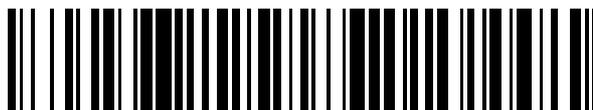


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 399**

51 Int. Cl.:

**C08J 5/18** (2006.01)  
**B32B 27/32** (2006.01)  
**H01G 4/18** (2006.01)  
**C08L 23/10** (2006.01)  
**C08K 5/13** (2006.01)  
**C08L 23/14** (2006.01)  
**H01G 4/33** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.09.2014 PCT/JP2014/076067**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2016 WO16051496**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2014 E 14903327 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 3202825**

54 Título: **Película de polipropileno biaxialmente estirada para condensador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.10.2019**

73 Titular/es:  
**OJI HOLDINGS CORPORATION (100.0%)**  
**7-5, Ginza 4-chome, Chuo-ku**  
**Tokyo 104-0061, JP**

72 Inventor/es:  
**NAKATA, MASAHIRO;**  
**IKEDA, KAZUO;**  
**ISHIWATA, TADAKAZU;**  
**KAKEHI, AKIHIRO;**  
**MATSUO, YOSHINORI;**  
**SHISHIDO, YUICHI y**  
**MURASE, SHIGEO**

74 Agente/Representante:  
**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 727 399 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

Película de polipropileno biaxialmente estirada para condensador.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una película de polipropileno para condensadores con una tensión disruptiva dieléctrica elevada incluso en el caso de que el grosor de la película sea reducido. Más específicamente, la presente invención se refiere a una película de polipropileno biaxialmente estirada que puede utilizarse convenientemente durante un periodo de tiempo prolongado como condensador de alta capacitancia en el que se aplica una tensión elevada a alta temperatura, incluso en el caso de que la película sea delgada.

**Antecedentes de la técnica**

15 Las películas de polipropileno biaxialmente estiradas se utilizan para dispositivos electrónicos y eléctricos. Debido a sus excelentes propiedades eléctricas, tales como la resistencia a la tensión y baja pérdida dieléctrica, así como su elevada resistencia a la humedad, estas películas son ampliamente utilizadas como películas dieléctricas para condensadores, tales como condensadores de alta tensión, condensadores de filtro, incluyendo diversas fuentes de alimentación de conmutación, convertidores e inversores y condensadores de filtro.

20 En los últimos años, se ha requerido que los condensadores presenten un tamaño menor y una capacitancia más elevada. Con el fin de incrementar la capacitancia de un condensador sin modificar el volumen del mismo, resulta necesario reducir el volumen de la película, es decir, hacer que la película sea delgada. Por lo tanto, se requieren películas más delgadas.

25 Además, se están empezando a utilizar películas de polipropileno como condensadores para fuentes de alimentación inversoras que controlan las unidades motrices de los coches eléctricos y coches híbridos.

30 Se requiere que los condensadores para las fuentes de alimentación inversoras utilizadas en los coches presenten un tamaño pequeño, un peso ligero, una elevada capacitancia y una resistencia a la tensión elevada a largo plazo (es decir, el mantenimiento de la capacitancia) en un amplio abanico de temperaturas, de -40°C a 90°C.

35 Por ejemplo, LPT 1 divulga que una película de polipropileno con una isotacticidad elevada puede formarse mediante el control de la isotacticidad y estereorregularidad de la película de polipropileno dentro de un intervalo específico que presenta elevada estereorregularidad. LPT 1 divulga también que el factor de contracción térmica de una película de polipropileno orientada biaxialmente se normaliza utilizando condiciones formadoras de película adecuadas para mejorar la resistencia de ruptura dieléctrica a elevada temperatura, y que puede obtenerse un condensador al que se evita la degradación a largo plazo a una temperatura elevada (véase la reivindicación 1 y el párrafo [0013] de LPT 1).

45 Además, LPT 2 divulga una película de polipropileno orientada biaxialmente con una capa base con irregularidades de tipo piel de pera en por lo menos una superficie de la película y que presenta propiedades de superficie específicas, de tal manera que la profundidad de rugosidad media (Rz) de diez puntos de la superficie sea de 0.50 a 1.50  $\mu\text{m}$  y un brillo de superficie sea de 90 a 135%, en el que la película presenta una idoneidad de procesamiento excelente incluso en el caso de que la película sea delgada, y la película presenta una resistencia a la tensión elevada en un intervalo de temperaturas de -40°C a 90°C (véase la reivindicación 1 y el párrafo [0020] de LPT 2).

50 Sin embargo, en términos generales, en el caso de que la estereorregularidad aumente, también se incrementa la cristalinidad, y se reduce la estirabilidad; por lo tanto, la película se rompe fácilmente durante el estiramiento, y no resulta preferible una estereorregularidad elevada en términos de producción. Además, LPT 1 y LPT 2 no resultan suficientes por los recientes requisitos extremadamente severos para los condensadores.

55 Con el fin de reducir el grosor de la película, también resulta necesario incrementar la estirabilidad de la resina de polipropileno y la lámina colada. Sin embargo, la estirabilidad incrementada generalmente entra en conflicto con la mejora de la resistencia a la tensión debido al incremento de la estereorregularidad y cristalinidad, tal como se ha indicado anteriormente.

60 LPT 3 divulga una lámina colada mediante la utilización de una resina de polipropileno con un peso molecular medio en peso específico, una distribución de pesos moleculares específicos y una estereorregularidad específica, en la que la lámina presenta una fracción de cristal  $\beta$  que está controlada dentro de un intervalo específico relativamente bajo. LPT 3 divulga también que una película estirada biaxialmente con un grosor de película delgada con excelente idoneidad de procesamiento y una elevada resistencia a la tensión puede producirse a partir de esta lámina (véase la reivindicación 1, párrafos [0001] y [0015] de LPT 3). Sin embargo, hay espacio para la mejora a fin de satisfacer los recientes requisitos severos relacionados con la resistencia a la

tensión a temperaturas elevadas.

LPT 4 divulga que una película de polipropileno delgada con elevada resistencia a la tensión, que no presente elevada estereorregularidad, puede obtenerse causando que la película presente una cristalinidad relativamente elevada, para contener un componente de peso molecular específico y que presente una distribución de pesos moleculares específicos debido al componente. Sin embargo, LPT 4 es silenciosa respecto a los recientes requisitos severos relacionados con la resistencia a la tensión a temperaturas elevadas.

LPT 5 divulga una lámina de polipropileno con una elevada fracción de cristal  $\beta$  mediante la utilización, como materia prima, de una resina de polipropileno con un caudal de masa fundida específico,  $M_n$  específica,  $M_w/M_n$  específica y  $M_z/M_n$  específica, así como que presente un índice de estereorregularidad específico. Se han mejorado los efectos relacionados con la formación de cristal  $\beta$  y la moldeabilidad mediante el ajuste del caudal de masa fundida dentro de un intervalo específico; sin embargo, existe espacio de mejora a fin de satisfacer los recientes requisitos de elevada resistencia térmica y elevada resistencia a la tensión.

LPT 6 divulga una película de polipropileno con una elevada fracción de cristal  $\beta$  producida a partir de una resina de polipropileno con una amplia distribución de pesos moleculares utilizando un procedimiento simple de una sola etapa. Sin embargo, LPT 6 todavía no resulta suficiente para obtener una película delgada con una resistencia a la tensión más elevada y que satisfaga los recientes requisitos severos.

Debido a que la industria de los condensadores está avanzando rápidamente, existe una demanda de condensadores más pequeños, es decir, películas todavía más delgadas. Además, existe una demanda de películas de polipropileno con resistencia a la tensión inicial más excelente y que puedan utilizarse durante un periodo de tiempo más prolongado, es decir, con excelente resistencia a la tensión a largo plazo. Sin embargo, los condensadores actuales no satisfacen estas demandas.

## Lista de citas

### Literatura de patentes

- LPT 1: JPH10-119127A (páginas 2 a 5)
- LPT 2: JP2007-246898A (páginas 5 a 7)
- LPT 3: JP2007-137988A (páginas 2 a 4)
- LPT 4: WO2009-060944 (páginas 3 a 11)
- LPT 5: JP2004-175932A (páginas 2 a 4)
- LPT 6: JP2009-57473A (páginas 2 a 3)

El documento nº WO 2013105552 divulga una película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores.

## Sumario de la invención

### Problema técnico

Un objetivo de la presente invención es proporcionar una película de polipropileno biaxialmente estirada para condensadores con una elevada tensión disruptiva dieléctrica, y preferentemente con un grosor pequeño, para la obtención de un condensador que presenta excelente resistencia térmica y resistencia a la tensión a largo plazo (menos reducción de la capacitancia). Otro objetivo es proporcionar una película de polipropileno metalizada para tales condensadores. Todavía otro objetivo es proporcionar un condensador que utilice dicha película de polipropileno.

### Solución al problema

Los presentes inventores han llevado a cabo amplias investigaciones para resolver los problemas anteriores, e inesperadamente han encontrado que una película de polipropileno estirada biaxialmente con un tamaño de cristalita controlado a un tamaño específico o inferior mostraba una elevada tensión disruptiva dieléctrica a una temperatura elevada, incluso en el caso de que la película fuese delgada, y que la película, al utilizarla como condensador, presentaba de esta manera excelentes resistencia térmica y resistencia a la tensión a largo plazo. De esta manera, se ha completado la presente invención.

Más específicamente, en un aspecto, la presente invención proporciona una película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores, obtenida mediante el estirado biaxial de una resina de polipropileno,

presentando la película de polipropileno un tamaño de cristalina de 122 Å o menos, determinado mediante la ecuación de Scherrer a partir de la mitad de la anchura del pico de reflexión del plano (040) del cristal  $\alpha$  medido mediante un procedimiento de difracción de rayos X de ángulo amplio, y

presentando la película de polipropileno un valor de birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ , con respecto a la dirección del grosor de  $7.0 \times 10^{-3}$  o más y de  $10.0 \times 10^{-3}$  o menos como valores medidos por una medición de birrefringencia óptica,

5

presentando la película de polipropileno unas protuberancias, y

al llevar a cabo una medición de la forma de superficie en por lo menos una superficie de la película de polipropileno en un campo visual de  $240 \mu\text{m} \times 180 \mu\text{m}$  mediante la utilización de un perfilador de superficie sin contacto de interferometría lumínica, el volumen total de protuberancias con una altura de  $0.02 \mu\text{m}$  o más era de  $10 \mu\text{m}^3$  o más y de  $120 \mu\text{m}^3$  o menos por cada campo visual.

10

En una forma de realización, la presente invención proporciona la película de polipropileno anterior, en la que la resina de polipropileno contiene una resina de polipropileno A, y la resina de polipropileno A presenta las características siguientes:

15

un peso molecular medio en peso ( $M_w$ ) de 250,000 o más y de 450,000 o menos,

una distribución de pesos moleculares ( $M_w/M_n$ ) de 7.0 o más y de 12.0 o menos,

20

una proporción de peso molecular medio Z/peso molecular medio en número ( $M_z/M_n$ ) de 20.0 o más y de 70.0 o menos,

una diferencia, obtenida mediante la resta de un valor de distribución diferencial cuando el logaritmo del peso molecular  $\text{Log}(M)=6.0$  de un valor de distribución diferencial cuando  $\text{Log}(M)=4.5$  en una curva de distribución de pesos moleculares, de 8.0% o más y de 18.0% o menos, y

25

una fracción mesopéntada ( $[mmmm]$ ) de 94.0% o más e inferior a 98.0%.

30

En otra forma de realización, la presente invención proporciona la película de polipropileno anterior, en la que la resina de polipropileno contiene además una resina de polipropileno B y la resina de polipropileno B presenta las características siguientes:

un  $M_w$  de 300,000 o más y de 400,000 o menos,

35

un  $M_w/M_n$  de 7.0 o más y de 9.0 o menos, y

una diferencia, obtenida restando un valor de distribución diferencial cuando el logaritmo del peso molecular,  $\text{Log}(M)=6.0$  de un valor de distribución diferencial cuando  $\text{Log}(M)=4.5$  en una curva de distribución de pesos moleculares, de 1.0% o más e inferior a 8.0%, y

40

en la que la resina de polipropileno B está contenida en una cantidad de 10% en peso o más y de 45% en peso o menos, respecto a 100% en peso de la resina de polipropileno entera.

45

En una forma de realización preferida, la presente invención proporciona la película de polipropileno anterior con un grosor de  $1.0 \mu\text{m}$  o más y de  $6.0 \mu\text{m}$  o menos.

En una forma de realización adicional, la presente invención proporciona la película de polipropileno anterior, en la que la película de polipropileno contiene por lo menos un antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo, y el contenido del antioxidante en la película es de 4,000 ppm en masa o más y de 6,000 ppm en masa o menos, sobre la base de 100 partes en peso de la resina de polipropileno.

50

En todavía otra forma de realización, la presente invención proporciona la película de polipropileno anterior, en la que por lo menos un lado de la película de polipropileno presenta una rugosidad de superficie tal que la rugosidad media en la línea central ( $R_a$ ) es de  $0.03 \mu\text{m}$  o más y de  $0.08 \mu\text{m}$  o menos, y la altura máxima ( $R_z$ ) es de  $0.3 \mu\text{m}$  o más y de  $0.8 \mu\text{m}$  o menos.

55

En una forma de realización adicional, la presente invención proporciona la película de polipropileno anterior, en la que la resina de polipropileno que constituye la película de polipropileno contiene un polipropileno ramificado de cadena larga (un polipropileno ramificado, en lo sucesivo también denominado "resina de polipropileno C").

60

En otro aspecto, la presente invención proporciona una película de polipropileno metalizada para condensadores, que comprende la película de polipropileno estirada biaxialmente anterior para condensadores, en la que se deposita un metal sobre un lado o ambos lados de la película de polipropileno.

65

En un aspecto preferido, la presente invención proporciona un condensador producido utilizando la película de

polipropileno metalizada anterior para condensadores.

#### Efectos ventajosos de la invención

5 La película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención presenta un tamaño de cristalita de 122 Å o menos según se determina mediante la ecuación de Scherrer a partir de la mitad de la anchura del pico de reflexión del plano (040) del cristal  $\alpha$  medido mediante un procedimiento de difracción de rayos X de ángulo amplio y presenta un valor de birrefringencia  $\Delta N_{yz}$  con respecto a una dirección de grosor de  $7.0 \times 10^{-3}$  o más y de  $10.0 \times 10^{-3}$  o menos como valores medidos por una medición de birrefringencia óptica; por lo tanto, la propia película presenta una tensión disruptiva dieléctrica elevada incluso a una temperatura alta. Lo anterior permite la producción de un condensador con menor reducción de la capacitancia, incluso al aplicar una tensión elevada de corriente continua al mismo a una temperatura elevada durante un periodo de tiempo prolongado, y que presenta una excelente resistencia térmica y resistencia a la tensión a largo plazo. Preferentemente, puede obtenerse un condensador más delgado.

15 En el caso de que el volumen total de protuberancias con una altura de 0.02  $\mu\text{m}$  o más sea de 10  $\mu\text{m}^3$  o más y de 120  $\mu\text{m}^3$  o menos por campo visual al llevar a cabo una medición de la forma de superficie en por lo menos una superficie de la película de polipropileno en un campo visual de 240  $\mu\text{m}$  x 180  $\mu\text{m}$  mediante la utilización de un perfilador de superficie sin contacto de interferometría lumínica, puede obtenerse un condensador que presenta una resistencia a la tensión a largo plazo mejorada.

20 En el caso de que la película de polipropileno contenga por lo menos un antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo y el contenido del antioxidante en la película sea de 4,000 ppm en masa o más y de 6,000 ppm en masa o menos, sobre la base de 100 partes en peso de la resina de polipropileno, se evita el efecto de degradación por oxidación de la película de polipropileno y puede mejorarse adicionalmente la durabilidad a largo plazo de la película utilizada como condensador.

25 En el caso de que por lo menos un lado de la película de polipropileno presente una rugosidad superficial de tal manera que la rugosidad media en la línea central ( $R_a$ ) sea de 0.03  $\mu\text{m}$  o más y de 0.08  $\mu\text{m}$  o menos, y la altura máxima ( $R_z$ ) sea de 0.3  $\mu\text{m}$  o más y de 0.8  $\mu\text{m}$  o menos, se mejora la idoneidad del enrollamiento del elemento de la película de polipropileno y se forma un contacto uniforme entre las películas al enrollarlas. Por lo tanto, la resistencia a la tensión (elevada tensión disruptiva dieléctrica) y la resistencia a la tensión a largo plazo pueden mejorarse adicionalmente.

30 Tal como se ha indicado anteriormente, la presente invención puede conseguir eficazmente un incremento de la temperatura a la que puede utilizarse un condensador de película de polipropileno, un incremento de la tensión nominal, una extensión de la vida (durabilidad a largo plazo) y un tamaño más pequeño y una capacidad más alta.

#### 40 **Descripción de formas de realización**

La "película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores" según la presente invención es una película de polipropileno obtenida mediante estirado biaxial de una resina de polipropileno y presenta las dos características siguientes:

- 45
- (1) la película de polipropileno presenta un tamaño de cristalita de 122 Å o menos según se determina mediante la ecuación de Scherrer a partir de la mitad de la anchura del pico de reflexión del plano (040) del cristal  $\alpha$  medido mediante un procedimiento de difracción de rayos X de ángulo amplio, y
  - 50 (2) la película de polipropileno presenta un valor de birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ , con respecto a la dirección del grosor de  $7.0 \times 10^{-3}$  o más y de  $10.0 \times 10^{-3}$  o menos como valores medidos por una medición de birrefringencia óptica.

Adicionalmente, además de las dos características anteriores, "la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores" según la presente invención presenta preferentemente la característica siguiente:

- 55
- (3) la película de polipropileno presenta protuberancias y al llevar a cabo una medición de la forma de superficie de por lo menos una superficie de la película de polipropileno en un campo visual de 240  $\mu\text{m}$  x 180  $\mu\text{m}$  mediante la utilización de un perfilador de superficie sin contacto de interferometría lumínica, el volumen total de protuberancias con una altura de 0.02  $\mu\text{m}$  o más es de 10  $\mu\text{m}^3$  o más y de 120  $\mu\text{m}^3$  o menos por cada campo visual.
- 60

En la presente invención, el "tamaño de cristalita" de la película de polipropileno se refiere a un tamaño de cristalita determinado mediante la ecuación de Scherrer, descrito posteriormente, utilizando el pico de reflexión del plano (040) de cristal  $\alpha$  de la película de polipropileno medido mediante un procedimiento de difracción de rayos X de ángulo amplio (procedimiento XRD). El tamaño de cristalita es de 122 Å o menos, y preferentemente

65

de 120 Å o menos. Además, el tamaño de cristalita preferentemente es de 100 Å o más, más preferentemente de 110 Å o más, y particularmente preferentemente de 115 Å o más. Por lo tanto, el tamaño de cristalita es más preferentemente de 110 Å o más y de 120 Å o menos, y en particular preferentemente de 115 Å o más y de 120 Å o menos. A medida que el tamaño de cristalita se reduce, la corriente de fuga es más pequeña y el daño estructural por calentamiento de Joule es menos probable que ocurra. En consecuencia, la resistencia al calor, la resistencia a la tensión, la resistencia térmica a largo plazo y la resistencia a la tensión a largo plazo pueden preferentemente mejorarse. Sin embargo, en términos de resistencia mecánica y considerando el grosor lamelar (cristal plegado) de la cadena de alto peso molecular, el límite inferior del tamaño de cristalita se considera generalmente que es de aproximadamente 100 Å.

El "tamaño de cristalita" de la película de polipropileno de la presente invención se determinó específicamente de la manera siguiente. En primer lugar, la película de polipropileno estirada biaxialmente y su película metalizada se sometió a medición mediante difracción de rayos X de ángulo amplio y se determinó la mitad de la anchura del pico de reflexión en la difracción del plano (040) del cristal  $\alpha$  del polipropileno isotáctico obtenido. A continuación, se calculó el tamaño de cristalita utilizando la ecuación de Scherrer (ecuación (1)):

$$\text{Ecuación (1): } D = K \times \lambda / (\beta \times \text{Cos}\theta)$$

en la que D es el tamaño de cristalita (Å), K es la constante (factor de forma),  $\lambda$  es la longitud de onda (Å) de los rayos X utilizados,  $\beta$  es la mitad de la anchura del pico de reflexión en la difracción del plano (040) del cristal  $\alpha$  y  $\theta$  es el ángulo de difracción de Bragg del plano (040) del cristal  $\alpha$ .

En la presente invención, se utilizó específicamente un difractómetro de rayos X de sobremesa MiniFlex300 (nombre comercial, producido por Rigaku Corporation) para medir el pico de reflexión por difracción del plano (040) del cristal  $\alpha$ . Los rayos X utilizados se generaron a una salida de 30 kV y 10 mA. Los rayos de  $\text{CuK}\alpha$  (longitud de onda: 1.5418 Å) monocromatizados con el monocromador de grafito se colimaron con una ranura y se aplicaron a la película de medición. Se midió la intensidad de difracción utilizando un contador de centelleo mediante escaneo continuo de  $2\theta/\theta$  utilizando un goniómetro. La mitad de la anchura del pico de reflexión del plano (040) del cristal  $\alpha$  se determinó a partir de los datos obtenidos utilizando PDXL, software de difracción de rayos X integrada de los polvos originalmente integrado en el aparato.

Como resultado de las mediciones anteriores, el tamaño de cristalita puede determinarse mediante la ecuación de Scherrer (1) utilizando el  $\theta$  y la mitad de la anchura del pico de reflexión en la difracción obtenido. En la presente invención, la constante K del factor de forma es de 0.94 y la  $\lambda$  es de 1.5418 Å.

En general, el tamaño de cristalita puede controlarse con las condiciones de enfriamiento y las condiciones de estirado durante la formación de un material madre de moldeo. El tamaño de cristalita tiende a ser menor a una temperatura de moldeo más baja y el tamaño de cristalita es menor en una relación de estirado más alta.

En la presente invención, el "valor de birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ " con respecto a la dirección de grosor de la película de polipropileno se refiere a un valor de birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ , con respecto a la dirección del grosor medido por una medición de birrefringencia óptica. Más específicamente, el valor de birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ , se obtiene de la manera siguiente. Los ejes principales en la dirección dentro del plano de la película se consideran los ejes x e y, y la dirección del grosor (dirección normal respecto a la dirección dentro del plano) de la película se considera el eje z. De los ejes en dirección dentro del plano, el eje lento con un índice de refracción más alto se considera el eje x. Un valor obtenido restando un índice de refracción tridimensional en la dirección axial z del índice de refracción tridimensional en la dirección del eje y es el valor de birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ .

El valor de birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ , puede utilizarse como índice de intensidad de la orientación de la película. En el caso de que la intensidad de la orientación de la película sea elevada, el índice de refracción tridimensional en la dirección del eje y, que es un índice de refracción dentro del plano, es más alto, y el índice de refracción tridimensional en la dirección axial z, que es el índice de refracción en la dirección del grosor, es más bajo. De esta manera, el valor de birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ , se vuelve grande.

El valor de birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ , con respecto a la dirección del grosor de la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención es de  $7.0 \times 10^{-3}$  o más y de  $10.0 \times 10^{-3}$  o menos, preferentemente de  $7.0 \times 10^{-3}$  o más y de  $9.0 \times 10^{-3}$  o menos, y más preferentemente de  $7.5 \times 10^{-3}$  o más y de  $9.0 \times 10^{-3}$  o menos. En el caso de que el valor de birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ , sea inferior a  $7.0 \times 10^{-3}$ , la orientación de la película no es suficiente y la resistencia a la tensión y la resistencia a la tensión a largo plazo también son insuficientes. Por otra parte, en términos de propiedades de formación de película, se considera que resulta difícil obtener una película altamente orientada con un valor de birrefringencia  $\Delta N_{yz}$  superior a  $10.0 \times 10^{-3}$ .

En la presente invención, se utilizó específicamente un dispositivo de medición de retardo RE-100 (producido por Otsuka Electronics Co., Ltd.) para medir el "valor de birrefringencia  $\Delta N_{yz}$ " con respecto a la dirección de grosor de la película de polipropileno. Se midió el retardo (diferencia de fases) mediante un procedimiento de gradiente. Más específicamente, los ejes principales en la dirección dentro del plano de la película se consideraron los ejes

x e y, y la dirección del grosor (dirección normal respecto a la dirección dentro del plano) de la película se consideró el eje z. De los ejes de dirección dentro del plano, el eje lento con un índice de refracción más alto se consideró el eje x. Se determinó el valor de retardo cuando el eje x, que sirvió de eje inclinado, se inclinó dentro del intervalo de 0° a 50° respecto al eje z. Se calculó la birrefringencia  $\Delta N_{yz}$  en la dirección axial y con respecto a la dirección del grosor (dirección del eje z) a partir del valor de retardo obtenido utilizando el procedimiento descrito en el documento no de patente "Yutaka AWAYA. Guide for polarization microscope of high-molecular-weight material, páginas 105 a 120, 2001". Por ejemplo, en un procedimiento de estirado secuencial, en el caso de que la relación de estirado en la dirección DT (dirección transversal) sea más elevada que la relación de estirado en la dirección MD (dirección de mecanizado), la dirección DT hace de eje lento (eje x) y la dirección DM hace de eje y.

En el caso de que la película de polipropileno se oriente en la dirección del plano, el índice de refracción  $N_z$  en la dirección del grosor cambia incrementando la birrefringencia  $\Delta N_{yz}$ , y mejora la resistencia a la tensión (se incrementa la tensión disruptiva dieléctrica). El motivo para ello se considera que es lo siguiente. Al orientar las cadenas moleculares de polipropileno en la dirección del plano, el índice de refracción  $N_z$  en la dirección del grosor se vuelve bajo. La conductividad eléctrica en la dirección del grosor de la película es una transferencia entre las cadenas moleculares y, por lo tanto, es baja. De acuerdo con lo anterior, en el caso de que las cadenas moleculares del polipropileno no se encuentren orientadas en la dirección del plano (en el caso de que la birrefringencia  $\Delta N_{yz}$  sea pequeña), la conductividad eléctrica puede ser una transferencia entre las cadenas moleculares; de esta manera, se considera que la resistencia a la tensión mejora en comparación con el caso en que las cadenas de la molécula de polipropileno están orientadas en la dirección del plano (la birrefringencia  $\Delta N_{yz}$  es grande).

En general, el "valor de birrefringencia  $\Delta N_{yz}$ " puede controlarse cambiando las condiciones de formación de película (por ejemplo, incrementando la relación de estirado), modificando de esta manera la orientación de las cadenas de la molécula de polipropileno. Además, el "valor de birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ " también puede controlarse modificando las propiedades de la resina de polipropileno.

En la presente invención, el "volumen total de protuberancias con una altura de 0.02  $\mu\text{m}$  o más" sobre la superficie de la película de polipropileno es el volumen total de protuberancias con una altura de 0.02  $\mu\text{m}$  o más, observado al llevar a cabo una medición de la forma de superficie en un campo visual de 240  $\mu\text{m}$  x 180  $\mu\text{m}$  mediante la utilización de un perfilador de superficie sin contacto de interferometría lumínica. El volumen total de las protuberancias es de 10  $\mu\text{m}^3$  o más y de 120  $\mu\text{m}^3$  o menos por cada campo visual.

Por lo tanto, por lo menos una superficie de la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención preferentemente es una superficie finamente rugosa en la que el volumen total de protuberancias con una altura de 0.02  $\mu\text{m}$  o más es de 10  $\mu\text{m}^3$  o más y de 120  $\mu\text{m}^3$  o menos por cada campo visual, más preferentemente de 10  $\mu\text{m}^3$  o más y de 100  $\mu\text{m}^3$  o menos por cada campo visual, todavía más preferentemente de 10  $\mu\text{m}^3$  o más y de 80  $\mu\text{m}^3$  o menos por cada campo visual, y en particular preferentemente de 10  $\mu\text{m}^3$  o más y de 50  $\mu\text{m}^3$  o menos por cada campo visual.

El volumen total de protuberancias preferentemente es inferior debido a que la resistencia a la tensión a largo plazo tiende a mejorar. Sin embargo, no resulta preferible un volumen total de protuberancias inferior a 10  $\mu\text{m}^3$  por cada campo visual debido a que la superficie es excesivamente lisa, se reducen las propiedades de deslizamiento, de esta manera se reducen las propiedades de enrollado (incluyendo el enrollado del elemento condensador), se forman fácilmente arrugas durante el procesamiento de enrollado y se reduce la productividad. Además, también puede reducirse la resistencia a la tensión del condensador. Por otra parte, en el caso de que el volumen total de protuberancias sea superior a 120  $\mu\text{m}^3$ , se forma un espacio moderado entre las películas durante el procesamiento de enrollado y el procesamiento del condensador, y es menos probable que se formen arrugas. Sin embargo, el espacio intercapa entre las películas se vuelve grande, reduciendo de esta manera el peso por grosor, y reduciéndose la resistencia a la tensión y la resistencia a la tensión a largo plazo. De esta manera, no resulta preferible un volumen total de protuberancias superior a 120  $\mu\text{m}^3$ .

En el caso de que el volumen total de protuberancias con una altura de 0.02  $\mu\text{m}$  o más sobre la superficie de la película sea de 10  $\mu\text{m}^3$  o más y de 120  $\mu\text{m}^3$  o menos por cada campo visual, la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención presenta una superficie finamente rugosa. En el caso de que la película se procese formando un condensador, no se forman arrugas de enrollado durante el procesamiento de enrollado de elementos y la película puede enrollarse óptimamente. En consecuencia, se forma un contacto uniforme entre las películas, mejorando de esta manera, la resistencia a la tensión (tensión disruptiva dieléctrica elevada) y la resistencia a la tensión a largo plazo.

El "volumen total de protuberancias con una altura de 0.02  $\mu\text{m}$  o más" en la presente invención se determinó específicamente mediante la medición de la forma de superficie utilizando un perfilador de superficie sin contacto de interferometría lumínica mediante un procedimiento de evaluación de la rugosidad de superficie tridimensional. Según el "procedimiento de evaluación de rugosidad de superficie tridimensional", se evaluó la altura de la superficie entera de película; de esta manera, el espacio entre las películas puede evaluarse

5 tridimensionalmente. Por lo tanto, los minúsculos cambios y variaciones locales de la superficie del objeto medido pueden detectarse y puede evaluarse con más exactitud la rugosidad de superficie. El espacio entre las películas se evaluó utilizando el volumen total de protuberancias tridimensionales, y no la simple altura de las protuberancias (evaluación de la rugosidad de superficie bidimensional utilizando la rugosidad media general en la línea central, Ra). Pudo obtenerse una resistencia a la tensión y una resistencia a la tensión a largo plazo más excelentes.

10 Más específicamente, el volumen total de protuberancias con una altura de 0.02  $\mu\text{m}$  o más en la presente invención se midió utilizando un "VertScan 2.0 (modelo: R5500GML)" producido por Ryoka Systems Inc. como perfilador de superficie sin contacto de interferometría lumínica. La medición se llevó a cabo en modo WAVE utilizando un filtro blanco 530 y una lente objetivo x20 en 10 partes seleccionadas aleatoriamente de la superficie de la película en un campo visual de 240  $\mu\text{m}$  x 180  $\mu\text{m}$ . Tras someter los datos obtenidos a procesamiento de cancelación de ruido con un filtro de mediana, se llevó a cabo filtrado gaussiano con un valor de corte de 30  $\mu\text{m}$  para eliminar los componentes de ondulación. La superficie rugosa de esta manera se llevó a un estado  
15 adecuado para la realización de mediciones apropiadas.

20 Se determinó el volumen total de protuberancias con una altura de 0.02  $\mu\text{m}$  o más de la manera siguiente, utilizando la función complemento "Bearing" del software de análisis "VS-Viewer" de "VertScan 2.0". Más específicamente, se fijó el "umbral de altura del lado montaña" como la altura predeterminada (es decir, 0.02  $\mu\text{m}$ ) y entonces el valor mostrado como "volumen del lado montaña" era el volumen total de protuberancias por campo visual. Esta medición se llevó a cabo en 10 partes y se determinó su valor promedio como el volumen total de protuberancias por cada campo visual.

25 El volumen total de protuberancias con una altura de 0.02  $\mu\text{m}$  o más en la presente invención puede conseguirse mediante un procedimiento de producción de rugosidad de superficie conocido, tal como el gofrado o el grabado. Además, resulta preferente utilizar un procedimiento de producción de rugosidad e superficie que utilice cristales  $\beta$ , que no requiere la mezcla de impurezas. La proporción de cristales  $\beta$  puede controlarse modificando las propiedades de la resina de polipropileno que debe utilizarse, tal como la estructura molecular. La proporción de cristales  $\beta$  también puede controlarse a partir de las condiciones de estirado, tal como la temperatura de moldeo y la velocidad de moldeo. Además, la relación de fusión de los cristales  $\beta$  puede controlarse a partir de la temperatura del rodillo en la etapa de estirado longitudinal. Las propiedades de superficie pueden controlarse mediante la selección de las condiciones de producción óptimas de dos parámetros, es decir, la formación y fusión de los cristales  $\beta$ .

35 La película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención preferentemente presenta un grosor de 1.0  $\mu\text{m}$  o más y de 6.0  $\mu\text{m}$  o menos, más preferentemente de 1.5  $\mu\text{m}$  o más y de 4.0  $\mu\text{m}$  o menos, en particular preferentemente de 1.8  $\mu\text{m}$  o más y de 3.5  $\mu\text{m}$  o menos, y más preferentemente de 1.8  $\mu\text{m}$  o más e inferior a 3.0  $\mu\text{m}$ . La película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención preferentemente es una película con un grosor extremadamente delgado.

40 El grosor de la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención es un valor medido según la norma JIS-C2330 utilizando un micrómetro (JIS-B7502).

45 La película de polipropileno estirada biaxialmente de la presente invención puede obtenerse mediante estirado biaxial de una resina de polipropileno. La resina de polipropileno puede contener únicamente un tipo de resina de polipropileno, o dos o más tipos de resinas de polipropileno.

50 La resina de polipropileno preferentemente contiene una resina de polipropileno A. El peso molecular medio en peso de la resina de polipropileno A es de 250,000 o más y de 450,000 o menos, y preferentemente de 250,000 o más y de 400,000 o menos.

55 Debido a que el peso molecular medio en peso de la resina de polipropileno A es de 250,000 o más y de 450,000 o menos, la fluidez de la resina es moderada, el grosor de la lámina colada (lámina extruida) se controla fácilmente y puede producirse fácilmente una película estirada delgada. Además, el grosor de la lámina y película es menos probable que sea desigual y la lámina puede presentar una estirabilidad moderada. De esta manera, resulta preferente que el peso molecular medio en peso de la resina de polipropileno A sea de 250,000 o más y de 450,000 o menos.

60 La resina de polipropileno A presenta una distribución de pesos moleculares (peso molecular medio en peso/peso molecular medio en número (Mw/Mn)) de 7.0 o más y de 12.0 o menos, preferentemente de 7.5 o más y de 12.0 o menos (Mw/Mn) y más preferentemente de 7.5 o más y de 11.0 o menos (Mw/Mn).

65 Además, la resina de polipropileno A presenta una distribución de pesos moleculares (peso molecular media Z/peso molecular medio en número (Mz/Mn)) de 20.0 o más y de 70.0 o menos, preferentemente de 25.0 o más y de 60.0 o menos, y más preferentemente de 25.0 o más y de 50.0 o menos.

La resina de polipropileno preferentemente contiene la resina de polipropileno A en una cantidad de 50% en peso o más y de 90% en peso o menos, más preferentemente de 55% en peso o más y de 85% en peso o menos, y en particular preferente de 60% en peso o más y de 80% en peso o menos, sobre la base del 100% en peso de la resina de polipropileno entera.

5 El peso molecular medio en peso ( $M_w$ ), peso molecular medio en número ( $M_n$ ), peso molecular medio  $Z$  y distribuciones de pesos moleculares ( $M_w/M_n$  y  $M_z/M_n$ ) de la resina de polipropileno pueden medirse con un aparato de cromatografía de permeación en gel (GPC). Más específicamente, pueden medirse con, por ejemplo, un aparato de GPC a alta temperatura HLC-8121GPC-HT con un refractómetro diferencial integrado (RI) (nombre comercial, producido por Tosoh Corporation). Las columnas de GPC utilizadas eran tres columnas TSKgel GMHHR-H(20)HT acopladas (producidas por Tosoh Corporation). Los valores medidos de  $M_w$  y  $M_n$  se obtuvieron fijando la temperatura de la columna a 140°C y utilizando un flujo de triclorobenceno como eluyente a un caudal de 1.0 ml/10 min. Se preparó una curva de calibración de peso molecular  $M$  del estándar de poliestireno (producido por Tosoh Corporation) y los valores medidos se convirtieron en valores de poliestireno, obteniendo de esta manera  $M_w$ ,  $M_n$  y  $M_z$ . Además, el logaritmo de base 10 del peso molecular  $M$  del estándar de poliestireno se denomina "peso molecular logarítmico ( $\text{Log}(M)$ )".

La resina de polipropileno A presenta una diferencia, obtenida restando un valor diferencial de distribución con logaritmo del peso molecular  $\text{Log}(M)=6.0$  a un valor diferencial de distribución con  $\text{Log}(M)=4.5$  en una curva de distribución de pesos moleculares, de 8.0% o más y de 18.0% o menos, preferentemente de 10.0% o más y de 17.0% o menos, y más preferentemente de 12.0% o más y de 16.0% o menos, sobre la base de 100% del valor diferencial de distribución con  $\text{Log}(M)=6.0$ .

En el caso de que la cantidad de componentes con logaritmo de peso molecular  $\text{Log}(M)=4.5$ , que se utiliza como valor de distribución típico de componentes con un peso molecular de 10,000 a 100,000 (en lo sucesivo también denominados "componentes de bajo peso molecular"), que es inferior al  $M_w$  (250,000 a 450,000) de la resina de polipropileno A, se compara con la cantidad de componentes con  $\text{Log}(M)=$ aproximadamente 6.0, que es un valor de distribución típico de componentes con un peso molecular de aproximadamente 1,000,000 (en lo sucesivo también denominado "componentes de elevado peso molecular"), que es superior al  $M_w$  de la resina de polipropileno A, se entiende que la cantidad de los componentes de bajo peso molecular es superior en 8.0% o más y en 18.0% o menos.

Es decir, una distribución de pesos moleculares  $M_w/M_n$  de 7.0 a 12.0 indica meramente el tamaño de la distribución de pesos moleculares; la relación cuantitativa entre los componentes de elevado peso molecular y los componentes de bajo peso molecular en la misma es desconocida. De acuerdo con lo anterior, resulta preferente que la resina de polipropileno A de la presente invención presente una distribución de pesos moleculares amplia y contenga componentes con un peso molecular de 10,000 a 100,000 en una cantidad superior a 8.0% o más y de 18.0% o menos a la cantidad de componentes con un peso molecular de 1,000,000.

Debido a que la resina de polipropileno A presenta una diferencia, obtenida restando un valor diferencial de distribución con logaritmo de peso molecular  $\text{Log}(M)=6.0$  a un valor diferencial de distribución con  $\text{Log}(M)=4.5$ , de 8.0% o más y de 18.0% o menos, sobre la base de 100% del valor diferencial de distribución con  $\text{Log}(M)$  igual a 6.0, la resina de polipropileno A contiene componentes de bajo peso molecular en una cantidad superior en 8.0% o más y en 18.0% o menos a la cantidad de componentes de alto peso molecular. Por lo tanto, el tamaño de cristalita es menor y resulta más fácil obtener una superficie rugosa con la orientación deseada, lo que resulta preferible.

Los valores diferenciales de distribución pueden obtenerse mediante GPC de la manera siguiente. Se utiliza una curva de tiempo-intensidad (generalmente denominada "curva de elución") obtenida con un refractómetro diferencial (RI) de GPC. Utilizando una curva de calibración obtenida a partir del estándar de poliestireno, el eje temporal se convierte en el logaritmo de peso molecular ( $\text{Log}(M)$ ), convirtiendo de esta manera la curva de elución en una curva que muestra la intensidad con respecto a  $\text{Log}(M)$ . Debido a que la intensidad detectada mediante RI es proporcional a la concentración del componente, puede obtenerse una curva de distribución integral con respecto al logaritmo del peso molecular,  $\text{Log}(M)$ , en la que la superficie total de la curva de intensidad se considera el 100%. Puede obtenerse una curva diferencial de distribución mediante diferenciación de la curva de distribución integral respecto a  $\text{Log}(M)$ . De esta manera, la "distribución diferencial" se refiere a que la distribución diferencial de la fracción de concentración con respecto al peso molecular. La relación según la presente invención puede obtenerse mediante la lectura del valor diferencial de distribución a una  $\text{Log}(M)$  específica a partir de esta curva.

La fracción mesopéntada ( $[mmmm]$ ) de la resina de polipropileno A es de 94.0% o más e inferior a 98.0%, y preferentemente de 95.0% o más y de 97.0% o menos.

En el caso de que la fracción mesopéntada  $[mmmm]$  sea de 94.0% o más e inferior a 98.0%, la cristalinidad de la resina se mejora moderadamente debido a la estereorregularidad moderadamente elevada y la resistencia a la tensión inicial y la resistencia a la tensión a largo plazo tiende a mejorar moderadamente. Además, la tasa de

solidificación (cristalización) durante el moldeo de la lámina colada es moderada, resultando en una estirabilidad moderada.

5 La fracción mesopéntada [m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>] se refiere a un índice de estereorregularidad que puede obtenerse mediante espectroscopía de resonancia magnética nuclear (NMR) de alta temperatura. Específicamente, la fracción mesopéntada puede medirse mediante, por ejemplo, un sistema de resonancia magnética nuclear de transformada de Fourier de alta temperatura JNM-ECP500 (NMR-TF de alta temperatura, producido por JEOL Ltd.). El núcleo observado es <sup>13</sup>C (125 MHz); la temperatura de medición es de 135°C, y puede utilizarse o-  
10 diclorobenceno (ODCB: un disolvente mixto de ODCB y ODCB deuterado (relación de mezcla=4/1)) como el disolvente. La medición de NMR a alta temperatura puede llevarse a cabo mediante, por ejemplo, el procedimiento descrito en "Polymer Analysis Handbook, New Edition, Japan Society for Analytical Chemistry, Research Committee of Polymer Analysis, Kinokuniya Company Ltd., 1995, página 610".

15 El modo de medición es el desacoplamiento de banda ancha de pulso único de protones; la anchura del pulso es de 9.1 μs (pulso en 45°); el intervalo del pulso es de 5.5 s; el número de integraciones es de 4500 y la referencia de desplazamiento es CH<sub>3</sub> (m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>)=21.7 ppm.

20 La fracción péntada, que representa la estereorregularidad, se calcula como el porcentaje del valor integrado de la intensidad de cada señal derivada de una combinación de péntadas (por ejemplo, "m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>" o "m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m") dispuestas en la misma dirección (meso (m)) y dispuestas en direcciones diferentes (racemo (r)). La asignación de cada señal derivada de "m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m", "m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m" puede determinarse haciendo referencia a, por ejemplo, "T. Hayashi *et al.*, Polymer, vol. 29, página 138, (1988)".

25 La resina de polipropileno puede contener una resina de polipropileno B, además de la resina de polipropileno A.

30 La resina de polipropileno B presenta un Mw de 300,000 o más y 400,000 o menos; un Mw/Mn de 7.0 o más y 9.0 o menos, y una diferencia, tal como se obtiene mediante la resta de un valor diferencial de distribución con logaritmo del peso molecular Log(M)=6.0 respecto de un valor diferencial de distribución con Log(M)=4.5 en una curva de distribución de pesos moleculares, de 1.0% o más, e inferior a 8.0%.

El Mw de la resina de polipropileno B es de 300,000 o más y de 400,000 o menos, más preferentemente de 330,000 o más y de 380,000 o menos.

35 La Mw/Mn de la resina de polipropileno B es de 7.0 o más y de 9.0 o menos, y preferentemente de 7.5 o más y de 8.5 o menos.

40 La resina de polipropileno B preferentemente presenta una diferencia, obtenida como la resta entre un valor diferencial de distribución con logaritmo de peso molecular Log(Mw)=6 y un valor diferencial de distribución con Log(Mw)=4.5 en una curva diferencial de distribución de pesos moleculares, de 1.0% o más e inferior a 8.0%, preferentemente de 3.0% o más y 7.5% o menos, y más preferentemente de 5.0% o más y de 7.5% o menos, sobre la base del 100% del valor diferencial de distribución con Log(Mw)=6.

45 La resina de polipropileno B preferentemente presenta una distribución de pesos moleculares (peso molecular medio Z/peso molecular medio en número (Mz/Mn)) de 20.0 o más y de 70.0 o menos, más preferentemente de 25.0 o más y de 60.0 o menos, y en particular preferente de 25.0 o más y de 50.0 o menos.

La fracción mesopéntada ([m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>m<sub>4</sub>]) de la resina de polipropileno B preferentemente es de 94.0% o más e inferior a 98.0%, y más preferentemente de 95.0% o más y de 97.0% o menos.

50 La resina de polipropileno preferentemente contiene la resina de polipropileno B en una cantidad de 10% en peso o más y de 50% en peso o menos, más preferentemente de 15% en peso o más y de 45% en peso o menos, y en particular preferentemente de 20% en peso o más y de 40% en peso o menos, sobre la base de 100% en peso de la resina de polipropileno entera.

55 En el caso de que la resina de polipropileno contenga las resinas de polipropileno A y B, la resina de polipropileno preferentemente contiene, sobre la base de la cantidad total (100% en peso) de las resinas de polipropileno, 50 a 90% en peso de resina de polipropileno A y 50 a 10% en peso de resina de polipropileno B, más preferentemente de 55 a 85% en peso de resina de polipropileno A y 45 a 15% en peso de resina de polipropileno B, y en particular preferentemente de 60 a 80% en peso de resina de polipropileno A y 40 a 20% en peso de resina de polipropileno B.  
60

65 Se considera preferible que la resina de polipropileno contenga las resinas de polipropileno A y B por el motivo siguiente. Debido a las diferencias entre las resinas de polipropileno A y B referidas al peso molecular medio en peso, Mw/Mn, y a la diferencia de valor diferencial de distribución, es decir, la diferencia en la formación de la distribución de pesos moleculares, las resinas de polipropileno A y B presentan relaciones cuantitativas ligeramente diferentes entre componentes de alto peso molecular y componentes de bajo peso molecular, y de

esta manera, una película de polipropileno obtenida a partir de una mezcla de resinas A y B presenta un tipo determinado de estado de mezcla fina (separación de fases) y el tamaño del cristal puede reducirse fácilmente. Además, se considera preferible que la resina de polipropileno contenga las resinas de polipropileno A y B debido a que una orientación elevada tiende a obtenerse fácilmente incluso a la misma relación de estirado y resulta fácil obtener una superficie de rugosidad fina. En el caso de que la resina de polipropileno contenga ambas resinas de polipropileno, A y B, la presente invención se considera que muestra efectos excelentes por los motivos descritos anteriormente; sin embargo, estos motivos no son limitativos de la presente invención.

Resulta preferente que la resina de polipropileno de la presente invención contenga ambas resinas de polipropileno, A y B, debido a que el tamaño de cristalita, la birrefringencia  $\Delta N_{yz}$  y el volumen de protuberancias de superficie indicados anteriormente pueden satisfacerse fácilmente.

La resina de polipropileno de la presente invención puede contener, y preferentemente contiene, un polipropileno ramificado de cadena larga (un polipropileno ramificado; en lo sucesivo también denominado "resina de polipropileno C") para el fin de mejorar la suavidad de superficie y la resistencia térmica.

En la presente invención, la resina de polipropileno C no se encuentra particularmente limitada, con la condición de que sea un polipropileno generalmente denominado "polipropileno ramificado de cadena larga" y presente una rama de cadena larga, y pueda obtenerse la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores que es el objetivo de la presente invención. Los ejemplos específicos de la resina de polipropileno C incluyen Profax PF-814, PF-611 y PF-633 (la totalidad de los cuales son producidos por Basell); Daploy HMS-PP (por ejemplo, WB130HMS, WB135HMS y WB140HMS, la totalidad de los cuales son producidos por Borealis).

El caudal de masa fundida (MFR) de la resina de polipropileno C a 230°C preferentemente es de 1 g/10 min o más y de 20 g/10 min o menos, y más preferentemente, de 1.5 g/10 min o más y de 10 g/10 min o menos, en términos de propiedades de formación de película.

Además, las moléculas de cadena ramificada tienden a presentar una tensión de masa fundida más elevada; sin embargo, la tensión de masa fundida de la resina de polipropileno C utilizada en la presente invención preferentemente es de 1 cN o más y de 50 cN o menos, y más preferentemente de 10 cN o más y de 40 cN o menos.

La resina de polipropileno puede contener la resina de polipropileno C en una cantidad de 5.0% en peso o menos, más preferentemente de 0.5% en peso o más y de 5.0% en peso o menos, todavía más preferentemente de 1.0% en peso o más y de 4.0% en peso o menos, y particularmente preferentemente de 1.5% en peso o más y de 2.5% en peso o menos. Resulta preferible que la resina de polipropileno C se encuentre contenida, debido a que la superficie de la película obtenida se suaviza apropiadamente, y el punto de fusión de la película puede incrementarse en varios grados, incrementando de esta manera la resistencia térmica.

En el caso de que la resina de polipropileno contenga las resinas de polipropileno A a C, la resina de polipropileno preferentemente contiene, sobre la base de la cantidad total (100% en peso) de resinas de polipropileno, 55 a 90% en peso de resina de polipropileno A, 10 a 45% en peso de resina de polipropileno B y 5% en peso o menos de resina de polipropileno C; más preferentemente, 55 a 89.5% en peso de resina de polipropileno A, 10 a 44.5% en peso de resina de polipropileno B, y 0.5 a 5.0% en peso de resina de polipropileno C; en particular preferentemente, 60 a 84.0% en peso de resina de polipropileno A, 15 a 39.0% en peso de resina de polipropileno B, y 1.0 a 4.0% en peso de resina de polipropileno C, y más en particular preferentemente, 60 a 78.5% en peso de resina de polipropileno A, 20 a 38.5% en peso de resina de polipropileno B, y 1.5 a 2.5% en peso de resina de polipropileno C.

La resina de polipropileno de la presente invención puede contener resinas de polipropileno (en lo sucesivo también denominadas "otras resinas de polipropileno") diferentes de las resinas de polipropileno A a C. Las "otras resinas de polipropileno" no se encuentran particularmente limitadas, con la condición de que se denominen generalmente resinas de polipropileno, y pueda obtenerse la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores que es el objetivo de la presente invención. La resina de polipropileno de la presente invención puede contener tales otras resinas de polipropileno en una cantidad que no afecte adversamente a la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores que es el objetivo de la presente invención.

La resina de polipropileno de la presente invención puede contener además resinas (en lo sucesivo también denominadas "otras resinas") diferentes de las resinas de polipropileno. Las "otras resinas" no se encuentran particularmente limitadas, con la condición de que se denominen generalmente resinas diferentes de las resinas de polipropileno, y pueda obtenerse la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores que es el objetivo de la presente invención. Entre los ejemplos de otras resinas se incluyen poliolefinas diferentes de polipropilenos, tales como polietileno, poli(1-buteno), poliisobuteno, poli(1-penteno) y poli(1-metilpenteno); copolímeros de  $\alpha$ -olefinas, tales como copolímeros de etileno-propileno, copolímeros de propileno-buteno y copolímeros de etileno-buteno; copolímeros aleatorios de monómero de vinilo-monómero dieno, tales como

5 copolímeros aleatorios de estireno-butadieno, copolímeros aleatorios de monómero de vinilo-monómero de dieno-monómero de vinilo, tales como los copolímeros en bloque de estireno-butadieno-estireno. La resina de polipropileno de la presente invención puede contener dichas otras resinas en una cantidad que no afecte adversamente a la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores que es el objetivo de la presente invención. En general, la resina de polipropileno puede contener otras resinas en una cantidad de preferentemente 10 partes en peso o menos, y más preferentemente de 5 partes en peso o menos, sobre la base de 100 partes en peso de la resina de polipropileno.

10 La resina de polipropileno (que contiene las resinas de polipropileno A, B y C) de la presente invención puede producirse generalmente mediante un procedimiento de polimerización conocido. El procedimiento no se encuentra particularmente limitado, con la condición de que pueda producirse la resina de polipropileno de la presente invención. Entre los ejemplos de tales procedimientos de polimerización se incluyen la polimerización en fase vapor, la polimerización en bloque y la polimerización en suspensión.

15 La polimerización puede ser polimerización en un estadio (una etapa) utilizando un único reactor de polimerización, o polimerización multiestadio utilizando por lo menos dos o más reactores de polimerización. Además, la polimerización puede llevarse a cabo mediante la adición de hidrógeno o un comonómero al reactor en forma de un modificador del peso molecular.

20 El catalizador utilizado se conoce generalmente como catalizador de Ziegler-Natta y no se encuentra particularmente limitado con la condición de que pueda obtenerse la resina de polipropileno de la presente invención. Además, el catalizador puede contener un componente cocatalizador y un donante. El peso molecular, la distribución de pesos moleculares, la estereorregularidad pueden controlarse mediante el ajuste del catalizador y las condiciones de polimerización.

25 La "diferencia en los valores diferenciales de distribución" puede ajustarse en un valor deseado mediante, por ejemplo, el ajuste de las condiciones de polimerización para ajustar la distribución de pesos moleculares, utilizando un agente de descomposición para descomponer selectivamente los componentes de alto peso molecular, o mezclando resinas con diferentes pesos moleculares.

30 En el caso de que la formación de la distribución de pesos moleculares se controle por las condiciones de polimerización, resulta preferente ajustar el catalizador de polimerización y utilizar una reacción de polimerización multiestadio, etc., debido a que resulta posible ajustar fácilmente la formación de la distribución de pesos moleculares y el peso molecular. Un ejemplo de un procedimiento que utiliza una reacción de polimerización multiestadio se describe a continuación.

35 La polimerización se lleva a cabo a una temperatura elevada en presencia de un catalizador utilizando una pluralidad de reactores, incluyendo un reactor de polimerización de alto peso molecular y un reactor de polimerización de bajo peso molecular o de peso molecular intermedio. Las cantidades de los componentes de alto peso molecular y de componentes de bajo peso molecular de la resina formada pueden ajustarse con independencia del orden de los reactores. En primer lugar, en una primera etapa de polimerización, se suministra propileno y un catalizador a un primer reactor de polimerización. Junto con estos componentes, se mezcla hidrógeno como modificador del peso molecular, en una cantidad necesaria para alcanzar un peso molecular requerido del polímero. En el caso de la polimerización en suspensión, por ejemplo, la temperatura de reacción es de 70°C a 100°C, y el tiempo de residencia es de 20 a 100 minutos. La pluralidad de reactores puede utilizarse en serie, por ejemplo. En este caso, el producto de polimerización de la primera etapa se envía continuamente al siguiente reactor junto con propileno adicional, catalizador y modificador del peso molecular. A continuación, se lleva a cabo una segunda polimerización para ajustar el peso molecular a un nivel inferior o más al de la primera etapa de polimerización. El rendimiento (salida de producción) del primer y segundo reactores puede ajustarse para controlar la composición (estructura) de componentes de alto peso molecular y componentes de bajo peso molecular.

40 El catalizador utilizado preferentemente es un catalizador de Ziegler-Natta. El catalizador puede contener un componente cocatalítico y un donante. La distribución de pesos moleculares puede controlarse ajustando convenientemente el catalizador y las condiciones de polimerización.

45 En el caso de que la formación de la distribución de pesos moleculares de la resina de polipropileno en bruto se ajuste mediante descomposición de peróxido, se prefiere el tratamiento de peróxido utilizando un agente de descomposición, tal como peróxido de hidrógeno u óxido orgánico.

50 Es conocido que, al añadir un peróxido a un polímero de tipo desintegración, tal como polipropileno, se produce una reacción de extracción de hidrógeno del polímero, y que algunos de los radicales del polímero resultantes se recombinan y experimentan una reacción de entrecruzamiento, mientras que la mayoría de los radicales experimentan una descomposición secundaria (corte  $\beta$ ), dividiéndose en dos polímeros con un peso molecular menor. De acuerdo con lo anterior, la descomposición de componentes de alto peso molecular se produce con una alta probabilidad, incrementando de esta manera la cantidad de componentes de bajo peso molecular. De

esta manera, puede ajustarse la formación de la distribución de pesos moleculares. Se describe a continuación un ejemplo de un procedimiento que puede proporcionar una resina que contiene una cantidad adecuada de componentes de bajo peso molecular mediante descomposición con peróxido.

5 Se añade aproximadamente 0.001% en masa a 0.5% en masa de peróxido orgánico, tal como 1.3-bis(butilperoxidoisopropil terciario)-benceno, a un polímero en polvo o a pellets de una resina de polipropileno obtenida mediante polimerización, considerando simultáneamente la composición (estructura) objetivo de componentes de alto peso molecular y componentes de bajo peso molecular, seguido de la fusión y amasado en un amasador de fundido a una temperatura de entre aproximadamente 180°C y 300°C.

10 En el caso de que el contenido de componentes de bajo peso molecular se ajuste mediante mezcla (mezcla de resina), resulta preferible que por lo menos dos o más resinas con diferentes pesos moleculares se mezclen en seco o se mezclen en fundido.

15 En general, preferentemente se utiliza un sistema mixto de dos tipos de polipropileno obtenidos mediante la mezcla de una resina primaria con aproximadamente 1 a 40% en masa de una resina adicional con un peso molecular medio superior o inferior al de la resina primaria, ya que facilita el ajuste de la cantidad de componentes de bajo peso molecular.

20 Además, en el caso del ajuste mediante mezcla, puede utilizarse el caudal de masa fundida (MFR) como indicador del peso molecular medio. En este caso, la diferencia de MFR entre la resina primaria y la resina adicional preferentemente es de aproximadamente 1 a 30 g/10 min, en términos de conveniencia durante el ajuste.

25 El procedimiento para la mezcla de la pluralidad de resinas de polipropileno de materia prima (resina de polipropileno A primaria, resina de polipropileno B adicional) de la presente invención no se encuentra particularmente limitado. Entre los ejemplos del procedimiento se incluye un procedimiento que comprende mezclar en seco polvos o pellets de polímero utilizando un mezclador, y un procedimiento que comprende suministrar unos polvos o pellets de polímero de la resina de polipropileno A primaria, resina de polipropileno B adicional, a una amasadora, seguido de la fusión y amasado, obteniendo de esta manera una resina mezclada. Puede utilizarse cualquiera de estos procedimientos.

35 El mezclador y la amasadora no se encuentran particularmente limitado. La amasadora puede ser cualquiera de entre una amasadora de tipo tornillo único, una amasadora de tipo doble tornillo o una amasadora de tipo multitornillo con tres o más husillos. En el caso de que se utilice una amasadora con dos o más tornillos, el tipo de amasado puede ser la rotación en la misma dirección o en direcciones diferentes.

40 En el caso de la mezcla mediante fusión y amasado, la temperatura de amasado no se encuentra particularmente limitada, con la condición de que se obtenga un amasado favorable; sin embargo, la temperatura se encuentra generalmente dentro de un intervalo de 200°C a 300°C, y preferentemente de 230°C a 270°C. Una temperatura de amasado excesivamente elevada no resulta preferente debido a que ello conduce a la degradación de la resina. Con el fin de evitar la degradación de la resina durante al amasado y mezcla, la amasadora puede purgarse con un gas inerte, tal como nitrógeno. La resina amasada fundida puede peletizarse en un tamaño adecuado utilizando un peletizador conocido comúnmente, obteniendo de esta manera los pellets de resina de polipropileno mezclada de materia prima.

50 El contenido de cenizas total derivado de los residuos del catalizador de polimerización contenido en la resina de polipropileno de materia prima de la presente forma de realización preferentemente es el mínimo posible, a fin de mejorar las características eléctricas. El contenido total de cenizas preferentemente es de 50 ppm o menos, más preferentemente de 40 ppm o menos, y en particular preferentemente de 30 ppm o menos, sobre la base de 100 partes en peso de la resina de polipropileno.

55 De esta manera, se redujo el tamaño de cristalita y se incrementó la orientación, evitando de esta manera fugas de corriente al aplicar una tensión elevada y evitando el calentamiento de Joule, de manera que resultase menos probable el daño estructural; por lo tanto, pudo mejorarse la resistencia a la tensión (tensión disruptiva dieléctrica elevada) y la durabilidad durante la aplicación a largo plazo de una tensión elevada. Además, el ajuste del volumen de protuberancias con el fin de obtener una superficie de rugosidad fina dentro del intervalo de la presente invención permitió un contacto uniforme entre las películas. Por lo tanto, también pudo mejorarse la resistencia a la tensión y la durabilidad al aplicar una tensión elevada durante un periodo de tiempo prolongado.

60 La resina de polipropileno de la presente invención puede contener además aditivos. Los "aditivos" no se encuentran particularmente limitados, con la condición de que se utilicen generalmente para resinas de polipropileno, y pueda obtenerse la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores que son el objetivo de la presente invención. Entre los ejemplos de aditivos se incluyen agentes estabilizadores necesarios, tales como antioxidantes, absorbedores de cloro y absorbedores de ultravioletas; lubricantes, plastificadores, agentes retardantes de llama y agentes antiestáticos. La resina de polipropileno de la presente

65

invención puede contener tales aditivos en una cantidad que no afecte adversamente a la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores que son el objetivo de la presente invención.

5 Los "antioxidantes" no se encuentran particularmente limitados, con la condición de que se denominen generalmente antioxidantes y se utilicen para polipropileno, y se obtenga la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores que es el objetivo de la presente invención. Los antioxidantes se utilizan generalmente con dos propósitos. Un propósito es suprimir la degradación térmica y la degradación por oxidación en el extrusor, y el otro propósito es contribuir a la supresión de la degradación debida a la utilización prolongada como película de condensador y a la mejora del rendimiento del condensador. El antioxidante que suprime la degradación térmica y la degradación por oxidación en el extrusor también se denomina "agente primario" y el antioxidante que contribuye a la mejora del rendimiento del condensador también se denomina "agente secundario".

15 Pueden utilizarse dos tipos de antioxidante para los dos propósitos, o puede utilizarse un tipo de oxidante para los dos propósitos.

20 En el caso de que se utilicen dos tipos de antioxidante, la resina de polipropileno puede contener un agente primario, tal como 2.6-di-butilo terciario-para-cresol (nombre genérico: BHT), en una cantidad de 1000 ppm a 4000 ppm sobre la base de 100 partes en peso de la resina de polipropileno. El antioxidante utilizado con este propósito se consume en su mayor parte en la etapa de moldeo en el extrusor y prácticamente no queda en la película formada (la cantidad remanente generalmente es inferior a 100 ppm).

Un agente secundario utilizable es un antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo.

25 El "antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo" no se encuentra particularmente limitado, con la condición de que se denomine generalmente antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo y pueda obtenerse la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores que es el objetivo de la presente invención.

30 Entre los ejemplos del antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo se incluye trietilenglicol-bis[3-(3-butilo terciario-5-metil-4-hidroxifenil)propionato] (nombre comercial: Irganox 245), 1.6-hexanodiol-bis[3-(3.5-di-butilo terciario-4-hidroxifenil)propionato] (nombre comercial: Irganox 259), pentaeritritil-tetrakis[3-(3.5-di-butilo terciario-4-hidroxifenil)propionato] (nombre comercial: Irganox 1010), 2.2-tio-dietilenobis[3-(3.5-di-butilo terciario-4-hidroxifenil)propionato] (nombre comercial: Irganox 1035), octadecil-3-(3.5-di-butilo terciario-4-hidroxifenil)propionato (nombre comercial: Irganox 1076), *N,N'*-hexametilén-bis(3.5-di-butilo terciario-4-hidroxihidrocinaamida) (nombre comercial: Irganox 1098). Los más preferibles de entre ellos son pentaeritritil-tetrakis[3-(3.5-butilo terciario-4-hidroxifenil)propionato], que presenta un peso molecular elevado, elevada compatibilidad con polipropileno, volatilidad baja y excelente resistente térmica.

40 La resina de polipropileno preferentemente contiene un antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo en una cantidad de 5000 ppm en masa o más y de 7000 en masa o menos, y más preferentemente de 5500 ppm en masa o más y de 7000 ppm en masa o menos, sobre la base de 100 partes en peso de la resina de polipropileno.

45 Lo anterior se debe a que también se consume en el extrusor una cantidad considerable del antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo.

50 En el caso de que la resina de polipropileno no contenga un agente primario, puede utilizarse una cantidad más elevada de antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo. Debido a que se incrementa el consumo del antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo en el extrusor, resulta preferible que la resina de polipropileno contenga el antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo en una cantidad de 6000 ppm en masa o más y de 8000 ppm en masa o menos, respecto a 100 partes en peso de la resina de polipropileno.

55 La película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención contiene uno o más tipos de antioxidantes a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo (agente secundario) para el propósito de suprimir la degradación que se produce con el tiempo durante un periodo de utilización prolongado. El contenido de uno o más antioxidantes en la película preferentemente es de 4000 ppm en masa o más y de 6000 ppm en masa o menos, y más preferentemente de 4500 ppm en masa o más y de 6000 ppm en masa o menos, sobre la base de 100 partes en peso de la resina de polipropileno. En términos del desarrollo de efectos apropiados, el contenido de uno o más antioxidantes en la película preferentemente es de 4000 ppm en masa o más y de 6000 ppm en masa o menos.

65 Resulta preferente una película de condensador que contiene una cantidad óptima específica de antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo, que sea molecularmente compatible con polipropileno, debido a que, manteniendo simultáneamente un rendimiento elevado de resistencia a la tensión resultante de la

estructura interna anteriormente mencionada (tamaño de cristalita, orientación (birrefringencia) y rugosidad de superficie (volumen de protuberancias)), la capacitancia no se reduce (no continúa la degradación) durante un periodo de tiempo prolongado (superior a 100 horas) incluso en un ensayo acelerado de vida útil a una temperatura muy elevada, de 110°C o más, y mejora la durabilidad a largo plazo.

5

La resina de polipropileno experimenta una degradación térmica considerable (degradación oxidativa) y la degradación por cizalla durante la etapa formadora de película (particularmente en el extrusor). El grado de progresión de la degradación, es decir, los cambios en la distribución de pesos moleculares y la estereorregularidad, pueden suprimirse mediante purga de nitrógeno del interior del extrusor (inhibición de la oxidación), la forma del tornillo en el extrusor (fuerza de cizalla), la forma interna de la matriz T durante la colada (fuerza de cizalla), la cantidad de antioxidante añadido (inhibición de la oxidación), la velocidad de enrollado durante la colada (fuerza de elongación).

10

El "absorbedor de cloro" no se encuentra particularmente limitado, con la condición de que se denomine generalmente absorbedor de cloro, se utilice para el polipropileno y pueda obtenerse la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores que son el objetivo de la presente invención. Entre los ejemplos del absorbedor de cloro se incluyen jabones de metal, tales como el estearato de calcio.

15

La "lámina colada no estirada" para producir la película de polipropileno estirada biaxialmente de la presente invención puede moldearse mediante un procedimiento conocido. Por ejemplo, pellets de resina de polipropileno, pellets de resina de polipropileno mezclados en seco (y/o polvos de polímero) o pellets de resina de polipropileno mixto preparados previamente mediante amasado en fundido, se suministran a un extrusor, se calientan y se fusionan, se pasan a través de un filtro de filtración, se calientan y se fusionan a una temperatura comprendida entre 170°C y 320°C, preferentemente entre 200°C y 300°C, se extrusionan en fundido a partir de una matriz T, y se enfrían y se solidifican mediante por lo menos un tambor metálico mantenido a una temperatura de 80°C a 140°C, formando de esta manera una lámina moldeada no estirada.

20

25

En el caso de que la temperatura del grupo de tambores metálicos se mantenga entre 80°C y 140°C, preferentemente entre 90°C a 120°C, y más preferentemente entre 90°C a 105°C durante el moldeo de la lámina colada no estirada, la fracción de cristal  $\beta$  de la lámina colada obtenida determinada mediante un procedimiento de rayos X es de aproximadamente 1% o más y de 50% o menos, preferentemente de aproximadamente 5% o más y de 30% o menos, y más preferentemente de aproximadamente 5% o más y de 20% o menos. Debe indicarse que dicho valor es un valor en el caso de que no se encuentre contenido ningún agente de nucleación de cristal  $\beta$ .

30

35

El intervalo anterior de fracción de cristal  $\beta$  resulta preferible debido a que pueden satisfacerse ambas propiedades físicas, es decir, propiedades de condensador y la procesabilidad de enrollado del elemento.

La fracción de cristal  $\beta$  se obtiene mediante la medición de la intensidad de difracción de rayos X. Este valor puede calcularse mediante el procedimiento descrito en "A. Turner-Jones *et al.*, Makromol. Chem., vol. 75, página 134, 1964", y se hace referencia al mismo como valor K. Más específicamente, la proporción de cristales  $\beta$  se expresa como la relación entre la suma de tres alturas de pico de difracción derivadas de cristales  $\alpha$  y una única altura de pico de difracción derivada de cristales  $\beta$ .

40

45

El grosor de la lámina colada no se encuentra particularmente limitado, con la condición de que pueda obtenerse la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores que son el objetivo de la presente invención. En general, el grosor es preferentemente de 0.05 mm a 2 mm, y más preferentemente de 0.1 mm a 1 mm.

50

La película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención puede producirse mediante estirado de la lámina colada de polipropileno. El estirado es preferentemente estirado biaxial que causa la orientación a lo largo de ejes longitudinales y laterales. El procedimiento de estirado es preferentemente un procedimiento de estirado biaxial secuencial. En el procedimiento de estirado biaxial secuencial, la lámina colada se mantiene en primer lugar a una temperatura comprendida entre 100°C y 160°C, y se estira por un factor de 3 a 7 en la dirección de mecanizado pasando la lámina entre rodillos que presentan diferentes velocidades, y la lámina se enfría inmediatamente hasta la temperatura ambiente. El ajuste apropiado de la temperatura de esta etapa de estirado longitudinal causa que los cristales  $\beta$  se fusionen y se transformen en cristales  $\alpha$ , y de esta manera se actualizan irregularidades. A continuación, la película estirada se guía a una máquina de estirado tipo 'tenter' y se estira en un factor de 3 a 11 en la dirección de la anchura a una temperatura de 160°C o más. A continuación, la película se relaja, se solidifica con calor y se enrolla.

55

60

La película enrollada se somete a tratamiento de envejecimiento a una temperatura de aproximadamente 20°C a 45°C y se corta a una anchura de producto deseada.

Según dicha etapa de estirado, la película presenta excelentes resistencia y rigidez mecánicas, y las irregularidades de superficie son más clarificadas. De esta manera, se obtiene una película estirada de superficie

65

finamente rugosa.

La superficie de la película de la presente invención preferentemente se proporciona con una rugosidad de superficie adecuada que resulta en propiedades de condensador favorables, mejorando simultáneamente la idoneidad para el enrollado.

A la superficie de la película de polipropileno estirada biaxialmente de la presente invención preferentemente se proporcionó rugosidad fina de manera que por lo menos un lado de la película presentase una rugosidad de superficie tal que la rugosidad media en la línea central (Ra) fuese de 0.03  $\mu\text{m}$  o más y de 0.08  $\mu\text{m}$  o menos, y la altura máxima (Rz; Rmax tal como se ha definido anteriormente en JIS) es de 0.3  $\mu\text{m}$  o más y de 0.8  $\mu\text{m}$  o menos.

En el caso de que Ra y Rz se encuentran dentro del intervalo preferible anterior, la superficie puede ser una superficie de rugosidad fina. En el procesamiento del condensador, es menos probable que se formen arrugas de enrollado durante el procesamiento de enrollado de la lámina, y la película puede enrollarse preferentemente. Además, debido a que puede formarse un contacto uniforme entre las películas, la resistencia a la tensión y la resistencia a la tensión a largo plazo también pueden mejorarse.

En la presente invención, "Ra" y "Rz" (Rmax tal como se ha definido anteriormente en JIS) se refiere a los valores medidos mediante un ampliamente utilizado aparato de medida de rugosidad de superficie de tipo aguja (por ejemplo, un aparato de medida de rugosidad de superficie de tipo aguja utilizando una aguja de diamante) según el procedimiento definido, por ejemplo, en JIS-B0601: 2001. Más específicamente, "Ra" y "Rz" (Rmax tal como se ha definido anteriormente en JIS) pueden determinarse mediante, por ejemplo, la utilización de un medidor de rugosidad de superficie tridimensional Surfcom 1400D-3DF-12 (producido por Tokyo Seimitsu Co., Ltd.) según el procedimiento definido en JIS-B 0601: 2001.

Pueden utilizarse diversos procedimientos conocidos de producción de rugosidad superficial, tales como el gofrado o el grabado, para proporcionar irregularidades finas a la superficie de la película. Resultan preferibles entre ellos un procedimiento de producción de rugosidad de superficie utilizando cristales  $\beta$ , que no requiere la mezcla de impurezas. La proporción de cristales  $\beta$  puede controlarse generalmente mediante modificación de la temperatura de colada y la velocidad de colada. Además, la relación de fusión/transformación de los cristales  $\beta$  puede controlarse por la temperatura del rodillo en la etapa de estirado longitudinal. Las propiedades de superficie de rugosidad fina pueden obtenerse mediante selección de las condiciones óptimas de producción para dos parámetros, es decir, la formación de cristales  $\beta$  y la fusión/transformación.

En la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención, puede llevarse a cabo el tratamiento de descarga de corona en línea o fuera de línea después de completar la etapa de estiramiento y solidificación térmica, con el propósito de potenciar las propiedades adhesivas en una etapa posterior, tal como una etapa de procesamiento de depósito metálico. El tratamiento de descarga de corona puede llevarse a cabo mediante un procedimiento conocido. El tratamiento preferentemente se lleva a cabo en un gas atmosférico, tal como aire, gas dióxido de carbono, gas nitrógeno o un gas mezcla de los mismos.

La película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención puede estar provista de un electrodo, con el fin de procesar la película como condensador. Dicho electrodo no se encuentra particularmente limitado, con la condición de que pueda obtenerse el condensador que es el objetivo de la presente invención. Puede utilizarse cualquier electrodo utilizado generalmente para producir un condensador. Entre los ejemplos del electrodo se incluyen lámina metálica, papel que presenta por lo menos una superficie metalizada y películas de plástico.

Debido a que se requiere que los condensadores presenten un tamaño menor y un peso más ligero, resulta preferible que un lado o ambos lados de la película de la presente invención se metalice directamente para formar uno o más electrodos. Entre los ejemplos de metales utilizables se incluyen metales únicos, tales como cinc, plomo, plata, cromo, aluminio, cobre y níquel; mezclas de varios tipos de estos metales; aleaciones de los mismos. En atención al medio ambiente, la eficiencia económica, el rendimiento del condensador, resultan preferibles el cinc y el aluminio.

Entre los ejemplos del procedimiento para metalizar directamente la superficie de la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención se incluyen la deposición al vacío y la pulverización. El procedimiento no se encuentra particularmente limitado, con la condición de que pueda obtenerse el condensador que es objetivo de la presente invención. Resulta preferible la deposición al vacío, en términos de productividad y eficiencia económica. Entre los ejemplos generales de deposición al vacío se incluyen un procedimiento de crisol, un procedimiento de alambre; sin embargo, el procedimiento no se encuentra particularmente limitado, con la condición de que pueda obtenerse el condensador que es el objetivo de la presente invención. Puede seleccionarse convenientemente un procedimiento óptimo.

El patrón del margen durante la metalización mediante deposición no se encuentra particularmente limitado. En

términos de la mejora de las propiedades del condensador, tales como la estabilidad de almacenamiento, resulta preferible aplicar un patrón que contenga un margen al que se denomina especial, tal como un patrón de malla y/o un patrón de margen T, en una superficie de la película de la presente invención, debido a que potencia la estabilidad de almacenamiento, y resulta eficaz en términos de evitar la rotura y el cortocircuitado del condensador.

El procedimiento para formar un margen puede ser un procedimiento comúnmente conocido, tal como un procedimiento de cinta o un procedimiento de aceite, que pueda utilizarse sin restricciones.

La película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención presenta una elevada resistencia a la tensión inicial y una excelente resistencia a la tensión a largo plazo. Además, la superficie finamente rugosa de la película contribuye a una excelente idoneidad para el enrollado del elemento. Además, se muestra fácilmente una capacitancia elevada debido a que puede generarse una película muy delgada. Por lo tanto, la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención puede utilizarse muy preferentemente para condensadores pequeños con una capacitancia elevada, de 5  $\mu\text{F}$  o más, preferentemente de 10  $\mu\text{F}$  o más, y más preferentemente de 20  $\mu\text{F}$  o más.

### Ejemplos

A continuación, se describe la presente invención en mayor detalle haciendo referencia a Ejemplos; sin embargo, estos Ejemplos se proporcionan para explicar la presente invención y no son limitativos de la misma. Los términos "partes" y "%" en los Ejemplos indican "partes en peso" y "% en peso", respectivamente, a menos que se indique específicamente lo contrario.

#### Resinas de polipropileno

Se muestran a continuación resinas de polipropileno utilizadas para producir películas de polipropileno de los Ejemplos y Ejemplos comparativos.

Las resinas de polipropileno A1 a A'4 mostradas en la Tabla 1 se encuentran disponibles por Prime Polymer Co., Ltd., y una resina de polipropileno B1 se encuentra disponible por Korea Petro Chemical Ind. Co., Ltd. Las resinas de polipropileno A1 y A2 se corresponden a la resina de polipropileno A y la resina de polipropileno B1 corresponde a la resina de polipropileno B.

Además, el polipropileno ramificado de cadena larga (resina de polipropileno C) utilizado era un polímero ramificado de cadena larga WB135HMS (producido por Borealis; en lo sucesivo denominado "resina de polipropileno C1"), que presenta un caudal de masa fundida (MRF) de 2.4 g/10 min y una tensión de masa fundida de 32 cN.

La Tabla 1 muestra el peso molecular medio en peso (Mw), la distribución de pesos moleculares (Mw/Mn), la distribución de pesos moleculares (Mz/Mn), la diferencia diferencial de los valores de distribución y la fracción de mesopéntada ([mmmm]) de las resinas de polipropileno A1 a A'4 y B1.

Estos valores se obtienen de las resinas en forma de pellets de resina de materia prima. La totalidad de las resinas de polipropileno, A1 a A'4 y B1, contienen 2000 ppm de 2.6-di-*t*-butil-*p*-cresol (nombre genérico: BHT) como antioxidante (agente primario) y 5000 a 6500 ppm de pentaeritritil-tetrakis[3-(3.5-di-*t*-butil-4-hidroxifenil)propionato] (nombre comercial: Irganox 1010) como antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo (agente secundario).

#### Medición del peso molecular medio en peso (Mw), distribución de pesos moleculares (Mw/Mn), distribución de pesos moleculares (Mz/Mn) y valor diferencial de distribución de resinas de polipropileno

Se midió el peso molecular (Mw), la distribución de pesos moleculares (Mw/Mn) y los valores diferenciales de distribución de una curva de distribución de las resinas de polipropileno mediante GPC (cromatografía de permeación en gel) bajo las condiciones siguientes.

Se utilizó un aparato de GPC de alta temperatura HLC-8121GPC-HT con un refractómetro diferencial integrado (RI) (producido por Tosoh Corporation). Se utilizaron tres columnas TSKgel GMHHR-H(20)HT acopladas (producidas por Tosoh Corporation). La temperatura de columna era de 140°C y se utilizó triclorobenceno como eluyente a un caudal de 1.0 ml/min. Se preparó una curva de calibración utilizando el estándar de poliestireno producida por Tosoh Corporation; los valores medidos de peso molecular se convirtieron en valores de polipropileno y se obtuvo el peso molecular medio Z (Mz), el peso molecular medio en peso (Mw) y el peso molecular medio en número (Mn). Se utilizaron Mz y Mn para obtener una distribución de pesos moleculares (Mz/Mn) y se utilizó Mw y Mn para obtener una distribución de pesos moleculares (Mw/Mn).

Se obtuvieron valores diferenciales de distribución de la manera siguiente. En primer lugar, se convirtió una curva

temporal (curva de elución) de distribución de intensidades detectadas por un detector RI en una curva de distribución con respecto a los pesos moleculares M (Log(M)) del estándar de poliestireno anteriormente indicado utilizando la curva de calibración producida utilizando el estándar de poliestireno. A continuación, tras obtener una curva de distribución integral con respecto a Log(M) considerando que el área total de la curva de distribución era el 100%, se diferencié la curva de distribución integral respecto a Log(M), obteniendo de esta manera una curva diferencial de distribución con respecto a Log(M). Los valores diferenciales de distribución con Log(M)=4.5 y con Log(M)=6.0 se leyeron a partir de dicha curva diferencial de distribución. Se llevó a cabo la serie de operaciones hasta obtener la curva diferencial de distribución utilizando software de análisis proporcionado en el aparato de medición de GPC.

#### Medición de la fracción mesopéntada ([m m m m])

Se disolvieron cada una de las resinas de polipropileno en un solvente y se determinó la fracción mesopéntada ([m m m m]) bajo las condiciones siguientes, utilizando un sistema de resonancia magnética nuclear con transformada de Fourier de alta temperatura (NMR-TF de alta temperatura).

Instrumento de medición: NMR-TF de alta temperatura JNM-ECP500, producido por JEOL Ltd.

Núcleo observado:  $^{13}\text{C}$  (125 MHz)

Temperatura de medición: 135°C

Disolvente: orto-diclorobenceno (ODCB; un disolvente mixto de ODCB y ODCB deuterado (4/1))

Modo de medición: desacoplamiento de banda ancha de pulso único de protones

Anchura de pulso: 9.1  $\mu\text{s}$  (pulso en 45°)

Intervalo de pulso: 5.5 s

Número de integraciones: 4500

Referencia de desplazamiento:  $\text{CH}_3$  (m m m m)=21.7 ppm

Se calculó la fracción mesopéntada como el porcentaje (%) del valor integrado de intensidad de cada señal derivada de una combinación de péntadas (por ejemplo, "m m m m" o "m r m"). Con respecto a la asignación de cada señal derivada de "m m m m", "m r m", se hace referencia a, por ejemplo, la descripción de espectros en "T. Hayashi *et al.*, Polymer, vol. 29, página 138, 1988".

Tabla 1

Polipropileno	Peso molecular Mw/10 <sup>5</sup>	Distribución de pesos moleculares Mw/Mn	Distribución de pesos moleculares Mz/Mn	Diferencia de valores diferenciales de distribución (%)	Estereorregularidad (NMR) [m m m m] (%)
Resina A1	3.4	10.0	45.5	10.2	95.1
Resina A2	2.7	8.0	27.2	13.6	95.0
Resina A'3	2.7	6.2	16.8	7.5	96.5
Resina A'4	2.9	4.0	10.4	4.6	94.0
Resina B1	3.5	8.0	34.8	7.0	96.5

Las resinas de polipropileno anteriormente indicadas se utilizaron para producir películas de polipropileno de los Ejemplos 1 a 6 y los Ejemplos comparativos 1 a 4, y se evaluaron las propiedades físicas de las películas.

#### Ejemplo 1

En un extrusor se introdujeron pellets mezclados en seco mediante el pesado y mezcla continuos de la resina A1 (se añadieron 5000 ppm de Irganox 1010 como un antioxidante) y la resina B1 (se añadieron 5000 ppm de Irganox 1010 como un antioxidante) en una relación de masas (A1/B1) de 65/35. Tras fundir los pellets mezclados en seco a una temperatura de 250°C, el producto fundido se extruyó por una matriz T y se solidificó mediante enrollado del producto en un tambor metálico con una temperatura de superficie mantenida a 92°C, produciendo de esta manera una lámina colada con un grosor de aproximadamente 125  $\mu\text{m}$ . La lámina colada se estiró a una temperatura de 140°C en la dirección de mecanizado en un factor de 5 y se enfrió inmediatamente hasta la temperatura ambiente. A continuación, la lámina se estiró con una máquina de estirado tipo 'tenter' a una temperatura de 165°C en la dirección transversal en un factor de 10, obteniendo de esta manera una película de polipropileno estirada biaxialmente muy delgada, con un grosor de 2.5  $\mu\text{m}$ . La Tabla 2 resume la cantidad de cada resina y los valores de propiedades físicas de la película obtenida.

#### Ejemplo 2

Se obtuvo una película de polipropileno estirada biaxialmente muy delgada, con un grosor de 2.5  $\mu\text{m}$ , de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto en que la relación de masas de resina A1 a resina B1 (A1/B1) se modificó a 75/25.

La Tabla 2 resume la cantidad de cada resina y los valores de las propiedades físicas de la película obtenida.

**Ejemplo 3**

5 Se obtuvo una película de polipropileno estirada biaxialmente muy delgada, con un grosor de 2.5 µm, de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto en que la relación de masas de resina A1 a resina B1 (A1/B1) se modificó a 85/15.

10 La Tabla 2 resume la cantidad de cada resina y los valores de las propiedades físicas de la película obtenida.

**Ejemplo 4**

15 Se obtuvo una película de polipropileno estirada biaxialmente muy delgada, con un grosor de 2.5 µm, de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto en que la relación de masas de resina A1 a resina B1 (A1/B1) se modificó a 50/50.

La Tabla 2 resume la cantidad de cada resina y los valores de las propiedades físicas de la película obtenida.

**Ejemplo 5**

20 Se obtuvo una película de polipropileno estirada biaxialmente muy delgada, con un grosor de 2.5 µm, de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto en que los pellets mezclados en seco obtenidos mediante el pesado y mezcla continuos de las resinas A1 y B1, y además se introdujo en el extrusor la resina C1 (se añadieron 5000 ppm de Irganox 1010 como un antioxidante) en una relación de masas (A1/B1/C1) de 64/34/2, y la temperatura de superficie del tambor de metal colado se modificó a 99°C.

La Tabla 2 resume la cantidad de cada resina y los valores de las propiedades físicas de la película obtenida.

**Ejemplo 6**

30 Se obtuvo una película de polipropileno estirada biaxialmente muy delgada, con un grosor de 2.5 µm, de la misma manera que en el Ejemplo 5, excepto en que se usó la resina A2 (se añadieron 5000 ppm de Irganox 1010 como un antioxidante) en lugar de la resina A1.

35 La Tabla 2 resume la cantidad de cada resina y los valores de las propiedades físicas de la película obtenida.

**Ejemplo comparativo 1**

40 Se obtuvo una película de polipropileno estirada biaxialmente muy delgada, con un grosor de 2.5 µm, de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto en que se utilizó la resina A1 sola y se modificó la temperatura de superficie del tambor de metal colado a 100°C.

45 La Tabla 2 resume la cantidad de la resina y los valores de las propiedades físicas de la película obtenida.

**Ejemplo comparativo 2**

50 Se obtuvo una película de polipropileno estirada biaxialmente muy delgada, con un grosor de 2.5 µm, de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto en que se utilizó la resina A'3 sola (se añadieron 5000 ppm de Irganox 1010 como un antioxidante) y se modificó la temperatura de superficie del tambor de metal colado a 92°C.

La Tabla 2 resume la cantidad de la resina y los valores de las propiedades físicas de la película obtenida.

**Ejemplo comparativo 3**

55 Se obtuvo una película de polipropileno estirada biaxialmente muy delgada, con un grosor de 2.5 µm, de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto en que se obtuvieron pellets mezclados en seco mediante el pesado y mezcla continuos de la resina A'3 y la resina A'4 (se añadieron 5000 ppm de Irganox 1010 como un antioxidante) en una relación de masas (A'3/A'4) de 80/20 y se modificó la temperatura superficial del tambor de metal colado a 95°C.

60 La Tabla 2 resume la cantidad de cada resina de materia prima y los valores de las propiedades físicas de la película obtenida.

65

**Ejemplo comparativo 4**

Se obtuvo una película de polipropileno estirada biaxialmente muy delgada, con un grosor de 2.5 µm, de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto en que la relación de masas de resina A1 a resina B1 (A1/B1) se modificó a 25/75.

La Tabla 2 resume la cantidad de cada resina y los valores de las propiedades físicas de la película obtenida.

Procedimientos para medir los valores característicos

Los procedimientos para medir valores característicos en los Ejemplos y Ejemplos comparativos se describen a continuación.

Medición del tamaño de cristalita

Se midió el tamaño de cristalita de cada película de polipropileno estirada biaxialmente utilizando un aparato de XRD (difracción de rayos X de ángulo amplio) de la manera siguiente.

Instrumento de medición: difractómetro de rayos X de sobremesa MiniFlex300 (producido por Rigaku Corporation)

Salida de generación de rayos X: 30 kV, 10 mA

Rayos X irradiados: rayos CuK $\alpha$  monocromatizada (longitud de onda: 1.5418 Å)

Detector: contador de centelleo

Escaneo de goniómetro: 2  $\theta/\theta$  escaneo continuo.

Se determinó la mitad de la anchura del pico de reflexión por difracción del plano (040) del cristal  $\alpha$  a partir de los datos obtenidos, utilizando un ordenador analítico y utilizando PDXL, software de difracción de polvos de rayos X integrado, originalmente incorporado en el aparato.

Se determinó el tamaño de cristalita a partir de la mitad de la anchura obtenida del pico de reflexión por difracción del plano (040) del cristal  $\alpha$  utilizando la ecuación de Scherrer siguiente (1). La constante K de factor de forma utilizada en la presente invención era igual a 0.94.

$$\text{Ecuación (1): } D = K \times \lambda / (\beta \times \cos\theta)$$

en la que D es el tamaño de cristalita (Å), K es la constante (factor de forma),  $\lambda$  es la longitud de onda (Å) de los rayos X utilizados,  $\beta$  es la mitad de la anchura determinada y  $\theta$  es el ángulo de Bragg de difracción.

Medición de la birrefringencia

El valor de la birrefringencia  $\Delta N_{yz}$  de cada película de polipropileno estirada biaxialmente se calculó a partir del retardo (diferencia de fases) medida mediante un procedimiento de gradiente, tal como se indica posteriormente.

Instrumento de medición: dispositivo de medición de retardo RE-100 (producido por Otsuka Electronics Co., Ltd.).

Fuente de luz: fuente de luz LED con una longitud de onda de 550 nm.

Procedimiento de medición: se midió la dependencia angular del valor de retardo mediante el procedimiento de gradiente siguiente. Se consideró que los ejes principales en la dirección dentro del plano de la película eran los ejes x e y, y la dirección del grosor (dirección normal respecto a la dirección dentro del plano) de la película se consideró que era el eje z. De los ejes de dirección dentro del plano, se consideró que el eje lento con un índice de refracción más alto era el eje x, y se determinó el valor de retardo en el caso de que el eje x, que sirvió de eje inclinado, se encontrase inclinado dentro del intervalo de 0° a 50° respecto al eje z.

Utilizando el valor de retardo obtenido, se calculó la birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ , en la dirección axial y con respecto a la dirección del grosor (dirección axial z) según el documento no de patente "Yutaka AWAYA, Guide for polarization microscope of high-molecular-weight material, páginas 105 a 120, 2001".

Por ejemplo, en un procedimiento de estirado secuencial, en el caso de que la relación de estirado en la dirección DT (dirección transversal) fuese superior a la relación de estirado en la dirección DM (dirección de mecanizado), la dirección DT sirvió de eje lento (eje x) y la dirección DM sirvió de eje y.

Medición del volumen total de protuberancias (superficie de rugosidad fina)

5 El volumen total de protuberancias de la película de polipropileno estirada biaxialmente se midió utilizando "VertScan2.0 (modelo: R5500GML)", producido por Ryoka Systems Inc., como perfilador de superficies sin contacto por interferometría lumínica en modo WAVE utilizando un filtro blanco 530 y una lente objetivo x20 en 10 partes seleccionadas aleatoriamente de la superficie de la película en un campo visual de 240  $\mu\text{m}$  x 180  $\mu\text{m}$ . Tras someter los datos obtenidos a procesamiento de cancelación de ruido con un filtro de mediana, se llevó a cabo un filtrado gaussiano con un valor de corte de 30  $\mu\text{m}$  para eliminar los componentes de ondulación. De esta manera, se llevó la superficie rugosa a un estado adecuado para mediciones apropiadas.

15 Se determinó el volumen total de protuberancias de la manera siguiente utilizando la función complemento "Bearing" del software de análisis "VS-Viewer" de "VertScan2.0". Más específicamente, se fijó el "umbral de altura de lado montaña" como altura predeterminada (es decir, 0.02  $\mu\text{m}$ ) y después se mostró un valor de "volumen de lado montaña" como volumen total de protuberancias por campo visual. Esta medición se llevó a cabo en 10 partes y se determinó el valor medio como volumen total de protuberancias por campo visual.

Grosor de película

20 Se midió el grosor de cada película de polipropileno estirada biaxialmente mediante un micrómetro (JIS-B7502) según la norma JIS-C2330.

Medición del contenido de antioxidante de películas de polipropileno estiradas biaxialmente

25 Se cortó cada una de las películas de polipropileno estiradas biaxialmente, se añadió un disolvente a las mismas y el antioxidante remanente en la película se extrajo mediante extracción ultrasónica.

30 El extracto obtenido se analizó utilizando cromatografía líquida de alta velocidad y un detector de UV y se midió la cantidad de antioxidante a base de fenol impedido que presentaba un grupo carbonilo (agente secundario). Se calculó el contenido de agente secundario basándose en la intensidad del pico cromatográfico utilizando la curva de calibración determinada anteriormente.

Medición de la rugosidad superficial

35 Se midió la rugosidad media en la línea central ( $R_a$ ) y  $R_z$  ( $R_{\text{max}}$  tal como se definió anteriormente, en JIS) de cada película de polipropileno estirada biaxialmente mediante un procedimiento de contacto utilizando un medidor de rugosidad superficial tridimensional Surfcom 1400D-3DF-12 (producido por Tokyo Seimitsu Co., Ltd.) según el procedimiento definido en JIS-B0601. Las mediciones se llevaron a cabo tres veces y se obtuvo su valor medio. Se midieron  $R_a$  y  $R_z$  mediante un procedimiento de contacto y se confirmó la fiabilidad de cada valor mediante un procedimiento sin contacto, cuando resulte necesario.

Producción de elementos de condensador

45 Se formó un patrón de deposición en margen T en cada película de polipropileno estirada biaxialmente mediante deposición de aluminio a una resistencia de deposición de 12  $\Omega/\square$ , obteniendo de esta manera una película metalizada. Después de que la película se transformó en ranuras con una anchura estrecha, se superpusieron dos películas metalizadas y se enrollaron 1360 veces a una tensión de enrollado de 200 g utilizando un aparato enrollador automático 3KAW-N2 (producido por Kaido Mfg. Co., Ltd.).

50 El elemento enrollado se sometió a tratamiento térmico a 120°C durante 4 horas mientras se presionaba y las superficies terminales del elemento se pulverizaron con metal cinc, obteniendo un condensador plano. La capacitancia del condensador producido era de 100  $\mu\text{F}$  ( $\pm 5 \mu\text{F}$ ).

Tensión disruptiva dieléctrica

55 La tensión disruptiva dieléctrica se midió según el procedimiento B (procedimiento de electrodo de placa) de JIS C2330 (2001) 7.4.11.2 utilizando una fuente de alimentación de corriente continua (cc) a 100°C. El valor medio de 32 valores medidos, obtenidos tras la exclusión de los 6 valores máximos y los 6 valores mínimos de 44 valores de tensión disruptiva dieléctrica media (kV) medidos, se utilizó como tensión disruptiva dieléctrica (kV).

Ensayo de resistencia a la tensión a corto plazo a alta temperatura (resistencia a la tensión inicial) de elemento de condensador

65 En primer lugar, el elemento se precalentó previamente a 105°C y después se evaluó la capacitancia inicial antes del ensayo, con un aparato LCR Hi-Tester 3522-50 (producido por Hioki E.E. Corp.). A continuación, se aplicó una tensión de corriente continua de 1150 V al elemento de condensador en una cámara de alta temperatura a

105°C durante 1 minuto. Se midió la capacitancia del elemento después de lo anterior, utilizando el aparato de ensayo LCR y se calculó el cambio de capacitancia antes y después de la aplicación de tensión. A continuación, se devolvió el elemento a la cámara de alta temperatura y se sometió a la segunda aplicación de tensión y se determinó el segundo cambio de capacitancia (acumulada). Se repitió esta operación cuatro veces. Se determinó el cuarto cambio de capacitancia y se utilizó el valor medio de tres elementos para la evaluación. Resulta preferible que el cuarto cambio de capacitancia sea de ±10% o menos.

Ensayo acelerado de vida de elemento de condensador (resistencia a la tensión a largo plazo)

El elemento se precalentó previamente a 110°C y después se evaluó la capacitancia inicial antes del ensayo con un aparato LCR Hi-Tester 3522-50 (producido por Hioki E.E. Corp.). A continuación, se aplicó continuamente una tensión de corriente continua de 800 V al elemento condensador en una cámara de alta temperatura a 110°C durante 100 horas. Se midió la capacitancia del elemento tras las 100 horas con el aparato de ensayo LCR y se calculó el cambio de capacitancia antes y después de la aplicación de tensión. Se evaluó el cambio de capacitancia tras 100 horas como el valor medio de tres elementos. Resulta preferible que el cambio de capacitancia tras 100 horas sea de ±10% o menos.

Evaluación integral como películas de condensador

Se evaluó exhaustivamente el éxito o fallo en la producción de elementos de condensador que utilizan películas con un grosor de 6 µm o menos, las cuales resultan necesarias para mejorar la capacitancia y la idoneidad de las películas como películas de condensador, tal como la resistencia a la tensión a una temperatura elevada y la durabilidad a largo plazo a alta temperatura, durante la utilización de las películas como elementos de condensador. Las películas mejoradas respecto a películas basadas en la técnica anterior se evaluaron como "A"; las películas equivalentes a las películas de la técnica anterior se evaluaron como "B" y las películas inferiores a las películas de la técnica anterior se evaluaron como "C".

Tabla 2

	Ejemplo						Ejemplo comparativo			
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
Resina A1	65	75	85	50	64		100			25
Resina A2						64				
Resina A'3								100	80	
Resina A'4									20	
Resina B1	35	25	15	50	34	34				75
Resina C1					2	2				
Tamaño de cristalita (Å)	115	118	118	114	118	116	132	125	123	124
Birrefringencia ( $\Delta N_{yz}/10^{-3}$ )	7.93	8.70	9.04	7.14	8.12	8.42	5.85	4.30	4.24	6.12
Volumen de protuberancias ( $\mu\text{m}^3/\text{campo visual}$ )	82	75	70	193	29	20	327	214	184	192
Grosor ( $\mu\text{m}$ )	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Rugosidad de superficie										
Ra ( $\mu\text{m}$ )	0.05	0.05	0.04	0.07	0.04	0.03	0.08	0.06	0.05	0.09
Rz ( $\mu\text{m}$ )	0.70	0.62	0.58	0.82	0.47	0.36	1.07	0.89	0.75	0.95
Contenido de antioxidante (ppm)	4200	4400	4300	4500	4700	4200	3500	3200	3600	3600
Tensión disruptiva dieléctrica de la película (kV)	1.35	1.32	1.30	1.33	1.40	1.37	1.20	1.10	0.95	1.17
Cambio de capacitancia de la resistencia a la tensión inicial (%)	-6	-4	-9	-15	-2	-2	<-50	<-50	<-50	<-50
Cambio de capacitancia de la resistencia a la tensión a largo plazo (%)	-10	-8	-9	-25	-4.5	-5	<-50	<-50	<-50	<-50
Evaluación integral	A	A	A	B	A	A	C	C	C	C

Tal como resulta claro a partir de los Ejemplos 1 a 6, las dos características, es decir, el tamaño de cristalita y la birrefringencia, de las películas de polipropileno estiradas biaxialmente de la presente invención, se encuentran dentro del intervalo prescrito. Además, el grosor de las películas es muy pequeño y la tensión disruptiva dieléctrica de las películas a una temperatura alta es elevada. Por lo tanto, los elementos de condensador producidos a partir de estas películas presentan una excelente resistencia a la tensión. De acuerdo con lo anterior, las películas de polipropileno estiradas biaxialmente de la presente invención resultan adecuadas como películas para condensadores.

Además, tal como resulta claro a partir de los Ejemplos 1 a 3, 5 y 6, las tres características, es decir, el tamaño de cristalita, la birrefringencia y el volumen de las protuberancias, de las películas de polipropileno estiradas biaxialmente de la presente invención se encuentran dentro de un intervalo prescrito. Además, el grosor de las películas es muy delgado y la tensión disruptiva dieléctrica de las películas a una temperatura alta es elevada.

5 Por lo tanto, los elementos de condensador producidos a partir de estas películas presentan una excelente resistencia inicial a la tensión y una resistencia a la tensión a largo plazo. De acuerdo con lo anterior, las películas de polipropileno estiradas biaxialmente de la presente invención resultan extremadamente adecuadas como películas para condensadores.

10 En particular, en el caso de que la resina de polipropileno contenga un polipropileno ramificado de cadena larga (resina de polipropileno C), la rugosidad superficial es menor. Por lo tanto, se mejoró la resistencia a la tensión a largo plazo (Ejemplos 5 y 6).

15 Sin embargo, en los Ejemplos comparativos 1 a 4, las dos características, es decir, el tamaño de cristalita y la birrefringencia, no se encontraban dentro de un intervalo prescrito y la resistencia a la tensión y la resistencia a la tensión a largo plazo eran inferiores.

#### Aplicabilidad industrial

20 Debido a que la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención presenta excelente resistencia inicial a la tensión y resistencia a la tensión a largo plazo (durabilidad a largo plazo) a una temperatura elevada, un condensador producido utilizando esta película puede presentar una vida más larga. Además, debido a que la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores de la presente invención puede hacerse más delgada, la película puede utilizarse preferentemente como un  
25 condensador que presenta un tamaño pequeño y una capacitancia elevada, para el que se requiere resistencia térmica.

## REIVINDICACIONES

1. Película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores, presentando la película de polipropileno un tamaño de cristalita de 122 Å o menos según se determina mediante la ecuación de Scherrer a partir de la mitad de la anchura del pico de reflexión del plano (040) del cristal  $\alpha$  medido mediante un procedimiento de difracción de rayos X de ángulo amplio,
- presentando la película de polipropileno un valor de birrefringencia,  $\Delta N_{yz}$ , con respecto a una dirección de grosor de  $7.0 \times 10^{-3}$  o más y de  $10.0 \times 10^{-3}$  o menos, según se mide por una medición de birrefringencia óptica,
- presentando la película de polipropileno unas protuberancias, y
- al llevar a cabo una medición de la forma de superficie en por lo menos una superficie de la película de polipropileno en un campo visual de  $240 \mu\text{m} \times 180 \mu\text{m}$  mediante la utilización de un perfilador de superficie sin contacto de interferometría lumínica, el volumen total de protuberancias que presentan una altura de  $0.02 \mu\text{m}$  o más es de  $10 \mu\text{m}^3$  o más y de  $120 \mu\text{m}^3$  o menos por cada campo visual.
2. Película de polipropileno según la reivindicación 1, en la que la resina de polipropileno contiene una resina de polipropileno A y la resina de polipropileno A presenta las características siguientes:
- un peso molecular medio en peso ( $M_w$ ) de 250,000 o más y de 450,000 o menos,
- una distribución de pesos moleculares ( $M_w/M_n$ ) de 7.0 o más y de 12.0 o menos,
- una relación de peso molecular medio Z/peso molecular medio en número ( $M_z/M_n$ ) de 20.0 o más y de 70.0 o menos,
- una diferencia, obtenida restando un valor de distribución diferencial cuando el logaritmo del peso molecular  $\text{Log}(M)=6.0$  a un valor de distribución diferencial cuando  $\text{Log}(M)=4.5$  en una curva de distribución de pesos moleculares, de 8.0% o más y de 18.0% o menos, y
- una fracción mesopéntada ([mmmm]) de 94.0% o más e inferior a 98.0%,
- en la que el peso molecular medio en peso ( $M_w$ ), el peso molecular medio en número ( $M_n$ ), el peso molecular medio Z y las distribuciones de pesos moleculares ( $M_w/M_n$  y  $M_z/M_n$ ) de la resina de polipropileno se miden mediante un aparato de cromatografía de permeación en gel (GPC), y
- en la que la fracción mesopéntada ([mmmm]) se obtiene mediante espectroscopía de resonancia magnética nuclear (NMR) de alta temperatura.
3. Película de polipropileno según la reivindicación 2, en la que la resina de polipropileno contiene además una resina de polipropileno B y la resina de polipropileno B presenta las características siguientes:
- un  $M_w$  de 300,000 o más y de 400,000 o menos,
- un  $M_w/M_n$  de 7.0 o más y de 9.0 o menos, y
- una diferencia, obtenida restando un valor de distribución diferencial cuando el logaritmo del peso molecular  $\text{Log}(M)=6.0$  a un valor de distribución diferencial cuando  $\text{Log}(M)=4.5$  en una curva de distribución de pesos moleculares, de 1.0% o más e inferior a 8.0%, y
- en la que la resina de polipropileno B está contenida en una cantidad de 10% en peso o más y de 45% en peso o menos sobre la base del 100% en peso de la resina de polipropileno entera,
- en la que el peso molecular medio en peso ( $M_w$ ), el peso molecular medio en número ( $M_n$ ) y las distribuciones de pesos moleculares ( $M_w/M_n$ ) de la resina de polipropileno se miden con un aparato de cromatografía de permeación en gel (GPC).
4. Película de polipropileno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la película de polipropileno contiene por lo menos un antioxidante a base de fenol impedido que presenta un grupo carbonilo, y el contenido del antioxidante en la película es de 4,000 ppm en masa o más y de 6,000 ppm en masa o menos sobre la base de 100 partes en peso de la resina de polipropileno.
5. Película de polipropileno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que por lo menos un lado de la película de polipropileno presenta una rugosidad de superficie tal que la rugosidad media de la línea central ( $R_a$ ) es de  $0,03 \mu\text{m}$  o más y de  $0,08 \mu\text{m}$  o menos, y la altura máxima ( $R_z$ ) es de  $0,3 \mu\text{m}$  o más y de  $0,8 \mu\text{m}$  o menos,

en la que Ra y Rz se refieren a valores medidos por un aparato de medida de rugosidad de superficie de tipo aguja.

5 6. Película de polipropileno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la película de polipropileno presenta un grosor de 1.0  $\mu\text{m}$  o más y de 6.0  $\mu\text{m}$  o menos.

10 7. Película de polipropileno metalizada para condensadores, que comprende la película de polipropileno estirada biaxialmente para condensadores según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que se deposita un metal sobre un lado o ambos lados de la película de polipropileno.

8. Condensador producido utilizando la película de polipropileno metalizada para condensadores según la reivindicación 7.