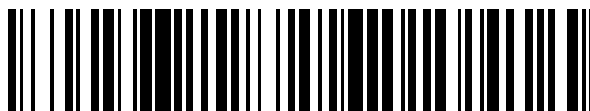


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 269**

51 Int. Cl.:

H01G 4/00	(2006.01) B32B 27/18	(2006.01)
H01G 4/06	(2006.01) B32B 27/20	(2006.01)
H01G 4/18	(2006.01) B32B 27/28	(2006.01)
H01G 4/32	(2006.01) B32B 27/30	(2006.01)
B29C 48/92	(2009.01) B32B 27/32	(2006.01)
B29C 48/08	(2009.01) B32B 27/34	(2006.01)
B29C 48/00	(2009.01) B32B 27/36	(2006.01)
B29C 48/21	(2009.01) H01G 4/30	(2006.01)
B32B 27/06	(2006.01) H01G 13/00	(2013.01)
B32B 27/08	(2006.01) H01G 4/14	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.12.2013 PCT/CN2013/088393**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.06.2015 WO15081487**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2013 E 13898497 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 3078039**

54 Título: **Material de polímero dieléctrico multi-estratificado, condensador, uso del material y método de formación del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.06.2020

73 Titular/es:
**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:
**QI, LEJUN;
LI, NAN;
MENG, DELUN;
LAIHONEN, SARI y
DELINCE, FRANÇOIS**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 768 269 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 polímero dieléctrico multi-estratificado, condensador, uso del material y método de formación del mismo

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere al campo de los materiales dieléctricos, y más particularmente, se refiere a un material de polímero dieléctrico multi-estratificado, un condensador que comprende el material de polímero dieléctrico multi-estratificado, al uso del material de polímero dieléctrico multi-estratificado y a un método para formar el material de polímero dieléctrico multi-estratificado.

Antecedentes

- 10 Los materiales de polímero multi-estratificados consisten en diferentes polímeros o películas y hojas laminadas, son capaces de conseguir propiedades combinadas que no pueden obtenerse a partir de un único material, al tiempo que minimizan las características no deseadas. Por tanto, esta estructura se ha usado ampliamente para aplicaciones de envasado, combinando polímeros baratos y mecánicamente fuertes (por ejemplo, polipropileno (PP) o polietileno (PE) con un polímero de barrera para la humedad o el oxígeno (por ejemplo EVOH).

- 15 Aparte, en la solicitud de patente de Estados Unidos con N.º de publicación 20100172066A1, se describe una película dieléctrica de polímero multicapa que comprende una primera capa dieléctrica y una segunda capa dieléctrica que están coextruidas. La primera capa dieléctrica y la segunda capa dieléctrica comprenden diferentes materiales poliméricos, uno con alta permisividad dieléctrica y el otro con alta rigidez dieléctrica. En condiciones óptimas, las películas laminadas coextruidas compuestas de capas alternas con los dos materiales poliméricos diferentes son capaces de proporcionar una rigidez dieléctrica mayor que cualquiera de los materiales individuales con una permisividad dieléctrica combinada. Sin embargo, el proceso de fabricación para tal película dieléctrica de polímero multicapa está limitado por la compatibilidad de las propiedades térmicas y reológicas entre los diferentes polímeros, lo que es desafiante y particularmente importante para los procesos de coextrusión. Por ejemplo, debido a su bajo índice de flujo de fusión, la calidad aislante eléctrica del PP es difícil de coextruir con otros materiales coextruidos usados ampliamente tales como poliamida y PET con índices de flujo de fusión relativamente altos. El documento US 2013/021719 A1 se refiere a una película microporosa y su uso como separador en condensadores de doble capa, y a un método para la producción de la película. El documento CN 102 225 648 A se refiere a una película de poliéster de alta barrera que tiene una construcción compuesta de tres capas, que comprende una capa central y dos capas superficiales por encima y por debajo de la capa central.

Compendio de la invención

- 35 En vista de lo anterior, la presente invención ha propuesto una solución para mejorar el material de polímero dieléctrico en la técnica para responder o al menos mitigar parcialmente al menos una parte de los problemas encontrados en la técnica anterior.

- 40 Conforme a un primer aspecto de la presente descripción, se proporciona un material de polímero dieléctrico multi-estratificado como se define en la reivindicación 1. El material de polímero dieléctrico multi-estratificado comprende una pluralidad de capas dieléctricas, en donde la pluralidad de capas dieléctricas comprende un material base idéntico. El material de polímero dieléctrico multi-estratificado puede formarse por coextrusión o, en otras palabras, la pluralidad de capas dieléctricas se coextruyen juntas.

El material de polímero dieléctrico multi-estratificado puede comprender cualquier número de capas dieléctricas; sin embargo, en una realización de la presente descripción, este comprende tres o más capas dieléctricas. El material base en las capas dieléctricas es polipropileno (PP). Los materiales poliméricos adicionales incluyen copolímeros de bloques o de injerto.

- 45 Para mejorar adicionalmente las propiedades dieléctricas del material de polímero dieléctrico multi-estratificado, el material base se combina con agentes de nucleación como se define en la reivindicación 1, y puede combinarse adicionalmente con diferentes aditivos, tales como plastificantes, estabilizadores, compatibilizantes para al menos una de la pluralidad de capas dieléctricas.

- 50 El material base se combina con diferentes agentes de nucleación, respectivamente, para al menos dos de la pluralidad de capas dieléctricas. Además, el material base puede combinarse con diferentes contenidos de agentes de nucleación, respectivamente, para al menos dos de la pluralidad de capas dieléctricas. La cantidad total de agentes de nucleación varía de 0,14% en peso a 5,0% en peso, preferiblemente de 0,40% en peso a 3,0% en peso y, lo más preferiblemente, de 0,5% en peso a 1,0% en peso, basado en el peso total del material del polímero dieléctrico multi-estratificado.

- 55 Los agentes de nucleación comprenden un agente de nucleación α y un agente de nucleación β . La razón en

peso del agente de nucleación α al agente de nucleación β puede variar de 4:1 a 1:4, preferiblemente de 3:1 a 1:3 y, lo más preferiblemente, de 3:2 a 2:3. Además, el agente de nucleación α puede seleccionarse del grupo que consiste en derivados de sorbitol, derivados de fosfato orgánicos o compuestos de sal de ácido carboxílico orgánico. El agente de nucleación β puede seleccionarse del grupo que consiste en pigmentos orgánicos, compuestos de amida aromáticos o compuestos de sal de metal del grupo IIA.

Aparte de los agentes de nucleación, el material base puede combinarse con cargas para mejorar las propiedades dieléctricas. Los ejemplos de cargas incluyen fibras sintéticas, partículas de óxido cerámico, partículas de óxido metálico, partículas de hidróxido y silicatos minerales estratificados.

En una realización de la presente descripción, el material de polímero dieléctrico multi-estratificado puede tener una resistencia disruptiva promedio de al menos 540 V/ μ m, preferiblemente al menos 590 V/ μ m. El material de polímero dieléctrico multi-estratificado puede tener un espesor promedio que varía de aproximadamente 1 μ m a 20 cm. El material de polímero dieléctrico multi-estratificado puede estar en forma de una película de polímero dieléctrico. La película de polímero dieléctrico puede tener un espesor promedio que varía de aproximadamente 1 a 30 μ m, y preferiblemente de aproximadamente 3 a 20 μ m.

Según un segundo aspecto de la presente descripción, se proporciona un condensador como se define en la reivindicación 8, comprendiendo el condensador una película condensadora compuesta del material de polímero dieléctrico multi-estratificado de cualquier realización del primer aspecto.

Según un tercer aspecto de la presente descripción, se proporciona también el uso del material de polímero dieléctrico multi-estratificado de uno cualquiera del primer aspecto en un equipo eléctrico como se define en la reivindicación 9. En una realización de la presente descripción, el equipo eléctrico puede comprender uno cualquier de condensadores, casquillos de alimentación y cables de alimentación.

Según un cuarto aspecto de la presente descripción, se proporciona adicionalmente un método para formar el material de polímero dieléctrico multi-estratificado del primer aspecto como se define en la reivindicación 10. El método comprende alimentar materiales base idénticos desde una pluralidad de orificios en un troquel para su coextrusión; y coextruir los materiales base en una hoja laminar, en donde la hoja laminar comprende una pluralidad de capas dieléctricas del material base idénticas. En una realización de la presente descripción, el método puede comprender, además, estirar la hoja laminar coextruida en una película fina; y estirar la película fina tanto en la dirección de mecanizado como en la dirección transversal, en un modo de estirado simultáneo. La hoja laminar coextruida puede tener un espesor de al menos 100 micrómetros. La película fina puede tener un espesor inicial de al menos 20 micrómetros; y el estirado en el modo de estirado simultáneo puede realizarse con una razón de estirado en una dirección de mecanizado mayor que 1,5 y, más preferiblemente, mayor que 3,0, y una razón de estirado en la dirección transversal mayor que 1,5 y, más preferiblemente, mayor que 3,0. En otra realización de la presente descripción, el método puede comprender, además, combinar los materiales base con agentes de nucleación antes de alimentar el material base.

Con las realizaciones de la presente descripción, se pueden superar aspectos compatibles para un material multi-estratificado convencional y puede reducirse la probabilidad estadística de tener un defecto a lo largo del material de polímero dieléctrico y, al mismo tiempo, el material de polímero dieléctrico puede tener una mayor rigidez dieléctrica y excelentes propiedades térmicas.

Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras características de la presente invención resultarán más evidentes mediante la explicación detallada de las realizaciones ilustradas en las realizaciones con referencia a los dibujos adjuntos. Los números de referencia similares representan los mismos o similares componentes en todos los dibujos adjuntos de la presente invención, en donde:

la Fig. 1 ilustra esquemáticamente un material de polímero dieléctrico multi-estratificado según una realización de la presente descripción; y

la Fig. 2 ilustra esquemáticamente un sistema de coextrusión por colada para formar un material de polímero dieléctrico multi-estratificado según una realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones

En lo sucesivo en la presente memoria, se describirá en detalle un nuevo material de polímero dieléctrico multi-estratificado como se proporciona en la presente invención, mediante reivindicaciones y ejemplos con referencia a los dibujos adjuntos. Debe entenderse que estas realizaciones y ejemplos se presentan solo para posibilitar a los expertos en la materia entender mejor e implementar la presente invención, sin intención de limitar el alcance de la presente invención de ninguna manera. Adicionalmente, debe observarse también que las palabras "un/una", como se usa en la presente memoria, no excluyen una pluralidad de tales etapas, unidades, dispositivos y objetos, etc.

Como se ha mencionado anteriormente, en la presente invención, se propone un material de polímero dieléctrico multi-estratificado, que se describirá con referencia a la Fig. 1. Como se ilustra en la Fig. 1, el polímero 100 dieléctrico multi-estratificado comprende una pluralidad de capas 101, 102, 103 dieléctricas. Sin embargo, a diferencia completamente de los materiales/estructuras multi-estratificados convencionales, en el material de polímero dieléctrico multi-estratificado propuesto, todas las capas 101, 102, 103 dieléctricas comprenden exactamente el mismo material base.

Se sabe que en la mayor parte de estructuras multicapa, se multi-estratifican entre sí diferentes materiales para obtener un beneficio de los diferentes materiales y las estructuras estratificadas. Por lo tanto, el material dieléctrico multi-estratificado convencional puede combinar las ventajas de todos los diferentes materiales para tener tanto una buena propiedad dieléctrica como una alta rigidez dieléctrica, al tiempo que posee una menor probabilidad estadística de que haya un fallo dentro de los materiales. Sin embargo, normalmente, la compatibilidad de resina junto con la elección del soporte físico apropiado es un desafío, y es particularmente importante para coextruir estructuras laminares con dos o más materiales diferentes. Además, el PP actualmente usado, por ejemplo, en películas para condensadores normalmente es de calidad aislante eléctrica extra de PP con un índice de flujo de fusión más bajo, de manera que no es adecuado para coextruirlo con otros materiales coextruidos usados ampliamente que tienen un índice de flujo de fusión alto, tales como poliamida y PET. Por lo tanto, en la técnica anterior, esta calidad de PP no se usa en los procesos de coextrusión.

Sin embargo, en la presente descripción, los inventores han creado el material dieléctrico multi-estratificado a partir de una idea totalmente diferente. Las capas hechas del mismo material tendrán una mejor compatibilidad, puesto que el mismo material base tendrá un índice de flujo de fusión similar, y pueden ser muy compatibles. Por lo tanto, en la presente descripción, se propone estratificar el mismo material conjuntamente. De tal manera, puede aprovecharse la estructura estratificada bien conocida, tal como una probabilidad estadística reducida de tener un defecto a lo largo del material de polímero dieléctrico multi-estratificado. Aparte, puede ser también positivo en términos de morfología, en particular en la interfaz, debido a que las capas en el material de polímero dieléctrico multi-estratificado propuesto están hechas de un material base similar y serán bastante homogéneas. Por lo tanto, pueden evitarse las cuestiones de compatibilidad de material entre las diferentes capas (un problema bastante normal para la coextrusión de múltiples materiales). Al mismo tiempo, el material de polímero dieléctrico multi-estratificado propuesto puede tener también una rigidez dieléctrica aumentada y excelentes propiedades térmicas.

En la presente descripción, el material de polímero dieléctrico multi-estratificado se forma mediante un proceso de coextrusión. Se sabe bien que la coextrusión es un proceso en el que se alimentan dos o más materiales a través de un único troquel con dos o más orificios dispuestos de modo que los extruidos puedan combinarse y soldarse entre sí en una estructura laminar antes del enfriamiento. La Fig. 2 ilustra un diagrama de un sistema de coextrusión por colada que puede usarse para coextruir un material de polímero dieléctrico multi-estratificado de la presente descripción. Como se ilustra en la Fig. 2, el sistema de coextrusión por colada puede comprender bloques de alimentación 203a a 203b, un adaptador 204, y un troquel 205. Los bloques de alimentación 203a a 204c reciben flujos de material de las extrusoras 201a a 201c desde los orificios 202a a 202c, respectivamente. El adaptador 204 es el enlace entre los bloques de alimentación 203a a 203c y el troquel 205. El adaptador 204 está diseñado para recoger diversos flujos de material fundido desde los bloques de alimentación 203a a 203c en el troquel. Dentro del troquel, los flujos de material fundido fluirán suavemente y saldrán por la cabeza 206 del troquel. Puede formarse entonces el polímero dieléctrico multi-estratificado que comprende una pluralidad de capas 101 a 103.

Puede emplearse coextrusión en procesos de soplado de película, extrusión de película libre y revestimiento por extrusión. La ventaja de la coextrusión es que cada lámina de la multi-capa confiere una propiedad característica deseada, tal como rigidez, sellabilidad térmica, impermeabilidad o resistencia a ciertos medios, propiedades todas ellas que sería imposible conseguir con cualquiera de los materiales individuales. Sin embargo, en la presente descripción, los materiales base para todas las capas son exactamente iguales.

En lo sucesivo en la presente memoria, se describirá un proceso de formación del material de polímero dieléctrico multi-estratificado.

Mediante el sistema de coextrusión por colada, pueden alimentarse los mismos materiales base desde las extrusoras 201a a 201c a través de la pluralidad de orificios 202a a 202c a un bloque de alimentación 203a a 203c, respectivamente. Posteriormente, los flujos de material fundido entrarán en el troquel 205 a través del adaptador 204, después los flujos de material estratificado pueden combinarse y soldarse juntos en una hoja laminar en el troquel antes del enfriamiento. Las hojas laminares coextruidas pueden tener un espesor de aproximadamente 100 micrómetros hasta decenas de milímetros. Debe observarse que la forma global del material coextruido no está limitada a hojas laminares. Es posible preparar otras formas, tales como tubos, cilindros, y similares, mediante el mismo proceso. Después de esto, las hojas laminares coextruidas pueden estirarse adicionalmente de forma bi-axial en películas finas con un espesor de aproximadamente de 1 a 50 micrómetros, usando por ejemplo una máquina de estirado y soplado de burbujas, o una máquina de estirado con bastidor sensible, o una máquina de estirado de laboratorio (por ejemplo, KARO IV, Brückner). El modo de

estirado en la dirección de mecanizado (MD) y la dirección transversal (TD) puede ser un modo de estirado simultáneo o un modo de estirado secuencial.

Para mejorar adicionalmente la rigidez dieléctrica del material de polímero dieléctrico multi-estratificado, el material base se combina con agentes de nucleación (AN) para al menos dos de la pluralidad de capas dieléctricas y, preferiblemente, el material base para toda la pluralidad de capas dieléctricas puede combinarse con un AN. De esta manera, en tal caso, el material puede combinarse en primer lugar con un AN mediante una extrusora de doble husillo antes de alimentarlo al troquel.

El material base se combina con diferentes agentes de nucleación, respectivamente, para al menos dos de la pluralidad de capas dieléctricas o para toda la pluralidad de capas dieléctricas. Aparte, los agentes de nucleación combinados con el material base pueden tener diferentes contenidos de agentes de nucleación, respectivamente, para al menos dos de la pluralidad de capas dieléctricas o para toda la pluralidad de capas dieléctricas. La cantidad total de agente de nucleación es de 0,14% en peso a 5,0% en peso basado en el peso total del material de polímero dieléctrico multi-estratificado. Preferiblemente, la cantidad total de agente de nucleación puede variar de 0,40% en peso a 3,0% en peso y, más preferiblemente de 0,5% en peso a 1,0% en peso.

Aparte, para el polipropileno como el polímero base, se obtienen excelentes propiedades de tensión disruptiva por modificación de la morfología del polímero usando simultáneamente dos tipos de agentes de nucleación: agente de nucleación α y agente de nucleación β . El polipropileno se combina con una combinación de ambos agentes de nucleación α y agente de nucleación β , en donde la cantidad total de agente de nucleación α y agente de nucleación β es de 0,14% en peso a 5,0%, preferiblemente de 0,40% en peso a 3,0% en peso y, lo más preferiblemente, de 0,5% en peso a 1,0% en peso, basado en el peso total del material de polímero dieléctrico predominante. Aparte, la razón en peso del agente de nucleación α al agente de nucleación β puede variar de aproximadamente 4:1 a aproximadamente 1:4, preferiblemente de aproximadamente 3:1 a aproximadamente 1:3 y, lo más preferiblemente de aproximadamente 3:2 a aproximadamente 2:3.

La cantidad de polipropileno presente en el material de polímero dieléctrico multi-estratificado propuesto varía de 50% en peso a 99,65% en peso, preferiblemente de 70% en peso a 99,5% en peso y, lo más preferiblemente de 85% en peso a 99,5% en peso, basado en el peso total del material de polímero dieléctrico multi-estratificado. Según otra realización de la presente invención, el polipropileno en el material de polímero dieléctrico multi-estratificado tiene un índice de fusión de al menos aproximadamente 0,2 g/10 min y preferiblemente al menos aproximadamente 1,0 g/10 min.

El agente de nucleación α en el material de polímero dieléctrico multi-estratificado puede ser compatible con el polipropileno y dispersarse bien en su interior. Los agentes de nucleación α adecuados que pueden usarse en la presente invención pueden incluir, aunque sin que ello pretenda ser limitante: (1) derivados de sorbitol; (2) derivados de fosfato orgánico; (3) compuestos de sal de ácido carboxílico orgánico. Los derivados de sorbitol típicos son compuestos orgánicos basados en dibenciliden sorbitol. Los ejemplos representativos incluyen 1,3:2,4-dibenciliden sorbitol (DBS, nombre de producto comercial tipo: Millad 3905), 1,3:2,4-bis-(*p*-metilbenciliden) sorbitol (MDBS, nombre de producto comercial tipo Millad 3940), 1,3:2,4-bis-(*p*-etilbenciliden) sorbitol (EDBS, nombre de producto comercial tipo: NC-4), 1,3:2,4-bis-(3,4-dimetilbenciliden) sorbitol (DMDBS nombre de producto comercial tipo: Millad 3988) y bis-(4-propilbenciliden)propil sorbitol (nombre de producto comercial tipo: Millad NX8000), etc. El fosfato orgánico típico y sus derivados incluyen 2,2-metilen-bis-(4,6-di-*tert*-butilfenil)fosfato de sodio (nombre de producto comercial tipo: ADK AN-11) y sal de aluminio de 2,2-metilen-bis-(4,6-di-*tert*-butilfenil)fosfato (nombre de producto comercial tipo: ADK AN-21), etc. Las sales de ácido carboxílico orgánico típicas incluyen benzoato sódico y sales de ácido deshidroabiético. Los ejemplos representativos incluyen sal dicarboxilato de biciclo [2,2,1]-heptano (nombre de producto comercial tipo: HPN-68) y otros compuestos. Preferiblemente, los derivados de sorbitol se usan como el agente de nucleación α en la presente invención.

Además, el agente de nucleación β en el material de polímero dieléctrico multi-estratificado puede ser también compatible con la resina de polipropileno y dispersarse bien en su interior. Los agentes de nucleación β que pueden usarse en la presente invención incluyen, aunque sin que ello pretenda ser limitante: (1) pigmentos orgánicos; (2) compuestos de amida aromática; (3) compuestos de sal de metal del grupo IIA. Los pigmentos orgánicos comerciales típicos incluyen γ -modificación de trans-quinacridona lineal (γ -TLQ, nombre comercial tipo: Permanentrot E3B). Los compuestos de amida aromática típicos incluyen N,N'-diclohexil-2,6-naftalendicarboxamida (nombre comercial tipo: NJStar NU-100), N,N'-diciclohexol-tereftalamida (nombre comercial tipo: NABW) y compuestos orgánicos basados en aril amida (nombre comercial tipo: TMB-5), etc. Las sales de metal del grupo IIA típicas incluyen principalmente sales de calcio de imido ácidos y compuestos de estearato de calcio y ácido pimélico. Preferiblemente, se usan compuestos de amida aromática como el agente de nucleación β en la presente invención.

El material de polímero dieléctrico multi-estratificado comprende agentes de nucleación combinados de ambos agente de nucleación α y agente de nucleación β , en donde el agente de nucleación α está contenido en una cantidad de 0,07% en peso a 4,0% en peso, preferiblemente de 0,1% en peso a 2,4% en peso y, lo más

preferiblemente, de 0,2% en peso a 0,6% en peso, basado en el peso total del material de polímero dieléctrico multi-estratificado. Según otra realización de la presente invención, el agente de nucleación β está comprendido en el material de polímero dieléctrico multi-estratificado en una cantidad de 0,07% en peso a 4,0% en peso, preferiblemente de 0,1% en peso a 2,4% en peso y, lo más preferiblemente, de 0,2% en peso a 0,6% en peso, basado en el peso total del material de polímero dieléctrico multi-estratificado. El agente de nucleación α está presente en una cantidad mayor que el agente de nucleación β .

Aparte, el material de polímero dieléctrico multi-estratificado tal y como se propone en la presente descripción puede prepararse en una forma de película fina, para usarlo en condensadores, tal como condensadores impregnados. Sin embargo, la presente descripción no se limita a esto. Realmente, las ventajas estadísticas son igualmente válidas para el material del polímero dieléctrico multi-estratificado más grueso para usarlo, por ejemplo, en cables de alta tensión. Aparte, puede usarse también en otros equipos eléctricos tales como casquillos de alimentación, y puede usarse también en cualquier otra aplicación adecuada, tal como envasado.

En una realización de la presente descripción, el material de polímero dieléctrico multi-estratificado puede tener una resistencia disruptiva promedio de al menos aproximadamente 540 V/ μm , preferiblemente al menos aproximadamente 590 V/ μm . Aparte, el material de polímero dieléctrico propuesto puede tener un espesor promedio que varía de aproximadamente 1 μm a 20 cm. Para el material de polímero dieléctrico multi-estratificado en una forma de una película de polímero dieléctrico, la película de polímero dieléctrico puede tener un espesor promedio que varía de aproximadamente 1 a 30 μm y, preferiblemente de aproximadamente 3 a 20 μm .

Aparte, debe observarse que aunque las realizaciones se describen como que tienen tres capas dieléctricas, la presente descripción no se limita a ello. En la práctica, el material de polímero dieléctrico multi-estratificado puede estar formado de cualquier número de capas, por ejemplo, 2 capas, 4 capas, 5 capas, 6 capas, 7 capas y así sucesivamente.

Aparte, aunque el PP está comprendido en el material base del material de polímero dieléctrico multi-estratificado, puede aplicarse un proceso similar a cualquier otro material dieléctrico tal como polietileno (PE), polietileno reticulado (PEX), polietilentereftalato (PET) y policarbonato (PC), polietilennaftalato (PEN), sulfuro de polifenileno (PPS), politetrafluoroetileno (PTFE), difluoruro de polivinilideno (PVDF), poliamida (PA), poliimida (PI), polieterimida (PEI), cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS); cianoetil pululano, alcohol cianoetil polivinílico, cianoetil hidroxietil celulosa, cianoetil celulosa, copolímeros de los mismos o compuestos de los mismos.

Aparte de los agentes de nucleación, el material base puede estar combinado con otros aditivos y/o cargas para mejorar las propiedades dieléctricas. Los ejemplos de aditivos incluyen plastificantes, estabilizadores y compatibilizantes. Los ejemplos de cargas incluyen fibras sintéticas, partículas de óxido cerámico, partículas de óxido metálico, partículas de hidróxido y silicatos minerales estratificados.

En lo sucesivo en la presente memoria, se describe el proceso de coextrusión como un ejemplo de formación del material de polímero dieléctrico multi-estratificado propuesto, aunque debe entenderse que puede usarse también el proceso de coextrusión por soplado en la formación del material de polímero dieléctrico multi-estratificado propuesto. Además, aparte del proceso de coextrusión, el material de polímero dieléctrico multi-estratificado propuesto puede prepararse también mediante otro proceso adecuado, tal como prensado en caliente y laminación.

En lo sucesivo en la presente memoria, se describirán ejemplos del material de polímero dieléctrico multi-estratificado para examinar el efecto sinérgico del material de polímero dieléctrico multi-estratificado según se propone en la presente descripción.

Ejemplos

1. Métodos de caracterización

1.1. Resistencia disruptiva dieléctrica CC

Las mediciones de resistencia disruptiva dieléctrica se realizaron sobre películas de polipropileno orientado biaxialmente (BOPP). Se usó una distribución de Weibull convencional para analizar los datos de disrupción de las muestras de película de polipropileno. La función de distribución acumulada del fallo eléctrico se da mediante la siguiente fórmula:

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x-c}{\alpha}\right)^\beta} \quad (1)$$

en donde $F(x)$ es la función de distribución de fallo eléctrico; α (parámetro de escala) es la resistencia disruptiva a la probabilidad de fallo acumulada de 63,2%; β es el parámetro de forma de la distribución de Weibull, que es una medida de la dispersión o de la anchura de la distribución. Un valor β elevado está relacionado con una

pequeña dispersión de los datos. El parámetro c , el parámetro de localización, se ajusta a cero. El parámetro e es el logaritmo natural.

1.2. Análisis de las características térmicas

5 Se midió la temperatura de fusión (T_f) de las películas de BOPP usando calorimetría diferencial de barrido (DSC). La medición de DSC (5-10 mg de muestra) se llevó a cabo según la norma ISO 3146, parte 3, método C2, con una rampa térmica. La velocidad de exploración fue de 10°C/min variando la temperatura de 40 a 220°C.

2. Ejemplos específicos

2.1. Ejemplo 1

10 El Ejemplo 1 se refiere a la película de polímero dieléctrico multi-estratificado de BOPP. Para obtener la película de polímero dieléctrico multi-estratificado de BOPP, se alimenta exactamente el mismo material, polipropileno, desde tres orificios al troquel. Los tres flujos de PP estratificados se combinan entonces y se sueldan juntos en una hoja laminar antes del enfriamiento. Las hojas laminares coextruidas se estiraron adicionalmente en películas finas usando una máquina de estirado de laboratorio (KARO IV, Brückner). A continuación, las
15 películas coextruidas se estiraron a una tasa de estirado de 4x4 (dirección de mecanizado y dirección transversal) con un modo de estirado simultáneo.

Los ensayos de disrupción se realizaron sobre películas de BOPP en aire con una rampa de tensión de 500 V/s. El electrodo inferior (toma de tierra) estaba compuesto de una placa de acero; el electrodo superior estaba formado de una lámina de aluminio (Al). Se puso una película de PET con un espesor de 30 µm entre la lámina
20 de aluminio y las muestras de película. Además, hay un orificio circular con un área: ~2,5 cm² en la película de PET, para garantizar la forma requerida y el área de los electrodos para los ensayos de disrupción. La Tabla 1 muestra los resultados del ensayo de disrupción de películas de BOPP multi-estratificadas con una capa y tres capas.

Tabla 1 Resistencia BD de películas de BOPP con una capa y tres capas

Muestra	Espesor promedio de película (µm)	Resistencia BD promedio (V/µm)	Parámetro <i>alfa</i> de Weibull (V/µm)	Parámetro <i>beta</i> de Weibull
BOPP de 1 capa	20,0 ± 1,9	454	476	11
BOPP de 3 capas	19,6 ± 2,4	547	567	14

25

A partir de la figura y de la tabla, queda claro que la resistencia BD de las películas de PP de 3 capas es mucho mayor que la de las películas de BOPP de una sola capa en las mismas condiciones, lo que posiblemente se debe a los menores tamaños de cristalización en las estructuras multi-estratificadas.

30 Aparte, la Tabla 2 ilustra adicionalmente la propiedad térmica de las películas de BOPP con una capa y tres capas.

Tabla 2 Propiedad térmica de películas de BOPP con una capa y tres capas

Muestra	T_f
BOPP de 1 capa	160,8
BOPP de 3 capas	161,5

35 De esta manera, en comparación con las películas de BOPP de una sola capa, tanto la temperatura de fusión como la temperatura de cristalización de las películas de BOPP de 3 capas aumentan significativamente, lo que significa que las películas de BOPP de 3 capas pueden conseguir una excelente propiedad térmica.

2.2. Ejemplo 2

El Ejemplo 2 se refiere a la película de polímero dieléctrico multi-estratificada de BOPP con un AN.

Para obtener la película de polímero dieléctrico multi-estratificada de BOPP con un AN, los gránulos de polipropileno puro se combinaron en primer lugar con el AN mediante una extrusora de doble husillo. Después, los gránulos combinados se coextruyeron en hojas laminares con un espesor de aproximadamente 350 micrómetros. Las hojas coextruidas se estiraron adicionalmente en películas finas con un espesor de aproximadamente 20 micrómetros usando una máquina de estirado de laboratorio (KARO IV, Brückner). En el estirado posterior se usó una razón de estirado de 4x4 (dirección de mecanizado y dirección transversal) para estirar adicionalmente las hojas en un modo de estirado simultáneo.

Se realizaron ensayos de disrupción sobre las películas de BOPP también en aire con una rampa de tensión de 500 V/s. Al mismo tiempo, el electrodo inferior (toma de tierra) estaba compuesto de una placa de acero; el electrodo superior estaba fabricado de una lámina de aluminio (Al) (área de electrodo: ~2,5 cm²). La Tabla 3 muestra los resultados de la resistencia disruptiva de películas de BOPP multi-estratificadas con un AN de una capa y de tres capas.

Tabla 3 Resistencia BD de películas de BOPP con un AN

Muestra	Espesor promedio de película (µm)	Resistencia promedio BD (V/µm)	Parámetro <i>alfa</i> de Weibull (V/µm)	Parámetro <i>beta</i> de Weibull
BOPP de 1 capa	19,6 ± 1,8	553	569	16
BOPP de 3 capas	16,7 ± 1,5	590	606	19

*Composición del AN: 0,3% en peso de NX8000 + 0,2% en peso de TMB-5

15

Como se muestra en la Tabla 3, la resistencia BD aumenta significativamente añadiendo el AN (un aumento de aproximadamente 20%). La resistencia BD mejora adicionalmente coextruyendo la película en películas multi-estratificadas de 3 capas (un aumento adicional de aproximadamente 7%).

La Tabla 4 ilustra adicionalmente la propiedad térmica de las películas de BOPP con una capa y tres capas.

20

Tabla 4 Propiedad térmica de películas de BOPP con AN y sin AN

Muestra	<i>T_f</i>
BOPP de 1 capa sin AN	160,8
BOPP de 3 capas sin AN	161,5
BOPP de 1 capa con AN	162,5
BOPP de 3 capas con AN	162,3

Es obvio que la combinación con un AN puede mejorar la estabilidad térmica de las películas de BOPP. Adicionalmente, la multi-estratificación tiene un pequeño impacto sobre las propiedades térmicas para las películas de BOPP con AN.

25

Con mucho, la presente invención se ha descrito con referencia a los dibujos adjuntos a través de realizaciones preferidas particulares.

REIVINDICACIONES

1. Un material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado que comprende una pluralidad de capas (101, 102, 103) dieléctricas, en donde la pluralidad de capas (101, 102, 103) dieléctricas comprende un material base idéntico, en donde el material base comprende polipropileno (PP) en una cantidad de 50% en peso a 99,65% en peso, basado en el peso total del material de polímero dieléctrico multi-estratificado, combinado con diferentes agentes de nucleación, respectivamente, para al menos dos de la pluralidad de capas (101, 102, 103) dieléctricas, en donde el agente de nucleación comprende una combinación de ambos agente de nucleación α y agente de nucleación β , en donde la cantidad total del agente de nucleación α y el agente de nucleación β es de 0,14% en peso a 5,0% en peso, basado en el peso total del material de polímero dieléctrico multi-estratificado, en donde el agente de nucleación α está contenido en una cantidad de 0,07% en peso a 4,0% en peso, basado en el peso total del material de polímero dieléctrico multi-estratificado y, en donde el agente de nucleación α está presente en una cantidad mayor que el agente de nucleación β .
2. El material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado según la reivindicación 1, en donde el material base está combinado con diferentes contenidos de agentes de nucleación, respectivamente, para al menos dos de la pluralidad de capas (101, 102, 103) dieléctricas.
3. El material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde la cantidad total del agente de nucleación es de 0,40% en peso a 3,0% en peso y, lo más preferiblemente, de 0,5% en peso a 1,0% en peso, basado en el peso total del material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado.
4. El material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el donde el material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado tiene una resistencia disruptiva promedio de al menos 540 V/ μm , preferiblemente de al menos 590 V/ μm .
5. El material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el material (100) de polímero dieléctrico tiene un espesor promedio que varía de 1 μm a 20 cm.
6. El material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado está en forma de una película de polímero dieléctrico.
7. El material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado según la reivindicación 6, en donde la película de polímero dieléctrico tiene un espesor promedio que varía de 1 a 30 μm , y preferiblemente de 3 a 20 μm .
8. Un condensador que comprende una película condensadora compuesta del material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
9. Uso del material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 en un equipo eléctrico, multi-estratificado en donde el equipo eléctrico comprende uno cualquiera de condensadores, casquillos de alimentación y cables de alimentación.
10. Un método para formar el material (100) de polímero dieléctrico multi-estratificado de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende:
- alimentar un material base idéntico desde una pluralidad de orificios a un troquel para coextrusión; y
 - coextruir el material base en una hoja laminar, en donde la hoja laminar comprende una pluralidad de capas dieléctricas (101, 102, 103) del material base idéntico;
 - en donde el método comprende además, preferiblemente:
 - estirar la hoja laminar coextruida en una película fina; y
 - estirar la película fina tanto en la dirección de mecanizado como en una dirección transversal, en un modo de estirado simultáneo o un modo de estirado secuencial.

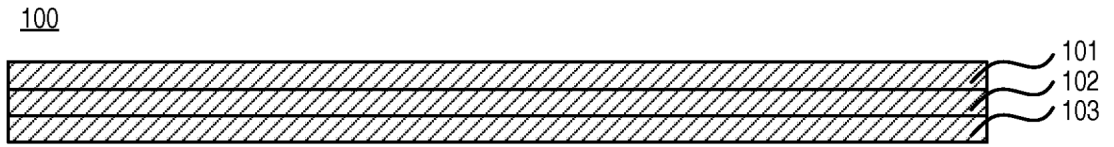


FIG. 1

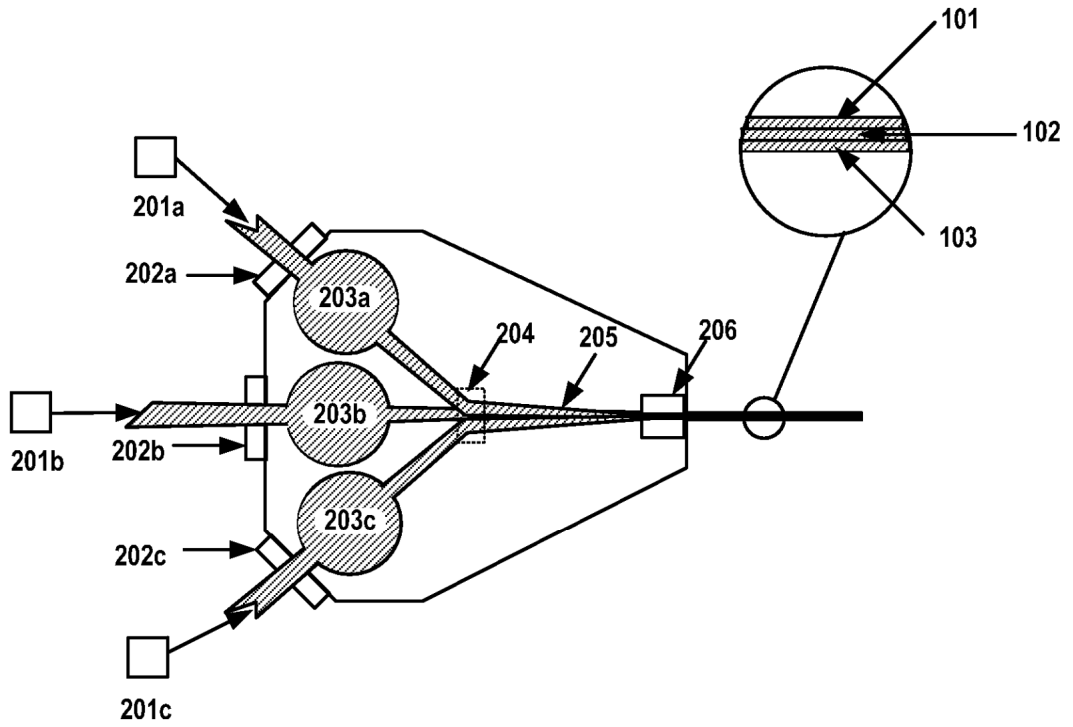


FIG. 2