente para neutralizar la mezcla y retener las cargas y aglutinantes. Este método de forma típica tiene como resultado una distribución uniforme de fibras/cargas/aglutinantes en el papel no tejido. La banda se transfiere entonces a cintas y se seca sobre tambores calentados.

Entre los ejemplos comercialmente disponibles de papeles no tejidos adecuados para su uso en la presente invención se incluyen los comercializados por 3M Company, EE. UU., con los nombres comerciales CeQUIN, incluyendo, aunque no de forma limitativa, CeQUIN I (aproximadamente 90 % de contenido inorgánico), CeQUIN II (dos capas [pliego] compuestas de CeQUIN I), CeQUIN X (resistencia en húmedo mejorada para aplicaciones de etapa-B) y CeQUIN 3000 (aproximadamente 74 % de contenido inorgánico más refuerzo de fibra orgánica); y THERMAVOLT incluyendo, aunque no de forma limitativa, THERMAVOLT papel aislante calandrado, THERMAVOLT TVF papel aislante calandrado con película y THERMAVOLT LNC papel aislante no calandrado; comercializados por DuPont (www2.dupont.com) con el nombre comercial NOMEX, incluyendo, aunque no de forma limitativa, NOMEX Papel de Tipo 410, Tipo 411 (versión con menor densidad), Tipo 414, Tipo 418 (incluye mica), Tipo 419 (versión del Tipo 418 con menor densidad) y de Tipo E56; los comercializados por SRO Group (China) Limited, con el nombre comercial X-FIPER; los comercializados por Yantai Metastar Special Paper Co., Ltd., China, con el nombre comercial METASTAR; y los comercializados por Interface Solutions, EE. UU., con el nombre comercial VOLTOLD, incluyendo, aunque no de forma limitativa, VOLTOLD D-100 FR, VOLTOLD D-225 FR, VOLTOLD D-800, VOLTOLD HP-450, VOLTOLD S-350 y VOLTOLD V-090.

La capa de tela no tejida de la presente invención comprende un material laminar de fibras largas, es decir, fibras mayores o iguales que 2,54 cm (una pulgada) de largo.

Las capas de tela no tejida de forma típica están hechas principalmente de fibras orgánicas, pero pueden contener fibras inorgánicas. Entre los ejemplos de fibras orgánicas adecuadas para fabricar la tela no tejida se incluyen, aunque no de forma limitativa, fibras aramidas, incluidas fibras de meta-aramida y para-aramida. Al menos algunas realizaciones de telas no tejidas adecuadas para su uso en la presente invención pueden incluir una o ambas de fibras de meta-aramida y de para-aramida. En al menos una realización de la presente invención, las fibras aramidas son un componente preferido de la capa de tela no tejida. Al menos algunas realizaciones de telas no tejidas de la presente invención pueden incluir uno o más tipos de fibras aramidas. Los tipos de fibras aramidas incluyen, aunque no de forma limitativa, meta-aramida, para-aramida, meta- o para-aramidas modificadas u otros tipos de aramidas. La tela no tejida puede comprender una cantidad de 0 (cero) a 100 % en peso de fibras aramidas. En al menos una realización, la tela no tejida comprende de aproximadamente 20 % en peso a aproximadamente 70 % en peso de fibras aramidas.

Entre las fibras orgánicas no aramidas adecuadas se incluyen, aunque no de forma limitativa, polisulfuro de fenileno (PPS), poliésteres incluido tereftalato de polietileno (PET) y poli(ciclohexileno-dimetileno tereftalato) (PCT), poliéster modificado con glicol, polifenil sulfona, poliamida (nailon) y fibras de polipropileno. La tela no tejida puede comprender una cantidad de aproximadamente 0 (cero) a 100 % en peso de fibras no aramidas. En al menos una realización, la tela no tejida comprende de aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 80 % en peso de fibras no aramidas.

Las telas no tejidas adecuadas para su uso en la presente invención comprenden fibras cortadas (es decir, fibras no aglutinantes) y fibras aglutinantes. Las fibras cortadas pueden incluir, por ejemplo, meta-aramida y para-aramida, polisulfuro de fenileno (PPS), poliésteres, incluido tereftalato de polietileno (PET), poliéster modificado con glicol, polifenil sulfona, nailon y fibras de polipropileno. Las fibras aglutinantes pueden incluir, por ejemplo, meta-aramida, polisulfuro de fenileno (PPS), poliésteres incluido tereftalato de polietileno (PET) y poli(ciclohexileno-dimetileno tereftalato) (PCT), poliéster modificado con glicol, polifenil sulfona y fibras de polipropileno. De forma típica, las fibras aglutinantes se ablandarán y/o fluirán cuando se aplica calor y/o presión, lo que les permite unirse con las fibras cortadas. Las fibras aglutinantes pueden comprender un único polímero y/o una configuración de dos componentes con 2 polímeros que tengan diferentes propiedades químicas y/o físicas.

Para las telas no tejidas adecuadas para su uso en la presente invención fabricadas con fibras cortadas y fibras aglutinantes, las fibras cortadas comprenden de aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 80 % en peso de la tela y las fibras aglutinantes comprenden de aproximadamente 20 % en peso a aproximadamente 70 % en peso de la tela.

En algunas realizaciones de la presente invención, en lugar de o además de usar fibras aglutinantes, las telas no tejidas pueden contener agentes ligantes para favorecer la unión de materiales dentro de la tela no tejida. Otros medios de unión o refuerzo de las telas no tejidas incluyen hidroentrelazado, ligado por puntos o calandrado.

- 5 Las fibras de forma típica se unen entre sí para formar la tela no tejida. La capacidad para mezclar diferentes fibras permite una mayor flexibilidad de diseño para satisfacer los requisitos de rendimiento del producto cuando se compara con métodos de la técnica anterior tales como la laminación de papel no tejido con una película continua de poliéster para aumentar la resistencia del papel.
- 10 Las telas no tejidas comprenden de forma típica una red de fibras que forman un material laminar flexible que puede producirse sin tejeduría o tricotado y que se mantienen juntas bien por (i) interbloqueo mecánico de al menos algunas fibras, (ii) fusión de al menos algunas partes de algunas fibras o (iii) unión de al menos algunas fibras usando un material ligante. Antes de unir o fusionar algunas de las fibras, la tela no tejida puede asemejarse a un conjunto abultado y suave de fibras bateadas.
- 15 Las telas no tejidas pueden presentar cualquier forma adecuada tal como, aunque no de forma limitativa, bandas no tejidas cardadas, bandas ligadas por hilado, bandas de fusión-soplado, mallas, telas, bandas unidireccionales, fieltros, bandas ligadas por entrelazado con chorros de agua, bandas hidroentrelazadas y similares.
- 20 En al menos una realización, una banda no tejida cardada puede incluir de aproximadamente 20 % en peso a aproximadamente 70 % en peso de mezclas de fibras aramidadas y de aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 80 % en peso de otras fibras no aramidadas.
- 25 Las telas no tejidas de la presente invención pueden fabricarse mediante cualquier método adecuado conocido en la técnica. Entre los métodos típicos se incluyen procesos de conformación en seco (disposición en seco) usados con fibras de forma típica iguales a o más largas de 2,54 cm (una pulgada). Las fibras más largas usadas en los procesos de conformación en seco de forma típica tienen como resultado telas no tejidas con estructuras abiertas, porosas que presentan una buena resistencia mecánica. Entre los ejemplos de procesos de conformación en seco se incluyen el cardado y el ligado por hilado. En un proceso típico de cardado con conformación en seco, mechones de fibras cortadas se separan mecánicamente en fibras individuales y se conforman como una banda coherente. Una máquina de cardado usa lechos que se mueven en sentidos opuestos con agujas situadas muy próximas para tirar y separar los mechones. Para que las agujas puedan atraparlas, las fibras introducidas usadas en el cardado de forma típica están plegadas, es decir, se vuelven onduladas.
- 30 Entre las telas no tejidas comercialmente disponibles adecuadas para su uso en la presente invención, se incluyen las comercializadas por 3M Company, con los nombres comerciales THERMAL SHIELD (un material de PPS no tejido) y las comercializadas por DuPont (www2.dupont.com) con el nombre comercial NOMEX LT, incluyendo, aunque no de forma limitativa, el Tipo 180.
- 35 En al menos una realización de la presente invención, una capa de papel no tejido se funde directamente con una capa de tela no tejida. En al menos una realización más, una capa de papel no tejido se coloca entre dos capas de tela no tejida y se funde directamente a las dos capas de tela no tejida.
- 40 Las capas de papel no tejido y de tela no tejida pueden comprender una o más láminas, es decir, pliegos o subcapas que se combinan para formar la capa. Los pliegos o subcapas pueden ser del mismo material o de distintos materiales. Las láminas pueden combinarse mediante cualquier medio adecuado tal como el uso de un adhesivo químico o mediante procesos tales como un calandrado. Por ejemplo, una lámina de CeQUIN I puede comprender una capa. Una lámina de CeQUIN II, que es un compuesto de CeQUIN I de dos láminas (dos-pliegos), también puede comprender una capa.
- 45 En al menos una realización, la capa de papel no tejido y la capa o capas de tela no tejida se funden entre sí mediante un ligado mecánico y térmico por calor y presión por medio de una calandra caliente. Los parámetros de calandrado pueden manipularse para influir en las propiedades físicas del artículo resultante de manera que se obtengan las propiedades objetivo. Por ejemplo, aumentando la temperatura, presión y velocidad de calandrado se puede influir en las propiedades físicas del artículo aislante resultante, tal como la Resistencia a la tracción en DM, Resistencia al desgarro en DT y DM y Alargamiento y Resistencia a la tracción en DM con Envejecimiento por retención de calor, como se muestra en algunos de los Ejemplos. La orientación de las fibras en las telas no tejidas también puede modificarse para alcanzar las propiedades objetivo. Al fabricar los artículos de la presente invención, no se ha aplicado ningún adhesivo (es decir, más allá del que se haya podido usar para formar una capa de tela o papel no tejido) para unir las diversas capas o subcapas entre sí. En su lugar, la capa de papel no tejido y la(s)
- 50 capa(s) de tela no tejida se unen por calandrado solo con calor y presión, a diferencia de los productos aislantes conocidos en la técnica, que requieren la presencia de una capa termoplástica en su construcción, la adición de un adhesivo entre las capas o tratamientos superficiales de mejora de la adhesión, como tratamientos de plasma.
- 55 La formulación de la tela no tejida también puede diseñarse para unirse a, o facilitar la integración con, el papel no tejido de modo que no sea necesario aplicar un adhesivo. Por ejemplo, la presencia de fibras aglutinantes,
- 60
- 65

agentes ligantes o fibras ligadas por hilado (termoplásticas) en una capa de tela no tejida puede hacer que el papel no tejido y las capas de tela se unan entre sí cuando se aplica calor y/o presión.

La capa de papel no tejido y la(s) capa(s) de tela no tejida pueden formarse y combinarse o integrarse en un proceso continuo (integración en línea) o en etapas independientes (integración fuera de línea).

Como se ha mencionado antes, los artículos de la presente invención son adecuados para aislar componentes eléctricos en transformadores, motores, generadores y otros dispositivos que requieran aislamiento de componentes eléctricos. Los requisitos de las distintas aplicaciones de los productos pueden abordarse con diferentes combinaciones de los papeles no tejidos y las telas no tejidas de la presente invención. Por ejemplo, pueden ajustarse las relaciones de peso del papel no tejido y de la tela no tejida. Para al menos algunos artículos de la presente invención, la(s) capa(s) de papel no tejido comprende(n) de aproximadamente 49 % en peso a aproximadamente 95 % en peso y la(s) capa(s) de tela no tejida comprende(n) de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 51 % en peso. Para al menos algunos artículos de la presente invención que tienen una capa de papel no tejido y una capa de tela no tejida, la capa de papel no tejido comprende de aproximadamente 66 % en peso a aproximadamente 95 % en peso y la capa de tela no tejida comprende de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 34 % en peso. Para al menos algunos artículos de la presente invención que tienen una capa de papel no tejido y dos capas de tela no tejida, la capa de papel no tejido comprende de aproximadamente 49 % en peso a aproximadamente 93 % en peso y las capas de tela no tejida comprenden de aproximadamente 7 % en peso a aproximadamente 51 % en peso. Para al menos algunos artículos de la presente invención que tienen dos capas de papel no tejido y dos capas de tela no tejida, las capas de papel no tejido comprenden de aproximadamente 66 % en peso a aproximadamente 95 % en peso y las capas de tela no tejida comprenden de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 34 % en peso.

Cada capa del artículo aislante puede contribuir a las propiedades únicas de la construcción final. Por ejemplo, el papel no tejido puede proporcionar resistencia al calor a largo plazo y propiedades eléctricas deseables; la tela no tejida puede proporcionar una resistencia excelente al desgarro a la vez que también mejora la resistencia a la tracción y flexibilidad global después del envejecimiento por calor. La combinación de los dos tipos de capas proporciona un artículo que tiene tanto resistencia física como las propiedades eléctricas deseables, a la vez que mantiene una excelente flexibilidad después de un envejecimiento por calor a una alta temperatura de aproximadamente 240 °C (464 °F).

En al menos algunas realizaciones de la presente invención, el artículo aislante tiene una resistencia de ruptura dieléctrica mayor que 3,9 kilovoltios/mm (100 voltios/mil), preferiblemente mayor que o igual a 5,9 kV/mm (150 V/mil), cuando se mide según la norma ASTM D149-09.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos se proporcionan para ayudar a la comprensión de la presente invención y no se pretende que sean limitantes del alcance de la misma. Salvo que se indique lo contrario, todas las partes y porcentajes son en peso. Los siguientes métodos y protocolos de ensayo se utilizaron en la evaluación de los ejemplos ilustrativos y comparativos que siguen.

Lista de materiales

NOMBRE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	FUENTE
CeQUIN I	Papel aislante no tejido	3M Company, EE. UU.
CeQUIN 3000	Papel aislante no tejido	3M Company, EE. UU.
CeQUIN X	Papel aislante no tejido	3M Company, EE. UU.
THERMA VOLT	Papel aislante no tejido, calandrado	3M Company, EE. UU.
THERMA VOLT LNC	Papel aislante no tejido, no Calandrado	3M Company, EE. UU.
THERMA VOLT TVF, grosor 0,13+0,03 (5+1)	Papel aislante no tejido, calandrado laminado a 0,03 mm (1 mil) capa de lámina de poliéster	3M Company, EE. UU.
NOMEX 411	Papel aislante no tejido	DuPont, EE. UU.

Metodologías de ensayo

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	TÍTULO
Grosor	ASTM D-645/645M-97 (2007)	Norma sobre el Método de ensayo para el grosor del papel y el cartón
Gramaje	ASTM D-646-96 (2007)	Norma sobre el Método de ensayo para el gramaje del papel y el cartón (Masa por unidad de área)
Resistencia a la tracción en DM	ASTM D-828-97 (2002)	Norma sobre el Método de ensayo para propiedades de tracción del papel y el cartón usando aparatos de velocidad constante de alargamiento

Alargamiento en DM	ASTM D-828-97 (2002)	Norma sobre el Método de ensayo para propiedades de tracción del papel y el cartón usando aparatos de velocidad constante de alargamiento
Resistencia al desgarro en DT	Tappi T-414 om-04	Resistencia interna al desgarro del papel (Método de tipo Elmendorf)
Resistencia al desgarro en DM	Tappi T-414 om-04	Resistencia interna al desgarro del papel (Método de tipo Elmendorf)
Resistencia de ruptura dieléctrica	ASTM-D149-09	Norma sobre el Método de ensayo para la tensión de ruptura dieléctrica y resistencia de ruptura dieléctrica de materiales sólidos de aislamiento eléctrico a frecuencias de potencia eléctrica comerciales
Resistencia a la tracción en DM con Envejecimiento por retención de calor	Las muestras se colocaron en un horno y se expusieron a 240 °C (464 °F) durante 2 semanas. Las muestras se enfriaron entonces a temperatura ambiente y se ensayaron según la norma ASTM D828-97 (2002).	
Alargamiento en DM con Envejecimiento por retención de calor	Las muestras se colocaron en un horno y se expusieron a 240 °C (464 °F) durante 2 semanas. Las muestras se enfriaron entonces a temperatura ambiente y se ensayaron según la norma ASTM D828-97 (2002).	

Papel no tejido experimental, XP-1:

5 XP-1 es un papel no tejido experimental de aislamiento eléctrico que se fabrica usando métodos conocidos en la técnica, como el siguiente:

10 Se dispersó una mezcla de 76 % en peso de arcilla de caolín delaminada (HYDRAPRINT, KaMin, LLC, EE. UU.), 7 % en peso de aglutinante de látex acrílico (HYCAR 26362, The Lubrizol Corp., EE. UU.), 10 % en peso de pulpa de m-aramida (Aramid, Ltd., EE. UU.), 5,5 % en peso de fibra de p-aramida (1,7 denier x 6 mm) (TWARON, Teijin Aramid, Países Bajos) y 1,5 % en peso de fibra acrílica (0,1 denier x 3 mm) (VONNEL 1 MVP, Mitsubishi Rayon Co., Japón) en agua para formar una suspensión acuosa con un contenido en sólidos de aproximadamente 0,06 %-0,9 % en peso.

15 Se formó entonces un papel no tejido mojado al drenar el agua sobre una máquina de papel. Se presionó el papel no tejido formado entre fieltro húmedo a una presión de 52,6 kN/m (54 kg/cm [300 lb/pulgada lineal]). En este punto, el papel no tejido tenía suficiente resistencia como para moverse a la sección de secado del proceso de fabricación de papel. El papel no tejido húmedo se secó entonces aún más mediante secado por contacto. Se usaron latas de secado por calentamiento de vapor o una secadora manual de lámina de laboratorio a temperaturas de 121 °C (250 °F) para secar el papel no tejido hasta obtener un contenido en humedad inferior a 1,5 % en peso.

20 Tela no tejida:

25 Las telas no tejidas usadas en los Ejemplos 1-18 y en el Ejemplo Comparativo CE11 consistieron en una mezcla de 40 % en peso de fibras p-aramidas (1,7 denier x 38,1 mm [1,5 pulg.]) (TWARON, Teijin Aramid, Países Bajos), 10 % en peso de fibras cortadas de poliéster (1,5 denier x 38,1 mm [1,5 pulg.]) (Tipo 221, Invista, EE. UU.), 25 % en peso de fibra aglutinante de poliéster sin estirar (3 denier x 25,4 mm [1 pulg.]) (Tipo 109, Fiber Innovation Technology, EE. UU.) y 25 % en peso de fibra aglutinante de poliéster de dos componentes (2 denier x 38,1 mm [1,5 pulg.]) con una funda exterior de unión amorfa a 110 °C (Tipo T-201, Fiber Innovation Technology, EE. UU.). La mezcla de fibras se pasó a través de una máquina de cardado para obtener bateados no tejidos con gramajes de entre 18-36 g/m² (0,033-0,066 lb/yarda cuadrada).

30 El bateado no tejido se calandró entonces mediante una pasada entre rodillos de acero y algodón, con el rodillo de acero calentado a una temperatura de aproximadamente 110-116 °C (230-240 °F) y una presión de compresión de aproximadamente 103 kN/m (106 kg/cm [590 pli]). En los Ejemplos 1-13, 16 y CE11 se usó una tela no tejida con un gramaje de 24 g/m² (0,044 lb/yarda cuadrada), mientras que en el Ejemplo 14 se usó una tela no tejida con un gramaje de 18 g/m² (0,033 lb/yarda cuadrada). En los Ejemplos 15 y 17 se usó una tela no tejida con un gramaje de 36 g/m² (0,066 lb/yarda cuadrada). En el Ejemplo 18 se usó una tela no tejida con un gramaje de 26 g/m² (0,05 lbs/yarda cuadrada).

La tela no tejida usada en los Ejemplos 19-22 tenía un gramaje de aproximadamente 22 g/m² (0,04 lb/yarda cuadrada) y que consistía en una mezcla de fibras p-aramidas (1,7 denier x 38,1 mm [1,5 pulg.]) (TWARON, Teijin Aramid, Países Bajos), fibras cortadas de poliéster (1,5 denier x 38,1 mm [1,5 pulg.]) (Tipo 221, Invista, Wichita, KS) y fibra aglutinante de poliéster sin estirar (3 denier x 25,4 mm [1 pulg.]) (Tipo 109, Fiber Innovation Technology, Johnson City, TN) en las cantidades mostradas en la Tabla 5. La mezcla de fibras se pasó a través de una máquina de cardado hasta obtener un bateado no tejido. El bateado no tejido entonces se ligó por puntos con un rodillo estampado usando una temperatura superficial de aproximadamente 116 °C (240 °F) y se presionó contra un rodillo de compresión de algodón con una presión de compresión de aproximadamente 70,1 kN/m (71,6 kg/cm [400 pli]).

Ejemplos comparativos del CE1 al CE9

Los Ejemplos Comparativos del CE1 al CE9 se hicieron solo con capas de papel no tejido, es decir, sin capas de tela no tejida. En los Ejemplos Comparativos del CE1 al CE7 se usaron papeles no tejidos comercialmente disponibles con las fuentes indicadas en la Lista de materiales. La muestra CE8 se hizo calandrando el NOMEX 411, comercialmente disponible como papel no tejido y no calandrado, entre rodillos de acero a una temperatura de 193 °C (380 °F), una presión de 175 kN/m (179 kg/cm [1000 pli]) y una velocidad de 4,6 m/min (15 pies/min). La muestra CE9 se hizo calandrando el papel no tejido XP-1, que se produjo en laboratorio como se ha descrito antes, entre rodillos de acero a una temperatura de 149 °C (300 °F), una presión de 175 kN/m (179 kg/cm [1000 pli]) y una velocidad de 4,6 m/min (15 pies/min). Las mediciones y resultados de los ensayos para CE1 a CE9 se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

EJEMPLO	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9
Papel no tejido	CeQUIN I	CeQUIN X	CeQUIN 3000	THERMA-VOLT	THERMA-VOLT	THERMA-VOLT	THERMA-VOLT	NOMEX 411	XP-1
Grosor	0,13 mm (5,25 mil)	0,13 mm (5,0 mil)	0,13 mm (5,0 mil)	0,13 mm (5,0 mil)	0,18 mm (7,0 mil)	0,25 mm (10 mil)	0,08 mm (3,0 mil)	0,10 mm (3,9 mil)	0,13 mm (5,2 mil)
Gramaje	130 g/m ² (0,24 lb/yarda ²)	103 g/m ² (0,19 lb/yarda ²)	103 g/m ² (0,19 lb/yarda ²)	185 g/m ² (0,34 lb/yarda ²)	264 g/m ² (0,49 lb/yarda ²)	386 g/m ² (0,71 lb/yarda ²)	103 g/m ² (0,19 lb/yarda ²)	81 g/m ² (0,15 lb/yarda ²)	181 g/m ² (0,33 lb/yarda ²)
Densidad	980 kg/m ³ (61 lb/pies ³) [0,98 g/cc]	800 kg/m ³ (50 lb/pies ³) [0,80 g/cc]	800 kg/m ³ (50 lb/pies ³) [0,80 g/cc]	1460 kg/m ³ (91 lb/pies ³) [1,46 g/cc]	1490 kg/m ³ (93 lb/pies ³) [1,49 g/cc]	1520 kg/m ³ (95 lb/pies ³) [1,52 g/cc]	1350 kg/m ³ (84 lb/pies ³) [1,35 g/cc]	830 kg/m ³ (52 lb/pies ³) [0,83 g/cc]	1360 kg/m ³ (85 lb/pies ³) [1,36 g/cc]
Resistencia a la tracción en DM	13 N/cm (7,5 lb/pulg.)	28 N/cm (16 lb/pulg.)	28 N/cm (16 lb/pulg.)	63 N/cm (36 lb/pulg.)	70 N/cm (40 lb/pulg.)	77 N/cm (44 lb/pulg.)	30 N/cm (17 lb/pulg.)	45 N/cm (26 lb/pulg.)	50 N/cm (28 lb/pulg.)
Alargamiento en DM	1 %	1,3 %	1,5 %	1,6 %	2,8 %	0,9 %	1,2 %	4,9 %	1,2 %
Resistencia al desgarro en DT	0,63 N (0,14 lb [64 g])	1,1 N (0,247 lb [112 g])	0,71 N (0,16 lb [72 g])	1,49 N (0,335 lb [152 g])	2,16 N (0,485 lb [220 g])	4,75 N (1,07 lb [484 g])	0,69 N (0,154 lb [70 g])	3,14 N (0,705 lb [320 g])	2,12 N (0,476 lb [216 g])
Resistencia al desgarro en DM	0,31 N (0,070 lb [32 g])	0,63 N (0,14 lb [64 g])	0,31 N (0,070 lb [32 g])	0,14 N (0,255 lb [116 g])	1,57 N (0,352 lb [160 g])	3,69 N (0,829 lb [376 g])	0,41 N (0,093 lb [42 g])	2,04 N (0,459 lb [208 g])	1,65 N (0,370 lb [168 g])
Resistencia de ruptura dieléctrica	9,9 kV/mm (251 V/mil)	7,3 V/mm (185 V/mil)	8,4 kV/mm (214 V/mil)	19,7 kV/mm (500 V/mil)	19,7 kV/mm (500 V/mil)	19,7 kV/mm (500 V/mil)	15,7 kV/mm (400 V/mil)	27,2 kV/mm (690 V/mil)	11,5 kV/mm (293 V/mil)
Resistencia a la tracción en DM con Envejecimiento por retención de calor	5,6 N/cm (3,2 lb/pulg.)	2,1 N/cm (1,2 lb/pulg.)	4,7 N/cm (2,7 lb/pulg.)	16 N/cm (9,5 lb/pulg.)	22,6 N/cm (12,9 lb/pulg.)	31,9 N/cm (18,2 lb/pulg.)	10 N/cm (6 lb/pulg.)	61,9 N/cm (35,4 lb/pulg.)	13,5 N/cm (7,7 lb/pulg.)
Alargamiento en DM con Envejecimiento por retención de calor	0,23 %	0 %	0 %	0,5 %	0,6 %	0,5 %	0,5 %	6,7 %	0,5 %

Ejemplos del 1 al 7

Los ejemplos del 1 al 7 incluyen una capa de papel no tejido entre dos capas de tela no tejida.

Para los Ejemplos del 1 al 6, la capa de papel no tejido se alimentó entre dos capas de tela no tejida y se calandró entre rodillos de acero en las condiciones mostradas en la Tabla 2.

El Ejemplo 7 incluyó una capa de papel no tejido XP-1 que se calandró antes de integrarse con las capas de tela no tejida. Las condiciones de calandrado para este papel no tejido XP-1 fueron una temperatura de compresión de 149 °C (300 °F), una presión de compresión de 175 kN/m (179 kg/cm [1000 pli]) entre los rodillos de acero y una velocidad de 4,6 m/min (15 pies/min). El papel no tejido XP-1 calandrado se alimentó entre dos capas de tela no tejida y luego se calandró entre rodillos de acero en las condiciones mostradas en la Tabla 2. Las mediciones y los resultados de los ensayos para los Ejemplos del 1 al 7 se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

EJEMPLO	1	2	3	4	5	6	7
Papel no tejido	CeQUINI	CeQUIN X	CeQUIN 3000	THERMAVOLT LNC	XP-1	NOMEX 411	XP-1
N.º de capas de tela no tejida	2	2	2	2	2	2	2
Grosor del papel no tejido	0,13 mm (5,0 mil)	0,13 mm (5,0 mil)	0,13 mm (5,0 mil)	0,13 mm (5,0 mil)	0,13 mm (5,0 mil)	0,13 mm (5,0 mil)	0,13 mm (5,0 mil)
Temperatura de calandrado del compuesto	177-182 °C (350-360 °F)	177-182 °C (350-360 °F)	177-182 °C (350-360 °F)	188-199 °C (370- 390 °F)	188-199 °C (370- 390 °F)	188-199 °C (370- 390 °F)	188-199 °C (380 °F)
Presión de calandrado del compuesto	123 kN/m (700 pli [125 kg/cm])	123 kN/m (700 pli [125 kg/cm])	123 kN/m (700 pli [125 kg/cm])	175 kN/m (1000 pli [179 kg/cm])	438 kN/m (2500 pli [447 kg/cm])	175 kN/m (1000 pli [179 kg/cm])	175 kN/m (1000 pli [179 kg/cm])
Velocidad de calandrado del compuesto	4,6 m/min (15 pies/min)	4,6 m/min (15 pies/min)	4,6 m/min (15 pies/min)	4,6 m/min (15 pies/min)	18 m/min (60 pies/min)	4,6 m/min (15 pies/min)	4,6 m/min (15 pies/min)
Grosor del compuesto	0,14 mm (5,55 mil)	0,13 mm (5,2 mil)	0,13 mm (5,25 mil)	0,14 mm (5,55 mil)	0,13 mm (5,2 mil)	0,11 mm (4,4 mil)	0,14 mm (5,55 mil)
Gramaje del compuesto	177 g/m2 (0,33 lb/yarda2)	150 g/m2 (0,28 lb/yarda2)	159 g/m2 (0,29 lb/yarda2)	163 g/m2 (0,30 lb/yarda2)	166 g/m2 (0,31 lb/yarda2)	129 g/m2 (0,24 lb/yarda2)	154 g/m2 (0,28 lb/yarda2)
Densidad del compuesto	1250 kg/m3 (78 lb/pies3 [1,25 g/cc])	1120 kg/m3 (70 lb/pies3 [1,12 g/cc])	1190 kg/m3 (74 lb/pies3 [1,19 g/cc])	1150 kg/m3 (72 lb/pies3 [1,15 g/cc])	1250 kg/m3 (78 lb/pies3 [1,25 g/cc])	1150 kg/m3 (72 lb/pies3 [1,15 g/cc])	1090 kg/m3 (68 lb/pies3 [1,09 g/cc])
Resistencia a la tracción en DM	95,7 N/cm (54,7 lb/pulg.)	94,0 N/cm (53,7 lb/pulg.)	86,8 N/cm (49,6 lb/pulg.)	132 N/cm (75,5 lb/pulg.)	140 N/cm (80 lb/pulg.)	104 N/cm (59,5 lb/pulg.)	140 N/cm (80 lb/pulg.)
Alargamiento en DM	3,4 %	2,8 %	2,7 %	3,4 %	3,5 %	5 %	2,5 %
Resistencia al desgarro en DT	4,86 N (1,09 lb [496 g])	5,33 N (1,19 lb [544 g])	4,79 N (1,08 lb [488 g])	4,24 N (0,952 lb [432 g])	9,61 N (2,16 lb [980 g])	5,02 N (1,13 lb [512 g])	7,85 N (1,8 lb [800 g])
Resistencia al desgarro en DM	1,65 N (0,370 lb [168 g])	1,69 N (0,379 lb [172 g])	1,65 N (0,370 lb [168 g])	1,88 N (0,423 lb [192 g])	3,06 N (0,689 lb [312 g])	2,51 N (0,564 lb [256 g])	1,96 N (0,440 lb [200 g])
Resistencia de ruptura dieléctrica	10,7 kV/mm (271 V/mil)	9,7 kV/mm (247 V/mil)	10,2 kV/mm (258 V/mil)	11,1 kV/mm (283 V/mil)	13,7 kV/mm (348 V/mil)	11,9 kV/mm (303 V/mil)	18,8 kV/mm (478 V/mil)
Resistencia a la tracción en DM con Envejecimiento por retención de calor	26,1 N/cm (14,9 lb/pulg.)	25,2 N/cm (14,4 lb/pulg.)	28,7 N/cm (16,4 lb/pulg.)	39,0 N/cm (22,3 lb/pulg.)	53 N/cm (30 lb/pulg.)	41,3 N/cm (23,6 lb/pulg.)	63 N/cm (36 lb/pulg.)
Alargamiento en DM con Envejecimiento por retención de calor	1,11 %	1,28 %	1,31 %	1,06 %	1,3 %	3,9 %	1,1 %

Ejemplos del 8 al 18

- 5 Los Ejemplos del 8 al 18 incluyen una capa de papel no tejido y una o dos capas de tela no tejida.
- Para los Ejemplos del 8 al 13, la capa de papel no tejido se alimentó entre dos capas de tela no tejida y se calandró entre rodillos de acero en las condiciones mostradas en la Tabla 3.
- 10 Para el Ejemplo 14, la construcción fue de una capa de papel no tejido y una capa de tela no tejida calandras entre rodillos de acero en las condiciones mostradas en la Tabla 3.
- 15 Para los Ejemplos del 15 al 18, dos capas de papel no tejido se alimentaron entre dos capas de tela no tejida y se calandrarón entre rodillos de acero en las condiciones mostradas en la Tabla 3. Para el Ejemplo 15, se usaron dos capas de papel no tejido THERMAVOLT LNC, cada una con 0,18 mm (7 mil) de grosor nominal. Para el Ejemplo 16, se usaron dos capas de papel no tejido THERMAVOLT LNC, cada una con un grosor nominal de 0,23 mm (9 mil). Para el Ejemplo 17, se usó una capa de papel no tejido THERMAVOLT LNC con 0,18 mm (7 mil) de grosor nominal y una capa de papel no tejido THERMAVOLT LNC con un grosor nominal de 0,23 mm (9 mil).
- 20 Para el Ejemplo 18, se usó una capa de papel no tejido THERMAVOLT LNC con 0,14 mm (5,5 mil) de grosor nominal y una capa de papel no tejido XP-1 con 0,14 mm (5,5 mil) de grosor nominal. Las mediciones y los resultados de los ensayos para los Ejemplos del 8 al 18 se muestran en la Tabla 3.

ES 2 655 531 T3

Tabla 3

Ejempl o	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Papel no tejido	THERM A-VOLT LNC	THERM A-VOLT LNC	XP-1	THERM A-VOLT LNC	THERM A-VOLT LNC	XP-1	THERM A-VOLT LNC	THERM A-VOLT LNC	THERM A-VOLT LNC	THERM A-VOLT LNC	THERMA -VOLT LNC/XP- 1
N.º de capas de tela no tejida	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
Grosor del papel no tejido	0,23 mm (9,0 mil)	0,23 mm (9,0 mil)	0,23 mm (9,0 mil)	0,30 mm (12 mil)	0,30 mm (12 mil)	0,30 mm (12 mil)	0,089 m m (3,5 mil)	0,30 mm (12 mil)	0,46 mm (18 mil)	0,36 mm (14 mil)	0,28 mm (11 mil)
Temp. de calandra do del compue sto	188- 199 °C (370- 390 °F)	188- 199 °C (370- 390 °F)	188- 199 °C (370- 390 °F)	188- 199 °C (370- 390 °F)	188- 199 °C (370- 390 °F)	188- 199 °C (370- 390 °F)	188- 199 °C (370- 390 °F)	191- 199 °C (375- 390 °F)	193- 196 °C (380- 385 °F)	199- 207 °C (390- 405 °F)	193- 196 °C (380- 385 °F)
Presión de calandra do del compue sto	175 kN/ m (1000 pli [179 kg/c m])	438 kN/ m (2500 pli [447 kg/c m])	438 kN/ m (2500 pli [447 kg/c m])	175 kN/ m (1000 pli [447 kg/c m])	438 kN/ m (2500 pli [447 kg/c m])	438 kN/ m (2500 pli [447 kg/c m])	438 kN/ m (2500 pli [447 kg/c m])	438 kN/ m (2500 pli [447 kg/c m])	438 kN/ m (2500 pli [447 kg/c m])	438 kN/ m (2500 pli [447 kg/c m])	175 kN/m (1000 pli [179 kg/c m])
Velocida d de calandra do del compue sto	4,6 m/mi n (15 pies/ min)	18 m/min (60 pies/ min)	18 m/min (60 pies/ min)	4,6 m/mi n (15 pies/ min)	9,1 m/mi n (30 pies/ min)	9,1 m/mi n (30 pies/ min)	18 m/min (60 pies/ min)	6,4 m/mi n (21 pies/ min)	6,4 m/mi n (21 pies/ min)	9,1 m/mi n (30 pies/ min)	4,6 m/mi n (15 pies/ min)
Grosor del compue sto	0,20 mm (7,7 mil)	0,18 mm (7,1 mil)	0,19 mm (7,35 mil)	0,24 mm (9,3 mil)	0,24 mm (9,5 mil)	0,24 mm (9,55 mil)	0,08 mm (3,04 mil)	0,26 mm (10,4 mil)	0,30 mm (11,8 mil)	0,30 mm (11,8 mil)	0,20 mm (7,9 mil)
Gramaj e del compue sto	244 g/m2 (0,45 lb/y arda2)	244 g/m2 (0,45 lb/y arda2)	240 g/m2 (0,44 lb/y arda2)	315 g/m2 (0,58 lb/y arda2)	311 g/m2 (0,57 lb/y arda2)	309 g/m2 (0,57 lb/y arda2)	86 g/m2 (0,16 lb/y arda2)	358 g/m2 (0,66 lb/y arda2)	421 g/m2 (0,78 lb/y arda2)	395 g/m2 (0,73 lb/y arda2)	259 g/m2 (0,48 lb/y arda2)
Densida d del compue sto	1300 kg/ m ³ (78 lb/pie s3 [1,3 g/cc])	1300 kg/ m ³ (84 lb/pie s3 [1,3 g/cc])	1300 kg/ m ³ (80 lb/pie s3 [1,3 g/cc])	1300 kg/ m ³ (83 lb/pie s3 [1,3 g/cc])	1300 kg/ m ³ (80 lb/pie s3 [1,3 g/cc])	1300 kg/ m ³ (79 lb/pie s3 [1,3 g/cc])	1200 kg/ m ³ (72 lb/pie s3 [1,2 g/cc])	1300 kg/ m ³ (84 lb/pie s3 [1,3 g/cc])	1400 kg/ m ³ (87 lb/pie s3 [1,4 g/cc])	1300 kg/ m ³ (82 lb/pie s3 [1,3 g/cc])	1300 kg/ m ³ (81 lb/pie s3 [1,3 g/cc])
Resiste ncia a la tracción en DM	127 N/c m (72,3 lb/p ulg.)	131 N/c m (75 lb/pul g.)	163 N/c m (93 lb/pul g.)	148 N/c m (84,3 lb/p ulg.)	182 N/c m (104 lb/p ulg.)	193 N/c m (110 lb/p ulg.)	43,9 N/c m (25,1 lb/p ulg.)	257 N/c m (147 lb/p ulg.)	238 N/c m (136 lb/p ulg.)	273 N/c m (156 lb/p ulg.)	186 N/cm (106 lb/p ulg.)
Alargam iento en DM	2,7 %	2,9 %	3,2 %	2,8 %	3,2 %	3,0 %	1,9 %	3,3 %	3,4 %	3,7 %	3,1 %
Resiste ncia al desgarr o en DT	5,64 N (1,27 lb [576 g])	14,44 N (3,25 lb [1472 g])	15,06 N (3,39 lb [1536 g])	8,63 N (1,94 lb [880 g])	15,38 N (3,46 lb [1568 g])	15,69 N (3,53 lb [1600 g])	3,55 N (0,800 lb [362 g])	10,53 N (2,37 lb [1074 g])	11,55 N (2,60 lb [1178 g])	13,81 N (3,10 lb [1408 g])	8,16 N (1,83 lb [832 g])
Resiste ncia al desgarr o en DM	2,51 N (0,56 lb [256 g])	4,08 N (0,92 lb [416 g])	5,18 N (1,16 lb [528 g])	4,31 N (0,97 lb [440 g])	6,35 N (1,43 lb [648 g])	6,90 N (1,55 lb [704 g])	1,43 N (0,32 lb [146 g])	4,27 N (0,96 lb [435 g])	5,02 N (1,13 lb [512 g])	5,08 N (1,14 lb [518 g])	

Resistencia de ruptura dieléctrica	16,9 kV/mm (428 V/mil)	18,7 kV/mm (475 V/mil)	8,5 kV/mm (217 V/mil)	15,9 kV/mm (405 V/mil)	9,8 kV/mm (248 V/mil)	9,9 kV/mm (251 V/mil)	11,4 kV/mm (289 V/mil)	22,2 kV/mm (565 V/mil)	24,5 kV/mm (623 V/mil)	22,0 kV/mm (559 V/mil)	19,4 kV/mm (493 V/mil)
Resistencia a la tracción en DM con Envejecimiento por retención de calor*	53 N/cm (30 lb/pulg.)	55 N/cm (31 lb/pulg.)	56 N/cm (32 lb/pulg.)	55 N/cm (31 lb/pulg.)	58 N/cm (33 lb/pulg.)	60 N/cm (34 lb/pulg.)	16 N/cm (9,4 lb/pulg.)	114 N/cm (65 lb/pulg.)	114 N/cm (65 lb/pulg.)	110 N/cm (63 lb/pulg.)	
Alargamiento en DM con Envejecimiento por retención de calor	1,1 %	1,2 %	1 %	0,88 %	1,1 %	1 %	0,9 %	1,5 %	1,4 %	1,5 %	

* Para los Ejemplos 15 y 17, las condiciones de envejecimiento térmico fueron 10 días a 240 °C (464 °F).

Ejemplos comparativos CE10 y CE11

- 5 El Ejemplo Comparativo CE10 contiene una capa termoplástica pero no capas de tela no tejida. El Ejemplo Comparativo CE11 contiene una capa adhesiva a cada lado de la capa interior de papel.

10 El Ejemplo Comparativo CE10 era una lámina de THERMAVOLT TVF estándar, con un grosor de 0,13+0,03 (5+1) (grosor de una capa de papel no tejido (0,13 mm [5 mil]) y grosor de una capa de PET de 0,03 mm [1 mil]). El Ejemplo Comparativo CE11 se hizo combinando las capas de tela no tejida y la capa de papel no tejido usando un adhesivo de estireno-acrilato con un agente de curado de isocianato. El adhesivo se aplicó a cada lado del papel XP-1 a una velocidad de 13 g/m² (8 lb por 3000 pies cuadrados) y se secó a 93,3 °C (200 °F) durante 1 minuto. El papel se combinó entonces con la capa de tela no tejida mediante una pasada entre rodillos de acero/goma a una presión de 5,26 kN/m (5,4 kg/cm [30 pli]) y una temperatura de 93,3 °C (200 °F) a una velocidad de 1,5 m/min (5 pies/min) para activar el adhesivo y completar la unión.

15 Las mediciones y los resultados de los ensayos para los Ejemplos Comparativos CE10 y CE11 se muestran en la Tabla 4.

20 El Ejemplo Comparativo CE11 mostró una flexibilidad de envejecimiento por retención de calor mínima tras el envejecimiento por calor. Cuando se dobló a un ángulo de aproximadamente 135° esta muestra se agrietó. Cuando se volvió a doblar en la otra dirección y se tiró de ella, la muestra se rompió limpiamente por el pliegue. Por el contrario, los Ejemplos 1-22 no mostraron este comportamiento y mantuvieron una buena flexibilidad de plegado tras el envejecimiento por calor.

Tabla 4

EJEMPLO	CE10	CE11
Papel no tejido	THERMAVOLT TVF, 0,13+0,03 (5+1)	XP-1
N.º de capas de tela no tejida	N/A	2
Grosor del papel no tejido	0,13 mm (5,0 mil)	0,097 mm (3,8 mil)
Grosor del compuesto	0,15 mm (6 mil)	0,16 mm (6,45 mil)
Gramaje	234 g/m ² (0,43 lb/yarda ²)	200 g/m ² (0,37 lb/yarda ²)
Densidad	1540 kg/m ³ (96 lb/pies ³ [1,54 g/cc])	1220 kg/m ³ (76 lb/pies ³ [1,22 g/cc])
Resistencia a la tracción en DM	88 N/cm (50 lb/pulg.)	153 N/cm (87,6 lb/pulg.)
Alargamiento en DM	2,2 %	4,5 %
Resistencia al desgarro en DT	1,77 N (0,396 lb [180 g])	4,24 N (0,950 lb [432 g])
Resistencia al desgarro en DM	1,29 N (0,290 lb [132 g])	2,12 N (0,475 lb [216 g])
Resistencia de ruptura dieléctrica	44,6 kV/mm (1133 V/mil)	24,8 kV/mm (630 V/mil)
Resistencia a la tracción en DM con	28,4 N/cm (16,2 lb/pulg.)	74,9 N/cm (42,8 lb/pulg.)

Envejecimiento por retención de calor		
Alargamiento en DM con Envejecimiento por retención de calor	0,7 %	1,4 %

Ejemplos del 19 a 22

5 Los Ejemplos del 19 al 22 incluyen una capa de papel no tejido entre dos capas de tela no tejida. Las capas de tela tienen diferentes composiciones.

Para fabricar los Ejemplos del 19 al 22, la capa de papel se alimentó entre dos capas de tela no tejida y se calandaron en las condiciones mostradas en la Tabla 5.

10 Las mediciones y los resultados de los ensayos para los Ejemplos del 19 al 22 se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

EJEMPLO	19	20	21	22
Papel no tejido	XP-1	XP-1	XP-1	XP-1
N. ° de capas de tela no tejida	2	2	2	2
(Tela no tejida) p-aramida	0 % en peso	20 % en peso	40 % en peso	60 % en peso
(Tela no tejida) fibra cortada de poliéster	60 % en peso	40 % en peso	20 % en peso	0 % en peso
(Tela no tejida) fibra aglutinante de poliéster sin estirar	40 % en peso	40 % en peso	40 % en peso	40 % en peso
Grosor del papel no tejido	0,13 mm (5,0 mil)	0,13 mm (5,0 mil)	0,13 mm (5,0 mil)	0,13 mm (5,0 mil)
Temp. de calandrado del compuesto	166-171 °C (330-340 °F)	166-171 °C (330-340 °F)	166-171 °C (330-340 °F)	166-171 °C (330-340 °F)
Presión de calandrado del compuesto	123 kN/m (700 pli [125 kg/cm])	123 kN/m (700 pli [125 kg/cm])	123 kN/m (700 pli [125 kg/cm])	123 kN/m (700 pli [125 kg/cm])
Velocidad de calandrado del compuesto	4,6 m/min (15 pies/min)	4,6 m/min (15 pies/min)	4,6 m/min (15 pies/min)	4,6 m/min (15 pies/min)
Grosor del compuesto	0,11 mm (4,3 mil)	0,11 mm (4,25 mil)	0,10 mm (3,95 mil)	0,11 mm (4,25 mil)
Gramaje del compuesto	135 g/m ² (0,25 lb/yarda ²)	138 g/m ² (0,25 lb/yarda ²)	128 g/m ² (0,24 lb/yarda ²)	138 g/m ² (0,25 lb/yarda ²)
Densidad del compuesto	1250 kg/m ³ (78 lb/pies ³ [1,25 g/cc])	1270 kg/m ³ (79 lb/pies ³ [1,27 g/cc])	1270 kg/m ³ (79 lb/pies ³ [1,27 g/cc])	1270 kg/m ³ (79 lb/pies ³ [1,27 g/cc])
Resistencia a la tracción en DM	42,2 N/cm (24,1 lb/pulg.)	62,5 N/cm (35,7 lb/pulg.)	63,4 N/cm (36,2 lb/pulg.)	79,8 N/cm (45,6 lb/pulg.)
Alargamiento en DM	2,1 %	2,6 %	2,5 %	2,9 %
Resistencia al desgarro en DT	1,65 N (0,370 lb [168 g])	3,30 N (0,739 lb [336 g])	2,98 N (0,669 lb [304 g])	4,39 N (0,986 lb [448 g])
Resistencia de ruptura dieléctrica	13,5 kV/mm (344 V/mil)	11,4 kV/mm (290 V/mil)	15,4 kV/mm (392 V/mil)	15,8 kV/mm (401 V/mil)
Resistencia a la tracción en DM con Envejecimiento por retención de calor	17,7 N/cm (10,1 lb/pulg.)	37,3 N/cm (21,3 lb/pulg.)	39,9 N/cm (22,8 lb/pulg.)	53,7 N/cm (30,7 lb/pulg.)
Alargamiento en DM con Envejecimiento por retención de calor	0,7 %	0,94 %	1,05 %	0,89 %

REIVINDICACIONES

1. Un artículo que comprende:
 - 5 una capa de papel no tejido fundido directamente sobre una o ambas caras con una capa de tela no tejida en donde uno o ambos del papel no tejido y la tela no tejida son eléctricamente aislantes,
en donde el papel no tejido comprende principalmente un material laminar que tiene fibras menores de 2,54 cm (una pulgada) de largo y además comprende:
 - 10 de 50 % en peso a 80 % en peso de una carga inorgánica, y
de 3 % en peso a 10 % en peso de un aglutinante polimérico; y
en donde la tela no tejida comprende principalmente un material laminar que tiene fibras mayores de o iguales a 2,54 cm (una pulgada) de largo, incluido:
 - 15 de 20 % en peso a 70 % en peso de fibras aglutinantes, y
de 30 % en peso a 80 % en peso de fibras cortadas, en donde las fibras cortadas comprenden fibras cortadas de para-aramida.
- 20 2. El artículo de la reivindicación 1 en donde el papel no tejido además comprende fibras aramidas.
3. El artículo de la reivindicación 2 en donde las fibras aramidas del papel no tejido son, una o ambas, fibras de para-aramida y de meta-aramida.
- 25 4. El artículo de la reivindicación 1 en donde el papel no tejido además comprende de 10 % en peso a 30 % en peso de fibras aramidas.
5. El artículo de la reivindicación 1 en donde el papel no tejido además comprende fibras no aramidas seleccionadas del grupo que consiste en polisulfuro de fenileno, poliéster, poliamidas, acrílicos, melamina, vidrio y poliimida.
- 30 6. El artículo de la reivindicación 1 en donde la carga inorgánica se selecciona del grupo que consiste en arcilla de caolín, talco, mica, carbonato de calcio, trihidrato de alúmina, montmorilonita, esmectita, bentonita, illita, clorita, sepiolita, atapulgita, haloisita, vermiculita, laponita, rectorita, perlita, nitrato de aluminio, carburo de silicio, nitrato de boro y combinaciones de los mismos.
- 35 7. El artículo de la reivindicación 1 en donde la tela no tejida comprende fibras no aramidas seleccionadas del grupo que consiste en polisulfuro de fenileno, poliéster, poliéster modificado con glicol, polifenil sulfona, polipropileno y combinaciones de los mismos.
- 40 8. El artículo de la reivindicación 1 que comprende de 49 % en peso a 95 % en peso de papel no tejido y de 5 % en peso a 51 % en peso de tela no tejida.
- 45 9. El artículo de la reivindicación 1 que tiene una capa de papel no tejido y una capa de tela no tejida, que comprende de 66 % en peso a 95 % en peso de papel no tejido y de 5 % en peso a 34 % en peso de tela no tejida.
- 50 10. El artículo de la reivindicación 1 que tiene una capa de papel no tejido entre dos capas de tela no tejida, que comprende de 49 % en peso a 93 % en peso de papel no tejido y de 7 % en peso a 51 % en peso de tela no tejida.