

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97123093

※申請日期：97年06月20日

※IPC分類：C08F 11/08 (2006.01)

C08J 5/18 (2006.01)

H01B 3/18 (2006.01)

H01B 17/56 (2006.01)

H01G 4/18 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 絕緣性薄膜
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 帝人股份有限公司
(英) TEIJIN LIMITED

代表人：(中) 1. 長島徹
(英) 1. NAGASHIMA, TORU

地址：(中) 日本國大阪府大阪市中央區南本町一丁目六番七號
(英) 6-7, Minamihommachi 1-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka
541-0054 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓名：(中) 升田重嘉
(英) MASUDA, SHIGEYOSHI

國籍：(中) 日本
(英) JAPAN

2. 姓名：(中) 中川大
(英) NAKAGAWA, DAI

國籍：(中) 日本
(英) JAPAN

3. 姓名：(中) 長谷川欣治
(英) HASEGAWA, KINJI

國籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97123093

※申請日期：97年06月20日

※IPC分類：C08F 11/08 (2006.01)

C08J 5/18 (2006.01)

H01B 3/18 (2006.01)

H01B 17/56 (2006.01)

H01G 4/18 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 絕緣性薄膜

(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 帝人股份有限公司
(英) TEIJIN LIMITED

代表人：(中) 1. 長島徹
(英) 1. NAGASHIMA, TORU

地址：(中) 日本國大阪府大阪市中央區南本町一丁目六番七號
(英) 6-7, Minamihommachi 1-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka
541-0054 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓名：(中) 升田重嘉
(英) MASUDA, SHIGEYOSHI

國籍：(中) 日本
(英) JAPAN

2. 姓名：(中) 中川大
(英) NAKAGAWA, DAI

國籍：(中) 日本
(英) JAPAN

3. 姓名：(中) 長谷川欣治
(英) HASEGAWA, KINJI

國籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2007/06/21 ; 2007-163566 有主張優先權
2. 日本 ; 2007/09/06 ; 2007-231687 有主張優先權
3. 日本 ; 2007/10/18 ; 2007-271356 有主張優先權
4. 日本 ; 2008/03/28 ; 2008-086358 有主張優先權

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明關於絕緣性薄膜。更詳細地，本發明關於電特性及耐熱性良好，尤其具有高絕緣破壞電壓的絕緣性薄膜。

【先前技術】

由間規（syndiotactic）聚苯乙烯所成的拉伸薄膜係耐熱性、耐藥品性、耐熱水性、介電特性、電絕緣性等優異，可期待對各式各樣的用途之適用。特別地，該拉伸薄膜由於介電特性優異，具有高的電絕緣性及耐熱性，故使用作為電容器的絕緣體。例如，於專利文獻 1～4 提倡使用間規聚苯乙烯的電容器用薄膜。

（專利文獻 1） 特開平 3-124750 號公報

（專利文獻 2） 特開平 6-80793 號公報

（專利文獻 3） 特開平 7-156263 號公報

（專利文獻 4） 特開平 8-283496 號公報

【發明內容】

然而，於近年的混合動力車所搭載的高性能電容器中，要求絕緣破壞電壓高、耐熱性優異的薄膜。又，為了提高電容器的靜電容量，將電容器小型化，必須將成為絕緣體的薄膜進一步薄膜化。但是，若薄膜化則拉伸時容易發生斷裂，而且薄膜的捲繞性等會降低，或薄膜的操作性會

降低，薄膜本身的生產性會降低。又，若薄膜的操作性降低，則電容器的生產效率亦降低。

因此，本發明之目的在於提供具有高的絕緣破壞電壓，耐熱性、操作性優異的絕緣性薄膜。

本發明人們為了解決上述問題，進行專心致力的檢討，結果發現含有間規聚苯乙烯與粒子的具有特定配向構造之二軸拉伸薄膜，係具有高的絕緣破壞電壓，耐熱性及操作性優異，而完成本發明。

即，本發明為二軸拉伸絕緣性薄膜，其係含有 (i) 間規構造的苯乙烯系聚合物及 (ii) 粒子，而厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。

本發明包含二軸拉伸絕緣性薄膜（以下亦稱為薄膜 (1)），其係含有 (i) 間規構造的苯乙烯系聚合物，及 (ii) 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下、粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀交聯高分子粒子 A1，而厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。

又，本發明包含二軸拉伸絕緣性薄膜（以下亦稱為薄膜 (2)），其係含有 (i) 間規構造的苯乙烯系聚合物、(ii-1) 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 $0.6\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的矽石粒子 A2，及 (ii-2) 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下的平均粒徑為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 B2，而厚度方向之折射率

為 1.6050 以上 1.6550 以下。

另外，本發明包含二軸拉伸絕緣性薄膜（以下亦稱為薄膜（3）），其係含有（i）間規構造的苯乙烯系聚合物，（ii）0.01 質量%以上 5.0 質量%以下的平均粒徑為 0.01 μm 以上 3.0 μm 以下的微粒子，及（iii）3 質量%以上 48 質量%以下的與苯乙烯系聚合物的介電常數差為 0.2 以上的樹脂 X，而厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。

還有，本發明包含二軸拉伸絕緣性薄膜（以下亦稱為薄膜（4）），其係含有（i）間規構造的苯乙烯系聚合物，（ii）0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 0.2 μm 以上 3.0 μm 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 A4，及（iii）0.1 質量%以上 8 質量%以下的抗氧化劑，而厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。

【實施方式】

實施發明的最佳形態

[共通事項]

於如以上的本發明中，有薄膜（1）～（4）的態樣，首先說明此等中的共通事項。

（苯乙烯系聚合物）

本發明中的苯乙烯系聚合物係間規構造的苯乙烯系聚

合物。即，對於由碳-碳鍵所形成的主鏈，具有側鏈的苯基或取代苯基交互地位於相反方向的立體構造者。一般地，立構規整度（*tacticity*）係藉由同位素碳的核磁共振法（ ^{13}C -NMR 法）來定量，可由連續複數個構成單位的存在比例，例如 2 個時由二單元組、3 個時由三單元組、5 個時由五單元組等來表示。間規構造的苯乙烯系聚合物係具有消旋二單元組（*r*）為 75% 以上，較佳為 85% 以上，或消旋五單元組（*rrrr*）為 30% 以上，較佳為 50% 以上的間規度。苯乙烯系聚合物係指聚苯乙烯、聚（烷基苯乙烯）、聚（鹵化苯乙烯）、聚（烷氧基苯乙烯）、聚（鹵化烷基苯乙烯）、聚（乙烯基苯甲酸酯）、聚（乙烯基萘）、聚（萘烯）、或此等的芳香族環之一部分被氫化的聚合物或此等的混合物、或含此等構造單位的共聚物。

作為此處的聚（烷基苯乙烯），可舉出聚（甲基苯乙烯）、聚（乙基苯乙烯）、聚（丙基苯乙烯）、聚（丁基苯乙烯）、聚（苯基苯乙烯）等。作為聚（鹵化苯乙烯），可舉出聚（氯苯乙烯）、聚（溴苯乙烯）、聚（氟苯乙烯）等。又，作為聚（烷氧基苯乙烯），可舉出聚（甲氧基苯乙烯）、聚（乙氧基苯乙烯）等。於此等之中，作為特佳的苯乙烯系聚合物，可舉出聚苯乙烯、聚（對甲基苯乙烯）、聚（間甲基苯乙烯）、聚（對第三丁基苯乙烯）、聚（對氯苯乙烯）、聚（間氯苯乙烯）、聚（對氟苯乙烯）、及苯乙烯與對甲基苯乙烯的共聚物。

再者，本發明中的苯乙烯系聚合物係可作為含有共聚

合成分的共聚物來使用。於該情況下，作為較佳的共聚單體，除了如上述的苯乙烯系聚合物之單體，還可舉出乙烯、丙烯、丁烯、己烯、辛烯等的烯烴單體、丁二烯、異戊二烯等的二烯單體、環狀二烯單體或甲基丙烯酸甲酯、馬來酸酐、丙烯腈等的極性乙烯基單體。

苯乙烯系聚合物的重量平均分子量較佳為 1.0×10^4 以上 3.0×10^6 以下，更佳為 5.0×10^4 以上 1.5×10^6 以下，特佳為 1.1×10^5 以上 8.0×10^5 以下。藉由使重量平均分子量成為 1.0×10^4 以上，可得到強伸度特性優異，耐熱性更提高的薄膜。又，若重量平均分子量為 3.0×10^6 以下，則拉伸張力變成在合適的範圍，製膜時等不易發生斷裂等。

如此的間規構造之苯乙烯系聚合物的製造方法，例如在特開昭 62-187708 號公報中有揭示。即，於惰性烴溶劑中或溶劑的不存在下，以鈦化合物及水和有機鋁化合物，尤其與三烷基鋁的縮合生成物當作觸媒，聚合苯乙烯系單體（對應於上述苯乙烯系聚合物的單體）聚合，可製造得。又，聚（鹵化烷基苯乙烯）在特開平 1-146912 號公報中有揭示，氫化聚合物在特開平 1-178505 號公報中有揭示。

於本發明的間規構造之苯乙烯系聚合物中，視需要可適量摻合眾所周知的抗靜電劑等的添加劑。此等的摻含量，對於 100 質量份的苯乙烯系聚合物而言，較佳為 10 質量份以下。若超過 10 質量份，則拉伸時容易發生斷裂，生產安定性變不良，故不宜。如此的間規構造之苯乙烯系

聚合物，與以往的無規構造之苯乙烯系聚合物相比，係耐熱性特別優異。

(粒子)

本發明的薄膜係含有粒子。粒子的平均粒徑較佳為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下。粒子的平均粒徑若在該範圍，則可邊維持良好的電特性，邊使捲繞性及加工性等的操作性成為良好。粒子的平均粒徑若過小，則操作性有變差的傾向。另一方面，若過大，則由於薄膜中的空隙大小會增大，故電特性有變差的傾向。

本發明的薄膜係於 100 質量%的薄膜中，含有 0.01 質量%以上 5.0 質量%以下的粒子。由於粒子的含量在該範圍，可良好地保持薄膜的絕緣破壞電壓，使捲繞性及加工性成為良好。

粒子可為有機系粒子，也可為無機系粒子。作為有機系粒子，較佳為高分子樹脂粒子，例如可舉出交聯聚苯乙烯樹脂粒子、交聯聚矽氧樹脂粒子、交聯丙烯酸樹脂粒子、交聯苯乙烯-丙烯酸樹脂粒子、交聯二乙烯基苯-丙烯酸樹脂粒子、交聯聚酯樹脂粒子、聚醯亞胺樹脂粒子、蜜胺樹脂粒子等。於此等之中，從滑性及耐削性優異的觀點來看，特佳為聚矽氧樹脂粒子、交聯聚苯乙烯樹脂粒子。

又，作為無機系粒子，可舉出 (1) 二氧化矽 (包含水合物、矽砂、石英等) ; (2) 各種結晶形態的氧化鋁 ; (3) 含有 30 質量%以上的 SiO_2 成分之矽酸鹽 (例如非

晶質或結晶質的黏土礦物、鋁矽酸鹽（包含煨燒物或水合物）、溫石綿、鉛石、飛灰等）；（4）Mg、Zn、Zr及Ti的氧化物；（5）Ca及Ba的硫酸鹽；（6）Li、Ba及Ca的磷酸鹽（包含1酸式鹽或2酸式鹽）；（7）Li、Na及K的苯甲酸鹽；（8）Ca、Ba、Zn及Mn的對苯二甲酸鹽；（9）Mg、Ca、Ba、Zn、Cd、Pb、Sr、Mn、Fe、Co及Ni的鈦酸鹽；（10）Ba及Pb的鉻酸鹽；（11）碳（例如碳黑、石墨等）；（12）玻璃（例如玻璃粉、玻璃珠等）；（13）Ca及Mg的碳酸鹽；（14）螢石；（15）尖晶石型氧化物等。其中，從滑性及耐削性優異的觀點來看，較佳為碳酸鈣粒子、矽石粒子，特佳為矽石粒子。

於本發明中，亦可為含有1種類的粒子之態樣，但從不降低絕緣破壞電壓而可提高操作性的改良效果之觀點來看，較佳為含有2種類以上的粒子之態樣。於如此的情況下，可為含有組成不同的2種類以上之粒子的態樣、含有平均粒徑不同的2種類以上之粒子的態樣、含有形狀不同的2種類以上之粒子的態樣、或此等的組合態樣，但特佳為至少含有平均粒徑不同的2種類以上之粒子的態樣。

（厚度方向的折射率）

本發明的薄膜之厚度方向的折射率為1.6050以上1.6550以下。藉由使厚度方向的折射率在上述範圍，可提高絕緣破壞電壓。又，於薄膜製程中薄膜斷裂的頻率降低，可提高生產性。於厚度方向的折射率過高時，薄膜製程

中薄膜斷裂的頻率有增加的傾向，薄膜的生產性降低。另一方面若過低，絕緣破壞電壓有變低的傾向，電特性變差。又，於電容器的製程中薄膜斷裂的頻率增加，電容器的生產性降低。再者，薄膜的厚度不均具有變差的傾向，難以得到品質安定的電容器。

要使厚度方向的折射率在上述範圍，可採用如後述的製造方法來達成。即，本發明中的較佳厚度方向之折射率，係可藉由使薄膜的拉伸倍率在特定的範圍，且於拉伸步驟中，在一軸方向的拉伸後所接著實施的與一軸方向成垂直的方向之拉伸中，將拉伸的溫度分成數個階段，在第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立特定的溫度差而達成。

（其它添加劑）

爲了改良成形性、力學物性、表面性等，本發明的薄膜亦可含有其它樹脂成分。

作爲可含有的其它樹脂成分，例如可舉出無規（*atactic*）構造的苯乙烯系聚合物、等規（*isotactic*）構造的苯乙烯系聚合物、聚苯醚、苯乙烯-馬來酸酐共聚物等。此等係容易與間規構造的苯乙烯系聚合物相溶，於製作拉伸用預備成形體時有效於控制結晶化。因此，可提高其後的拉伸性，拉伸條件的控制容易，且可得到力學物性優異的薄膜，故較宜。其中，於含有無規構造及/或等規構造的苯乙烯系聚合物時，較佳爲由與間規構造的苯乙烯系聚合物同樣的單體所成者。又，此等相溶性樹脂成分的含

有比例，對於 100 質量份的間規構造之苯乙烯系聚合物而言，較佳為 40 質量份以下，更佳為 20 質量份以下，特佳為 10 質量份以下。相溶性樹脂成分的含有比例若超過 40 質量份，則間規構造的苯乙烯系聚合物的長處，即耐熱性的提高效果會變低。

又，於其它樹脂成分之中，作為與間規構造的苯乙烯系聚合物不相溶的樹脂，例如可舉出聚乙烯、聚丙烯、聚丁烯、聚戊烯等的聚烯烴。而且，可舉出聚對苯二甲酸乙二酯、聚對苯二甲酸丁二酯、聚萘二甲酸乙二酯等的聚酯。還有，可舉出耐隆 6 或耐隆 6,6 等的聚醯胺。可舉出聚苯硫醚等的聚硫醚、聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚砜、聚醚醚酮、聚醚砜、聚醯亞胺、鐵氟龍（註冊商標）等的鹵乙炔系聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯等的丙烯酸系聚合物、聚乙烯醇等、前述相溶性樹脂以外的樹脂。再者，可舉出含有前述相溶性樹脂的交聯樹脂。此等樹脂由於與間規構造的苯乙烯系聚合物不相溶，少量含有時可以島狀分散在間規構造的苯乙烯系聚合物中，拉伸後可給予適當的光澤，有效於改良表面的滑性。非相溶性樹脂成分的含有比例，對於 100 質量份的間規構造的苯乙烯系聚合物而言，較佳為 30 質量份以下，更佳為 20 質量份以下，特佳為 10 質量份以下。又，於作為製品使用的溫度高時，較佳為含有比較耐熱性的非相溶性樹脂成分。

再者，於本發明的薄膜中，在不妨礙其物性的範圍內，可添加抗靜電劑、著色劑、耐候劑等的添加劑。

本發明的絕緣性薄膜之較佳態樣的薄膜（1）～（4），除了具有以上的共通事項，亦分別具有以下的特徵。

[態樣 1]

本發明的態樣 1 之薄膜（1）係含有：

（i）間規構造的苯乙烯系聚合物，及

（ii）0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 0.5 μm 以上 3.0 μm 以下、粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀交聯高分子粒子 A1，而

厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。

薄膜（1）較佳為更含有（ii）0.05 質量%以上 2.0 質量%以下的平均粒徑為 0.01 μm 以上 2.6 μm 以下、平均粒徑比球狀交聯高分子粒子 A1 的平均粒徑小 0.4 μm 以上的惰性微粒子 B1。球狀交聯高分子粒子 A1 較佳為經矽烷偶合劑所表面處理。球狀交聯高分子粒子 A1 較佳為聚矽氧樹脂粒子。惰性微粒子 B1 較佳為粒徑比係 1.0 以上 1.3 以下的球狀矽石粒子。薄膜的厚度較佳為 0.4 μm 以上小於 6.5 μm 。本發明包含使用薄膜（1）的電容器。

（苯乙烯系聚合物）

薄膜（1）中的苯乙烯系聚合物係如共通事項的項目下所說明。

（球狀交聯高分子粒子 A1）

本發明的薄膜（1）含有 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下、粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀交聯高分子粒子 A1。

球狀交聯高分子粒子 A1 的平均粒徑為 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下，較佳為 $0.6\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $0.8\mu\text{m}$ 以上 $1.6\mu\text{m}$ 以下。平均粒徑若小於 $0.5\mu\text{m}$ ，則滑性或捲繞性差。另一方面，若超過 $3.0\mu\text{m}$ ，則絕緣破壞電壓變低。尤其在電容器用途中，由於發生空間因素（space factor）的增大或絕緣缺陷的增加而不宜。

球狀交聯高分子粒子 A1 較佳為粒徑分布尖銳者，具體地，表示分布的陡峭度之相對標準偏差較佳為 0.5 以下。若相對標準偏差變小，粒徑分布變陡峭，則薄膜表面的大突起之高度變均勻。藉此，捲繞性變成更良好，而且粗大粒子或粗大突起變少，缺陷減少，可更提高絕緣破壞電壓。根據如此的觀點，表示球狀交聯高分子粒子 A1 的粒徑分布之相對標準偏差，較佳為 0.4 以下，更佳為 0.3 以下，特佳為 0.2 以下。

又，球狀交聯高分子粒子 A1 的形狀係實質上球狀或真球狀。若為球狀或真球狀，則可有效地賦予滑性。具體地，表示粒子的球狀程度之粒徑比必須為 1.0 以上 1.3 以下。粒徑比較佳為 1.0 以上 1.2 以下，更佳為 1.0 以上 1.1 以下。若粒徑比變大，因為粒子不是變球狀的方向，故在粒子的周圍容易形成空隙，容易發生絕緣缺陷，絕緣破壞電壓變低，故不宜。

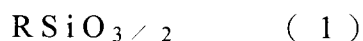
球狀交聯高分子粒子 A1 的表觀楊氏模數較佳為 10kg/mm^2 以上 100kg/mm^2 以下，更佳為 10kg/mm^2 以上 50kg/mm^2 以下。表觀楊氏模數若為 10kg/mm^2 以上，則薄膜拉伸時粒子容易變形，為了保持其形狀，可更提高滑性或捲繞性。又，表觀楊氏模數若為 100kg/mm^2 以下，則粒子變成不易從薄膜脫落，可更提高絕緣破壞電壓。

薄膜 (1) 的球狀交聯高分子粒子 A1 之含量為 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下，較佳為 0.11 質量%以上 1.5 質量%以下，更佳為 0.26 質量%以上 0.9 質量%以下。含量若低於 0.01 質量%，則捲繞性變差。另一方面，含量若超過 1.5 質量%，則薄膜表面變粗，耐削性變差，絕緣破壞電壓變低。尤其在作為電容器，由於發生空間因素的增大或絕緣破壞電壓的降低而不宜。

作為球狀交聯高分子粒子 A1，可舉出交聯聚丙烯酸樹脂粒子、交聯聚苯乙烯樹脂粒子、交聯丙烯酸-苯乙烯共聚物樹脂粒子、聚矽氧樹脂粒子等。

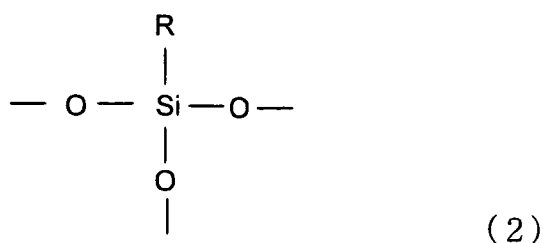
(聚矽氧樹脂粒子)

其中，最佳為聚矽氧樹脂粒子。聚矽氧樹脂粒子係由下述式 (1) 所示的單位為 80 質量%以上的聚矽氧樹脂所成的粒子，



此處，R 係由碳數 1 以上 6 以下的烷基及苯基所選出的至少一種。

上述單位係意味下述構造式 (2)。



此處，R 係與前述相同，為由碳數 1 以上 6 以下的烷基及苯基所選出的至少一種。

前述式 (1) 或構造式 (2) 中的 R 係由碳數 1 以上 6 以下的烷基及苯基所選出的至少一種。作為烷基，例如可舉出甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基等。此等亦可為二種以上。於 R 為複數種時，例如於 R 為甲基及乙基時，可使用甲基三甲氧基矽烷與乙基三甲氧基矽烷的混合物當作起始原料等來製造。不過，若考慮製造成本或合成方法的容易性等，特佳為 R 係甲基的聚矽氧樹脂（聚甲基矽倍半氧烷）粒子。

如此的聚矽氧樹脂粒子，係可依照習知的製造方法，例如將有機三烷氧基矽烷水解、縮合的方法（例如特公昭 40-14917 號公報或特公平 2-22767 號公報等）或以甲基三氯矽烷當作起始原料的聚甲基矽倍半氧烷粒子之製造方法（例如比利時發明專利 572412 號）等來製造。

聚矽氧樹脂粒子較佳係在界面活性劑的存在下聚合。藉由使用由此方法所得之聚矽氧樹脂粒子，可得到粗大突

起少的高絕緣性薄膜。作為界面活性劑，例如可舉出聚氧乙炔烷基醚、聚氧乙炔烷基苯基醚、聚氧乙炔山梨糖醇酐烷基酯、烷基苯磺酸鹽等。其中，較佳為使用聚氧乙炔烷基醚、聚氧乙炔烷基苯基醚、烷基苯磺酸鹽。作為聚氧乙炔烷基醚，可舉出聚氧乙炔月桂基醚。作為聚氧乙炔烷基苯基醚，可舉出壬基酚的環氧乙炔加成物。作為烷基苯磺酸鹽，可舉出十二基苯磺酸鈉。

(表面處理)

球狀交聯高分子粒子 A1 若經矽烷偶合劑所表面處理而使用，則可更提高絕緣破壞電壓。作為表面處理所用的矽烷偶合劑，可舉出具有不飽和鍵的乙炔基三乙氧基矽烷、乙炔基三氯矽烷、乙炔基三(β-甲氧基乙氧基)矽烷等。可舉出胺基系矽烷的 N-(β-胺基乙基)-γ-胺基丙基甲基二甲氧基矽烷、N-(β-胺基乙基)-γ-胺基丙基三甲氧基矽烷、γ-胺基丙基三甲氧基矽烷、γ-胺基丙基三乙氧基矽烷、N-苯基-γ-胺基丙基三甲氧基矽烷等。又，可舉出環氧系矽烷的 β-(3,4-環氧基環己基)乙基三甲氧基矽烷、γ-縮水甘油氧基丙基三甲氧基矽烷、γ-縮水甘油氧基丙基甲基二甲氧基矽烷、γ-縮水甘油氧基丙基三乙氧基矽烷等。又，可舉出甲基丙烯酸酯系矽烷的 γ-甲基丙烯醯氧基丙基甲基二甲氧基矽烷、γ-甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、γ-甲基丙烯醯氧基丙基甲基二甲氧基矽烷、γ-甲基丙烯醯氧基丙基三乙氧基矽烷等。再者，γ-巯基丙基三甲氧基

矽烷、 γ -氯丙基三甲氧基矽烷等。於此等之中，從操作容易性、添加時的不易帶色等的觀點來看，較佳為由環氧系矽烷所成的矽烷偶合劑。

矽烷偶合劑的表面處理較佳係藉由以下的方法來進行。首先，合成後立即將球狀交聯高分子粒子 A1 的漿體（水漿體或有機溶劑漿體）過濾，或藉由離心分離機等來處理，以將球狀交聯高分子粒子 A1 分離。然後，可於乾燥前或乾燥後，以分散矽烷偶合劑的水或有機溶劑進行再度漿體化，加熱處理。然後，再度將粒子分離，接著將分離的粒子乾燥，依照矽烷偶合劑的種類再施予熱處理而進行。

於本發明中，藉由使用經矽烷偶合劑所表面處理的球狀交聯高分子粒子 A1，尤其使用經矽烷偶合劑所表面處理的聚矽氧樹脂粒子，而更提高絕緣破壞電壓的機構雖然尚未清楚，但推測一個機構為由於矽烷偶合劑吸附於粒子，而提高間規聚苯乙烯與粒子的親和性，抑制拉伸時空隙的發生，而提高絕緣破壞電壓的機構等。

（惰性微粒子 B1）

本發明的薄膜（1）除了含有球狀交聯高分子粒子 A1，較佳為更含有惰性微粒子 B1。藉由含有惰性微粒子 B1，可保持滑性而更提高絕緣破壞電壓。

惰性微粒子 B1 的平均粒徑較佳為比球狀交聯高分子粒子 A1 的平均粒徑還小。惰性微粒子 B1 的平均粒徑與球

狀交聯高分子粒子 A1 的平均粒徑之差較佳為 $0.4\mu\text{m}$ 以上，更佳為 $0.5\mu\text{m}$ 以上，特佳為 $0.7\mu\text{m}$ 以上。藉由使平均粒徑的差成為 $0.4\mu\text{m}$ 以上，可更有效率地提高滑性或捲繞性。再者，可使耐削性成為良好。

惰性微粒子 B1 的平均粒徑較佳為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $2.6\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $0.8\mu\text{m}$ 以下，特佳為 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $0.6\mu\text{m}$ 以下。平均粒徑若小於 $0.01\mu\text{m}$ ，則滑性或捲繞性的提高效果變小。又，藉由使平均粒徑成為 $2.6\mu\text{m}$ 以下，可使耐削性成為良好。

又，從與前述球狀交聯高分子粒子 A1 同樣的觀點來看，惰性微粒子 B1 的粒徑分布較佳為尖銳。表示分布的陡峭度之相對標準偏差較佳為 0.5 以下，尤佳為 0.4 以下，更佳為 0.3 以下，特佳為 0.2 以下。

再者，惰性微粒子 B1 的形狀較佳為實質上球狀或真球狀。具體地，表示粒子的球狀程度之粒徑比較佳為 1.0 以上 1.3 以下，更佳為 1.0 以上 1.2 以下，特佳為 1.0 以上 1.1 以下。藉由使形狀更為球狀，可抑制絕緣缺陷，可更提高絕緣破壞電壓。

惰性微粒子 B1 的含量較佳為 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下。含量若變少則滑性變差。因此，若低於 0.05 質量%，則滑性的提向上效果會降低。另一方面，藉由使含量成為 2.0 質量%以下，可更提高絕緣破壞電壓。根據如此的觀點，惰性微粒子 B1 的含量更佳為 0.1 質量%以上 0.6 質量%以下，特佳為 0.2 質量%以上 0.4 質量%以下。

惰性微粒子 B1 的種類係可使用與球狀交聯高分子粒子 A1 同種類者，但從可賦予與球狀交聯高分子粒子 A1 不同的機能之觀點來看，較佳為與球狀交聯高分子粒子 A1 不同種類的粒子。例如可舉出（1）二氧化矽（包含水合物、矽砂、石英等）；（2）各種結晶形態的氧化鋁；（3）含有 30 質量%以上的 SiO_2 成分之矽酸鹽（例如非晶質或結晶質的黏土礦物、鋁矽酸鹽（包含煨燒物或水合物）、溫石綿、鋯石、飛灰等）；（4）Mg、Zn、Zr 及 Ti 的氧化物；（5）Ca 及 Ba 的硫酸鹽；（6）Li、Ba 及 Ca 的磷酸鹽（包含 1 酸式鹽或 2 酸式鹽）；（7）Li、Na 及 K 的苯甲酸鹽；（8）Ca、Ba、Zn 及 Mn 的對苯二甲酸鹽；（9）Mg、Ca、Ba、Zn、Cd、Pb、Sr、Mn、Fe、Co 及 Ni 的鈦酸鹽；（10）Ba 及 Pb 的鉻酸鹽；（11）碳（例如碳黑、石墨等）；（12）玻璃（例如玻璃粉、玻璃珠等）；（13）Ca 及 Mg 的碳酸鹽；（14）螢石；（15）尖晶石型氧化物等。從得到良好的滑性、耐削性之觀點來看，較佳為碳酸鈣粒子、球狀矽石粒子，特佳為球狀矽石粒子。

各種粒子只要最後含於薄膜（1）中即可，使含有的方法係沒有限定。例如，可舉出於苯乙烯系單體的聚合中之任意過程中添加或使析出的方法，於熔融擠出的任意過程中添加的方法。又，為了有效地分散此等粒子，可使用分散劑、界面活性劑等。

（其它添加劑）

薄膜（1）中所可含有的其它添加劑係如共通事項的項目下所說明。

（厚度方向的折射率）

本發明的薄膜（1）之厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。厚度方向的折射率較佳為 1.6100 以上 1.6450 以下，更佳為 1.6150 以上 1.6350 以下，特佳為 1.6200 以上 1.6250 以下。厚度方向的折射率若低於 1.6050，則絕緣破壞電壓變低。又，於電容器的製程中薄膜變容易斷裂。而且，薄膜的厚度不均變差，無法得到品質安定的電容器。另一方面，於製造厚度方向的折射率超過 1.6550 的薄膜時，在薄膜的製程中常發生薄膜斷裂，非常難以得到薄膜。

要使厚度方向的折射率在上述範圍，必須後述的特別製造方法。即，本發明中的厚度方向之折射率，係在一軸方向的拉伸後所接著實施的與該一軸方向成垂直的方向之拉伸中，將拉伸的溫度分成數個階段，藉由在第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立後述的溫度差而達成。

（薄膜厚度）

薄膜（1）的厚度較佳為 $0.4\mu\text{m}$ 以上小於 $6.5\mu\text{m}$ ，尤佳為 $0.5\mu\text{m}$ 以上小於 $5.5\mu\text{m}$ ，更佳為 $0.6\mu\text{m}$ 以上小於 $4.5\mu\text{m}$ ，特佳為 $1.0\mu\text{m}$ 以上小於 $3.5\mu\text{m}$ 。薄膜厚度若小於 $0.4\mu\text{m}$ ，則薄膜容易發生斷裂，操作性有變差的傾向。另

一方面，若為 $6.5\mu\text{m}$ 以上，則在成為電容器時，由於電極間距離變長，靜電容量有變低的傾向。

於作為電容器的絕緣體所用的薄膜時，一般地薄膜厚度愈薄則電容器的靜電容量愈高而較宜。然而，若將薄膜厚度繼續減薄，則在薄膜內容易導入皺紋，或薄膜變容易斷裂，而操作性降低。又，若將薄膜厚度繼續減薄，則所添加的粒子變成容易脫落。又，由於薄膜厚度變薄，而發生絕緣破壞電壓的絕對值變低等的問題。因此，必須使彼等成為平衡。本發明係以即使將薄膜厚度減薄也沒有發生上述問題的方式，藉由後述的特別製造方法，而得到具有特定粒子與配向構造的新穎構成之高絕緣性薄膜。

(中心線平均表面粗糙度：Ra)

薄膜(1)的中心線平均表面粗糙度(Ra)較佳為 11nm 以上 89nm 以下。中心線平均表面粗糙度(Ra)若為 11nm 以上，則滑性變更良好，作業性更提高。再者，於捲繞成輓狀時可抑制黏連，容易得到捲繞形狀良好的捲筒。又，若中心線平均表面粗糙度(Ra)為 89nm 以下，則容易發生捲繞偏移、端面偏移。根據如此的觀點，中心線平均表面粗糙度(Ra)的下限較佳為 21nm 以上，更佳為 31nm 以上。又，中心線平均表面粗糙度(Ra)的上限較佳為 79nm 以下，更佳為 69nm 以下，特佳為 59nm 以下。

(10點平均粗糙度：Rz)

薄膜（1）的 10 點平均粗糙度（Rz）較佳為 900nm 以上 3,000nm 以下。10 點平均粗糙度（Rz）若為 900nm 以上，則捲繞成捲筒時，可抑制薄膜的橫滑，捲繞性變良好。又，藉由使 10 點平均粗糙度（Rz）成為 3,000nm 以下，則可更提高絕緣破壞電壓。根據如此的觀點，10 點平均粗糙度（Rz）的下限較佳為 950nm，更佳為 1,050nm，特佳為 1,250nm，而且 10 點平均粗糙度（Rz）的上限較佳為 2,600nm，更佳為 2,250nm，特佳為 1,950nm。特別地，於薄膜厚度為薄時，與厚的情況相比，由於薄膜沒有韌性，捲繞性有更差的傾向。因此，使 10 點平均粗糙度（Rz）在上述範圍內係特別有效。

（薄膜（1）的製造方法）

薄膜（1）除了一部分的特別製造條件，基本上係可藉由習知或熟習該項技術者所儲備的方法來製造。以下詳細記載明薄膜（1）的製造方法。

首先，將主要由間規構造的苯乙炔系聚合物所成的樹脂組成物加熱熔融，製作未拉伸片。具體地，在熔點（ T_m ，單位 $^{\circ}C$ ）以上（ $T_m+70^{\circ}C$ ）以下的溫度加熱熔融，擠出成片狀，冷卻固化而得到未拉伸片。

其次，將此未拉伸片在二軸方向拉伸。拉伸係可在縱向（機械軸方向）、橫向（與機械軸方向成垂直的方向）同時拉伸，也可依任意的順序進行逐次拉伸。例如於逐次拉伸的情況中，首先於一軸方向在（玻璃轉移點溫度（

T_g ，單位 $^{\circ}\text{C}$) -10°C) 以上 ($T_g+70^{\circ}\text{C}$) 以下的溫度，較佳以 2.3 倍以上 6.0 倍以下，更佳以 2.5 倍以上 5.0 倍以下，特佳以 2.8 倍以上 4.6 倍以下的倍率進行拉伸。接著，在與該一軸方向成垂直的方向，於 T_g 以上 ($T_g+80^{\circ}\text{C}$) 以下的溫度，較佳以 2.5 倍以上 7.0 倍以下，更佳以 2.7 倍以上 5.0 倍以下，特佳以 2.9 倍以上 4.7 倍以下的倍率進行拉伸。

再者，於與上述一軸方向成垂直的方向進行拉伸時，或許由於前階段的拉伸而進行結晶化，故拉伸變困難，製膜中變成容易發生斷裂。特別地，於製造薄膜厚度為薄的薄膜時，且尤其在拉伸倍率超過 3.2 倍的範圍中，容易發生斷裂。檢討此之對策，結果弄清楚不使拉伸的溫度成為固定，而分成數個階段，在該第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立溫度差係有效。溫度差較佳為最後階段的溫度係比第 1 階段的溫度高 4°C 以上，尤佳為高 7°C 以上，更佳為高 11°C 以上，特佳為高 21°C 以上。又，溫度差過大者係不宜，因為拉伸性亦變低，拉伸後的薄膜厚度不均會變差等，溫度差的上限較佳為 49°C 以下，更佳為 39°C 以下，特佳為 29°C 以下。藉由使第 1 階段與最後階段的溫度差在上述範圍內，則於薄膜厚度為薄的薄膜之製膜中，可達成以往困難的高拉伸倍率。藉此，可得到厚度不均少的良好薄膜，且可達成本發明中的厚度方向之折射率。再者，由於即使將薄膜厚度減薄也不易發生斷裂，故可達成本發明中的較佳薄膜厚度。

於與一軸方向成垂直的方向實施拉伸的步驟中，爲了在第 1 階段與最後階段建立溫度差，可在 1 個拉伸區中之區域的入口（第 1 階段）與出口（最後階段）建立溫度差，也可設置溫度不同的 2 個以上連續的拉伸區，在最初的拉伸區（第 1 階段）與最後的拉伸區（最後階段）建立溫度差。此處的區係表示拉幅機等中閘門所劃分的 1 個區域。於任一情況中，在第 1 階段與最後階段之間可進一步分割，較佳爲從第 1 階段向最後階段，使溫度傾斜地上升，特佳爲使直線地上升。例如，於溫度不同的 2 個以上連續的拉伸區時，在最初的拉伸區與最後的拉伸區之間，較佳爲更設置 1 個以上的拉伸區，更佳爲設置 1 個以上 10 個以下的拉伸區。拉伸區的合計若爲 13 個以上，則在設備成本的方面係不利。拉伸係可例如在寬度方向中拉伸薄膜時，以離開最後階段後立即的薄膜寬度除以進入第 1 階段之前立即的薄膜寬度之值成爲目標的拉伸倍率而進行，較佳爲傾斜地增加薄膜寬度，特佳爲使直線地增加。於在縱向和橫向同時拉伸時，亦同樣地將拉伸的溫度分成數個階段，在該第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立溫度差。

接著，薄膜（1）係在（ $T_g+70^\circ\text{C}$ ） $\sim T_m$ 的溫度被熱定型。熱定型的溫度較佳爲 200°C 以上 260°C 以下，更佳爲 220°C 以上 250°C 以下，特佳爲 230°C 以上 240°C 以下。熱定型溫度若過高，則尤其在製造薄膜厚度爲薄的薄膜時，容易發生斷裂，厚度不均變差。於熱定型之後，較佳爲按照需要在比熱定型溫度低 $20^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$ 的溫度下進要鬆弛處理

，因為尺寸安定性變良好。

[態樣 2]

本發明的態樣 2 之薄膜 (2) 係含有：

(i) 間規構造的苯乙烯系聚合物，

(ii-1) 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 $0.6\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的矽石粒子 A2，及

(ii-2) 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下的平均粒徑為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 B2，而厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。

矽石粒子 A2 的平均粒徑較佳為比惰性微粒子 B2 的平均粒徑大 $0.3\mu\text{m}$ 以上。惰性微粒子 B2 較佳為無機微粒子。惰性微粒子 B2 較佳為粒徑比係 1.0 以上 1.3 以下的球狀矽石粒子。矽石粒子 A2 較佳為粒徑比係 1.0 以上 1.3 以下的球狀矽石粒子。薄膜的厚度較佳為 $0.4\mu\text{m}$ 以上小於 $6.5\mu\text{m}$ 。本發明包含使用薄膜 (2) 的電容器。

(苯乙烯系聚合物)

薄膜 (2) 中的苯乙烯系聚合物係如共通事項的項目下所說明。

(矽石粒子 A2)

薄膜（2）係含有 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 $0.6\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的矽石粒子 A2。

矽石粒子 A2 的平均粒徑為 $0.6\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下，較佳為 $0.7\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $0.8\mu\text{m}$ 以上 $1.6\mu\text{m}$ 以下，特佳為 $0.9\mu\text{m}$ 以上 $1.3\mu\text{m}$ 以下。平均粒徑若小於 $0.6\mu\text{m}$ ，則脫氣性變低，捲繞性變差。另一方面，平均粒徑若超過 $3.0\mu\text{m}$ ，則絕緣破壞電壓變低，尤其在電容器用途中，發生空間因數的增大或絕緣缺陷的增加。

此處，矽石粒子 A2 的平均粒徑較佳為比後述的惰性微粒子 B2 之平均粒徑大 $0.3\mu\text{m}$ 以上。該差更佳為 $0.5\mu\text{m}$ 以上，特佳為 $0.7\mu\text{m}$ 以上。藉由增大平均粒徑的差，矽石粒子 A2 所致的高突起係散佈在薄膜表面，因此薄膜間的脫氣性變良好。同時，藉由惰性微粒子 B2 所致的低突起之存在，薄膜彼此的滑性變良好，於將薄膜捲繞成輓狀時，脫氣性與滑性的平衡良好，即使以高速捲繞，也可得到捲繞形態良好的薄膜捲筒等，捲繞性變更良好。

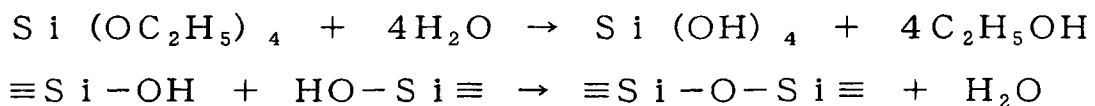
又，本發明中矽石粒子 A2 之粒徑分布較佳為尖銳。具體地，表示分布的陡峭度之相對標準偏差為 0.5 以下。若相對標準偏差變小，粒徑分布為陡峭，則薄膜表面的突起高度變均勻。藉此，捲繞性變良好，而且粗大粒子或粗大突起為變少的方向，缺陷減少，可提高絕緣破壞電壓。另一方面，若相對標準偏差變大，則粗大粒子或粗大突起會增加，缺陷變多，絕緣破壞電壓變低，而不宜。根據如

此的觀點，表示矽石粒子 A2 的粒徑分布之相對標準偏差較佳為 0.4 以下，更佳為 0.3 以下，特佳為 0.2 以下。

薄膜（2）中的矽石粒子 A2 之含量為 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下，較佳為 0.05 質量%以上 1.0 質量%以下，更佳為 0.1 質量%以上 0.5 質量%以下，特佳為 0.2 質量%以上 0.4 質量%以下。若含量低於 0.01 質量%，則脫氣性變低，捲繞性變差。另一方面，含量若超過 1.5 質量%，薄膜表面若過粗，則耐削性變差，絕緣破壞電壓變低。又，尤其在電容器用途中，由於發生空間因數的增大而不宜。

矽石粒子 A2 較佳為形狀實質上球狀或真球狀的球狀矽石粒子。藉由如此的態樣，可更增高捲繞性的提高效果及絕緣破壞電壓的提高效果。具體地，表示粒子的球狀程度之粒徑比較佳為 1.0 以上 1.3 以下。粒徑比更佳為 1.0 以上 1.2 以下，特佳為 1.0 以上 1.1 以下。

此處，矽石粒子 A2 的較佳態樣之球狀矽石粒子以及後述的惰性微粒子 B2 的較佳態樣之球狀矽石粒子，例如可藉由將原矽酸乙酯 $[\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4]$ 水解後，製作含水矽石 $[\text{Si}(\text{OH})_4]$ 單分散球（下述[式 1]），再對該含水矽石單分散球進行脫水化處理，使矽石鍵 $[\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{Si}\equiv]$ 以三次元成長而製造（下述式）（日本化學會誌 '81, No.9, P.1503）。



(惰性微粒子 B2)

本發明的薄膜 (2) 除了含有前述的矽石粒子 A2 , 亦更含有惰性微粒子 B2 。由於含有惰性微粒子 B2 , 滑性變良好 , 因此捲繞性變良好 , 且絕緣破壞電壓變高。

惰性微粒子 B2 的平均粒徑為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下 , 較佳為 $0.05\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下 , 更佳為 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下 , 特佳為 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $0.4\mu\text{m}$ 以下。平均粒徑若小於 $0.01\mu\text{m}$, 則得不到充分的滑性 , 即得不到充分的捲繞性。另一方面 , 平均粒徑若超過 $0.5\mu\text{m}$, 則薄膜表面的低突起之高度變過高 , 因此滑性變過高 , 捲繞時容易發生端面偏移。而且 , 由於耐削性變差、絕緣破壞電壓降低而不宜。再者 , 如前述地 , 惰性微粒子 B2 的平均粒徑較佳為比矽石粒子 A2 的平均粒徑還小 , 其差較佳為 $0.3\mu\text{m}$ 以上。

又 , 本發明中的惰性微粒子 B2 , 從與前述矽石粒子 A2 同樣的觀點來看 , 粒徑分布必須尖銳 , 表示分布的陡峭度之相對標準偏差較佳為 0.5 以下。惰性微粒子 B2 的粒徑之相對標準偏差較佳為 0.4 以下 , 更佳為 0.3 以下 , 特佳為 0.2 以下。

再者 , 惰性微粒子 B2 的含量在薄膜 (2) 中較佳為 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下。含量若少則滑性變差 , 若低於 0.05 質量%則得不到充分的滑性。另一方面 , 含量若變多 , 或許由於粒子所致的空隙之頻率變高 , 絕緣破壞

電壓有變低的傾向，故不宜。又，滑性有變過高的傾向，捲繞時容易發生端面偏移。根據如此的觀點，惰性微粒子 B2 的含量較佳為 0.1 質量%以上 1.0 質量%以下，更佳為 0.1 質量%以上 0.6 質量%以下，特佳為 0.1 質量%以上 0.3 質量%以下。

作為惰性微粒子 B2，可以使用各種者。

作為有機微粒子，可舉出交聯聚苯乙烯樹脂粒子、交聯聚矽氧樹脂粒子、交聯丙烯酸樹脂粒子、交聯苯乙烯-丙烯酸樹脂粒子、交聯二乙烯基苯-丙烯酸樹脂粒子、交聯聚酯樹脂粒子、聚醯亞胺樹脂粒子、蜜胺樹脂粒子等。

又，作為無機微粒子，可舉出（1）二氧化矽（包含水合物、矽砂、石英等）；（2）各種結晶形態的氧化鋁；（3）含有 30 質量%以上的 SiO_2 成分之矽酸鹽（例如非晶質或結晶質的黏土礦物、鋁矽酸鹽（包含煨燒物或水合物）、溫石綿、鋯石、飛灰等）；（4）Mg、Zn、Zr 及 Ti 的氧化物；（5）Ca 及 Ba 的硫酸鹽；（6）Li、Ba 及 Ca 的磷酸鹽（包含 1 酸式鹽或 2 酸式鹽）；（7）Li、Na 及 K 的苯甲酸鹽；（8）Ca、Ba、Zn 及 Mn 的對苯二甲酸鹽；（9）Mg、Ca、Ba、Zn、Cd、Pb、Sr、Mn、Fe、Co 及 Ni 的鈦酸鹽；（10）Ba 及 Pb 的鉻酸鹽；（11）碳（例如碳黑、石墨等）；（12）玻璃（例如玻璃粉、玻璃珠等）；（13）Ca 及 Mg 的碳酸鹽；（14）螢石；（15）尖晶石型氧化物等。從可得到良好的滑性及耐削性之觀點來看，較佳為無機微粒子，其中較佳為碳酸鈣粒子、矽石粒子，

特佳為矽石粒子。

惰性微粒子 B2 的形狀較佳為實質上球狀或真球狀。具體地，表示粒子的球狀程度之粒徑比較佳為 1.0 以上 1.3 以下，更佳為 1.0 以上 1.2 以下，特佳為 1.0 以上 1.1 以下。藉由使形狀更為球狀，可更提高絕緣破壞電壓。因此，配合前述惰性微粒子 B2 的特佳種類，惰性微粒子 B2 特佳為球狀矽石粒子。再者，球狀矽石粒子例如可藉由前述製造方法來獲得。

於本發明中，除了含有達成本發明目的上不可欠缺的矽石粒子 A2 及惰性微粒子 B2，只要不妨礙本發明目的之達成，亦可含有其它種類或其它粒徑的微粒子或無機填充劑等的惰性粒子。於含有其它惰性粒子時，其含量較佳為 4.0 質量%以下，尤佳為 2.5 質量%以下，更佳為 1.0 質量%以下，特佳為 0.5 質量%。其它惰性粒子的含量若變多，則不僅由於薄膜表面的耐磨耗性變差而不宜，而且絕緣破壞電壓亦會降低。

如以上的本發明所用的各種粒子，只要含於最後的薄膜中即可，使含有的方法係沒有限定。例如，可舉出於苯乙烯系單體的聚合中之任意過程中添加或使析出的方法，於熔融擠出的任意過程中添加的方法。又，為了有效地分散此等粒子，可使用分散劑、界面活性劑等。

於薄膜 (2) 中，作為矽石粒子 A2 及惰性微粒子 B2 的特佳態樣，可例示各自使用球狀矽石粒子的態樣。於使用 2 種類的球狀矽石粒子時，亦由於各粒子的平均粒徑係

在各自不重疊的特定範圍內，而且各粒子的粒徑之相對標準偏差係各自在特定的範圍，故於粒徑分布曲線中，2種類的粒子顯示可明確區分的2個粒徑峰。即，可明確區分矽石粒子A2與惰性微粒子B2。再者，於2個粒徑峰的各自下擺部分重疊而形成谷部分時，以顯示谷部分的極小值之點當作邊界，分解成2個粒徑峰。

(其它添加劑)

亦可添加於薄膜(2)中的其它添加劑係如共通事項的項目下所說明。

(厚度方向的折射率)

本發明的薄膜(2)之厚度方向的折射率為1.6050以上1.6550以下，較佳為1.6100以上1.6450以下，更佳為1.6150以上1.6350以下，特佳為1.6200以上1.6250以下。厚度方向的折射率若低於1.6050，則絕緣破壞電壓變低。又，於電容器的製程中薄膜容易斷裂，操作性變差。還有，薄膜的厚度不均變差，無法得到品質安定的電容器，故不宜。另一方面，於製造厚度方向的折射率超過1.6550的薄膜時，在薄膜的製程中常發生薄膜斷裂，非常難以得到薄膜。

要使厚度方向的折射率在上述範圍，必須後述的特別條件。即，本發明中的厚度方向之折射率，係在一軸方向的拉伸後所接著實施的與該一軸方向成垂直的方向之拉伸

中，將拉伸的溫度分成數個階段，藉由在第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立後述的溫度差而達成。

(薄膜厚度)

薄膜 (2) 的厚度較佳為 $0.4\mu\text{m}$ 以上小於 $6.5\mu\text{m}$ ，尤佳為 $0.5\mu\text{m}$ 以上小於 $5.5\mu\text{m}$ ，更佳為 $0.6\mu\text{m}$ 以上小於 $4.5\mu\text{m}$ ，特佳為 $1.0\mu\text{m}$ 以上小於 $3.5\mu\text{m}$ 。薄膜厚度若小於 $0.4\mu\text{m}$ ，則薄膜容易發生斷裂，操作性有變差的傾向。另一方面，若為 $6.5\mu\text{m}$ 以上，則在成為電容器時，由於電極間距離變長，靜電容量有變低的傾向。

於作為電容器的絕緣體所用的薄膜時，一般地薄膜厚度愈薄則電容器的靜電容量愈高而較宜。然而，若將薄膜厚度繼續減薄，則在薄膜內容易導入皺紋，或薄膜容易斷裂，而操作性降低。又，所添加的粒子變成容易脫落，結果絕緣破壞電壓變低。而且，由於薄膜厚度變薄，而發生絕緣破壞電壓的絕對值變低等的問題。因此，必須使彼等成為平衡。本發明係以即使將薄膜厚度減薄也沒有發生上述問題的方式，藉由後述的特別製造方法，而得到具有特定粒子與配向構造的新穎構成之高絕緣性薄膜。

(中心線平均表面粗糙度 : Ra)

薄膜 (2) 的中心線平均表面粗糙度 (Ra) 較佳為 11nm 以上 89nm 以下。中心線平均表面粗糙度 (Ra) 若為 11nm 以上，則滑性變良好，作業性提高。再者，於捲繞

成輓狀時可抑制黏連，容易得到捲繞形狀良好的捲筒。又，若中心線平均表面粗糙度（Ra）為 89nm 以下，則容易發生捲繞偏移、端面偏移。根據如此的觀點，中心線平均表面粗糙度（Ra）的下限較佳為 21nm 以上，更佳為 31nm 以上。又，中心線平均表面粗糙度（Ra）的上限較佳為 79nm 以下，更佳為 69nm 以下，特佳為 59nm 以下。

（10 點平均粗糙度：Rz）

薄膜（2）的 10 點平均粗糙度（Rz）較佳為 900nm 以上 3,000nm 以下。10 點平均粗糙度（Rz）若為 900nm 以上，則捲繞成捲筒時，可抑制薄膜的橫滑，捲繞性變良好。又，藉由使 10 點平均粗糙度（Rz）成為 3,000nm 以下，則可更提高絕緣破壞電壓。根據如此的觀點，10 點平均粗糙度（Rz）的下限較佳為 950nm，更佳為 1,050nm，特佳為 1,250nm，而且 10 點平均粗糙度（Rz）的上限較佳為 2,600nm，更佳為 2,250nm，特佳為 1,950nm。特別地，於薄膜厚度為薄時，與厚的情況相比，由於薄膜沒有韌性，捲繞性有更差的傾向。因此，使 10 點平均粗糙度（Rz）在上述範圍內係特別有效。

（薄膜（2）的造方法）

薄膜（2）除了一部分的特別製造條件，基本上係可藉由習知或熟習該項技術者所儲備的方法來製造。以下詳細記載薄膜（2）製造方法。

首先，將主要由間規構造的苯乙烯系聚合物所成的樹脂組成物加熱熔融，製作未拉伸片。具體地，在熔點（ T_m ，單位 $^{\circ}\text{C}$ ）以上（ $T_m+70^{\circ}\text{C}$ ）以下的溫度加熱熔融，擠出成片狀，冷卻固化而得到未拉伸片。所得到的未拉伸片之固有黏度較佳為在 $0.35\sim 0.9\text{dl/g}$ 的範圍。

其次，將此未拉伸片在二軸方向拉伸。拉伸係可在縱向（機械軸方向）、橫向（與機械軸方向成垂直的方向）同時拉伸，也可依任意的順序進行逐次拉伸。例如於逐次拉伸的情況中，首先於一軸方向在（玻璃轉移點溫度（ T_g ，單位 $^{\circ}\text{C}$ ） -10°C ）以上（ $T_g+70^{\circ}\text{C}$ ）以下的溫度，以 2.7 倍以上 4.9 倍以下，較佳以 2.8 倍以上 4.6 倍以下，更佳為 2.9 倍以上 4.1 倍以下，特佳以 3.3 倍以上 3.8 倍以下的倍率進行拉伸。接著，在與該一軸方向成垂直的方向，於 T_g 以上（ $T_g+80^{\circ}\text{C}$ ）以下的溫度，以 2.7 倍以上 5.0 倍以下，較佳以 2.9 倍以上 4.7 倍以下，更佳以 3.0 倍以上 4.3 倍以下，特佳以 3.5 倍以上 3.9 倍以下的倍率進行拉伸。

再者，於與上述一軸方向成垂直的方向進行拉伸時，或許由於前階段的拉伸而進行結晶化，故拉伸變困難，製膜中變成容易發生斷裂。特別地，於製造薄膜厚度為薄的薄膜時，且尤其在拉伸倍率超過 3.2 倍的範圍中，容易發生斷裂。檢討此之對策，結果弄清楚不使拉伸的溫度成為固定，而分成數個階段，在該第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立溫度差係有效。溫度差較佳為最後階段的溫度

係比第 1 階段的溫度高 4°C 以上，尤佳為高 7°C 以上，更佳為高 11°C 以上，特佳為高 20°C 以上。又，溫度差過大者的拉伸性亦變低，拉伸後的薄膜厚度不均會變差等而不宜，溫度差的上限較佳為 49°C 以下，更佳為 39°C 以下，特佳為 29°C 以下。藉由使第 1 階段與最後階段的溫度差在上述範圍內，則於薄膜厚度為薄的薄膜之製膜中，可達成以往困難的高拉伸倍率，藉此可得到厚度不均少的良好薄膜，且可達成本發明中的厚度方向之折射率。再者，由於即使將薄膜厚度減薄也不易發生斷裂，故可達成本發明中的較佳薄膜厚度。

於與一軸方向成垂直的方向實施拉伸的步驟中，爲了在第 1 階段與最後階段建立溫度差，可在 1 個拉伸區中之區域的入口（第 1 階段）與出口（最後階段）建立溫度差，也可設置溫度不同的 2 個以上連續的拉伸區，在最初的拉伸區（第 1 階段）與最後的拉伸區（最後階段）建立溫度差。此處的區係表示拉幅機等中閘門所劃分的 1 個區域。於任一情況中，在第 1 階段與最後階段之間可進一步分割，較佳為從第 1 階段向最後階段，使溫度傾斜地上升，特佳為使直線地上升。例如，於溫度不同的 2 個以上連續的拉伸區時，在最初的拉伸區與最後的拉伸區之間，較佳為更設置 1 個以上的拉伸區，更佳為設置 1 個以上 10 個以下的拉伸區。拉伸區的合計若為 13 個以上，則在設備成本的方面係不利。拉伸係可例如在寬度方向中拉伸薄膜時，以離開最後階段後立即的薄膜寬度除以進入第 1 階段

之前立即的薄膜寬度之值成爲目標的拉伸倍率而進行，較佳爲傾斜地增加薄膜寬度，特佳爲使直線地增加。於在縱向和橫向同時拉伸時，亦同樣地將拉伸的溫度分成數個階段，在該第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立溫度差。

接著，薄膜 (2) 係在 $(T_g + 70^\circ\text{C}) \sim T_m$ 的溫度被熱定型。熱定型的溫度較佳爲 200°C 以上 260°C 以下，更佳爲 220°C 以上 250°C 以下，特佳爲 230°C 以上 240°C 以下。熱定型溫度若過高，則尤其在製造薄膜厚度爲薄的薄膜時，容易發生斷裂，厚度不均變差。熱定型之後較佳爲按照需要在比熱定型溫度低 $20^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$ 的溫度下進要鬆弛處理，因爲尺寸安定性變良好。

[態樣 3]

本發明的態樣 3 之薄膜 (3) 係含有：

(i) 間規構造的苯乙烯系聚合物，

(ii) 0.01 質量%以上 5.0 質量%以下的平均粒徑爲 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下的微粒子，

(iii) 3 質量%以上 48 質量%以下的與苯乙烯系聚合物的介電常數差爲 0.2 以上的樹脂 X，而

厚度方向的折射率爲 1.6050 以上 1.6550 以下。

樹脂 X 的熔點，相對於苯乙烯系聚合物的熔點 (T_{ms} , 單位： $^\circ\text{C}$) 而言，係在 $(T_{ms} - 30)^\circ\text{C}$ 以上 $(T_{ms} + 30)^\circ\text{C}$ 以下的範圍內。

樹脂 X 較佳爲從聚對苯二甲酸乙二酯樹脂及聚萘二甲

酸乙二酯樹脂所組成族群所選出的至少一種。

微粒子較佳係 (ii-1) 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 $0.6\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 A3，而且含有 (ii-2) 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下的平均粒徑為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 B3；而惰性微粒子 A3 的平均粒徑係比惰性微粒子 B3 的平均粒徑大 $0.3\mu\text{m}$ 以上。惰性微粒子 A3 較佳係粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀粒子。惰性微粒子 A3 較佳係球狀高分子粒子。惰性微粒子 A3 較佳係球狀矽石粒子。惰性微粒子 B3 較佳係粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀矽石粒子。態樣 3 包含使用薄膜 (3) 的電容器。

(苯乙烯系聚合物)

薄膜 (3) 中的苯乙烯系聚合物係如共通事項的項目下所說明。

(微粒子)

本發明的薄膜 (3) 係含有平均粒徑為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下的微粒子。所含有的微粒子之平均粒徑若在上述範圍，則可邊維持良好的電特性，邊使捲繞性及加工性等的操作性成為良好。微粒子的平均粒徑若過小，則操作性有變差的傾向。另一方面，微粒子的平均粒徑若過大，則由於薄膜中的空隙之大小增大，電特性有變差的傾向。

根據如此的觀點，微粒子的平均粒徑較佳為 $0.05\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1.6\mu\text{m}$ 以下，特佳為 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $1.3\mu\text{m}$ 以下。

薄膜（3）在 100 質量%的薄膜（3）中含有 0.01 質量%以上 5.0 質量%以下的微粒子。藉由使微粒子的含量在上述範圍，可良好地保持薄膜（3）的絕緣破壞電壓，可使捲繞性及加工性成為良好。根據如此的觀點，微粒子的含量較佳為 0.1 質量%以上 3.5 質量%以下，更佳為 0.2 質量%以上 2.0 質量%以下，特佳為 0.3 質量%以上 0.7 質量%以下。

如以上的微粒子可為有機系微粒子，也可為無機系微粒子。

作為有機系微粒子，較佳為高分子樹脂粒子，例如可舉出交聯聚苯乙烯樹脂粒子、交聯聚矽氧樹脂粒子、交聯丙烯酸樹脂粒子、交聯苯乙烯-丙烯酸樹脂粒子、交聯二乙基苯-丙烯酸樹脂粒子、交聯聚酯樹脂粒子、聚醯亞胺樹脂粒子、蜜胺樹脂粒子等。於此等之中，從滑性及耐削性優異的觀點來看，特佳為聚矽氧樹脂粒子、交聯聚苯乙烯樹脂粒子。

又，作為無機系粒子，可舉出（1）二氧化矽（包含水合物、矽砂、石英等）；（2）各種結晶形態的氧化鋁；（3）含有 30 質量%以上的 SiO_2 成分之矽酸鹽（例如非晶質或結晶質的黏土礦物、鋁矽酸鹽（包含煨燒物或水合物）、溫石綿、鋯石、飛灰等）；（4）Mg、Zn、Zr 及 Ti

的氧化物；（5）Ca 及 Ba 的硫酸鹽；（6）Li、Ba 及 Ca 的磷酸鹽（包含 1 酸式鹽或 2 酸式鹽）；（7）Li、Na 及 K 的苯甲酸鹽；（8）Ca、Ba、Zn 及 Mn 的對苯二甲酸鹽；（9）Mg、Ca、Ba、Zn、Cd、Pb、Sr、Mn、Fe、Co 及 Ni 的鈦酸鹽；（10）Ba 及 Pb 的鉻酸鹽；（11）碳（例如碳黑、石墨等）；（12）玻璃（例如玻璃粉、玻璃珠等）；（13）Ca 及 Mg 的碳酸鹽；（14）螢石；（15）尖晶石型氧化物等。其中，從滑性及耐削性優異的觀點來看，較佳為碳酸鈣粒子、矽石粒子，特佳為矽石粒子。

於本發明中，亦可為含有 1 種類的粒子之態樣，但從不降低絕緣破壞電壓而可提高操作性的改良效果之觀點來看，較佳為含有 2 種類以上的粒子之態樣。於如此的情況下，可為含有組成不同的 2 種類以上之粒子的態樣、含有平均粒徑不同的 2 種類以上之粒子的態樣、含有形狀不同的 2 種類以上之粒子的態樣、或此等的組合態樣，但特佳為至少含有平均粒徑不同的 2 種類以上之粒子的態樣。

於含有 2 種類以上的微粒子之態樣中，作為特佳的態樣，可例示含有（ii-1）0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 $0.6\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 A3，及（ii-2）0.05 質量%以上 2.0 質量%以下的平均粒徑為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 B3 平均粒徑當作構成成分，而惰性微粒子 A3 的平均粒徑係比惰性微粒子 B3 的平均粒徑大 $0.3\mu\text{m}$ 以上的態樣。藉由成為如此

的態樣，可將微粒子的添加所致的電特性之降低抑制在最小限度，而且更提高捲繞性及加工性等的操作性之改良效果。

(惰性微粒子 A3)

惰性微粒子 A3 的平均粒徑較佳為 $0.6\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下，尤佳為 $0.7\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $0.8\mu\text{m}$ 以上 $1.6\mu\text{m}$ 以下，特佳為 $0.9\mu\text{m}$ 以上 $1.3\mu\text{m}$ 以下。若惰性微粒子 A3 的平均粒徑在上述範圍，則可提高脫氣性，可提高捲繞性的改良效果。若惰性微粒子 A3 的平均粒徑過小，則有得不到充分的脫氣性之傾向，即捲繞性的改良效果變低。另一方面，若過大，則薄膜中的空隙大小有增大的傾向，即電特性的改良效果變低。

又，惰性微粒子 A3 的粒徑之相對標準偏差較佳為 0.5 以下，尤佳為 0.4 以下，更佳為 0.3 以下，特佳為 0.2 以下。粒徑的相對標準偏差若在上述範圍，則意味惰性微粒子 A3 的粒徑分布為尖銳，薄膜表面的突起高度變均勻，藉此可提高捲繞性的改良效果。又，粗大粒子或粗大突起變少，因此缺陷減少，可提高絕緣破壞電壓的升高效果。

惰性微粒子 A3 的含量在 100 質量%的薄膜 (3) 中較佳為 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下，尤佳為 0.05 質量%以上 1.0 質量%以下，更佳為 0.1 質量%以上 0.5 質量%以下，特佳為 0.2 質量%以上 0.4 質量%以下。藉由含有上述範圍之量的惰性微粒子 A3，可良好地保持薄膜 (3) 的絕

緣破壞電壓，可提高操作性的改良效果。惰性微粒子 A3 的含量若過少，則脫氣性有變差的傾向，捲繞性的改良效果變低。另一方面若過多，則薄膜表面有變過粗的傾向，因此薄膜表面的耐削性有變差的傾向，絕緣破壞電壓的升高效果變低。又，尤其在電容器用途中，空間因數有增大的傾向。

惰性微粒子 A3 較佳係粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀粒子。粒徑比較佳為 1.0 以上 1.2 以下，特佳為 1.0 以上 1.1 以下。粒徑比若在上述範圍，則可更提高捲繞性的改良效果及絕緣破壞電壓的升高效果。

惰性微粒子 A3 係可使用與前述微粒子同樣的有機系微粒子及無機系微粒子。

作為有機系微粒子，較佳為高分子樹脂粒子，從滑性及耐削性優異的觀點來看，特佳為聚矽氧樹脂粒子、交聯聚苯乙烯樹脂粒子。如此的高分子樹脂粒子較佳為如前述的球狀，即較佳為球狀高分子樹脂粒子。其中，從滑性及耐削性更優異的觀點來看，特佳為球狀聚矽氧樹脂粒子、球狀交聯聚苯乙烯樹脂粒子。

又，作為無機系微粒子，從滑性及耐削性優異的觀點來看，較佳為碳酸鈣粒子、矽石粒子，特佳為矽石粒子。如此的無機系微粒子較佳為如前述的球狀，從滑性及耐削性更優異的觀點來看，特佳為球狀矽石粒子。

(惰性微粒子 B3)

惰性微粒子 B3 的平均粒徑較佳為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下，尤佳為 $0.05\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下，特佳為 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $0.4\mu\text{m}$ 以下。惰性微粒子 B3 的平均粒徑若在上述範圍，則可得到適度的滑性，可提高捲繞性的改良效果。惰性微粒子 B3 的平均粒徑若過小，則有得不到充分的滑性之傾向，即捲繞性的改良效果變低。另一方面若過大，則薄膜表面的低突起之高度變過高，因此滑性有變過高的傾向，捲繞時容易發生端面偏移等，捲繞性的改良效果變低。再者，耐削性有變差的傾向，絕緣破壞電壓的升高效果變低。

又，從與前述惰性微粒子 A3 同樣的觀點來看，惰性微粒子 B3 的粒徑分布較佳為尖銳，惰性微粒子 B3 的粒徑之相對標準偏差較佳為 0.5 以下，尤佳為 0.4 以下，更佳為 0.3 以下，特佳為 0.2 以下。

惰性微粒子 B3 的含量在 100 質量%的薄膜 (3) 較佳為 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下，尤佳為 0.1 質量%以上 1.0 質量%以下，更佳為 0.1 質量%以上 0.6 質量%以下，特佳為 0.1 質量%以上 0.3 質量%以下。藉由含有上述範圍之量的惰性微粒子 B3，可良好地保持薄膜 (3) 的絕緣破壞電壓を，可提高操作性的改良效果。惰性微粒子 B3 的含量若過少，則滑性有變差的傾向，捲繞性的改良效果變低。另一方面若過多，則空隙的頻率有增加的傾向，絕緣破壞電壓的升高效果變低。又，滑性有變過高的傾向，捲繞時容易發生端面偏移等，捲繞性的改良效果變低。

從與前述惰性微粒子 A3 同樣的觀點來看，惰性微粒子 B3 較佳係粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀粒子，更佳為 1.0 以上 1.2 以下，特佳為 1.0 以上 1.1 以下。

如以上的惰性微粒子 B3，係可使用與前述微粒子同樣的有機系微粒子及無機系微粒子。其中，較佳為無機系微粒子，從滑性及耐削性優異的觀點來看，較佳為碳酸鈣粒子、矽石粒子，特佳為矽石粒子。如此的無機系微粒子較佳係如前述的球狀，從滑性及耐削性優異的觀點來看，特佳為球狀矽石粒子。

就惰性微粒子 A3 與惰性微粒子 B3 而言，較佳為惰性微粒子 A3 的平均粒徑比惰性微粒子 B3 的平均粒徑大 $0.3\mu\text{m}$ 以上。該差更佳為 $0.5\mu\text{m}$ 以上，特佳為 $0.7\mu\text{m}$ 以上。藉由增大惰性微粒子 A3 的平均粒徑與惰性微粒子 B3 的平均粒徑之差，可成為在薄膜表面上以惰性微粒子 A3 的高突起散佈存在的態樣，因此薄膜間的脫氣性變良好。同時，成為惰性微粒子 B3 的低突起之存在態樣，薄膜彼此的滑性變良好。藉此，於將薄膜捲繞成輓狀時，脫氣性與滑性的平衡良好，即使以高速捲繞，也可得到捲繞形態良好的薄膜捲筒等，提高捲繞性的改良效果。

本發明中所用的微粒子，只要含於最後的薄膜中即可，使含有的方法係沒有限定。例如，可舉出於苯乙烯系單體的聚合中之任意過程中添加或使析出的方法，於熔融擠出的任意過程中添加的方法。又，為了有效地分散此等微粒子，可使用分散劑、界面活性劑等。

(樹脂 X)

薄膜 (3) 係含有樹脂 X。樹脂 X 係具有與上述苯乙烯系聚合物的介電常數的差為 0.2 以上的介電常數之樹脂。若在苯乙烯系聚合物中摻合如此的樹脂 X，或許由於苯乙烯系聚合物與樹脂 X 的各自區域分擔外加電壓，絕緣破壞電壓會變高。苯乙烯系聚合物的介電常數與樹脂 X 的介電常數之差較佳為 0.4 以上，更佳為 0.5 以上。藉由成為如此的態樣，可更提高絕緣破壞電壓。

又，本發明中的樹脂 X，相對於苯乙烯系聚合物的熔點 (T_{ms} ，單位： $^{\circ}C$) 而言，較佳為具有熔點在 ($T_{ms}-30$) $^{\circ}C$ 以上 ($T_{ms}+30$) $^{\circ}C$ 以下的範圍。樹脂 X 的熔點若在上述範圍，則於混合苯乙烯系聚合物與樹脂 X 時，其混合狀態變成良好，即樹脂 X 的分散狀態變成良好，絕緣破壞電壓的升高效果變高。根據如此的觀點，樹脂 X 的熔點較佳為在 ($T_{ms}-20$) $^{\circ}C$ 以上 ($T_{ms}+20$) $^{\circ}C$ 以下的範圍，更佳為在 ($T_{ms}-15$) $^{\circ}C$ 以上 ($T_{ms}+15$) $^{\circ}C$ 以下的範圍，特佳為在 ($T_{ms}-5$) $^{\circ}C$ 以上 ($T_{ms}+5$) $^{\circ}C$ 以下的範圍。

再者，樹脂 X 的熔點與苯乙烯系聚合物的熔點之差若為 $1^{\circ}C$ 以上，則或許由於樹脂 X 的分散狀態更良好，而更提高絕緣破壞電壓的升高效果，故較宜。根據如此的觀點，樹脂 X 的熔點與苯乙烯系聚合物的熔點之差更佳為 $2^{\circ}C$ 以上，特佳為 $3^{\circ}C$ 以上。

作為如以上的樹脂 X，例如較佳可例示聚對苯二甲酸

乙二酯 (PET) 樹脂、聚萘二甲酸乙二酯 (PEN) 樹脂、聚對苯二甲酸丁二酯 (PBT) 樹脂等的聚酯、聚丙烯等的聚烯烴、耐隆 6 或耐隆 6,6 等的聚醯胺，聚苯硫醚等的聚硫醚、聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚砜、聚醚醚酮、聚醚砜、聚醯亞胺、鹵乙烯系聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯等的丙烯酸系聚合物、聚乙烯醇等。其中，從可更提高絕緣破壞電壓的觀點來看，較佳為聚酯，更佳為聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 樹脂、聚萘二甲酸乙二酯 (PEN) 樹脂。其中，特佳為聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 樹脂。

本發明的薄膜 (3) 係由摻合有 3 質量%以上 48 質量%以下的樹脂 X 之樹脂組成物所成的二軸拉伸薄膜。藉由摻合上述範圍之量的樹脂 X，可使所得到的薄膜之電特性成為良好。具體地，可提高絕緣破壞電壓。根據如此的觀點，樹脂 X 的摻合量在 100 質量%的樹脂組成物中較佳為 4 質量%以上 40 質量%以下，更佳為 6 質量%以上 35 質量%以下，特佳為 9 質量%以上 24 質量%以下。

(其它添加劑)

亦可添加於薄膜 (3) 中的其它添加劑係如共通事項的項目下所說明。

(厚度方向的折射率)

本發明的薄膜 (3) 之厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。厚度方向的折射率較佳為 1.6100 以上

1.6400 以下，更佳為 1.6130 以上 1.6380 以下，特佳為 1.6150 以上 1.6360 以下。藉由使厚度方向的折射率在上述範圍，可使絕緣破壞電壓成為良好。又，於薄膜製程中薄膜斷裂的頻率降低，可使生產性成為良好。厚度方向的折射率若過高，則薄膜製程中薄膜斷裂的頻率有增加的傾向，薄膜的生產性會降低。另一方面若過低，則絕緣破壞電壓有變低的傾向，電特性變差。又，於電容器的製程中薄膜斷裂的頻率增加。再者，薄膜的厚度不均具有變差的傾向，難以得到品質安定的電容器。

要使厚度方向的折射率在上述範圍，例如採用後述的製造方法。即，本發明中的厚度方向之折射率，係藉由在一軸方向的拉伸後，或與一軸方向的拉伸同時地實施與該一軸方向成垂直的方向之拉伸中，將拉伸的溫度分成數個階段，在該第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立特定的溫度差而達成。

(薄膜厚度)

本發明的薄膜 (3) 之厚度較佳為 $0.3\mu\text{m}$ 以上小於 $12\mu\text{m}$ ，更佳為 $0.4\mu\text{m}$ 以上小於 $6.0\mu\text{m}$ ，特佳為 $0.5\mu\text{m}$ 以上小於 $3.5\mu\text{m}$ 。藉由使薄膜厚度在上述範圍，可製造靜電容量高的電容器。

作為電容器的絕緣體所用的薄膜，一般而言薄膜厚度愈薄則電容器的靜電容量愈高而較宜。然而，若將薄膜厚度繼續減薄，則在薄膜內容易導入皺紋，薄膜變容易斷裂

。又，所添加的粒子變成容易脫落，結果絕緣破壞電壓變低。而且，由於薄膜厚度變薄，而發生絕緣破壞電壓的絕對值變低等的問題。因此，必須使彼等成為平衡。本發明係以即使將薄膜厚度減薄也沒有發生上述問題的方式，藉由採用後述的製造方法，而得到具有特定微粒子與配向構造的新穎構成之薄膜（3）。

（中心線平均表面粗糙度：Ra）

本發明的薄膜（3）較佳為其至少一面的中心線平均表面粗糙度（Ra）為 11nm 以上 89nm 以下。藉由使表面粗糙度（Ra）在上述範圍，可提高捲繞性的改良效果。又，可提高防黏連性，使捲筒的外觀成為良好。表面粗糙度（Ra）若過低，則滑性有變過低的傾向，捲繞性的改良效果變低。另一方面若過高，則滑性有變過高的傾向，捲繞時容易發生端面偏移等，捲繞性的改良效果變低。根據如此的觀點，表面粗糙度（Ra）的下限較佳為 21nm，更佳為 31nm。又，表面粗糙度（Ra）的上限較佳為 79nm，更佳為 69nm，特佳為 59nm。

（10 點平均粗糙度：Rz）

本發明的薄膜（3）較佳為其至少一面的 10 點平均粗糙度（Rz）為 900nm 以上 3,000nm 以下。藉由使 10 點平均粗糙度（Rz）在上述範圍，可提高捲繞性的改良效果。10 點平均粗糙度（Rz）若過低，則於捲繞成捲筒時，脫

氣性有變低的傾向，薄膜變成容易橫滑等，捲繞性的改良效果變低。於薄膜厚度為薄時，由於薄膜沒有韌性，脫氣性有變更低的傾向，捲繞性的改良效果變更低。另一方面，10 點平均粗糙度 (Rz) 若過高，則粗大突起有變多的傾向，絕緣破壞電壓的升上效果變低。根據如此的觀點，10 點平均粗糙度 (Rz) 的下限尤佳為 950nm，更佳為 1,050nm，特佳為 1,250nm。又，10 點平均粗糙度 (Rz) 的上限尤佳為 2,600nm，更佳為 2,250nm，特佳為 1,950nm。

(薄膜 (3) 的製造方法)

本發明的薄膜 (3) 除了一部分的特別製造條件，基本上係以往所知的，或可藉由熟習該項技術者所儲備的方法來獲得。以下詳細記載本發明的薄膜 (3) 之製造方法。

首先，將主要於間規構造的苯乙烯系聚合物中摻合有指定量的樹脂 X 之樹脂組成物加熱熔融，製作未拉伸片。具體地，在樹脂組成物的熔點 (T_m ，單位： $^{\circ}C$) 以上 ($T_m+70^{\circ}C$) 以下的溫度加熱熔融，擠出成片狀，冷卻固化而得到未拉伸片。

其次，將此未拉伸片在二軸方向拉伸。拉伸係可在縱向 (機械軸方向)、橫向 (與機械軸方向成垂直的方向) 同時拉伸，也可依任意的順序進行逐次拉伸。例如於逐次拉伸的情況中，首先於一軸方向在 (樹脂組成物的玻璃轉

移點溫度（ T_g ，單位： $^{\circ}\text{C}$ ） -10°C ）以上（ $T_g+70^{\circ}\text{C}$ ）以下的溫度，以 2.7 倍以上 4.8 倍以下，較佳以 2.9 倍以上 4.4 倍以下，更佳以 3.1 倍以上 4.0 倍以下的倍率進行拉伸。

接著，在與該一軸方向成垂直的方向，於 T_g 以上（ $T_g+80^{\circ}\text{C}$ ）以下的溫度，以 2.8 倍以上 4.9 倍以下，較佳以 3.0 倍以上 4.5 倍以下，更佳以 3.2 倍以上 4.1 倍以下的倍率進行拉伸。

於與上述一軸方向成垂直的方向之拉伸時，或許由於前階段的拉伸而進行結晶化，故拉伸變困難，製膜中變成容易發生斷裂。特別地，於製造薄膜厚度為薄的薄膜時，且尤其在拉伸倍率超過 3.2 倍的範圍中，容易發生斷裂。

檢討此之對策，結果弄清楚於與上述一軸方向成垂直的方向之拉伸中，使其拉伸速度在特定的範圍內係有效。即，若拉伸速度過快，則拉伸所致的分子之高次構造變化，係變成無法追隨拉伸所致的薄膜之形狀變化的速度，該高次構造變成容易發生畸變，薄膜變成容易發生斷裂。另一方面若過慢，或許由於在拉伸途中薄膜先行結晶化，拉伸應力發生變動，故變成容易發生拉伸不均或厚度不均，因此容易發生斷裂。根據如此的觀點，拉伸速度較佳為 500%/分鐘以上，尤佳為 1,000%/分鐘以上，更佳為 2,000%/分鐘以上，特佳為 4,000%/分鐘以上。又，拉伸速度較佳為 30,000%/分鐘以下，尤佳為 15,000%/分以下，更佳為 9,000%/分鐘以下，特佳為 6,000%/分鐘以下。

再者，弄清楚於與上述一軸方向成垂直方向之拉伸中，不將其拉伸溫度固定，而分成數個階段，在該第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立溫度差係有效。溫度差較佳為最後階段的溫度比第 1 階段的溫度高 4℃ 以上，尤佳為高 7℃ 以上，更佳為高 11℃ 以上，特佳為高 15℃ 以上。又，溫度差較佳為 49℃ 以下，尤佳為 39℃ 以下，更佳為 29℃ 以下，特佳為 20℃ 以下。溫度差若過大，則薄膜變容易發生斷裂，或拉伸後的薄膜之厚度不均為變差的傾向。如此地，藉由使第 1 階段與最後階段的溫度差在上述範圍，則在薄膜厚度為薄的薄膜之製膜中，可達成以往困難的高拉伸倍率，藉此可得到厚度不均為良好的薄膜，而且可達成本發明中的厚度方向之折射率。再者，由於即使將薄膜厚度減薄也不易發生斷裂，故可達成本發明的較佳薄膜厚度。

於與一軸方向成垂直的方向實施拉伸的步驟中，為了在第 1 階段與最後階段建立溫度差，可在 1 個拉伸區中之區域的入口（第 1 階段）與出口（最後階段）建立溫度差，也可設置溫度不同的 2 個以上連續的拉伸區，在最初的拉伸區（第 1 階段）與最後的拉伸區（最後階段）建立溫度差。此處的區係表示拉幅機等中閘門所劃分的 1 個區域。於任一情況中，在第 1 階段與最後階段之間可進一步分割，較佳為從第 1 階段向最後階段，使溫度傾斜地上升，特佳為使直線地上升。例如，於溫度不同的 2 個以上連續的拉伸區時，在最初的拉伸區與最後的拉伸區之間，較佳

為更設置 1 個以上的拉伸區，更佳為設置 1 個以上 10 個以下的拉伸區。拉伸區的合計若為 13 個以上，則在設備成本的方面係不利。拉伸係可例如在寬度方向中拉伸薄膜時，以離開最後階段後立即的薄膜寬度除以進入第 1 階段之前立即的薄膜寬度之值成為目標的拉伸倍率而進行，較佳為傾斜地增加薄膜寬度，更佳為使直線地增加。於在縱向和橫向同時拉伸時，亦同樣地將拉伸的溫度分成數個階段，在該第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立溫度差。

於本發明中，雖然採用上述拉伸速度的態樣及拉伸溫度的態樣中至少任一者的態樣，但更佳為採用兩者的態樣，將拉伸步驟穩定化，而可容易達成本發明中的折射率及較佳的薄膜厚度。

接著，在 $(T_g + 70^\circ\text{C}) \sim T_m$ 的溫度進行熱定型。熱定型的溫度為 200°C 以上 260°C 以下，較佳為 220°C 以上 250°C 以下，更佳為 230°C 以上 240°C 以下。熱定型溫度若過高，尤其在製造薄膜厚度為薄的薄膜時，薄膜變容易發生斷裂，而且厚度不均變差。於熱定型之後，若按照需要在比熱定型溫度低 $20^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$ 的溫度下進要鬆弛處理，則尺寸安定性變良好。

[態樣 4]

本發明的態樣 4 之薄膜 (4) 係含有：

- (i) 間規構造的苯乙烯系聚合物，
- (ii) 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為

0.2 μm 以上 3.0 μm 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 A4，及

(iii) 0.1 質量%以上 8 質量%以下的抗氧化劑，而厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。

薄膜 (4) 較佳係含有 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下的平均粒徑為 0.01 μm 以上 0.5 μm 以下、平均粒徑比惰性微粒子 A4 的平均粒徑還小 0.2 μm 以上、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 B4。

惰性微粒子 A4 較佳為粒徑比係 1.0 以上 1.3 以下的球狀粒子。惰性微粒子 A4 較佳為球狀高分子粒子。惰性微粒子 A4 較佳為球狀矽石粒子。惰性微粒子 B4 較佳為粒徑比係 1.0 以上 1.3 以下的球狀矽石粒子。抗氧化劑的熱分解溫度較佳為 250 $^{\circ}\text{C}$ 以上。薄膜 (4) 的厚度較佳為 0.4 μm 以上小於 6.5 μm 。本發明包含使用薄膜 (4) 的電容器。

(苯乙烯系聚合物)

薄膜 (4) 中的苯乙烯系聚合物係如共通事項的項目下所說明。

(抗氧化劑)

本發明的薄膜 (4) 由於含有抗氧化劑，故可提高絕緣破壞電壓。

作為該抗氧化劑，可為捕捉所生成的自由基而防止氧

化的一次抗氧化劑、或分解所生成的過氧化物而防止氧化的二次抗氧化劑中任一者。作為一次抗氧化劑，可舉出酚系抗氧化劑、胺系抗氧化劑。作為二次抗氧化劑，可舉出磷系抗氧化劑、硫系抗氧化劑。

作為酚系抗氧化劑，可舉出 2,6-二第三丁基-4-甲基酚、2,6-二第三丁基-4-乙基酚、2-第三丁基-4-甲氧基酚、3-第三丁基-4-甲氧基酚、2,6-二第三丁基-4-[4,6-雙(辛硫基)-1,3,5-三吡啶-2-基胺基]酚、正十八基-3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙酸酯等的單酚系抗氧化劑。

又，可舉出 2,2'-亞甲基雙(4-甲基-6-第三丁基酚)、2,2'-亞甲基雙(4-乙基-6-第三丁基酚)、4,4'-硫代雙(3-甲基-6-第三丁基酚)、4,4'-亞丁基雙(3-甲基-6-第三丁基酚)、N,N'-雙[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙醯基]肼、N,N'-己烷-1,6-二基雙[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙醯胺]、3,9-雙[1,1-二甲基-2-[β-(3-第三丁基-4-羥基-5-甲基苯基)丙醯氧基]乙基]2,4,8,10-四螺[5.5]十一烷等的雙酚系抗氧化劑。

還有，可舉出 1,1,3-三(2-甲基-4-羥基-5-第三丁基苯基)丁烷、1,3,5-三甲基-2,4,6-三(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)苯、季戊四醇四[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙酸酯]、雙[3,3-雙-(4-羥基-3-第三丁基苯基)丁酸]乙二醇酯、1,3,5-三(3',5'-二第三丁基-4'-羥基苯基)-sec-三吡啶-2,4,6-(1H,3H,5H)三酮、d-α-生育酚等的酚系抗氧化劑。

作為胺系抗氧化劑，可舉出烷基取代二苯基胺等。

作為磷系抗氧化劑，可舉出亞磷酸三苯酯、二苯基異癸基亞磷酸酯、苯基二異癸基亞磷酸酯、4,4'-亞丁基-雙(3-甲基-6-第三丁基苯基十三基)亞磷酸酯、亞磷酸十八酯、三(壬基苯基)亞磷酸酯、二異癸基季戊四醇二亞磷酸酯、9,10-二氫-9-氧雜-10-磷菲-10-氧化物、10-(3,5-二第三丁基-4-羥基苄基)-9,10-二氫-9-氧雜-10-磷菲-10-氧化物、10-癸氧基-9,10-二氫-9-氧雜-10-磷菲、三(2,4-二第三丁基苯基)亞磷酸酯、環狀新戊烷四基雙(2,4-二第三丁基苯基)亞磷酸酯、環狀新戊烷四基雙(2,6-二第三丁基-4-甲基苯基)亞磷酸酯、2,2'-亞甲基雙(4,6-二第三丁基苯基)辛基亞磷酸酯等。

作為硫系抗氧化劑，可舉出二月桂基-3,3'-硫代二丙酸酯、二肉豆蔻基-3,3'-硫代二丙酸酯、二硬脂基-3,3'-硫代二丙酸酯、季戊四醇四(3-月桂基硫代丙酸酯)、2-巯基苯并咪唑等。

抗氧化劑，尤其從耐腐蝕性優異、可更提高絕緣破壞電壓的升高效果之觀點來看，較佳為一次抗氧化劑，特佳為酚系抗氧化劑。

抗氧化劑的熱分解溫度較佳為 250℃ 以上。於熱分解溫度過低時，熔融擠出時抗氧化劑本身會熱分解，污染製程，聚合物有變容易發生黃色著色等的問題之傾向，故不宜。根據如此的觀點，抗氧化劑的熱分解溫度尤佳為 280℃ 以上，更佳為 300℃ 以上，特佳為 320℃ 以上。本發

明中的抗氧化劑較佳為難以熱分解，雖然熱分解溫度愈高愈佳，但現實上其上限為 500℃ 以下左右。

又，抗氧化劑的熔點較佳為 90℃ 以上。於熔點過低時，熔融擠出時抗氧化劑比聚合物更快熔解，於擠出機的螺桿供給部分中聚合物有滑動的傾向。因此，聚合物的供給變不穩定，會發生薄膜的厚度不均變差等的問題。根據如此的觀點，抗氧化劑的熔點之下限較佳為 120℃，更佳為 150℃，特佳為 200℃。另一方面，於抗氧化劑的熔點過高時，熔融擠出時抗氧化劑變不易熔解，聚合物內的分散有變差的傾向。因此，發生抗氧化劑的添加效果僅局部展現等的問題。根據如此的觀點，抗氧化劑的熔點之上限較佳為 300℃，尤佳為 250℃，更佳為 220℃，特佳為 170℃。

作為如以上的抗氧化劑，亦可將市售品照原樣地使用。作為市售品，例如季戊四醇四[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙酸酯]（汽巴特殊化學品公司製：商品名 IRGANOX1010）、N,N'-雙[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙醯基]肼（汽巴特殊化學品公司製：商品名 IRGANOX1024）、N,N'-己烷-1,6-二基雙[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙醯胺]（汽巴特殊化學品公司製：商品名 IRGANOX1098）等。

本發明的薄膜（4）含有以薄膜（4）的質量為基準 0.1 質量%以上 8 質量%以下的上述抗氧化劑。藉由使抗氧化劑的含量在上述範圍，絕緣破壞電壓優異。於抗氧化劑的含量過少時，抗氧化劑的添加效果不充分，絕緣破壞電

壓有降低的傾向，電特性變差。根據如此的觀點，抗氧化劑的含量下限較佳為 0.2 質量%，尤佳為 0.5 質量%，更佳為 1 質量%。另一方面，於含量若過多時，在薄膜中抗氧化劑有變容易凝聚的傾向，起因於抗氧化劑的缺有增加的傾向，絕緣破壞電壓變低。根據如此的觀點，抗氧化劑的含量上限較佳為 7 質量%，尤佳為 5 質量%，更佳為 3 質量%。

抗氧化劑可單獨使用 1 種類，也可併用 2 種以上。於併用 2 種類以上時，可為使用 2 種類以上的一次抗氧化劑之態樣，也可使為使用 2 種類以上的二次抗氧化劑之態樣，亦可併用 1 種類以上的一次抗氧化劑與 1 種類以上的二次抗氧化劑。例如，藉由併用一次抗氧化劑與二次抗氧化劑的 2 種類之抗氧化劑，可期待防止一次氧化及二次氧化兩者的氧化。於本發明中，尤其單獨使用一次抗氧化劑之態樣、或使用 2 種類以上的一次抗氧化劑之態樣，從可更提高絕緣破壞電壓的升高效果之觀點來看係較宜，特佳為單獨使用酚系抗氧化劑的態樣、或使用 2 種類以上的酚系抗氧化劑之態樣。

(惰性微粒子 A4)

本發明的薄膜 (4) 含有惰性微粒子 A4。惰性微粒子 A4 的平均粒徑為 0.2 μm 以上 3.0 μm 以下。藉由使惰性微粒子 A4 的平均粒徑在上述範圍，可保持高的絕緣破壞電壓，可使薄膜的脫氣性成為良好，可得到捲繞性優異的薄

膜（4）。於惰性微粒子 A4 的平均粒徑過小時，有得不到充分的脫氣性之傾向，捲繞性變差。另一方面，於過大時，薄膜中的空隙大小有增大的傾向，絕緣破壞電壓變低。根據如此的觀點，惰性微粒子 A4 的平均粒徑較佳為 $0.25\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $0.4\mu\text{m}$ 以上 $1.6\mu\text{m}$ 以下，特佳為 $1.0\mu\text{m}$ 以上 $1.2\mu\text{m}$ 以下。

又，惰性微粒子 A4 的粒徑之相對標準偏差為 0.5 以下。藉由使粒徑的相對標準偏差在上述範圍，薄膜表面的突起高度變均勻，可得到捲繞性優異的薄膜（4）。又，粗大粒子或粗大突起變少，可得到絕緣破壞電壓優異的薄膜（4）。根據如此的觀點，惰性微粒子 A4 的粒徑之相對標準偏差較佳為 0.4 以下，更佳為 0.3 以下，特佳為 0.2 以下。

再者，惰性微粒子 A4 較佳為粒徑比係 1.0 以上 1.3 以下的球狀粒子。粒徑比更佳為 1.0 以上 1.2 以下，特佳為 1.0 以上 1.1 以下。粒徑比若在上述範圍，則可更提高捲繞性的改良效果及絕緣破壞電壓的升高效果。

惰性微粒子 A4 的含量，相對於 100 質量%的薄膜（4）而言，係 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下。藉由使惰性微粒子 A4 的含量在上述範圍，可保持高的絕緣破壞電壓，可使薄膜的操作性成為良好。於惰性微粒子 A4 的含量過少時，脫氣性有變差的傾向，捲繞性變差。另一方面，於過多時，薄膜表面有變過粗的傾向，因此薄膜表面的耐削性有變差的傾向，絕緣破壞電壓變差。又，尤其在電容

器用途中，空間因數有增大的傾向。根據如此的觀點，惰性微粒子 A4 的含量較佳為 0.05 質量%以上 1.0 質量%以下，更佳為 0.1 質量%以上 0.5 質量%以下，特佳為 0.2 質量%以上 0.4 質量%以下。

如以上的惰性微粒子 A4 係可為有機系微粒子，也可為無機系微粒子。

作為有機系微粒子，例如可舉出聚苯乙烯樹脂粒子、聚矽氧樹脂粒子、丙烯酸樹脂粒子、苯乙烯-丙烯酸樹脂粒子、二乙烯基苯-丙烯酸樹脂粒子、聚酯樹脂粒子、聚醯亞胺樹脂粒子、蜜胺樹脂粒子等的高分子樹脂粒子。其，從滑性及耐削性優異的觀點來看，特佳為聚矽氧樹脂粒子、聚苯乙烯樹脂粒子。如此的高分子樹脂粒子較佳為如前述的球狀，即較佳為球狀高分子樹脂粒子。其中，從滑性及耐削性更優異的觀點來看，特佳為球狀聚矽氧樹脂粒子、球狀聚苯乙烯樹脂粒子。

又，作為無機系粒子，可舉出（1）二氧化矽（包含水合物、矽砂、石英等）；（2）各種結晶形態的氧化鋁；（3）含有 30 質量%以上的 SiO_2 成分之矽酸鹽（例如非晶質或結晶質的黏土礦物、鋁矽酸鹽（包含煨燒物或水合物）、溫石綿、鋯石、飛灰等）；（4）Mg、Zn、Zr 及 Ti 的氧化物；（5）Ca 及 Ba 的硫酸鹽；（6）Li、Ba 及 Ca 的磷酸鹽（包含 1 酸式鹽或 2 酸式鹽）；（7）Li、Na 及 K 的苯甲酸鹽；（8）Ca、Ba、Zn 及 Mn 的對苯二甲酸鹽；（9）Mg、Ca、Ba、Zn、Cd、Pb、Sr、Mn、Fe、Co 及

Ni 的鈦酸鹽；（10）Ba 及 Pb 的鉻酸鹽；（11）碳（例如碳黑、石墨等）；（12）玻璃（例如玻璃粉、玻璃珠等）；（13）Ca 及 Mg 的碳酸鹽；（14）螢石；（15）尖晶石型氧化物等。其中，從滑性及耐削性優異的觀點來看，較佳為碳酸鈣粒子、矽石粒子，特佳為矽石粒子。如此的無機系微粒子，較佳為如前述的球狀，從滑性及耐削性更優異的觀點來看，特佳為球狀矽石粒子。

（惰性微粒子 B4）

薄膜（4）除了含有惰性微粒子 A4，較佳為亦含有平均粒徑及粒徑的相對標準偏差在特定範圍的惰性微粒子 B4。

惰性微粒子 B4 的平均粒徑為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下。藉由使惰性微粒子 B4 的平均粒徑在上述範圍，可得到適度的滑性，可提高捲繞性的改良效果。於惰性微粒子 B4 的平均粒徑過小時，滑性有變低的傾向，捲繞性的改良效果變低。另一方面，於過大時，薄膜表面的低突起之高度有變過高的傾向，因此滑性變過高，捲繞時容易發生端面偏移等，捲繞性的改良效果變低。再者，耐削性有變差的傾向，絕緣破壞電壓的升高效果變低。根據如此的觀點，惰性微粒子 B4 的平均粒徑較佳為 $0.05\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $0.08\mu\text{m}$ 以上 $0.4\mu\text{m}$ 以下，特佳為 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $0.3\mu\text{m}$ 以下。

惰性微粒子 B4 的平均粒徑較佳為比惰性微粒子 A4 的

平均粒徑還小 $0.2\mu\text{m}$ 以上。藉由使惰性微粒子 A4 的平均粒徑與惰性微粒子 B4 的平均粒徑之差成爲如此，可成爲在薄膜表面上以惰性微粒子 A4 的高突起散佈存在的態樣，因此薄膜間的脫氣性變良好。同時，成爲惰性微粒子 B4 的低突起之存在態樣，薄膜彼此的滑性變良好。藉此，於將薄膜捲繞成輓狀時，脫氣性與滑性的平衡良好，即使以高速捲繞，也可得到捲繞形態良好的薄膜捲筒等，提高捲繞性的改良效果。根據如此的觀點，尤佳爲惰性微粒子 B4 的平均粒徑比惰性微粒子 A4 的平均粒徑還小 $0.4\mu\text{m}$ 以上的態樣，更佳爲小 $0.6\mu\text{m}$ 以上的態樣，特佳爲小 $0.8\mu\text{m}$ 以上的態樣。

又，惰性微粒子 B4，從與前述惰性微粒子 A4 同樣的觀點來看，其粒徑的相對標準偏差爲 0.5 以下。惰性微粒子 B4 之粒徑的相對標準偏差較佳爲 0.4 以下，更佳爲 0.3 以下，特佳爲 0.2 以下。

再者，本發明中的惰性微粒子 B4，從與前述惰性微粒子 A4 同樣的觀點來看，較佳爲粒徑比係 1.0 以上 1.3 以下的球狀粒子，更佳爲 1.0 以上 1.2 以下，特佳爲 1.0 以上 1.1 以下。

本發明的薄膜 (4) 較佳爲在 100 質量%的薄膜 (4) 中含有 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下的惰性微粒子 B4。藉由使惰性微粒子 B4 的含量在上述範圍，可保持高的絕緣破壞電壓，可提高薄膜的操作性之改良效果。於惰性微粒子 B4 的含量過少時，滑性有變低的傾向、捲繞性的改

良效果變低。另一方面，於過多時，薄膜中的空隙之頻率有增加的傾向，絕緣破壞電壓的升高效果變低。又，滑性有變過高的傾向，捲繞時容易發生端面偏移等，捲繞性的改良效果變低。根據如此的觀點，惰性微粒子 B4 的含量尤佳為 0.1 質量%以上 1.0 質量%以下，更佳為 0.1 質量%以上 0.5 質量%以下，特佳為 0.1 質量%以上 0.3 質量%以下。

作為惰性微粒子 B4，可使用與前述惰性微粒子 A4 同樣的有機系微粒子及無機系微粒子。其中，較佳為無機系微粒子，從滑性及耐削性優異的觀點來看，較佳為碳酸鈣粒子、矽石粒子，特佳為矽石粒子。如此的無機系微粒子，較佳為如前述的球狀，從滑性及耐削性更優異的觀點來看，特佳為球狀矽石粒子。

惰性微粒子 A4 及惰性微粒子 B4，只要含於最後的薄膜中即可，使含有的方法係沒有限定。例如，可舉出於苯乙烯系單體的聚合中之任意過程中添加或使析出的方法，於熔融擠出的任意過程中添加的方法。又，為了有效地分散此等微粒子，可使用分散劑、界面活性劑等。

於本發明中，作為惰性微粒子 A4 及惰性微粒子 B4 的特佳態樣，雖然例示各使用球狀矽石粒子的態樣，但於如此的情況中，各粒子的平均粒徑係在各自不重疊的特定範圍內，而且由於各粒子的粒徑之相對標準偏差係各自在特定的範圍，故於粒徑分布曲線中，上述 2 種類的粒子顯示可明確區分的 2 個粒徑峰，即可明確區分惰性微粒子 A4

與惰性微粒子 B4。再者，於 2 個粒徑峰的各自下擺部分重疊而形成谷部分時，以顯示谷部分的極小值之點當作邊界，分解成 2 個粒徑峰。

(其它添加劑)

亦可添加於薄膜 (4) 中的其它添加劑係如共通事項的項目下所說明。

(厚度方向的折射率)

本發明的薄膜 (4) 之厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。厚度方向的折射率較佳為 1.6100 以上 1.6400 以下，更佳為 1.6130 以上 1.6380 以下，特佳為 1.6150 以上 1.6360 以下。藉由使厚度方向的折射率在上述範圍，可提高絕緣破壞電壓。又，於薄膜製程中薄膜斷裂的頻率降低，可提高生產性。於厚度方向的折射率過高時，薄膜製程中薄膜斷裂的頻率有增加的傾向，薄膜的生產性降低。另一方面，於過低時，絕緣破壞電壓有變低的傾向，電特性變差。又，於電容器的製程中薄膜斷裂的頻率增加，電容器的生產性降低。再者，薄膜的厚度不均具有變差的傾向，難以得到品質安定的電容器。

要使厚度方向的折射率在上述範圍，可採用如後述的製造方法來達成。即，本發明中的較佳厚度方向之折射率，係可藉由使薄膜的拉伸倍率在後述的特定範圍，且於該拉伸步驟中，在一軸方向的拉伸後所接著實施的與該一軸

方向成垂直的方向之拉伸中，將拉伸的溫度分成數個階段，在該第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立特定的溫度差而達成。

(薄膜厚度)

本發明的薄膜 (4) 之薄膜厚度較佳為 $0.4\mu\text{m}$ 以上小於 $6.5\mu\text{m}$ ，更佳為 $0.4\mu\text{m}$ 以上小於 $6.0\mu\text{m}$ ，特佳為 $0.5\mu\text{m}$ 以上小於 $3.5\mu\text{m}$ 。藉由使薄膜厚度在上述範圍，可得到靜電容量高的電容器。

作為電容器的絕緣體所用的薄膜，一般已知薄膜厚度愈薄則電容器的靜電容量愈高而較宜。然而，實際上若將薄膜厚度繼續減薄 (薄膜化)，則在薄膜內容易導入皺紋，薄膜變容易斷裂，而操作性降低。又，所添加的粒子變成容易脫落，結果絕緣破壞電壓變低。而且，由於薄膜厚度變薄，而發生絕緣破壞電壓的絕對值變低等的問題。因此，必須使彼等成爲平衡。本發明係以即使將薄膜厚度減薄也沒有發生上述問題的方式，藉由後述的製造方法可得到具有抗氧化劑及特定粒子的新穎構成之薄膜 (4) 者。

(中心線平均表面粗糙度 : Ra)

本發明的薄膜 (4) 較佳爲其至少一面的中心線平均表面粗糙度 (Ra) 爲 7nm 以上 89nm 以下。藉由使中心線平均表面粗糙度 (Ra) 在上述範圍，可提高捲繞性的改良效果。又，可提高防黏連性，使捲筒的外觀成爲良好。於

中心線平均表面粗糙度 (Ra) 過低時，滑性有變過低的傾向，捲繞性的改良效果變低。另一方面於過高時，滑性有變過高的傾向，捲繞時容易發生端面偏移等，捲繞性的改良效果變低。根據如此的觀點，中心線平均表面粗糙度 (Ra) 的下限較佳為 11nm，更佳為 21nm，特佳為 31nm。又，中心線平均表面粗糙度 (Ra) 的上限較佳為 79nm，更佳為 69nm，特佳為 59nm。

(10 點平均粗糙度：Rz)

又，本發明的薄膜 (4) 較佳為其至少一面的 10 點平均粗糙度 (Rz) 為 200nm 以上 3,000nm 以下。藉由使 10 點平均粗糙度 (Rz) 在上述範圍，可提高捲繞性的改良效果。於 10 點平均粗糙度 (Rz) 過低時，捲繞成捲筒時，脫氣性有變低的傾向，薄膜變成容易橫滑等，捲繞性的改良效果變低。特別地，於薄膜厚度為薄時，由於薄膜沒有韌性，脫氣性有變更低的傾向，捲繞性的改良效果變更低。另一方面，於 10 點平均粗糙度 (Rz) 過高時，粗大突起有變多的傾向，絕緣破壞電壓的升高效果變低。根據如此的觀點，10 點平均粗糙度 (Rz) 的下限尤佳為 600nm 以上，更佳為 1,000nm 以上，特佳 1,250nm 以上。又，10 點平均粗糙度 (Rz) 的上限尤佳為 2,600nm 以下，更佳為 2,250nm 以下，特佳 1,950nm 以下。

(薄膜 (4) 的製造方法)

本發明的薄膜（4）除了一部分的特別製造方法，基本上係以往所知的，或可藉由熟習該項技術者所儲備的方法來獲得。以下詳細記載本發明的薄膜（4）之製造方法。

首先，將於間規構造的苯乙烯系聚合物中摻合有指定量的抗氧化劑之樹脂組成物加熱熔融，製作未拉伸片。具體地，在樹脂組成物的熔點（ T_m ，單位： $^{\circ}C$ ）以上（ $T_m+70^{\circ}C$ ）以下的溫度加熱熔融，擠出成片狀，冷卻固化而得到未拉伸片。

其次，將此未拉伸片在二軸方向拉伸。拉伸係可在縱向（機械軸方向）、橫向（與機械軸方向成垂直的方向）同時拉伸，也可依任意的順序進行逐次拉伸。例如於逐次拉伸的情況中，首先於一軸方向在（樹脂組成物的玻璃轉移點溫度（ T_g ，單位： $^{\circ}C$ ） $-10^{\circ}C$ ）以上（ $T_g+70^{\circ}C$ ）以下的溫度，以 2.7 倍以上 4.8 倍以下，較佳以 2.9 倍以上 4.4 倍以下，更佳以 3.1 倍以上 4.0 倍以下的倍率進行拉伸，接著在與該一軸方向成垂直的方向，於 T_g 以上（ $T_g+80^{\circ}C$ ）以下的溫度，以 2.8 倍以上 4.9 倍以下，較佳以 3.0 倍以上 4.5 倍以下，更佳以 3.2 倍以上 4.1 倍以下的倍率進行拉伸。

再者，於與上述一軸方向成垂直的方向之拉伸時，或許由於前階段的拉伸而進行結晶化，故拉伸變困難，製膜中變成容易發生斷裂。特別地，於製造薄膜厚度為 $3\mu m$ 左右薄的薄膜時，且尤其在拉伸倍率超過 3.2 倍以上的範圍

中，容易發生斷裂。

檢討此之對策，結果弄清楚於與上述一軸方向成垂直的方向之拉伸中，使其拉伸速度在特定的範圍內係有效。即，於拉伸速度過快時，或許由於拉伸所致的分子之高次構造變化，變成無法追隨拉伸所致的薄膜之形狀變化的速度，該高次構造變成容易發生畸變，故薄膜變成容易發生斷裂。另一方面，於過慢時，或許由於在拉伸途中薄膜先行結晶化，拉伸應力發生變動，故變成容易發生拉伸不均或厚度不均，因此容易發生斷裂。根據如此的觀點，拉伸速度的下限較佳為 500%/分鐘以上，尤佳為 1,000%/分鐘以上，更佳為 2,000%/分鐘以上，特佳為 4,000%/分鐘以上。又，拉伸速度的上限較佳為 30,000%/分鐘以下，尤佳為 15,000%/分以下，更佳為 9,000%/分鐘以下，特佳為 6,000%/分鐘以下。

又，作為其它有效的手段，弄清楚於與上述一軸方向成垂直的方向之拉伸中，不將其拉伸溫度固定，而分成數個階段，在該第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立溫度差係有效。溫度差的下限較佳為最後階段的溫度比第 1 階段的溫度高 4℃ 以上，尤佳為高 7℃ 以上，更佳為高 12℃ 以上，特佳為高 15℃ 以上。又，溫度差較佳為 49℃ 以下，尤佳為 39℃ 以下，更佳為 29℃ 以下，特佳為 20℃ 以下。於溫度差過大時，薄膜變容易發生斷裂。又，拉伸後的薄膜之厚度不均均有變差的傾向。如此地，藉由使第 1 階段與最後階段的溫度差在上述範圍，則在薄膜厚度為薄的薄膜之製

膜中，可達成以往困難的高拉伸倍率，藉此可得到厚度不均為良好的薄膜。

於與一軸方向成垂直的方向實施拉伸的步驟中，爲了在第 1 階段與最後階段建立溫度差，可在 1 個拉伸區中之區域的入口（第 1 階段）與出口（最後階段）建立溫度差，也可設置溫度不同的 2 個以上連續的拉伸區，在最初的拉伸區（第 1 階段）與最後的拉伸區（最後階段）建立溫度差。此處的區係表示拉幅機等中閘門所劃分的 1 個區域。於任一情況中，在第 1 階段與最後階段之間可進一步分割，較佳爲從第 1 階段向最後階段，使溫度傾斜地上升，特佳爲使直線地上升。例如，於溫度不同的 2 個以上連續的拉伸區時，在最初的拉伸區與最後的拉伸區之間，較佳爲更設置 1 個以上的拉伸區，更佳爲設置 1 個以上 10 個以下的拉伸區。拉伸區的合計若爲 13 個以上，則在設備成本的方面係不利。拉伸係可例如在寬度方向中拉伸薄膜時，以離開最後階段後立即的薄膜寬度除以進入第 1 階段之前立即的薄膜寬度之值成爲目標的拉伸倍率而進行，較佳爲傾斜地增加薄膜寬度，特佳爲使直線地增加。於在縱向和橫向同時拉伸時，亦同樣地將拉伸的溫度分成數個階段，在該第 1 階段的溫度與最後階段的溫度建立溫度差。

於本發明中，作爲用於達成本發明的較佳厚度方向之折射率的手段，可較佳地例示此等之手段。再者，藉由此等之手段，由於即使將薄膜厚度減薄也不易發生斷裂，故作爲用於達成本發明的較佳薄膜厚度之手段，可較佳地例

示此等之手段。又，於本發明中，雖然較佳為採用上述拉伸速度的態樣及拉伸溫度的態樣中至少任一者的態樣，但更佳為採用兩者的態樣，將拉伸步驟穩定化，而可容易達成本發明中的較佳折射率及較佳薄膜厚度。

接著，在 $(T_g+70^\circ\text{C}) \sim T_m$ 的溫度進行熱定型。熱定型的溫度為 200°C 以上 260°C 以下，較佳為 220°C 以上 250°C 以下，更佳為 230°C 以上 240°C 以下。於熱定型溫度過高時，尤其在製造薄膜厚度為薄的薄膜時，薄膜變容易發生斷裂，而且厚度不均變差。於熱定型之後，若按照需要在比熱定型溫度低 $20^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$ 的溫度下進要鬆弛處理，則尺寸安定性變良好。

實施例

接著藉由實施例及比較例來更詳細說明本發明。

實施例 1~7、比較例 1~3

實施例 1~7、比較例 1~3 的各種特性值係藉由下述的方法來測定、評價。

(1) 粒子的平均粒徑及粒徑比

(1-1) 粉體的平均粒徑及粒徑比

以盡可能使各個粒子不重疊的方式，使粉體散佈存在於試料台上，藉由金濺鍍裝置在該表面上形成厚度 $200 \sim 300 \text{Å}$ 的金薄膜蒸鍍層，使用掃描型電子顯微鏡，以 1 萬

~ 3 萬倍來觀察，藉由日本 Regulator (股) 製 Luzex 500，對至少 100 個粒子求得其面積相當粒徑 (D_i)、長徑 (D_{li}) 及短徑 (D_{si})。

(1-2) 薄膜中的粒子之平均粒徑及粒徑比

將試料薄膜小片固定在掃描型電子顯微鏡用試料台，使用日本電子 (股) 製濺鍍裝置 (JIS-1100 型離子濺鍍裝置)，對薄膜表面，在 0.13Pa 的真空下，於 0.25kV、1.25mA 的條件下，施予 10 分鐘的離子蝕刻處理。再者，以同樣的裝置施予金濺鍍，使用掃描型電子顯微鏡，以 1 萬 ~ 3 萬倍來觀測，藉由日本 Regulator (股) 製 Luzex 500，對至少 100 個粒子，求得其面積相當粒徑 (D_i)、長徑 (D_{li}) 及短徑 (D_{si})。

粉體的平均粒徑及粒徑比係將由上述 (1-1) 項所得之值用於下述式，薄膜中的粒子之平均粒徑及粒徑比係將由上述 (1-2) 項所得之值用於下述式，粒子的個數為 n ，以面積相當粒徑 (D_i) 的數平均值當作平均粒徑 (D)。

$$D = \left(\sum_{i=1}^n D_i \right) / n$$

又，由下述式所得之長徑的平均值 (D_l) 與短徑的平均值 (D_s)，算出粒徑比 D_l/D_s 。

$$D_l = \left(\frac{\sum_{i=1}^n D_{li}}{n} \right) / n$$

$$D_s = \left(\frac{\sum_{i=1}^n D_{si}}{n} \right) / n$$

(2) 粒子的粒徑之相對標準偏差

粉體的相對標準偏差係由前述 (1-1) 項、薄膜中的粒子之相對標準偏差係由前述 (1-2) 項所求得的各個粒子的面積相當粒徑 (D_i) 及平均粒徑 (D)，藉由下述式來求出。

$$\text{相對標準偏差} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - D)^2}{n}}}{D}$$

(3) 薄膜的表面粗糙度

(3-1) 中心線平均表面粗糙度 (R_a)

使用非接觸式三次元粗糙度計 (小坂研究所製, ET-30HK)，在波長 780nm 的半導體雷射、光束直徑 1.6 μ m 的光觸針，測定長 (L_x) 1mm、取樣間隔 2 μ m、截止 0.25mm、厚度方向放大倍率 1 萬倍、橫向放大倍率 200 倍、掃描線數 100 條 (因此，Y 方向的測定長 $L_y=0.2$ mm) 的條件下，測定薄膜表面的突起輪廓。以 $Z=f(x, y)$ 表示其粗糙度曲面時，將下式所得之值定義為薄膜的中心線平均表面粗糙度 (R_a , 單位 nm)。

$$Ra = 1/(LxLy) \int_0^{Lx} \int_0^{Ly} |f(x,y)| dx dy$$

(3-2) 10 點平均粗糙度 (Rz)

從峰 (Hp) 的高處取 5 點，及從谷 (Hv) 的低處取 5 點，藉由下式以其平均粗糙度當作 Rz (單位 nm)。

$$Rz = \frac{(Hp1 + Hp2 + Hp3 + Hp4 + Hp5) - (Hv1 + Hv2 + Hv3 + Hv4 + Hv5)}{5}$$

(4) 熱收縮率

於無張力的狀態下，求得在 150°C 的環境中 30 分鐘的薄膜之收縮率 (單位 %)。

(5) 折射率

使用以鈉 D 線 (589nm) 當作光源的阿貝折射計，在 23°C 65%RH 下進行測定，以厚度方向的折射率當作 nZ。

(6) 絕緣破壞電壓 (BDV)

依照 JIS C 2151 所示的方法來測定，在 23°C 相對濕度 50% 的環境中，使用直流耐電壓試驗機，上部電極使用直徑 25mm 的黃銅製圓柱，下部電極使用直徑 75mm 的鋁製圓柱，以 100V/秒的升壓速度進行升壓，讀取薄膜破壞短路時的電壓。測定係實施 41 次，去除大者的 10 個、小者的 10 個，以 21 個的中央值當作絕緣破壞電壓 (BDV) 的

測定值。

100℃、120℃的測定係在熱風烘箱中安裝電極、樣品，以耐熱電線來接接電源，於投入烘箱後 1 分鐘開始升壓進行測定。

(7) 拉伸性

以 100 萬米製膜之間二軸拉伸薄膜發生斷裂的次數為基礎，如以下地判斷。

拉伸性◎	：每 10 萬米的製膜	斷裂少於 1 次
拉伸性○	：每 10 萬米的製膜	斷裂為 1 次～少於 2 次
拉伸性△	：每 10 萬米的製膜	斷裂為 2 次～少於 4 次
拉伸性×	：每 10 萬米的製膜	斷裂為 4 次～少於 8 次
拉伸性××	：每 10 萬米的製膜	斷裂為 8 次以上

(8) 薄膜的捲繞性

於薄膜的製程中，以 100m/分鐘的速度將薄膜捲繞成 550mm 寬、6,000m 的捲筒狀，按照其捲繞狀況、捲筒外觀，如以下地分級。

A：捲筒的捲繞形態良好

B：於捲筒的表面上雖然看到 1 個以上少於 5 個的凸出（突起狀隆起），但大致良好

C：於捲筒的表面上看到 5 個以上的凸出（突起狀隆起），外觀不良

D：捲筒的薄膜端面發生偏移，捲繞形態不良

[經矽烷偶合劑所表面處理的聚矽氧樹脂粒子之調製]

於附攪拌翼的 10 公升玻璃容器內倒入含有 0.06 質量 % 的氫氧化鈉之 7,000g 水溶液，對上層平靜地注入含有 0.01 質量 % 的聚氧乙烯月桂基醚之 1,000 克甲基三甲氧基矽烷，形成 2 層後，於 10~15℃ 邊使稍微轉動，邊進行 2 小時的界面反應，生成球狀粒子。然後，使系內的溫度成 70℃，使熟成約 1 小時，冷卻後以減壓過濾機來過濾，得到水分率約 40% 的聚矽氧樹脂粒子之餅狀物。接著，於另一玻璃容器內倒入分散有當作矽烷偶合劑 2 質量 % 之 γ -縮水甘油氧基丙基三甲氧基矽烷的 4,000 克水溶液，於其中全量添加先前反應所得之餅狀物，進行漿體化，在內溫 70℃、攪拌下費 3 小時進行表面處理，冷卻後，以減壓過濾機進行過濾處理，得到餅狀物。接著，將此餅狀物全量加到 600 克純水中以再度漿體化，在常溫攪拌 1 小時，然後再度於減壓液過機中進行過濾處理，而得到已去除多餘乳化劑及矽烷偶合劑的水分率約 40% 的餅狀物。最後，將此餅狀物在 100℃、15torr 下減壓處理 10 小時，得到凝聚粒子少、經矽烷偶合劑所表面處理的聚矽氧樹脂粒子之粉末約 400 克。

所得到到聚矽氧樹脂粒子之粉末的平均粒徑為 1.3 μm ，相對標準偏差為 0.14，粒徑比為 1.1。

實施例 1

於重量平均分子量 3.0×10^5 、 ^{13}C -NMR 測定所觀察大致完全間規構造的聚苯乙烯中，添加 0.3 質量%當作球狀交聯高分子粒子 A1 的平均粒徑 $1.3\ \mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.14、粒徑比 1.1 的聚矽氧樹脂粒子、及 0.2 質量%當作惰性微粒子 B1 的平均粒徑 $0.3\ \mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.17、粒徑比 1.1 的球狀矽石粒子（（股）日本觸媒製：商品名 Seahostar KE），得到苯乙烯系聚合物。再者，作為球狀交聯高分子粒子 A1，使用上述所得之經矽烷偶合劑所表面處理的聚矽氧樹脂粒子。

將此聚合物在 120°C 乾燥 4 小時，供應給擠壓機，在 290°C 熔融，從模縫擠出後，在流延筒上冷卻固化，製作未拉伸片。

將此未拉伸片在 114°C 於縱向（機械軸方向）拉伸 2.9 倍，接著導引至拉幅機後，於橫向（與機械軸方向成垂直的方向）拉伸 3.0 倍。此時，橫向的拉伸係藉由長度相同的 2 個拉伸區所構成的拉伸步驟，在第 1 拉伸區（第 1 階段）中於溫度 100°C 拉伸 2.0 倍，在第 2 拉伸區（最後階段）中於溫度 111°C 更拉伸 1.5 倍，以最後的拉伸倍率成為 3.0 倍的方式，使薄膜寬度呈直線地增加。然後在 235°C 熱定型 9 秒，再於冷卻到 180°C 為止之間進行 5% 鬆弛處理，得到厚度 $3.0\ \mu\text{m}$ 的二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 1 中顯示所得到的薄膜之特性。

由實施例 1 所得之薄膜係拉伸性及捲繞性良好，絕緣破壞電壓高，適合作為電容器的絕緣體。

實施例 2~7、比較例 1

除了球狀交聯高分子粒子 A1、惰性微粒子 B1、製膜條件及薄膜厚度係如表 1 中所示以外，與實施例 1 同樣地得到二軸拉伸薄膜。表 1 中顯示所得到的薄膜之特性。

由實施例 2、3 所得之薄膜係拉伸性及捲繞性良好，絕緣破壞電壓高，適合作為電容器的絕緣體。

由實施例 4~6 所得之薄膜係捲繞性良好，絕緣破壞電壓高，適合作為電容器的絕緣體。拉伸性係能耐得住實用。

由實施例 7 所得之薄膜雖然拉伸性差，但絕緣破壞電壓，適合作為電容器的絕緣體。

由比較例 1 所得之薄膜，由於厚度方向的折射率低，絕緣破壞電壓低，不適合作為電容器的絕緣體。

比較例 2

為了得到厚度方向的折射率大約 1.6600 的薄膜，縱向及橫向的拉伸倍率等的製膜條件係如表 1 中所示，結果薄膜常發生斷裂，無法得到二軸拉伸薄膜。

比較例 3

將由 ^{13}C -NMR 所求得的等規度為 97% 的聚丙烯，在 250°C 熔融，從模縫擠出後在 80°C 的輥上冷卻固化，成為未拉伸片。接著，於 135°C 在縱向拉伸 4.5 倍，於 163°C 在

橫向拉伸 9 倍後，在 163°C 熱定型 9 秒，在 160°C 鬆弛 2%
，得到薄膜厚度 3.0 μm 的二軸拉伸聚丙烯薄膜。

由比較例 3 所得之薄膜係耐熱性低，高溫時絕緣破壞
電壓顯著降低。又，熱收縮率高，不適合作為高絕緣性薄
膜。

表 1

		單位	實施例 1	實施例 2	實施例 3	實施例 4	實施例 5
球狀交 聯高分 子粒子 A1	種類	—	聚矽氧 樹脂粒子	聚矽氧 樹脂粒子	聚矽氧 樹脂粒子	聚矽氧 樹脂粒子	聚矽氧 樹脂粒子
	薄膜中	平均粒徑	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
		粒徑的 相對標準偏差	—	0.14	0.14	0.14	0.14
		粒徑比	—	1.1	1.1	1.1	1.1
	含量	質量%	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
惰性微 粒子 B1	種類	—	球狀矽石 粒子	球狀矽石 粒子	球狀矽石 粒子	球狀矽石 粒子	球狀矽石 粒子
	薄膜中	平均粒徑	μm	0.3	0.3	0.3	0.3
		粒徑的 相對標準偏差	—	0.17	0.17	0.17	0.17
		粒徑比	—	1.1	1.1	1.1	1.1
	含量	質量%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

表 1(續)

	單位	實施例 1	實施例 2	實施例 3	實施例 4	實施例 5	
製膜條件	縱拉伸倍率	2.9	3.3	3.6	3.6	3.8	
	縱拉伸溫度	114	115	116	116	118	
	橫拉伸倍率	3.0	3.6	3.9	3.9	4.0	
	橫拉伸溫度	第 1 階段	100	101	105	122	115
		最後階段	111	122	126	126	128
	熱定型溫度	235	235	240	240	235	
	鬆弛率	5	5	4	4	5	
	鬆弛溫度	~180	~180	~180	~180	~180	
	拉伸性	◎	◎	○	△	△	
	捲繞性	A	A	A	B	B	
薄膜厚度	μm	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
薄膜特性	中心線平均表面粗糙度(Ra)	nm	57	55	52	53	
	10 點平均粗糙度(Rz)	nm	1310	1330	1350	1340	
	厚度方向的折射率(nZ)	-	1.6106	1.6218	1.6223	1.6225	
	熱收縮率	縱向	%	3.1	3.3	3.4	3.4
		橫向	%	1.5	1.6	1.7	1.7
	絕緣破壞電壓	23°C	V/μm	340	360	380	380
		100°C	V/μm	330	350	370	380
		120°C	V/μm	320	340	360	370

表 1(續)

		單位	實施例 6	實施例 7	比較例 1	比較例 2	比較例 3
球狀交聯高分子粒子 A1	種類	—	聚矽氧樹脂粒子	聚矽氧樹脂粒子	聚矽氧樹脂粒子	聚矽氧樹脂粒子	無
	薄膜中	平均粒徑	1.3	1.3	1.3	1.3	
		粒徑的相對標準偏差	0.14	0.14	0.14	0.14	
		粒徑比	1.1	1.1	1.1	1.1	
	含量	質量%	0.3	0.3	0.3	0.3	
脣性微粒子 B1	種類	—	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	無
	薄膜中	平均粒徑	0.3	0.3	0.3	0.3	
		粒徑的相對標準偏差	0.17	0.17	0.17	0.17	
		粒徑比	1.1	1.1	1.1	1.1	
	含量	質量%	0.2	0.2	0.2	0.2	

表 1 (續)

	單位	實施例 6	實施例 7	比較例 1	比較例 2	比較例 3	
製膜 條件	縱拉伸倍率	4.1	4.5	2.6	5.0	4.5	
	縱拉伸溫度	120	120	112	120	135	
	橫拉伸倍率	4.2	4.6	2.7	5.2	9.0	
	橫拉伸溫度	第 1 階段	118	118	110	118	163
		最後階段	129	129	112	129	163
	熱定型溫度	235	235	235	235	163	
	鬆弛率	5	5	5	5	2	
	鬆弛溫度	~180	~180	~180	~180	160	
	拉伸性	△	x	◎	xx	○	
	捲繞性	B	B	C	-	C	
薄膜 特性	薄膜厚度	3.0	3.0	3.0	-	3.0	
	中心線平均表面粗糙度 (Ra)	50	46	50	-	39	
	10 點平均粗糙度(Rz)	1370	1380	1240	-	750	
	厚度方向的折射率(nZ)	1.6400	1.6500	1.6003	-	1.5160	
	熱收縮率	縱向	3.9	4.0	2.4	-	9.8
		橫向	2.2	2.3	0.3	-	8.2
	絕緣破壞電壓	23°C	390	390	260	-	400
		100°C	380	380	230	-	270
		120°C	370	370	220	-	160

又，使用所得之薄膜，如以下地製作電容器。

首先，於薄膜的一面上真空蒸鍍 500\AA 的厚度之鋁。於該情況下，蒸鍍成由 8mm 寬的蒸鍍部分與 1mm 寬的非蒸鍍部分所重複構成的縱向條狀。對所得到的蒸鍍薄膜，在蒸鍍部分與非蒸鍍部分的各自寬度方向之中央部進行切割，捲繞成由 4mm 寬的蒸鍍部分與 0.5mm 寬的非蒸鍍部分所構成的 4.5mm 寬之帶狀，成爲捲筒。其次，將 2 支捲筒，以非蒸鍍部分各自成爲相反側的端面之方式重疊而捲繞，得到捲繞體後，於 150°C 在 1MPa 加壓 5 分鐘。在加壓後的捲繞體之兩端面噴鍍金屬以成爲外部電極，對金屬焊接導線，製作捲繞型薄膜電容器。

由實施例 1~7 所得之薄膜電容器係耐熱性、耐電壓特性優異，顯示作爲電容器的優異性能。

實施例 8~16、比較例 4~6

實施例 8~16、比較例 4~6 的各種特性值係藉由下述的方法來測定、評價。

(1) 粒子的平均粒徑及粒徑比

(1-1) 粉體的平均粒徑及粒徑比

以盡可能使各個粒子不重疊的方式，使粉體散佈存在於試料台上，藉由金濺鍍裝置在該表面上形成厚度 $200\sim 300\text{\AA}$ 的金薄膜蒸鍍層，使用掃描型電子顯微鏡，以 1 萬~3 萬倍來觀察，藉由日本 Regulator (股) 製 Luzex 500

，對至少 1,000 個粒子求得其面積相當粒徑（ D_i ）、長徑（ D_{li} ）及短徑（ D_{si} ）。

（1-2）薄膜中的粒子之平均粒徑及粒徑比

將試料薄膜小片固定在掃描型電子顯微鏡用試料台，使用日本電子（股）製濺鍍裝置（JIS-1100 型離子濺鍍裝置），對薄膜表面，在 0.13Pa 的真空下，於 0.25kV、1.25mA 的條件下，施予 10 分鐘的離子蝕刻處理。再者，以同樣的裝置施予金濺鍍，使用掃描型電子顯微鏡，以 1 萬～3 萬倍來觀測，藉由日本 Regulator（股）製 Luzex 500，對至少 1,000 個粒子，求得其面積相當粒徑（ D_i ）、長徑（ D_{li} ）及短徑（ D_{si} ）。

粉體的平均粒徑及粒徑比係將由上述（1-1）項所得之值用於下述式，薄膜中的粒子之平均粒徑及粒徑比係將由上述（1-2）項所得之值用於下述式，粒子的個數為 n ，以面積相當粒徑（ D_i ）的數平均值當作平均粒徑（ D ）。

$$D = \left(\sum_{i=1}^n D_i \right) / n$$

又，由下述式所得之長徑的平均值（ D_l ）與短徑的平均值（ D_s ），算出粒徑比 D_l/D_s 。

$$D_l = \left(\sum_{i=1}^n D_{li} \right) / n$$

$$D_s = \left(\sum_{i=1}^n D_{si} \right) / n$$

(2) 粒子的粒徑之相對標準偏差

粉體的相對標準偏差係由前述 (1-1) 項、薄膜中的粒子之相對標準偏差係由前述 (1-2) 項所求得的各個粒子的面積相當粒徑 (D_i) 及平均粒徑 (D)，藉由下述式來求出。

$$\text{相對標準偏差} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - D)^2}{n}}}{D}$$

(3-1) 中心線平均表面粗糙度 (R_a)、(3-2) 10 點平均粗糙度 (R_z)、(4) 熱收縮率、(5) 折射率、(6) 絕緣破壞電壓 (BDV)、(7) 拉伸性及 (8) 薄膜的捲繞性係藉由與實施例 1~7 同樣的方法來測定、評價。

實施例 8

於重量平均分子量 3.0×10^5 、 ^{13}C -NMR 測定所觀察大致完全間規構造的聚苯乙烯中，添加 0.3 質量%當作矽石粒子 A2 的平均粒徑 $1.1 \mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.15、粒徑比 1.08 的球狀矽石粒子 ((股) 日本觸媒製：商品名 Seahostar (註冊商標) KE-P100)、及 0.2 質量%當作惰性微粒子 B2 的平均粒徑 $0.3 \mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.16、粒徑比 1.08 的球狀矽石粒子 ((股) 日本觸媒製：商品名 Seahostar (註冊商標) KE-P30)，得到苯乙烯系聚合物。

將此聚合物在 120°C 乾燥 4 小時，供應給擠壓機，在 290°C 熔融，從模縫擠出後，在流延筒上冷卻固化，製作

未拉伸片。

將此未拉伸片在 114℃ 於縱向（機械軸方向）拉伸 3.0 倍，接著導引至拉幅機後，於橫向（與機械軸方向成垂直的方向）拉伸 3.1 倍。此時，橫向的拉伸係藉由長度相同的 2 個拉伸區所構成的拉伸步驟，在第 1 拉伸區（第 1 階段）中於溫度 100℃ 拉伸 2.05 倍，在第 2 拉伸區（最後階段）中於溫度 112℃ 更拉伸 1.51 倍，以最後的拉伸倍率成爲 3.1 倍的方式，使薄膜寬度呈直線地增加。然後在 235℃ 熱定型 9 秒，再於冷卻到 180℃ 爲止之間，在寬度方向進行 5% 鬆弛處理，得到厚度 3.0 μm 的二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 2 中顯示所得到的薄膜之特性。

由實施例 8 所得之薄膜係拉伸性及捲繞性良好，絕緣破壞電壓高，適合作爲電容器的絕緣體。

實施例 9~14

除了矽石粒子 A2、惰性微粒子 B2、製膜條件、薄膜厚度係如表 2 中所示以外，與實施例 8 同樣地得到二軸拉伸薄膜。表 2 中顯示所得到的薄膜之特性。

實施例 15

除了使用平均粒徑 0.8 μm 、相對標準偏差 0.15、粒徑比 1.08 的球狀矽石粒子當作矽石粒子 A2，使用平均粒徑 0.4 μm 、相對標準偏差 0.15、粒徑比 1.08 的球狀矽石粒子當作惰性微粒子 B2，矽石粒子 A2 及惰性微粒子 B2 的含

量、製膜條件、薄膜厚度係如表 2 中所示以外，與實施例 8 同樣地得到二軸拉伸薄膜。表 2 中顯示所得到的薄膜之特性。

實施例 16

除了使用平均粒徑 $1.6\mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.13、粒徑比 1.10 的球狀矽石粒子（（股）日本觸媒製：商品名 Seahostar（註冊商標）KE-P150）當作矽石粒子 A2，使用平均粒徑 $0.1\mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.17、粒徑比 1.07 的球狀矽石粒子（（股）日本觸媒製：商品名 Seahostar 註冊商標）KE-P10）當作惰性微粒子 B2，矽石粒子 A2 及惰性微粒子 B2 的含量、製膜條件、薄膜厚度係如表 2 中所示以外，與實施例 8 同樣地得到二軸拉伸薄膜。表 2 中顯示所得到的薄膜之特性。

由實施例 9、10 所得之薄膜係拉伸性及捲繞性良好，絕緣破壞電壓高，適合作為電容器的絕緣體。

由實施例 11~13 所得之薄膜係捲繞性良好，絕緣破壞電壓高，適合作為電容器的絕緣體。拉伸性係能耐得住實用。

由實施例 14 所得之薄膜雖然拉伸性差，但絕緣破壞電壓高，適合作為電容器的絕緣體。

由實施例 15、16 所得之薄膜係拉伸性及捲繞性良好，絕緣破壞電壓高，適合作為電容器的絕緣體。

比較例 4

除了矽石粒子 A2、惰性微粒子 B2、製膜條件、薄膜厚度係如表 2 中所示以外，與實施例 8 同樣地得到二軸拉伸薄膜。表 2 中顯示所得到的薄膜之特性。由比較例 4 所得之薄膜，由於厚度方向的折射率低，絕緣破壞電壓低，不適合作為電容器的絕緣體。

比較例 5

為了得到厚度方向的折射率大約 1.6600 的薄膜，縱向及橫向的拉伸倍率等的製膜條件係如表 2 中所示，結果薄膜常發生斷裂，無法得到二軸拉伸薄膜。

比較例 6

將由 ^{13}C -NMR 所求得的等規度為 97% 的聚丙烯，在 250°C 熔融，從模縫擠出後在 80°C 的輥上冷卻固化，成為未拉伸片。接著，於 135°C 在縱向拉伸 4.5 倍，於 163°C 在橫向拉伸 9 倍後，在 163°C 熱定型 9 秒，在 160°C 鬆弛 2%，得到薄膜厚度 3.0 μm 的二軸拉伸聚丙烯薄膜。表 2 中顯示所得到的薄膜之特性。

由比較例 6 所得之薄膜係耐熱性低，高溫時絕緣破壞電壓顯著降低。又，熱收縮率高，不適合作為高絕緣性薄膜。

表 2

		單位	實施例 8	實施例 9	實施例 10	實施例 11	實施例 12
矽石 粒子 A2	種類	-	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子
	平均粒徑	μm	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	薄膜中 粒徑的相對標準偏差	-	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	粒徑比	-	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
含量		質量 %	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
惰性微 粒子 B2	種類	-	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子
	平均粒徑	μm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	薄膜中 粒徑的相對標準偏差	-	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
	粒徑比	-	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
含量		質量 %	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

表 2(續)

	單位	實施例 8	實施例 9	實施例 10	實施例 11	實施例 12	
製膜 條件	縱拉伸倍率	3.0	3.3	3.6	3.6	3.8	
	縱拉伸溫度	114	115	116	116	118	
	橫拉伸倍率	3.1	3.5	3.8	3.8	3.9	
	橫拉伸溫度	第 1 階段	100	101	105	120	115
		最後階段	112	121	125	125	127
	熱定型溫度	235	235	240	240	235	
	鬆弛率	5	5	4	4	5	
	鬆弛溫度	~180	~180	~180	~180	~180	
	拉伸性	◎	◎	○	△	△	
	捲繞性	A	A	A	B	B	
	薄膜厚度	μm	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	中心線平均表面粗糙度 (Ra)	nm	55	54	51	52	49
薄膜 特性	10 點平均粗糙度(Rz)	1270	1280	1300	1290	1310	
	厚度方向的折射率(nZ)	1.6108	1.6216	1.6222	1.6223	1.6348	
	熱收縮率	縱向	3.2	3.3	3.4	3.4	3.6
		橫向	1.5	1.5	1.6	1.6	1.8
	絕緣破壞電壓	23°C	320	340	350	350	360
		100°C	310	330	340	340	350
		120°C	300	320	330	330	340

表 2(續)

		單位	實施例 13	實施例 14	實施例 15	實施例 16
矽石粒子 A2	種類	—	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子
	平均粒徑	μm	1.1	1.1	0.8	1.6
	薄膜中 粒徑的相對標準偏差	—	0.15	0.15	0.15	0.13
	粒徑比	—	1.08	1.08	1.08	1.10
	含量	質量%	0.3	0.3	0.5	0.1
惰性微粒子 B2	種類	—	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子
	平均粒徑	μm	0.3	0.3	0.4	0.1
	薄膜中 粒徑的相對標準偏差	—	0.16	0.16	0.15	0.17
	粒徑比	—	1.08	1.08	1.08	1.07
	含量	質量%	0.2	0.2	0.1	0.5

表 2(續)

	單位	實施例 13	實施例 14	實施例 15	實施例 16	
製膜 條件	縱拉伸倍率	4.0	4.4	3.3	3.3	
	縱拉伸溫度	119	120	115	115	
	橫拉伸倍率	4.2	4.5	3.5	3.5	
	橫拉伸溫度	第 1 階段	116	117	101	101
		最後階段	128	128	121	121
	熱定型溫度	235	235	235	235	
	鬆弛率	5	5	5	5	
	鬆弛溫度	~180	~180	~180	~180	
	拉伸性	-	△	×	◎	
	捲繞性	-	B	B	B	
	薄膜厚度	μm	3.0	3.0	3.0	3.0
	中心線平均表面粗糙度 (Ra)	nm	49	45	62	36
	10 點平均粗糙度(Rz)	nm	1320	1320	960	1560
厚度方向的折射率(nZ)	-	1.6396	1.6494	1.6216	1.6216	
薄膜 特性	熱收縮率	縱向	3.9	4.0	3.3	
		橫向	2.2	2.3	1.5	
	絕緣破壞電壓	23°C	360	360	340	340
		100°C	360	350	330	330
		120°C	340	340	320	320

表 2(續)

		單位	比較例 4	比較例 5	比較例 6
矽石 粒子 A2	種類	—	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	無
	平均粒徑	μm	1.1	1.1	
	粒徑的相對標準偏差	—	0.15	0.15	
	粒徑比	—	1.08	1.08	
含量		質量%	0.3	0.3	
惰性 微粒子 B2	種類	—	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子	無
	平均粒徑	μm	0.3	0.3	
	粒徑的相對標準偏差	—	0.16	0.16	
	粒徑比	—	1.08	1.08	
含量		質量%	0.2	0.2	

表 2(續)

	單位	比較例 4	比較例 5	比較例 6	
製 膜 條 件	縱拉伸倍率	2.6	5.0	4.5	
	縱拉伸溫度	112	120	135	
	橫拉伸倍率	2.6	5.1	9.0	
	橫拉伸溫度	第 1 階段	99	118	163
		最後階段	111	129	163
	熱定型溫度	235	235	163	
	鬆弛率	5	5	2	
	鬆弛溫度	~180	~180	160	
	拉伸性	◎	xx	○	
	捲繞性	C	-	C	
薄膜厚度	μm	3.0	-	3.0	
薄 膜 特 性	中心線平均表面粗糙度(Ra)	49	-	39	
	10 點平均粗糙度(Rz)	1190	-	750	
	厚度方向的折射率(nZ)		1.6002	-	1.5160
		縱向	2.4	-	9.8
	橫向	0.3	-	8.2	
	熱收縮率	23°C	250	-	400
		100°C	230	-	270
		120°C	210	-	160
	絕緣破壞電壓				

又，使用所得之薄膜，如以下地製作電容器。

首先，於薄膜的一面上真空蒸鍍 500\AA 的厚度之鋁。於該情況下，蒸鍍成由 8mm 寬的蒸鍍部分與 1mm 寬的非蒸鍍部分所重複構成的縱向條狀。對所得到的蒸鍍薄膜，在蒸鍍部分與非蒸鍍部分的各自寬度方向之中央部進行切割，捲繞成由 4mm 寬的蒸鍍部分與 0.5mm 寬的非蒸鍍部分所構成的 4.5mm 寬之帶狀，成爲捲筒。其次，將 2 支捲筒，以非蒸鍍部分各自成爲相反側的端面之方式重疊而捲繞，得到捲繞體後，於 150°C 在 1MPa 加壓 5 分鐘。在加壓後的捲繞體之兩端面噴鍍金屬以成爲外部電極，對金屬焊接導線，製作捲繞型薄膜電容器。

由實施例 8~14 所得之薄膜電容器係耐熱性、耐電壓特性優異，顯示作爲電容器的優異性能。

實施例 17~29、比較例 7~8

實施例 17~29、比較例 7~8 中的下述特性值係藉由與實施例 8~16 同樣的方法來測定、評價。

- (1-1) 粉體的平均粒徑及粒徑比
- (1-2) 薄膜中的粒子之平均粒徑及粒徑比
- (2) 粒子的粒徑之相對標準偏差
- (3-1) 中心線平均表面粗糙度 (Ra)
- (3-2) 10 點平均粗糙度 (Rz)
- (4) 熱收縮率
- (5) 折射率

- (6) 絕緣破壞電壓 (BDV)
- (7) 介電常數
- (8) 玻璃轉移點溫度 (T_g) 及熔點 (T_m、T_{ms})
- (9) 拉伸性
- (10) 捲繞性

[聚對苯二甲酸乙二酯樹脂的準備]

使用對苯二甲酸二甲酯及乙二醇當作單體，使用醋酸錳當作酯交換觸媒，使用三氧化錒當作聚合觸媒，使用亞磷酸當作安定劑，藉由常用方法來聚合，得到固有黏度 0.62 的聚對苯二甲酸乙二酯樹脂（熔點 258℃、介電常數 3.2）。

實施例 17

作為苯乙烯系聚合物，使用重量平均分子量 3.0×10^5 、¹³C-NMR 測定所觀察大致完全間規構造的聚苯乙烯（熔點 (T_{ms}) 270℃、介電常數 2.7），以其當作樹脂組成物。於 99.5 質量份的所得之樹脂組成物中，添加由 0.3 質量份（於所得而的薄膜中成為 0.3 質量%）的惰性微粒子 A3 與 0.2 質量份（於所得而的薄膜中成為 0.2 質量%）的惰性微粒子 B3 所構成之微粒子，以得到樹脂組成物與微粒子的混合物，該惰性微粒子 A3 係平均粒徑 1.1 μm、相對標準偏差 0.15、粒徑比 1.08 的球狀矽石粒子（（股）日本觸媒製：商品名 Seahostar（註冊商標）），該惰性微

粒子 B3 係平均粒徑 $0.3\mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.16、粒徑比 1.08 的球狀矽石粒子（（股）日本觸媒製：商品名 Seahostar（註冊商標））。

將所得到的混合物丸粒化，將該丸粒在 130°C 乾燥 7 小時後，供應給擠壓機，在 290°C 熔融，從模縫擠出後，在流延筒上冷卻固化，製作未拉伸片。

將此未拉伸片在 114°C 於縱向（機械軸方向）拉伸 3.2 倍，接著導引至拉幅機後，於橫向（與機械軸方向成垂直的方向）拉伸 3.3 倍。此時，橫向的拉伸之拉伸速度為 $5,000\%/分鐘$ ，拉伸溫度係第 1 階段的溫度為 102°C ，最後階段的溫度為 119°C 。然後在 235°C 熱定型 9 秒，再於冷卻到 180°C 為止之間，在寬度方向進行 4% 鬆弛處理，得到厚度 $3.0\mu\text{m}$ 的二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 3 中顯示所得到的薄膜之特性。

實施例 17 所得之薄膜係拉伸性及捲繞性良好。

實施例 18

於作為苯乙烯系聚合物的重量平均分子量 3.0×10^5 、 ^{13}C -NMR 測定所觀察大致完全間規構造的 95 質量份的聚苯乙烯中，摻合 5 質量份當作樹脂 X 的前述所得之聚對苯二甲酸乙二酯樹脂，除了使用其當作樹脂組成物以外，與實施例 17 與同樣地得到二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 3 中顯示所得到的薄膜之特性。

實施例 18 所得之薄膜係拉伸性及捲繞性優異，絕緣

破壞電壓高，適合作為高絕緣性薄膜。因此，適合作為電容器的絕緣體。

實施例 19～22

除了使用苯乙烯系聚合物與樹脂 X 的摻合比率如表 3 中所示者之樹脂組成物以外，與實施例 18 同樣地得到二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 3 中顯示所得到的薄膜之特性。

實施例 19～21 所得之薄膜係拉伸性及捲繞性良好，尤其絕緣破壞電壓高，適合作為高絕緣性薄膜。因此，適合作為電容器的絕緣體，尤其亦適合作為混合動力汽車中用的電容器之絕緣體。

比較例 7、實施例 23

除了縱向及橫向的拉伸倍率、拉伸溫度等的製膜條件係如表 3 以外，與實施例 19 同樣地得到二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 3 中顯示所得到的薄膜之特性。

比較例 7 所得之薄膜，由於厚度方向的折射率低，絕緣破壞電壓低，不適合作為高絕緣性薄膜。

實施例 23 所得之薄膜係拉伸性及捲繞性良好，尤其絕緣破壞電壓高，適合作為高絕緣性薄膜。因此，適合作為電容器的絕緣體，尤其亦適合作為混合動力汽車中用的電容器之絕緣體。

比較例 8

爲了得到厚度方向的折射率大約 1.6580 的薄膜，縱向及橫向的拉伸倍率等的製膜條件係如表 3 中所示，結果薄膜常發生斷裂，無法得到二軸拉伸薄膜。

實施例 24、25

除了橫向拉伸時的拉伸速度及拉伸溫度等的製膜條件係如表 3 以外，與實施例 19 同樣地得到二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 3 中顯示所得到的薄膜之特性。

實施例 24、25 所得之薄膜，由於橫拉伸的拉伸速度之條件不是在較佳範圍內，故拉伸性差。又，雖絕緣破壞電壓比較低，但捲繞性良好，作爲高絕緣性薄膜係能耐得住實用。

實施例 26

於 99.4 質量份的樹脂組成物中，添加 0.6 質量份（於所得到的薄膜中成爲 0.6 質量%）當作微粒子的平均粒徑 $1.1\mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.15、粒徑比 1.08 的球狀矽石粒子（（股）日本觸媒製：商品名 Seahostar（註冊商標）），除了使用所得之混合物以外，與實施例 19 同樣地得到二軸拉伸薄膜。表 3 中顯示所得到的薄膜之特性。

實施例 26 所得之薄膜，雖然捲繞性及絕緣破壞電壓比較低，但作爲高絕緣性薄膜係能耐得住實用。

實施例 27

除了使用由 0.3 質量份（於所得而的薄膜中成爲 0.3 質量%）當作惰性微粒子 A3 的平均粒徑 $1.3\mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.14、粒徑比 1.10 的球狀聚矽氧樹脂粒子、與 0.2 質量份（於所得而的薄膜中成爲 0.2 質量%）當作的惰性微粒子 B3 的平均粒徑 $0.3\mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.16、粒徑比 1.08 的球狀矽石粒子（（股）日本觸媒製：商品名 Seahostar（註冊商標））所構成的微粒子以外，與實施例 19 同樣地得到二軸拉伸薄膜。表 3 中顯示所得到的薄膜之特性。

實施例 27 所得之薄膜係拉伸性及捲繞性良好，尤其絕緣破壞電壓高，適合作爲高絕緣性薄膜。因此，適合作爲電容器的絕緣體，尤其亦適合作爲混合動力汽車中用的電容器之絕緣體。

實施例 28

除了使用聚萘二甲酸乙二酯樹脂（熔點 269°C 、介電常數 3.1）當作樹脂 X 以外，與實施例 19 同樣地得到二軸拉伸薄膜。表 3 中顯示所得到的薄膜之特性。實施例 28 所得之薄膜，雖然絕緣破壞電壓比較低，但拉伸性及捲繞性優異，作爲高絕緣性薄膜係能耐得住實用。

實施例 29

除了使用聚丙烯樹脂（熔點 170°C 、介電常數 2.1）當

作樹脂 X 以外，與實施例 19 同樣地得到二軸拉伸薄膜。表 3 中顯示所得到的薄膜之特性。實施例 29 所得之薄膜，或許由於作為樹脂 X 所用的聚丙烯之耐熱性低，高溫的絕緣破壞電壓比較低，但作為高絕緣性薄膜係能耐得住實用。

實施例 30

除了使用聚碳酸酯樹脂（熔點 243℃、介電常數 2.8）當作樹脂 X 以外，與實施例 19 同樣地得到二軸拉伸薄膜。表 3 中顯示所得到的薄膜之特性。

表 3

		實施例 17	實施例 18	實施例 19	實施例 20	實施例 21
樹脂 組成 物	摻含量	100	95	90	80	70
	單位	質量%	PET	PET	PET	PET
	種類	-	-	-	-	-
	介電常數	-	3.2	3.2	3.2	3.2
樹脂 X	熔點	-	258	258	258	258
	摻含量	0	5	10	20	30
	單位	質量%	5	10	20	30
	倍率	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
縱拉伸	溫度	114	114	114	114	114
	單位	°C	114	114	114	114
	倍率	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
	速度	5000	5000	5000	5000	5000
橫拉伸	溫度	102	102	102	102	102
	單位	°C	102	102	102	102
	第 1 階段	119	119	119	119	119
	最後階段	235	235	235	235	235
製膜 條件	熱定型溫度	235	235	235	235	235
	單位	°C	235	235	235	235
	鬆弛率	4	4	4	4	4
	鬆弛溫度	~180	~180	~180	~180	~180

PET：聚對苯二甲酸乙二酯樹脂

PEN：聚萘二甲酸乙二酯樹脂

PP：聚丙烯樹脂

PC：聚碳酸酯樹脂

表 3(續)

	單位	實施例 17	實施例 18	實施例 19	實施例 20	實施例 21
拉伸性	—	◎	◎	◎	◎	◎
捲繞性	—	A	A	A	A	A
薄膜厚度	μm	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
中心線平均表面粗糙度(Ra)	nm	55	55	54	53	52
10 點平均粗糙度(Rz)	nm	1260	1270	1280	1300	1290
厚度方向的折射率(nZ)	—	1.6185	1.6179	1.6163	1.6151	1.6136
熱收縮率	縱向	3.3	3.2	3.3	3.4	3.4
	橫向	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6
絕緣破壞 電壓	23°C	320	360	400	410	395
	100°C	310	350	385	395	375
	120°C	300	335	370	365	345

表 3(續)

樹脂組成物	苯乙烯系聚合物	摻合量	單位	實施例 22	比較例 7	實施例 23	比較例 8	
樹脂組成物	樹脂 X	種類	—	PET	PET	PET	PET	
		介電常數	—	3.2	3.2	3.2	3.2	
		熔點	°C	258	258	258	258	
		摻合量	質量%	50	10	10	10	
縱拉伸	縱拉伸	倍率	倍	3.2	2.6	3.9	4.9	
		溫度	°C	114	112	118	119	
		倍率	倍	3.3	2.7	4.0	5.0	
製膜條件	橫拉伸	速度	%/分鐘	5000	5000	5000	5000	
		溫度	第 1 階段	°C	102	100	114	117
			最後階段	°C	119	111	126	128
		熱定型溫度	°C	235	235	235	235	
		鬆弛率	%	4	4	4	4	
鬆弛溫度	°C	~180	~180	~180	~180			

PET：聚對苯二甲酸乙二酯樹脂

PEN：聚萘二甲酸乙二酯樹脂

PP：聚丙烯樹脂

PC：聚碳酸酯樹脂

表 3(續)

	單位	實施例 22	比較例 7	實施例 23	比較例 8
拉伸性	—	◎	◎	◎	××
捲繞性	—	A	C	A	—
薄膜厚度	μm	3.0	3.0	3.0	—
中心線平均表面粗糙度(Ra)	nm	52	49	54	—
10 點平均粗糙度(Rz)	nm	1280	1280	1280	—
厚度方向的折射率(nZ)	—	1.6107	1.6003	1.6350	—
熱收縮率	縱向	3.4	2.5	3.5	—
	橫向	1.6	0.4	1.7	—
絕緣破壞 電壓	23°C	320	250	410	—
	100°C	300	230	395	—
	120°C	280	210	375	—

PET：聚對苯二甲酸乙二酯樹脂

PEN：聚萘二甲酸乙二酯樹脂

PP：聚丙烯樹脂

PC：聚碳酸酯樹脂

表 3(續)

樹脂組成物		單位	實施例 24	實施例 25	實施例 26	實施例 27	實施例 28	實施例 29	實施例 30
苯乙烯系聚合物	摻合量	質量%	90	90	90	90	90	90	90
	種類	-	PET	PET	PET	PET	PEN	PP	PC
樹脂 X	介電常數	-	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	2.1	2.8
	熔點	°C	258	258	258	258	269	170	243
	摻合量	質量%	10	10	10	10	10	10	10
縱拉伸	倍率	倍	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	溫度	°C	114	114	114	114	114	114	114
	倍率	倍	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
製膜條件	速度	%/分鐘	400	35000	5000	5000	5000	5000	5000
	溫度	第 1 階段	101	101	102	102	102	102	102
		最後階段	118	118	119	119	119	119	119
	熱定型溫度	°C	235	235	235	235	235	235	235
	鬆弛率	%	4	4	4	4	4	4	4
鬆弛溫度	°C	~180	~180	~180	~180	~180	~180	~180	~180

PET：聚對苯二甲酸乙二酯樹脂

PEN：聚萘二甲酸乙二酯樹脂

PP：聚丙烯樹脂

PC：聚碳酸酯樹脂

表 3(續)

	單位	實施例 24	實施例 25	實施例 26	實施例 27	實施例 28	實施例 29	實施例 30
拉伸性	—	△	△	◎	◎	◎	◎	◎
捲繞性	—	A	A	B	A	A	A	A
薄膜厚度	μm	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
中心線平均表面粗糙度 (Ra)	nm	54	54	88	55	54	55	53
10 點平均粗糙度(Rz)	nm	1280	1280	1790	1390	1280	1300	1260
厚度方向的折射率(nZ)	—	1.6173	1.6149	1.6163	1.6162	1.6182	1.6143	1.6167
熱收縮率	%	3.4	3.3	3.3	3.3	3.0	3.7	3.4
	%	1.5	1.4	1.5	1.5	1.3	1.9	1.6
絕緣破壞電壓	V/μm	340	335	345	405	345	375	305
	V/μm	330	325	335	390	340	355	295
	V/μm	320	320	320	375	335	325	290

薄膜特性

又，使用所得之薄膜，如以下地製作電容器。

首先，於薄膜的一面上真空蒸鍍 500\AA 的厚度之鋁。於該情況下，蒸鍍成由 8mm 寬的蒸鍍部分與 1mm 寬的非蒸鍍部分所重複構成的縱向條狀。對所得到的蒸鍍薄膜，在蒸鍍部分與非蒸鍍部分的各自寬度方向之中央部進行切割，捲繞成由 4mm 寬的蒸鍍部分與 0.5mm 寬的非蒸鍍部分所構成的 4.5mm 寬之帶狀，成為捲筒。其次，將 2 支捲筒，以非蒸鍍部分各自成為相反側的端面之方式重疊而捲繞，得到捲繞體後，於 150°C 在 1MPa 加壓 5 分鐘。在加壓後的捲繞體之兩端面噴鍍金屬以成為外部電極，對金屬焊接導線，製作捲繞型薄膜電容器。

使用實施例 18~29 所得之薄膜的薄膜電容器，係耐熱性、耐電壓特性優異，顯示作為電容器的優異性能。又，電容器作成時的加工性亦優異。

特別地，使用實施例 19~23、27 所得之薄膜的薄膜電容器，係耐熱性優異，尤其耐電壓特性優異，顯示作為電容器的優異性能。

實施例 31~45、比較例 9~10

實施例 31~45、比較例 9~10 的以下特性值係藉由與實施例 8~16 同樣的方法來測定、評價。

(1-1) 粉體的平均粒徑及粒徑比

(1-2) 薄膜中的粒子之平均粒徑及粒徑比

(2) 粒子的粒徑之相對標準偏差

(3-1) 中心線平均表面粗糙度 (Ra)

(3-2) 10 點平均粗糙度 (Rz)

(4) 熱收縮率

(5) 折射率

(6) 絕緣破壞電壓 (BDV)

(7) 拉伸性

又，以下特性值係藉由以下的方法來測定、評價。

(8) 捲繞性

於薄膜的製程中，以 140m/分鐘的速度將薄膜捲繞成 500mm 寬、9000m 之輓狀，所得到的捲筒之捲繞形態及捲筒的端面偏移係如以下地分級。

[捲繞形態]

A：捲筒的表面沒有凸出，捲繞形態良好。

B：捲筒的表面有 1 個以上少於 4 個的凸出（突起狀隆起），捲繞形態大致良好。

C：捲筒的表面有 4 個以上少於 10 個的凸出（突起狀隆起），捲繞形態稍微不良，但可使用作為製品。

D：捲筒的表面有 10 個以上的凸出（突起狀隆起），捲繞形態差，但可使用作為製品。

[端面偏移]

◎：捲筒端面的端面偏移為少於 0.5mm，良好。

○：捲筒端面的端面偏移為 0.5mm 以上少於 1mm，

大致良好。

△：捲筒端面的端面偏移為 1mm 以上少於 2mm，雖然稍差，但可使用作為製品。

×：捲筒端面的端面偏移為 2mm 以上，為差者，不能使用作為製品。

××：捲筒捲繞中端面偏移變大，無法製作 9,000m 的捲筒。

（9）熱分解溫度

使用差示熱熱質量同時測定裝置（精工電子工業（股）製：商品名 TG/DTA220），在空氣環境下以 10℃/分的升溫速度進行測定，由其溫度/質量變化曲線藉由切線法求得質量開始變化的溫度，當作熱分解溫度（單位：℃）。

（10）玻璃轉移點溫度及熔點

將約 10 毫克樣品封入測定用的鋁製盤，安裝於差示熱量計（TA Instruments 公司製：商品名 DSC2920 Modulated），從 25℃起以 20℃/分鐘的速度升溫到 300℃為止，測定玻璃轉移溫度（單位：℃）與熔點（單位：℃）。

實施例 32

於質量平均分子量 3.0×10^5 、 ^{13}C -NMR 測定所觀察大致完全間規構造的 99.0 質量份的聚苯乙烯中，摻合 0.5 質量份（以所得到的薄膜之質量為基準成為 0.5 質量%）當

作抗氧化劑的季戊四醇四[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙酸酯](汽巴特殊化學品公司製：商品名 IRGANOX1010)(熔點 120°C、熱分解溫度 335°C)、0.3 質量份(以所得到的薄膜之質量為基準成為 0.3 質量%)當作惰性微粒子 A4 的平均粒徑 1.1 μm 、相對標準偏差 0.15、粒徑比 1.08 的球狀矽石粒子((股)日本觸媒製：商品名 Seahostar KE)、與 0.2 質量份(以所得到的薄膜之質量為基準成為 0.2 質量%)當作惰性微粒子 B4 的平均粒徑 0.3 μm 、相對標準偏差 0.16、粒徑比 1.08 的球狀矽石粒子((股)日本觸媒製：商品名 Seahostar KE)，得到樹脂混合物。

將所得到的樹脂混合物在 130°C 乾燥 7 小時，接著供應給擠壓機，在 290°C 熔融，從模縫擠出後，在經冷卻到 20°C 的流延筒上冷卻固化，製作未拉伸片。

將此未拉伸片在 114°C 於縱向(機械軸方向)拉伸 3.2 倍，接著導引至拉幅機後，於橫向(與機械軸方向成垂直的方向)拉伸 3.3 倍。於該情況下，橫向的拉伸速度為 5,000%/分鐘。又，橫向的拉伸溫度係第 1 階段的溫度為 102°C，最後階段的溫度為 119°C。然後在 235°C 熱定型 9 秒，再於冷卻到 180°C 為止之間，在寬度方向進行 4%鬆弛處理，得到厚度 3.0 μm 的二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 4 中顯示所得到的薄膜之特性。

實施例 33~35、實施例 31、實施例 36

除了抗氧化劑的含量係如表 4 所示以外，與實施例 32 同樣地得到厚度 $3.0\mu\text{m}$ 的二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 4 中顯示所得到的薄膜之特性。再者，調整聚苯乙烯的量，以使全體成爲 100 質量份。

實施例 37

除了使用 N,N'-雙[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙醯基]胍（汽巴特殊化學品公司製：商品名 IRGANOX1024）（熔點 210°C 、熱分解溫度 275°C ）當作抗氧化劑以外，與實施例 33 同樣地得到厚度 $3.0\mu\text{m}$ 的二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 4 中顯示所得到的薄膜之特性。

由實施例 31~37 可得到與抗氧化劑的種類及其含量有關的知識。

實施例 32~35 所得之薄膜係拉伸性及捲繞性良好，絕緣破壞電壓高，適合作爲電容器的絕緣體。

又，由使用與上述實施例 32~35 不同的抗氧化劑之實施例 37 所得之薄膜，亦拉伸性及捲繞性良好，絕緣破壞電壓高，適合作爲電容器的絕緣體。

實施例 38

除了聚苯乙烯爲 98.6 質量份，惰性微粒子 A4 爲 0.4 質量份（以所得到的薄膜之質量爲基準成爲 0.4 質量%）的平均粒徑 $0.27\mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.16、粒徑比 1.08 的

球狀矽石粒子（（股）日本觸媒製：商品名 Seahostar KE），不不添加惰性微粒子 B4 以外，與實施例 33 同樣地得到厚度 $3.0\mu\text{m}$ 的二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 4 中顯示所得到的薄膜之特性。

實施例 39～41

除了作為惰性微粒子 A4 的球狀矽石粒子之平均粒徑、相對標準偏差、粒徑比及含量係如表 4 所示以外，與實施例 38 同樣地得到厚度 $3.0\mu\text{m}$ 的二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 4 中顯示所得到的薄膜之特性。再者，調整聚苯乙烯之量，以使全體成為 100 質量份。

實施例 42

除了摻合 98.4 質量份的聚苯乙烯、0.1 質量份（以所得到的薄膜之質量為基準成為 0.1 質量%）當作惰性微粒子 A4 的平均粒徑 $0.5\mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.15、粒徑比 1.08 之球狀矽石粒子（（股）日本觸媒製：商品名 Seahostar KE）、及 0.5 質量份（以所得到的薄膜之質量為基準成為 0.5 質量%）當作惰性微粒子 B4 的平均粒徑 $0.1\mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.17、粒徑比 1.07 的球狀矽石粒子（（股）日本觸媒製：商品名 Seahostar KE）以外，與實施例 33 同樣地得到厚度 $3.0\mu\text{m}$ 的二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 4 中顯示所得到的薄膜之特性。

實施例 43、44

除了作為惰性微粒子 A4 的球狀矽石粒子之平均粒徑、相對標準偏差、粒徑比、含量、及作為惰性微粒子 B4 的球狀矽石粒子之平均粒徑、相對標準偏差、粒徑比、含量係如表 4 中所示以外，與實施例 42 同樣地得到厚度 $3.0\mu\text{m}$ 的二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 4 中顯示所得到的薄膜之特性。再者，調整聚苯乙烯之量，以使全體成為 100 質量份。

實施例 45

除了使用 0.3 質量份（以所得到的薄膜之質量為基準成為 0.3 質量%）當作惰性微粒子 A4 的平均粒徑 $1.3\mu\text{m}$ 、相對標準偏差 0.14、粒徑比 1.10 的球狀聚矽氧樹脂粒子以外，與實施例 33 同樣地得到厚度 $3.0\mu\text{m}$ 的二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 4 中顯示所得到的薄膜之特性。

由實施例 33 及實施例 38~45 可得到與惰性微粒子 A4 的態樣及惰性微粒子 B4 的態樣有關的知識。

由含有的惰性微粒子之態樣為恰當的實施例 33、38~45 所得之薄膜，皆拉伸性及捲繞性良好，絕緣破壞電壓高，適合作為電容器的絕緣體。

比較例 9、實施例 46

除了製膜條件係如表 4 中所示以外，與實施例 33 同樣地得到厚度 $3.0\mu\text{m}$ 的二軸拉伸薄膜，捲繞成輓狀。表 4

中顯示所得到的薄膜之特性。

比較例 10

除了爲了得到厚度方向的折射率大約 1.6580 的薄膜，縱向及橫向的拉伸倍率等的製膜條件係如表 4 中所示以外，與實施例 33 同樣地欲製造薄膜，結果薄膜常發生斷裂，無法得到二軸拉伸薄膜。

由實施例 33、46 及比較例 9、10 可得到與薄膜的厚度方向之折射率有關的知識。

實施例 33、46 所得之薄膜，由於厚度方向的折射率爲恰當，故拉伸性及捲繞性良好，絕緣破壞電壓高，適合作爲電容器的絕緣體。

另一方面，比較例 9 所得之薄膜，由於拉伸倍率低，薄膜的厚度方向之折射率過低，故捲繞性及絕緣破壞電壓差。

又，於比較例 10 中，目的之厚度方向的折射率過高，無法得到薄膜。

表 4

種類		單位	實施例 31	實施例 32	實施例 33	實施例 34	實施例 35	實施例 36	實施例 37
脣性 微粒子 A4	—	—	球狀矽 石粒子	球狀矽 石粒子	球狀矽 石粒子	球狀矽 石粒子	球狀矽 石粒子	球狀矽 石粒子	球狀矽 石粒子
	平均粒徑	μm	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	粒徑的 相對標準偏差	—	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	粒徑比	—	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
含量		質量%	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
脣性 微粒子 B4	種類	—	球狀矽 石粒子	球狀矽 石粒子	球狀矽 石粒子	球狀矽 石粒子	球狀矽 石粒子	球狀矽 石粒子	球狀矽 石粒子
	平均粒徑	μm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	粒徑的 相對標準偏差	—	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
	粒徑比	—	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
含量		質量%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
抗氧化 劑	種類	—	-	C1	C1	C1	C1	C1	C2
	熔點	°C	-	120	120	120	120	120	210
	熱分解溫度	°C	-	335	335	335	335	335	275
	含量	質量%	-	0.5	1.0	3.0	5.0	9.0	1.0
製膜 條件	縱拉伸倍率	倍	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	縱拉伸溫度	°C	114	114	114	114	114	114	114
	橫拉伸倍率	倍	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
	橫拉伸 溫度	°C	102	102	102	102	102	102	102
	第 1 階段	°C	119	119	119	119	119	119	119
	最後階段	°C	119	119	119	119	119	119	119

抗氧化劑 C1：季戊四醇四[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙酸酯](IRGANOX1010)
 抗氧化劑 C2：N,N'-雙[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙醯基]肼(IRGANOX1024)

表 4(續)

		實施例 31	實施例 32	實施例 33	實施例 34	實施例 35	實施例 36	實施例 37	
薄膜特性	拉伸性	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
	捲繞形態	A	A	A	A	A	A	A	
	捲繞性	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
	端面偏移	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
	薄膜厚度	54	55	55	55	55	54	55	
	中心線平均表面粗糙度(Ra)	1270	1270	1270	1270	1270	1280	1270	
	10 點平均粗糙度(Rz)	1.6185	1.6184	1.6183	1.6179	1.6175	1.6170	1.6183	
	厚度方向的折射率(nZ)	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	
	熱收縮率	縱向	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6
		橫向	310	355	390	405	340	310	380
	絕緣破壞電壓	23°C	300	345	380	395	330	300	370
		100°C	290	335	370	385	320	295	360
		120°C							

表 4(續)

種類		單位	實施例 38	實施例 39	實施例 40	實施例 41	實施例 42	實施例 43	實施例 44	實施例 45
脲性 微粒子 A4	平均粒徑	μm	0.27	0.27	0.5	0.5	0.5	0.8	1.6	1.3
	薄膜中 粒徑的相對標準 偏差		0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14
		粒徑比		1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.10
	含量	質量%	0.4	0.8	0.3	0.6	0.1	0.5	0.1	0.3
脲性 微粒子 B4	種類		無	無	無	無	球狀矽石 粒子	球狀矽石 粒子	球狀矽石 粒子	球狀矽石 粒子
	薄膜中 平均粒徑	μm	-	-	-	-	0.1	0.4	0.1	0.3
		粒徑的相對標準 偏差		-	-	-	-	0.17	0.15	0.17
	粒徑比		-	-	-	-	1.07	1.08	1.07	1.08
含量	質量%	-	-	-	-	0.5	0.1	0.5	0.2	
抗氧化 劑	種類		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
	熔點	°C	120	120	120	120	120	120	120	120
	熱分解溫度	°C	335	335	335	335	335	335	335	335
	含量	質量%	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
製膜 條件	縱拉伸倍率	倍	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	縱拉伸溫度	°C	114	114	114	114	114	114	114	114
	橫拉伸倍率	倍	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
	橫拉伸 溫度	°C	102	102	102	102	102	102	102	102
	最後階段	°C	119	119	119	119	119	119	119	119

抗氧化劑 C1：季戊四醇四[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙酸酯](IRGANOX1010)

抗氧化劑 C2：N,N'-雙[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙醯基]肼(IRGANOX1024)

表 4(續)

		單位	實施例 38	實施例 39	實施例 40	實施例 41	實施例 42	實施例 43	實施例 44	實施例 45
薄膜 特性	拉伸性	—	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	捲繞形態	—	C	C	C	C	C	B	B	A
	端部偏移	—	△	△	△	△	○	○	◎	◎
	薄膜厚度	μm	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	中心線平均表面粗糙度(Ra)	nm	18	28	25	34	19	48	45	57
	10 點平均粗糙度(Rz)	nm	270	440	420	670	260	710	1550	1290
	厚度方向的折射率(nZ)	—	1.6183	1.6183	1.6183	1.6183	1.6183	1.6180	1.6181	1.6181
	熱收縮率	%	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
		%	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	絕緣電壓	V/μm	390	380	390	390	390	385	375	395
破壞電壓	V/μm	380	370	380	380	380	375	370	390	
	V/μm	370	360	370	370	370	365	360	375	

抗氧化劑 C1：季戊四醇四[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙酸酯](IRGANOX1010)

抗氧化劑 C2：N,N'-雙[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙醯基]肼(IRGANOX1024)

表 4(續)

		單位	比較例 9	實施例 46	比較例 10
惰性 微粒 子 A4	種類		—	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子
	薄膜中	平均粒徑	μm	1.1	1.1
		粒徑的相對標準偏差	—	0.15	0.15
		粒徑比	—	1.08	1.08
	含量		質量%	0.3	0.3
惰性 微粒 子 B4	種類		—	球狀矽石粒子	球狀矽石粒子
	薄膜中	平均粒徑	μm	0.3	0.3
		粒徑的相對標準偏差	—	0.16	0.16
		粒徑比	—	1.08	1.08
	含量		質量%	0.2	0.2
抗氧化 劑	種類		—	C1	C1
	熔點		°C	120	120
	熱分解溫度		°C	335	335
	含量		質量%	1.0	1.0
製膜 條件	縱拉伸倍率		倍	2.6	3.9
	縱拉伸溫度		°C	112	118
	橫拉伸倍率		倍	2.7	4.0
	橫拉伸 溫度	第 1 階段	°C	100	114
		最後階段	°C	111	126
薄膜 特性	拉伸性		—	◎	○
	捲繞性	捲繞形態	—	B	A
		端面偏移	—	○	◎
	薄膜厚度		μm	3.0	3.0
	中心線平均表面粗糙度(Ra)		nm	49	54
	10 點平均粗糙度(Rz)		nm	1180	1280
	厚度方向的折射率(nZ)		—	1.6038	1.6374
	熱收 縮率	縱向	%	2.5	3.5
		橫向	%	0.4	1.7
	絕緣破 壞電壓	23°C	V/μm	260	400
100°C		V/μm	245	390	
120°C		V/μm	225	380	

抗氧化劑 C1：季戊四醇四[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙酸酯](IRGANOX1010)

抗氧化劑 C2：N,N'-雙[3-(3,5-二第三丁基-4-羥基苯基)丙醯基]肼(IRGANOX1024)

使用所得之薄膜，如以下地製作電容器。

首先，於薄膜的一面上真空蒸鍍 500\AA 的厚度之鋁。於該情況下，蒸鍍成由 8mm 寬的蒸鍍部分與 1mm 寬的非蒸鍍部分所重複構成的縱向條狀。對所得到的蒸鍍薄膜，在蒸鍍部分與非蒸鍍部分的各自寬度方向之中央部進行切割，捲繞成由 4mm 寬的蒸鍍部分與 0.5mm 寬的非蒸鍍部分所構成的 4.5mm 寬之帶狀，成為捲筒。其次，將 2 支捲筒，以非蒸鍍部分各自成為相反側的端面之方式重疊而捲繞，得到捲繞體後，於 150°C 在 1MPa 加壓 5 分鐘。在加壓後的捲繞體之兩端面噴鍍金屬以成為外部電極，對金屬焊接導線，製作捲繞型薄膜電容器。

使用實施例 32~46 所得之薄膜的薄膜電容器係耐熱性、耐電壓特性優異，顯示作為電容器的優異性能。又，電容器製作時的加工性優異。

特別地，使用實施例 33、34、38、40~42、45、46 所得之薄膜的薄膜電容器，尤其耐電壓特性優異，顯示作為電容器的更優異性能。

發明的效果

本發明的絕緣性薄膜具有高的絕緣破壞電壓，電特性優異。本發明的絕緣性薄膜之熱收縮率小，而且高溫的絕緣破壞電壓高，耐熱性優異。本發明的絕緣性薄膜係捲繞性優異，捲筒的捲繞形態良好，端面偏移少而良好。

產業上的利用可能性

本發明的絕緣性薄膜係可適用作為電容器的絕緣體。

五、中文發明摘要

發明之名稱：絕緣性薄膜

本發明之目的為提供具有高絕緣破壞電壓、優異的耐熱性、操作性之絕緣性薄膜。

本發明係二軸拉伸絕緣性薄膜，其含有(i)間規構造的苯乙烯系聚合物及(ii)粒子，厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

十、申請專利範圍

1. 一種二軸拉伸絕緣性薄膜，其係含有：
 - (i) 間規構造的苯乙烯系聚合物，及
 - (ii) 粒子，而厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。
2. 如申請專利範圍第 1 項之薄膜，其中含有 (ii) 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下、粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀交聯高分子粒子 A1。
3. 如申請專利範圍第 1 項之薄膜，其中含有：
 - (ii-1) 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 $0.6\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的矽石粒子 A2，及
 - (ii-2) 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下的平均粒徑為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 B2。
4. 如申請專利範圍第 1 項之薄膜，其中含有：
 - (ii) 0.01 質量%以上 5.0 質量%以下的平均粒徑為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下的微粒子，及
 - (iii) 3 質量%以上 48 質量%以下的與苯乙烯系聚合物的介電常數差為 0.2 以上的樹脂 X。
5. 如申請專利範圍第 1 項之薄膜，其中含有：
 - (ii) 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下

的惰性微粒子 A4，及

(iii) 0.1 質量%以上 8 質量%以下的抗氧化劑。

6. 一種二軸拉伸絕緣性薄膜，其係含有：

(i) 間規構造的苯乙烯系聚合物，及

(ii) 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 0.5 μm 以上 3.0 μm 以下、粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀交聯高分子粒子 A1，而

厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。

7. 如申請專利範圍第 6 項之薄膜，其中更含有 (ii) 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下的平均粒徑為 0.01 μm 以上 2.6 μm 以下，平均粒徑比球狀交聯高分子粒子 A1 之平均粒徑小 0.4 μm 以上的惰性微粒子 B1。

8. 如申請專利範圍第 6 項之薄膜，其中球狀交聯高分子粒子 A1 係經矽烷偶合劑所表面處理。

9. 如申請專利範圍第 6 項之薄膜，其中球狀交聯高分子粒子 A1 係聚矽氧樹脂粒子。

10. 如申請專利範圍第 7 項之薄膜，其中惰性微粒子 B1 係粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀矽石粒子。

11. 如申請專利範圍第 6 項之薄膜，其中薄膜厚度為 0.4 μm 以上小於 6.5 μm 。

12. 一種電容器，其係使用如申請專利範圍第 6 項之薄膜。

13. 一種二軸拉伸絕緣性薄膜，其係含有：

(i) 間規構造的苯乙烯系聚合物，

(ii-1) 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 $0.6\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的矽石粒子 A2，及

(ii-2) 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下的平均粒徑為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 B2，而

厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。

14.如申請專利範圍第 13 項之薄膜，其中矽石粒子 A2 的平均粒徑係比惰性微粒子 B2 的平均粒徑大 $0.3\mu\text{m}$ 以上。

15.如申請專利範圍第 13 項之薄膜，其中惰性微粒子 B2 係無機微粒子。

16.如申請專利範圍第 13 項之薄膜，其中惰性微粒子 B2 係粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀矽石粒子。

17.如申請專利範圍第 13 項之薄膜，其中矽石粒子 A2 係粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀矽石粒子。

18.如申請專利範圍第 13 項之薄膜，其中薄膜的厚度為 $0.4\mu\text{m}$ 以上小於 $6.5\mu\text{m}$ 。

19.一種電容器，其係使用如申請專利範圍第 13 項之薄膜。

20.一種二軸拉伸絕緣性薄膜，其係含有：

(i) 間規構造的苯乙烯系聚合物，

(ii) 0.01 質量%以上 5.0 質量%以下的平均粒徑為 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下的微粒子，及

(iii) 3 質量%以上 48 質量%以下的與苯乙烯系聚合物的介電常數差為 0.2 以上的樹脂 X，而

厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。

21.如申請專利範圍第 20 項之薄膜，其中樹脂 X 的熔點，相對於該苯乙烯系聚合物的熔點 (Tms, 單位: °C) 而言，係在 (Tms-30) °C 以上 (Tms+30) °C 以下的範圍內。

22.如申請專利範圍第 20 項之薄膜，其中樹脂 X 係由聚對苯二甲酸乙二酯樹脂及聚萘二甲酸乙二酯樹脂所組成族群所選出的至少一種。

23.如申請專利範圍第 20 項之薄膜，其中微粒子係 (ii-1) 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 0.6 μm 以上 3.0 μm 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 A3，而且含有 (ii-2) 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下的平均粒徑為 0.01 μm 以上 0.5 μm 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 B3；而惰性微粒子 A3 的平均粒徑係比惰性微粒子 B3 的平均粒徑大 0.3 μm 以上。

24.如申請專利範圍第 23 項之薄膜，其中惰性微粒子 A3 係粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀粒子。

25.如申請專利範圍第 23 項之薄膜，其中惰性微粒子 A3 係球狀高分子樹脂粒子。

26.如申請專利範圍第 23 項之薄膜，其中惰性微粒子 A3 係球狀矽石粒子。

27.如申請專利範圍第 23 項之薄膜，其中惰性微粒子 B3 係粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀矽石粒子。

28.一種電容器，其係使用如申請專利範圍第 20 項之薄膜。

29.一種二軸拉伸絕緣性薄膜，其係含有：

(i) 間規構造的苯乙烯系聚合物，

(ii) 0.01 質量%以上 1.5 質量%以下的平均粒徑為 0.2 μm 以上 3.0 μm 以下、粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 A4，及

(iii) 0.1 質量%以上 8 質量%以下的抗氧化劑，而厚度方向的折射率為 1.6050 以上 1.6550 以下。

30.如申請專利範圍第 29 項之薄膜，其中含有 0.05 質量%以上 2.0 質量%以下的平均粒徑為 0.01 μm 以上 0.5 μm 以下，平均粒徑比惰性微粒子 A4 的平均粒徑還小 0.2 μm 以上，粒徑的相對標準偏差為 0.5 以下的惰性微粒子 B4。

31.如申請專利範圍第 29 項之薄膜，其中惰性微粒子 A4 係粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀粒子。

32.如申請專利範圍第 29 項之薄膜，其中惰性微粒子 A4 係球狀高分子樹脂粒子。

33.如申請專利範圍第 29 項之薄膜，其中惰性微粒子 A4 係球狀矽石粒子。

34.如申請專利範圍第 30 項之薄膜，其中惰性微粒子 B4 係粒徑比為 1.0 以上 1.3 以下的球狀矽石粒子。

35.如申請專利範圍第 29 項之薄膜，其中抗氧化劑的

熱分解溫度為 250°C 以上。

36. 如申請專利範圍第 29 項之薄膜，其中薄膜厚度為 0.4 μm 以上小於 6.5 μm。

37. 一種電容器，其係使用如申請專利範圍第 29 項之薄膜。

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：無

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無