



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I884959 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：109118236

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 06 月 01 日

(51)Int. Cl. : C08L67/02 (2006.01)

(30)優先權：2019/07/18 南韓

10-2019-0086936

(71)申請人：南韓商 S K 化學公司 (南韓) SK CHEMICALS CO., LTD. (KR)
南韓

(72)發明人：黃多榮 HWANG, DA-YOUNG (KR)；李有真 LEE, YOO JIN (KR)

(74)代理人：吳豐任；戴俊彥

(56)參考文獻：

CN 102597051A

JP 5664201B2

JP 2018-62673A

US 2017/0233525A1

審查人員：彭瓊嬋

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：0 共 50 頁

(54)名稱

聚酯樹脂共混物

(57)摘要

本發明涉及一種聚酯樹脂共混物。即使該聚酯樹脂共混物含有再生聚對苯二甲酸乙二酯以及原生聚對苯二甲酸乙二酯，也可以提供製作具有高透明度的厚容器。此外，樹脂共混物本身可再重複利用，因此有望用於提供最近引起關注的可持續使用的塑膠材料。

The present disclosure relates to a polyester resin blend. The polyester resin blend can provide a thick container with high transparency even if it contains recycled polyethylene terephthalate as well as virgin polyethylene terephthalate. In addition, the resin blend can be reused by itself, and is expected to be useful for providing continuously usable plastics that have been recently attracting attention.



I884959

【發明摘要】

【中文發明名稱】 聚酯樹脂共混物

【英文發明名稱】 POLYESTER RESIN BLEND

【中文】

本發明涉及一種聚酯樹脂共混物。即使該聚酯樹脂共混物含有再生聚對苯二甲酸乙二酯以及原生聚對苯二甲酸乙二酯，也可以提供製作具有高透明度的厚容器。此外，樹脂共混物本身可再重複利用，因此有望用於提供最近引起關注的可持續使用的塑膠材料。

【英文】

The present disclosure relates to a polyester resin blend. The polyester resin blend can provide a thick container with high transparency even if it contains recycled polyethylene terephthalate as well as virgin polyethylene terephthalate. In addition, the resin blend can be reused by itself, and is expected to be useful for providing continuously usable plastics that have been recently attracting attention.

【指定代表圖】第（無）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 聚酯樹脂共混物

【英文發明名稱】 POLYESTER RESIN BLEND

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種聚酯樹脂共混物。

【先前技術】

【0002】 近年來，廢棄塑膠約佔海洋污染的70%，已成為一個嚴重的社會問題，而每個國家在規範一次性塑膠的使用的同時也推動廢棄塑膠的再利用。目前，廢棄塑膠可被收集、粉碎和清洗，然後藉由熔融擠出並重新造粒以作為原料再利用。然而，由於廢棄塑膠中包括異物，很難提供製作具高品質的塑膠產品。因此，對於由廢棄塑膠生產高品質塑膠產品的研究有迫切的需求。

【0003】 [專利文件]

【0004】 日本專利號 No. 4771204

【發明內容】

【0005】 [技術問題]

【0006】 本發明旨在提供能夠提供製作具有高透明度的厚容器的可重複使用的聚酯樹脂共混物。

【0007】 [技術方案]

【0008】 本發明提供了一種聚酯樹脂共混物，該聚酯樹脂共混物包含聚對苯二甲酸乙二酯以及聚酯樹脂，該聚酯樹脂具有一結構，且衍生自二羧酸(carboxylic acid)或其衍生物的酸部分(moiety)和衍生自二醇(diol)的二醇部分重複出現在該結構中。該聚酯樹脂係藉由聚合二羧酸(carboxylic acid)或其衍生物與含有乙二醇(ethylene glycol)與共聚單體的二醇而獲得，其中以衍生自二醇的二醇部分的總量而言，該聚酯樹脂包括5到20莫爾百分比(mol%)的衍生自共聚單體的二醇部分，且該共聚單體包括異山梨醇(isosorbide)。

【0009】 [有益效果]

【0010】 根據本發明的一具體實例，即使聚酯樹脂共混物含有再生聚對苯二甲酸乙二酯以及原生聚對苯二甲酸乙二酯，也可以提供製作具有高透明度的厚容器。此外，樹脂共混物本身可再利用，因此有望用於提供最近引起關注的可持續使用的塑膠材料。

【圖式簡單說明】

【0011】

無

【實施方式】

【0012】 在下文中，將會說明本發明一特定具體實例的聚酯樹脂共混物。

【0013】 下文中所使用的術語僅是為了說明個別的具體實例，並非旨在限制本發明的內容。除非上下文中另外明確指出，否則單數形式也可包括複數形式。在本發明中，術語「包括」、「包含」等可用於指定某些特徵、區域、整數、步驟、操作、元件和/或組件，且不排除其他存在的或額外的特徵、區域、整數、

步驟、操作、元件和/或組件。

【0014】 根據本發明的一具體實例，提供了一種包含聚對苯二甲酸乙二醇酯(polyethylene terephthalate)以及聚酯樹脂的聚酯樹脂共混物。該聚酯樹脂具有一結構，且衍生自二羧酸(carboxylic acid)或其衍生物的酸部分(moiety)和衍生自二醇(diols)的二醇部分重複出現在該結構中。該聚酯樹脂係藉由聚合二羧酸(carboxylic acid)或其衍生物與含有乙二醇(ethylene glycol)與共聚單體的二醇而獲得，其中以衍生自二醇的總二醇部分而言，聚酯樹脂包括5到20莫爾百分比(mol%)的衍生自共聚單體的二醇部分，且共聚單體包括異山梨醇(isosorbide)。

【0015】 聚對苯二甲酸乙二醇酯因其價格低和具有優良的物理/化學性質等優點而在商業上被廣泛使用。然而，由於其具有高結晶度，因此在加工過程中需要較高的溫度，並因其高結晶速率而在提供製作透明產品的方面受到限制。

【0016】 本發明的發明人已進行研究以解決上述問題，並且發現將聚酯對苯二甲酸酯(polyester terephthalate)與包含衍生自包含異山梨醇的共聚單體的二醇部分的聚酯樹脂共混可提供可重複使用的聚酯樹脂共混物，其可提供製作具有高透明度的厚容器。

【0017】 下文將詳述聚酯樹脂共混物。

【0018】 根據具體實例，可將聚酯樹脂與各種一般通用的聚對苯二甲酸乙二醇酯共混以控制其結晶度和結晶速率在適當水準，藉此提供製作具有高透明度的厚容器。

【0019】 因此，並不侷限所使用的聚對苯二甲酸乙二酯的種類。舉例來說，聚對苯二甲酸乙二酯可藉由聚合二羧酸或其衍生物以及二醇所製備，其中二羧酸或其衍生物主要可為對苯二甲酸(terephthalic acid)或其衍生物，而二醇主要可為乙二醇。

【0020】 本文中使用的「二羧酸或其衍生物」是指選自二羧酸及衍生自二羧酸的至少一種化合物。此外，術語「二羧酸的衍生物」是指二羧酸的烷基酯(alkyl ester)（碳原子數為1到4的低烷基酯，例如單甲酯、單乙酯、二甲酯、二乙酯、二丁酯等）或二羧酸酐。因此，舉例來說，對苯二甲酸或其衍生物通常包含能與二醇反應以形成對苯二甲醯基(terephthaloyl)部分的化合物，例如對苯二甲酸、對苯二甲酸單烷基酯或對苯二甲酸二烷基酯以及對苯二甲酸酐。

【0021】 聚對苯二甲酸乙二酯可包括衍生自對苯二甲酸或其衍生物以外的共聚單體的殘基。具體來說，共聚單體可以是選自由C8到C14的芳香族二羧酸(aromatic dicarboxylic acid)或其衍生物和C4到C12的脂族二羧酸(aliphatic dicarboxylic acid)或其衍生物所組成群組的其中至少一種。C8到C14的芳香族二羧酸或其衍生物的實例可包含一般在聚酯樹脂的製造中使用的芳香族二羧酸或其衍生物，例如萘二羧酸(naphthalene dicarboxylic acid)（例如間苯二甲酸(isophthalic acid)、間苯二甲酸二甲酯(dimethyl isophthalate)、鄰苯二甲酸(phthalic acid)、鄰苯二甲酸二甲酯(dimethyl phthalate)、鄰苯二甲酸酐(phthalic acid anhydride)、2,6-萘二甲酸(2,6-naphthalene dicarboxylic acid)等)、萘二甲酸二烷基酯(dialkyl naphthalene dicarboxylate)(例如2,6-萘二甲酸二甲酯(dimethyl 2,6-naphthalene dicarboxylate)等)、二苯基二羧酸(diphenyl dicarboxylic)等。C4到

C12的脂族二羧酸或其衍生物的實例可包含一般在聚酯樹脂的製造中使用的線性的、分枝的或環狀的脂族二羧酸或其衍生物，例如環己烷二甲酸(cyclohexane dicarboxylic acid)(例如1,4-環己烷二甲酸(1,4-cyclohexane dicarboxylic acid)、1,3-環己烷二甲酸(1,3-cyclohexane dicarboxylic acid)等)、環己烷二羧酸鹽(cyclohexane dicarboxylate)(例如1,4-環己烷二甲酸二甲酯(dimethyl 1,4-cyclohexane dicarboxylate)、1,3-環己烷二甲酸二甲酯(dimethyl 1,3-cyclohexane dicarboxylate)等)、癸二酸(sebacic acid)、琥珀酸(succinic acid)、異癸琥珀酸(isodecylsuccinic acid)、馬來酸(maleic acid)、馬來酸酐(maleic anhydride)、反丁烯二酸(fumaric acid)、己二酸(adipic acid)、戊二酸(glutaric acid)、壬二酸(azelaic acid)等。以二羧酸或其衍生物的總量而言，共聚單體的使用量可為0到50 mol%、0到30 mol%、0到20 mol%或0到10 mol%。

【0022】 聚對苯二甲酸乙二酯可包含衍生自乙二醇以外的共聚單體的殘基。具體來說，共聚單體可為碳原子數為8到40或8到33的芳香二醇(aromatic diol)、碳原子數為2到20或2到12的脂族二醇或其混合。芳香二醇的實例可包含環氧乙烷(ethylene oxide)和/或添加環氧丙烷(propylene oxide)的酚甲烷(bisphenol A)的衍生物，例如聚氧乙烯-(2.0)-2,2-雙(4-羥苯基)丙烷(polyoxyethylene-(2.0)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane)、聚氧丙烯-(2.0)-2,2-雙(4-羥苯基)丙烷(polyoxypropylene-(2.0)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane)、聚氧丙烯-(2.2)-聚氧乙烯-(2.0)-2,2-雙(4-羥苯基)丙烷(polyoxypropylene-(2.2)-polyoxyethylene-(2.0)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane)、聚氧乙烯-(2.3)-2,2-雙(4-羥苯基)丙烷(polyoxyethylene-(2.3)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane)、聚氧丙烯-(6)-2,2-雙(4-羥苯基)丙烷(polyoxypropylene-(6)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane)、聚氧丙烯

第 5 頁，共 45 頁(發明說明書)

-(2.3)-2,2- 雙 (4- 羥 苯 基) 丙 烷
 (polyoxypropylene-(2.3)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane)、聚氧丙烯-(2.4)-2,2-雙
 (4-羥苯基)丙烷(polyoxypropylene-(2.4)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane)、聚氧丙
 烯 -(3.3)-2,2- 雙 (4- 羥 苯 基) 丙 烷
 (polyoxypropylene-(3.3)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane)、聚氧乙烯-(3.0)-2,2-雙
 (4-羥苯基)丙烷(polyoxyethylene-(3.0)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane)或聚氧乙
 烯 -(6)-2,2- 雙 (4- 羥 苯 基) 丙 烷
 (polyoxyethylene-(6)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane)(聚氧乙烯-(n)-2,2-雙(4-羥
 苯基)丙烷(polyoxyethylene-(n)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane)、聚氧丙烯
 -(n)-2,2-雙(4-羥苯基)丙烷(polyoxypropylene-(n)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane)
 或聚氧丙烯-(n)-聚氧乙烯-(n)-2,2-雙(4-羥苯基)丙烷
 (polyoxypropylene-(n)-polyoxyethylene-(n)-2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane), 其中
 n為聚氧乙烯或聚氧丙烯的單元數量)。脂族二醇的實例可包含線性的、分枝的或
 環狀的脂族二醇, 例如二甘醇(diethylene glycol)、三甘醇(triethylene glycol)、丙
 二醇(propanediol)(例如1,2-丙二醇、1,3-丙二醇等)、1,4-丁二醇(1,4-butanediol)、
 戊二醇(pentanediol)、己二醇(hexanediol)(例如1,6-己二醇等)、新戊二醇(neopentyl
 glycol)(2,2-二甲基-1,3-丙二醇)、1,2-環己二醇(1,2-cyclohexanediol)、1,4-環己二
 醇(1,4-cyclohexanediol)、1,2-環己烷二甲醇(1,2-cyclohexanedimethanol)、1,3-環己
 烷二甲醇(1,3-cyclohexanedimethanol)、1,4-環己烷二甲醇
 (1,4-cyclohexanedimethanol)、四甲基環丁二醇(tetramethyl cyclobutanediol)等。以
 二醇的總量而言, 共聚單體的使用量可為0到50 mol%、0到30 mol%、0到20 mol%
 或0到10 mol%。

【0023】 根據以上具體實例, 聚酯樹脂不僅可以補充原生聚對苯二甲酸乙二
 第 6 頁, 共 45 頁(發明說明書)

酯的物理性質，並且可以將再生聚對苯二甲酸乙二酯的減少的物理性質補充至非常好的水準。

【0024】 再生聚對苯二甲酸乙二酯可以視為包括使用後並收集的或從中獲得的全部聚對苯二甲酸乙二酯。具體來說，再生聚對苯二甲酸乙二酯可以藉由按照一定標準分離廢棄塑膠，將它們粉碎並洗滌，然後透過熔融擠出將其重新製粒而獲得，或者，可以透過將收集的廢棄塑膠解聚合至單體等級，並將其重新聚合而獲得。取決於製造方法，再生聚對苯二甲酸乙二酯可以在重新製粒和結晶之後使用，或者可在結晶後在固態下再進行縮聚合之後使用。

【0025】 透過將廢棄塑膠解聚合到單體等級後再聚合的再生聚對苯二甲酸乙二酯可表現出良好的性質，其與原生聚對苯二甲酸乙二酯不易區分。然而，透過廢棄塑膠的再製粒後獲得的再生聚對苯二甲酸乙二酯相較於原生聚對苯二甲酸乙二酯具有較低透明度，且具有非常快的結晶速率，導致即使將再生聚對苯二甲酸乙二酯單獨使用或與原生聚對苯二甲酸乙二酯混合使用，也很難生產出具有適當厚度的透明容器。然而，根據一具體實例的聚酯樹脂與再生聚對苯二甲酸乙二酯表現出優異的互溶性，因此可提供製作具有高透明度的厚容器。特別地，由於根據一具體實例的聚酯樹脂與再生聚對苯二甲酸乙二酯高度互溶，因此可在沒有其他添加物的情況下提供製作在表面上沒有紋路(flow-mark)的模製品。

【0026】 因此，原生聚對苯二甲酸乙二酯、再生聚對苯二甲酸乙二酯或其混合可作為聚對苯二甲酸乙二酯使用。

【0027】 特別地，在再生聚對苯二甲酸乙二酯中，根據一具體實例的聚酯樹脂可以與本質粘度為0.6至0.8分公升/克(dl / g)的樹脂表現出優異的可加工性。

【0028】 此外，根據上述具體實例的聚酯樹脂可用於再生樹脂，其中該樹脂在再生聚對苯二甲酸乙二酯中含有大於或等於95 mol%的衍生自對苯二甲酸的殘基和大於或等於95 mol%的衍生自乙二醇的殘基。由於該樹脂可以是由對苯二甲酸和乙二醇製成的均聚物，因此，衍生自對苯二甲酸的殘基和衍生自乙二醇的殘基的上限可為100 mol%。當衍生自對苯二甲酸的殘基和衍生自乙二醇的殘基小於100 mol%時，所包含的衍生自上述的共聚單體的殘基可在5 mol%之內。具體來說，所包括的衍生自間苯二甲酸的殘基和/或衍生自環己烷二甲醇的殘基可分別在5 mol%之內。

【0029】 可將聚酯樹脂與結晶溫度為130°C至160°C的再生聚對苯二甲酸乙二酯共混以有效地控制再生聚對苯二甲酸乙二酯的結晶速率。

【0030】 可將聚酯樹脂與具有250°C或更高的熔化溫度的再生聚對苯二甲酸乙二酯共混以提供具有易於加工的熔化溫度的聚酯樹脂共混物。

【0031】 根據一具體實例，聚酯樹脂可為一結晶樹脂。

【0032】 特別言之，聚酯樹脂可為具有結晶性的樹脂，使其即使與聚對苯二甲酸乙二酯在高溫下一起乾燥也不會相互熔合。具體來說，當一公克的聚對苯二甲酸乙二酯和一公克的聚酯樹脂被製成80顆顆粒，在160°C下乾燥1小時，並通過篩孔尺寸為2.36毫米的篩子時，其通過率可為大於或等於97重量百分比

(wt%)、大於或等於98 wt%、或大於或等於99 wt%。篩孔尺寸是指篩孔的最大長度。

【0033】 由於根據本具體實例的聚酯樹脂具有一定結晶度，因此與非晶質（amorphous）樹脂不同的是，本具體實例的聚酯樹脂與聚對苯二甲酸乙二酯共混的共混物可重複使用。因此，當使用該聚酯樹脂時，不僅可以重複使用廢棄塑膠，並且還可提供可重複使用的塑膠產品。

【0034】 藉由與聚對苯二甲酸乙二酯共混，有利於使聚酯樹脂具有高透明度以提供製作高透明模製品。具體來說，根據ASTM D1003-97對6毫米厚的樣品進行測量時，聚酯樹脂的霧度可小於或等於5%、小於或等於4.5%、小於或等於4%、小於或等於3.5%、小於或等於3%、小於或等於2.5%或小於或等於2%。理論上，由於霧度最佳可為0%，因此下限可以為0%或0%以上。

【0035】 在180°C下進行結晶化100分鐘後進行測量時，聚酯樹脂的熔化溫度可為210到245°C、220到240°C或230到235°C，使其可與聚對苯二甲酸乙二酯共混並在適當的溫度下加工以提供製作具有上述特性的模製品。

【0036】 聚酯樹脂的結晶半衰期可為7到95分鐘、7到80分鐘、7到70分鐘、7到60分鐘、10到95分鐘、30到95分鐘、40到95分鐘、10到80分鐘、30到70分鐘、30到60分鐘或40到60分鐘，使其可與聚對苯二甲酸乙二酯共混並在適當的溫度下加工以提供製作具有上述特性的模製品。

【0037】 藉由聚合二羧酸或其衍生物與二醇可獲得聚酯樹脂，其具有一結

構，其中衍生自二羧酸或其衍生物的酸部分和衍生自二醇的二醇部分重複出現在該結構中。在本發明中，酸部分和二醇部分是指使二羧酸或其衍生物與二醇聚合以從中除去氫、羥基(hydroxyl)或烷氧基(alkoxy)後剩餘的殘基。

【0038】 特別言之，聚酯樹脂包括衍生自含有乙二醇和共聚單體的二醇的二醇部分，且以二醇部分的總量而言，衍生自共聚單體的二醇部分可為5到20 mol%。此外，由於共聚單體可包含異山梨醇(1,4：3,6-二脫水葡萄糖醇)，因此可表現出上述性質。

【0039】 當衍生自共聚單體的二醇部分小於5mol%時，由於不能將聚對苯二甲酸乙二酯引起的高結晶速率調整至合適的水準，因此難以提供製作透明的模製品。當衍生自共聚單體的二醇部分超過20mol%時，聚酯樹脂會表現出非結晶性，並且容易在加工或模製過程中熔化，此外，與聚對苯二甲酸乙二酯的互溶性降低，在模製品的表面上可能出現紋路，並導致聚酯樹脂共混物無法重複使用。

【0040】 以二醇部分的總量而言，聚酯樹脂可包含5到15 mol%、7到15 mol%、8到15 mol%、10到15 mol%、9到12 mol%或10到12 mol%的衍生自共聚單體的二醇部分，以與再生聚對苯二甲酸乙二酯表現出良好的互溶性。

【0041】 聚酯樹脂實質上包含衍生自異山梨醇的二醇部分以作為衍生自共聚單體的二醇部分，此結構可透過調整聚對苯二甲酸乙二酯的結晶速率到適當水準來製造具有高透明度的厚容器。此外，聚酯樹脂即使與再生聚對苯二甲酸乙二酯混合後也可重複使用，藉此提供可持續使用的塑膠材料。另一方面，參考

第 10 頁，共 45 頁(發明說明書)

下述的比較實施例5(下文中描述)，包含衍生自異山梨醇以外的共聚單體的二醇部分的聚酯樹脂與聚對苯二甲酸乙二酯具有良好的互溶性，且具有良好的加工性。然而，由於其無法將聚對苯二甲酸乙二酯的結晶速率控制在適當的水準，因此無法提供透明的產品。

【0042】 以二醇部分的總量而言，聚酯樹脂可包含0.1到15mol%，特別是0.1到10 mol%、0.1到9 mol%、1到10 mol%或1到9 mol%的衍生自異山梨醇的二醇部分，以最大化上述的性質。

【0043】 與此同時，除了乙二醇之外的共聚單體在異山梨醇之外還可包含環己烷二甲醇。以二醇部分的總量而言，環己烷二甲醇的使用量可為0.1到15 mol%，以提供具有上述性質的聚酯樹脂。

【0044】 當異山梨醇和環己烷二甲醇作為共聚單體時，其可以1：2到5莫爾(mol)或1：2到4 mol的比例使用以確保最佳的物理性質。

【0045】 除了乙二醇以外的共聚單體在上述單體外還可包括一般用於製造聚酯樹脂的二醇。二醇的特定實例可包括上述列出的可用於聚對苯二甲酸乙二酯的二醇。然而，除了乙二醇以外的共聚單體為異山梨醇或異山梨醇與環己烷二甲醇的組合對於滿足上述物理性質是有利的。當共聚單體包括異山梨醇和環己烷二甲醇以外的二醇時，以共聚單體的總量而言，其含量可小於或等於10 mol%、小於或等於5 mol%或小於或等於2 mol%。

【0046】 在聚酯樹脂中，類似於上述的聚對苯二甲酸乙二酯，二羧酸或其衍

生物主要可為對苯二甲酸或其衍生物，且聚酯樹脂可包含除了對苯二甲酸或其衍生物以外的共聚單體。共聚單體的種類和含量可以透過參考上述可用於聚對苯二甲酸乙二酯的共聚單體的種類和含量來調整。

【0047】 與此同時，聚酯樹脂可以藉由對上述二羧酸或其衍生物和上述二醇進行酯化反應或轉酯化反應，並對透過酯化反應或轉酯化反應得到的產物進行聚縮合反應的步驟所製備。

【0048】 在酯化反應或轉酯化反應中可使用催化劑。催化劑可包含鈉和鎂的甲基化物(methylate)、鋅、鎘、錳、鈷、鈣、鋇等的醋酸鹽(acetate)、硼酸鹽(borate)、脂肪酸或碳酸鹽(carbonate)、例如鎂的金屬和鉛、鋅、銻、鍺等的氧化物。

【0049】 酯化反應或轉酯化反應可以批式、半連續式或連續式的方式進行。每一種原料可各自分開加入，但較佳地是加入將二羧酸或其衍生物與二醇混合的漿液。

【0050】 酯化反應或轉酯化反應之前的漿液或反應完成之後的產物中還可加入聚縮合催化劑、穩定劑、著色劑、助晶劑、抗氧化劑、分枝劑等。

【0051】 然而，上述的添加物的添加時機並不以此為限。上述的添加物可在製備聚酯樹脂的過程中的任意時間加入。可適當地選擇和使用常規的鈦基、鍺基、銻基、鋁基、錫基的化合物中的至少一者作為聚縮合催化劑。較佳的鈦基催化劑的實施例包含鈦酸四乙酯(tetraethyl titanate)、鈦酸乙醯三丙酯(acetyltripropyl titanate)、鈦酸四丙酯(tetrapropyl titanate)、鈦酸四丁酯(tetrabutyl

titanate)、鈦酸聚丁酯(polybutyl titanate)、鈦酸2-乙基己酯(2-ethylhexyl titanate)、鈦酸辛二醇(octylene glycol titanate)、鈦酸乳酸鹽(lactate titanate)、鈦酸三乙醇胺(triethanolamine titanate)、鈦酸乙醯丙酮(acetylacetonate titanate)、鈦酸乙醯乙酸乙酯(ethyl acetoacetic ester titanate)、鈦酸異硬酯醇(isostearyl titanate)、二氧化鈦(titanium oxide)、二氧化鈦/二氧化矽(silicon oxide)共聚物、二氧化鈦/二氧化鋯(zirconium oxide)共聚物等。此外，較佳的鍺基催化基的實施例包含二氧化鍺(germanium oxide)及其共聚物。通常可使用磷基化合物如磷酸、磷酸三甲酯(trimethyl phosphate)和磷酸三乙酯(triethyl phosphate)作為穩定劑，且以最終聚合物(聚酯樹脂)的總重而言，穩定劑的添加量可為10到200 ppm，基於磷原子而定。當穩定劑的含量小於10 ppm時，聚酯樹脂可能不夠穩定，且聚酯樹脂的顏色可偏黃。當穩定劑的含量大於200 ppm時，可能無法獲得具有高聚合度的聚合物。此外，被添加以改善聚合物的顏色的著色劑的實施例可包含常規的鈷基著色劑，例如乙酸鈷(cobalt acetate)、丙酸鈷(cobalt propionate)等。以最終聚合物(聚酯樹脂)的總重而言，著色劑添加的含量可為1到200 ppm，基於鈷原子而定。若有需要，蒽醌基(anthraquinone-based)化合物、紫環酮基化合物(perinone-based compound)、偶氮基化合物(azo-based compound)與次甲基化合物(methine-based compound)等可作為有機化合物的著色劑。市售產品的實施例可包括調色劑(toner)，例如由Clariant公司製造的Polysynthrene Blue RLS或由Clariant公司製造的Solvaperm Red BB。以最終聚合物的總重而言，有機化合物的著色劑的加入量可為0到50 ppm。當著色劑使用了上述範圍以外的量，聚酯樹脂的黃色可能無法充分隱藏，或是物理性質可能會劣化。

【0052】 助晶劑的實施例可包括晶核劑、紫外線吸收劑、聚烯烴基樹脂(polyolefin-based resin)、聚醯胺樹脂(polyamide resin)等。抗氧化劑的實施例可包

第 13 頁，共 45 頁(發明說明書)

含受阻酚類抗氧化劑(hindered phenolic antioxidant)、亞磷酸酯基抗氧化劑(phosphite-based antioxidant)、硫酯基抗氧化劑(thioester-based antioxidant)和其混合物。分枝劑可包括具有至少三個官能基的常規分枝劑，其實施例可包含偏苯三酸酐(trimellitic anhydride)、三羥甲基丙烷(trimethylol propane)、偏苯三甲酸(trimellitic acid)或其混合物。

【0053】 此外，酯化反應可在壓力為0 到10.0 kgf/cm² (0到7355.6毫米汞柱(mmHg))、0到5.0 kgf/cm² (0到3677.8 mmHg)或0.1 到3.0 kgf/cm² (73.6到2206.7 mmHg)的條件下於200到300°C或230到280°C的溫度進行。轉酯化反應可在壓力為0 到5.0 kgf/cm² (0到3677.8 毫米汞柱(mmHg))或0.1 到3.0 kgf/cm² (73.6到2206.7 mmHg)的條件下於150至270°C或180至260°C的溫度進行。括號外面的壓力是指表壓(gauge pressure)(以kgf/cm²表示)，而括號裡面的壓力是指絕對壓力(以mmHg表示)。

【0054】 當反應溫度和壓力偏離上述範圍時，聚酯樹脂的物理性質可能劣化。反應時間（平均滯留時間(average residence time)）通常為1小時至24小時或2小時至8小時，其可依據所使用的反應溫度、壓力以及二醇相對於二羧酸或其衍生物的莫爾比率而改變。

【0055】 由酯化反應或轉酯化反應所獲得的產物可藉由聚縮合反應製備成具有高聚合度的聚酯樹脂。聚縮合反應通常在400到0.01 mmHg、100到0.05 mmHg或10到0.1 mmHg的減壓下於150°C到300°C、200°C到290°C或260°C到290°C的溫度進行。此處壓力是指絕對壓力。400到0.01 mmHg的減壓條件是用以移除聚縮合反應的副產物，例如甘醇(glycol)以及未反應物質，例如異山梨醇等。因此，若

第 14 頁，共 45 頁(發明說明書)

減壓條件偏離上述範圍，副產物與未反應物質可能不能充分移除。此外，當聚縮合反應的反應溫度偏離上述範圍時，聚酯樹脂的物理性質可能劣化。聚縮合反應會進行一段時間直到達到理想的本質黏度，舉例來說，所進行的平均滯留時間可為1小時至24小時。

【0056】 為了減少聚酯樹脂中殘留的異山梨醇等未反應物質的含量，可在酯化反應或轉酯化反應的最後階段或在聚縮合反應的初始階段，也就是說，可在樹脂黏度沒有很高的狀態下，有意地將真空反應維持一長段期間，從而將未反應的原料排出系統。當樹脂黏度較大時，留在反應器中的原料可能很難從系統中排出。舉例來說，藉由將聚縮合反應前的酯化反應或轉酯化反應所獲得的反應產物在約400到1 mmHg或約200到3 mmHg的減壓條件下放置0.2小時至3小時，可有效移除殘留在聚酯樹脂中的例如異山梨醇等未反應物質。此時，可將產物的溫度控制到等於酯化反應、轉酯化反應或聚縮合反應的溫度，或是酯化反應或轉酯化反應與聚縮合反應之間的溫度。

【0057】 在聚縮合反應之後所獲得的聚合物的本質黏度較適當為0.30 dl/g到1.0 dl/g。當本質黏度小於0.30 dl/g時，固相反應的反應速率可能會顯著地降低。當本質黏度超過1.0 dl/g時，熔融材料的黏度在熔融聚合的過程時可能增加，並導致聚合物變色的可能性因攪拌器和反應器之間的剪切應力(shear stress)而增加，且產生如乙醛(acetaldehyde)的副產物。

【0058】 若需要，根據本具體實例的聚酯樹脂可藉由在聚縮合反應之後進一步進行固相反應以具有更高的聚合度。

【0059】 具體來說，藉由聚縮合反應所獲得的聚合物可被排出反應器外以製成顆粒。製成顆粒的方法可為將聚合物擠出成股線狀並在冷卻液中固化後再用切割機切割的繩股切割法(strand cutting method)或是將模孔浸入冷卻液中而聚合物直接於冷卻液中擠出後再用切割機切割的水下切割法(underwater cutting method)。在繩股切割法中，一般會將冷卻液維持在低溫使股線充分被固化，從而避免切割問題。在水下切割法中，較佳可維持冷卻液的溫度以符合聚合物，使得聚合物的形狀一致。然而，在結晶聚合物的情況下，冷卻液的溫度可以有意地保持在高溫，藉此在排出(出料)的期間誘發結晶。

【0060】 透過顆粒狀聚合物的清洗，有機會移除在未反應原料中可溶解於水的原料，例如異山梨醇。由於隨著顆粒尺寸的降低，顆粒在一定重量下的表面積會增加，因此較小的粒徑是較有利的。為了達到這樣的目的，可將顆粒製備成具有約小於或等於15毫克(mg)的平均重量。舉例來說，可以透過將顆粒狀聚合物放置在溫度等於該聚合物的玻璃轉化溫度或低於該玻璃轉化溫度約5至20°C的水中5分鐘到10小時來進行水洗。

【0061】 顆粒狀聚合物會先進行結晶化步驟以防止在固相反應期間發生熔合。結晶化步驟可在大氣、惰性氣體、水蒸氣、含水蒸氣的惰性氣體的環境下或在溶液中於110到210°C或120到210°C的溫度進行。當溫度低時，顆粒晶體形成的速度會非常慢。當溫度高時，顆粒表面會以比形成晶體的速度還快的速度熔化，使得顆粒會彼此黏在一起，從而導致熔合。由於顆粒的耐熱性隨顆粒結晶而增加，因此也可透過將結晶化過程分成幾個步驟並逐步升高溫度來結晶顆粒。

【0062】 固相反應可在惰性氣體例如氮氣(nitrogen)、二氧化碳(carbon dioxide)

第 16 頁，共 45 頁(發明說明書)

或氬氣(argon)等的環境下，或可在400到0.01 mmHg的減壓條件下，於180到220°C的溫度進行，平均滯留時間為1小時到150小時。透過此固相反應，可進一步增加分子量，且在熔化反應中殘留而未反應的原料以及反應過程中產生的環狀寡聚物(cyclic oligomer)與乙醛等可被移除。

【0063】 可進行固相反應直到結晶化的聚合物的本質黏度達到大於或等於0.65 dl/g、大於或等於0.70 dl/g、大於或等於0.75 dl/g或大於或等於0.80 dl/g，其中本質黏度是將聚合物在150°C下以1.2 g/dl的濃度溶解於鄰氯苯酚15分鐘之後，在35°C下所測得。

【0064】 與此同時，即使聚酯樹脂共混物含有高達約50 wt%的再生聚對苯二甲酸乙二酯作為聚對苯二甲酸乙二酯，該聚酯樹脂共混物也可在沒有特殊添加劑的情形下提供製作表面上沒有紋路的模製品。因此，聚酯樹脂共混物中聚對苯二甲酸乙二酯與聚酯樹脂的混合比例並無特別限制。

【0065】 舉例來說，聚酯樹脂共混物可包含重量比例為1:99到99:1、5:95到95:5、10:90到90:10、20:80到80:20、30:70到70:30、40:60到60:40或50:50的聚對苯二甲酸乙二酯和聚酯樹脂。

【0066】 與此同時，根據本具體實例的聚酯樹脂共混物的熔化溫度可為225到250°C、230到245°C或235到245°C。即使聚酯樹脂共混物包含再生聚對苯二甲酸乙二酯，其可具有在上述範圍內的熔化溫度，因此可製造出具有優異性質的模製品。

【0067】 與此同時，根據ASTM D1003-97對6毫米厚的樣品進行測量時，聚酯樹脂共混物的霧度可小於或等於5%、小於或等於4.5%、小於或等於4%、小於或等於3.5%、小於或等於3%、小於或等於2.5%、小於或等於2%或小於或等於1%，代表其具有高透明度。理論上，由於霧度最佳可為0%，因此下限可以為0%或0%以上。

【0068】 即使根據本具體實例的聚酯樹脂共混物包含再生聚對苯二甲酸乙二酯，聚酯樹脂與再生聚對苯二甲酸乙二酯可具有優異的互溶性，因此具有不需要添加劑來補充再生聚對苯二甲酸乙二酯的性質的優點。然而，作為非限制性的實施例，聚酯樹脂共混物可包含本領域中常用的添加劑。

【0069】 此外，即使聚酯樹脂共混物包括再生聚對苯二甲酸乙二酯和原生聚對苯二甲酸乙二酯，其也可提供製作具有高透明度的厚容器。再者，樹脂共混物可自行再利用，因此有望用於提供最近引起關注的可連續使用的塑膠材料。

【0070】 在下文中會透過特定實施例更詳細地描述本發明的作用和效果。同時，這些實施例僅為示例性的，因此不應被解釋為限制本發明的範圍。

【0071】 根據以下方法測量以下物理性質。

【0072】 (1) 本質黏度(IV)

【0073】 將樣品在150°C下以1.2 g/dl的濃度溶解於鄰氯苯酚中15分鐘後，使用烏氏黏度計(Ubbelohde viscometer)測量樣本的本質黏度。具體來說，將黏度計的溫度維持在35°C，並分別測量溶劑通過黏度計的特定內部區域之間所需的時間

第 18 頁，共 45 頁(發明說明書)

(流出時間， t_0)以及溶液通過黏度計所需的時間(t)。接著，將流出時間 t_0 和時間 t 代入式1中計算比黏度(specific viscosity) η_{sp} ，並將計算出的比黏度代入式2中以算出本質黏度 $[\eta]$

$$\eta_{sp} = \frac{t - t_0}{t_0} \quad [\text{式1}]$$

$$[\eta] = \frac{\sqrt{1 + 4A\eta_{sp}} - 1}{2Ac} \quad [\text{式2}]$$

【0074】 在式2中，A為赫金斯常數(Huggins constant)，且為0.247。c為濃度，且為0.12 wt%。

【0075】 (2) 結晶後的熔化溫度(T_m)

【0076】 在180°C下將聚酯樹脂結晶100分鐘後，用示差掃描量熱儀(differential scanning calorimetry，DSC)測量結晶的樣品的熔化溫度 T_m 。使用Mettler Toledo製造的DSC 1 model作為測量設備。具體來說，使用除濕乾燥機(Moretto製造的D2T)，在120°C的氮氣環境中將結晶後的樣品乾燥5到10小時。因此，熔化溫度的測量是在樣品中殘留的水分小於500 ppm的狀態下進行的。

【0077】 取出約6到10 mg的乾燥樣品並裝入鋁盤中，在30°C下維持3分鐘，以10°C/min的速率從30°C加熱到280°C，並在280°C下維持3分鐘（第一次掃描）。

接著，在第一次掃描中，DSC使用Mettler Toledo提供的相關程式(STAR_e軟體)中的TA選單中的積分功能對熔化溫度 T_m 的峰值進行分析。第一次掃描的溫度範圍被設置為從起始點減 10°C 到熔化溫度 T_m 的峰對應的溫度值加 10°C ，並由程式計算得出。

【0078】 (3) 霧度

【0079】 使用聚酯樹脂或聚酯樹脂共混物製備厚度為6 mm的樣品，並使用由Minolta製造的CM-3600A根據ASTM D1003-97測量樣品的霧度。

【0080】 (4) 結晶半衰期

【0081】 透過示差掃描量熱儀測量聚酯樹脂的結晶半衰期。具體來說，在聚酯樹脂完全熔化之後，將溫度維持在結晶溫度，並且測量產生結晶過程中所產生的全部熱量的一半所花費的時間(單位：分鐘)。

【0082】 (5) 分子量

【0083】 聚酯樹脂的分子量可透過GPC(膠體滲透層析儀)測量。具體來說，將0.03 克的聚酯樹脂加入3 毫升的鄰氯苯酚中，並在 150°C 下溶解15分鐘。然後，在冷卻至室溫的同時，向其中加入9毫升的氯仿以製備樣品。接著，使用兩根管柱(Shodex LF804)在溫度為 40°C 、流速為0.7 毫升/分的條件下對樣品進行膠體滲透層析。數目平均分子量(M_n)可以聚苯乙烯(polystyrene)作為標準材料而計算得出。

【0084】 (6) 第二熔化溫度

【0085】 聚酯樹脂共混物的第二熔化溫度可透過示差掃描量熱儀(DSC)測

第 20 頁，共 45 頁(發明說明書)

量。使用Mettler Toledo製造的DSC 1 model作為測量設備。具體來說，使用除濕乾燥機（Moretto製造的D2T），在120°C的氮氣環境中將聚酯樹脂共混物乾燥5到10小時。因此，熔化溫度的測量是在樣品中殘留的水分小於500 ppm的狀態下進行的。

【0086】 取出約6到10 mg的乾燥樣品並裝入鋁盤中，在30°C下維持3分鐘，以10°C/ min的速率從30°C加熱到280°C，並在280°C下維持3分鐘（第一次掃描）。在第一次掃描之後，將樣品快速冷卻至室溫，並以10°C/ min的速率從室溫加熱到280°C(第二次掃描)以獲得DSC曲線。接著，DSC使用Mettler Toledo提供的相關程式(STARe軟體)中的TA選單中的積分功能對熔化溫度T_m的峰值進行分析。第二次掃描的溫度範圍被設置為從起始點減10°C到熔化溫度T_m的峰對應的溫度值加 10°C，並由程式計算得出。

【0087】 (7) 紋路的出現

【0088】 透過聚酯樹脂共混物的噴射成型以製備36克的預製件(preform)。之後，將預製件重新加熱至約140°C，然後藉由吹塑以製備出500 毫升的瓶子。在吹塑期間，將模具的溫度調節至約70°C。當所製備的500毫升的瓶子可藉由肉眼觀察到紋路時，則標記為「O」，而當未觀察到紋路時則標記為「X」。

【0089】 (8) 再生過程中發生片狀熔化

【0090】 將在(7)中被判斷為具有紋路的瓶子粉碎以獲得體密度為約250到600克/公升(g / L)的薄片。將得到的薄片在220°C下放置1小時，並用肉眼觀察薄片是否熔化。當觀察到部分熔化時，則標記為「O」，而當未觀察到熔化時，則標記為「X」。

【0091】 (9) 損耗模數起始點

【0092】 可由動態機械分析(dynamic mechanical analysis, DMA)測量聚酯樹脂共混物的楊氏模數或儲存模數(E')以及損耗模數(E'')，並可依此評估聚酯樹脂共混物的結晶速率。

【0093】 具體來說，將聚酯樹脂共混物擠出成片狀並切成30毫米×5.3毫米(縱向長度×橫向長度)的大小，然後在下列測量條件下使用DMA測量 E' 和 E'' 。接著，損耗模數起始點可被定義為聚酯樹脂共混物開始結晶的時間點。

【0094】 <測量條件>

【0095】 固定頻率(掃頻/幅度：15 微米)

【0096】 溫度改變：以3°C / min的速率從室溫增加到150°C

【0097】 當損耗模數起始點高時，聚酯樹脂可有效降低再生PET的高結晶速率，並有利於生產具有高透明度的厚容器。

【0098】 製備實施例1：聚酯樹脂的製備

【0099】 將3257.4克(19.6 mol)的對苯二甲酸、1423.4克(23.0 mol)的乙二醇與229.2克(1.6 mol)的異山梨醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱(column)和能夠用水冷卻的冷凝器(condenser)。使用1.0克的二氧化鉻作為催化劑，使用1.46克的磷酸作為穩定劑，使用0.7克的乙酸鈷作為著色劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常壓高1.0 kgf/cm²(絕對壓力：1495.6 mmHg)。

第 22 頁，共 45 頁(發明說明書)

【0100】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小時，並用2小時升溫至260°C。之後，將反應器的維持在260°C，並進行酯化反應直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0101】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至280°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為0.55 dl/g。當反應器中的混合物的本質黏度達到期望的水準時，將混合物排出到反應器的外部並絞合，然後用冷卻液固化並製成顆粒，使得平均重量約為12至14毫克。

【0102】 將顆粒在150°C下放置1小時並進行結晶，接著將其加入體積20公升的固相聚合反應器中。之後，將氮氣以50公升/分鐘(L/min)的速率流入至反應器中。此時，將反應器的溫度以40°C/小時(°C/hour)的速率從室溫提升至140°C，並在140°C維持3小時。接著，以40°C/小時的速率將溫度再提升至200°C並維持在200°C。進行固相聚合反應直到反應器中的顆粒的本質黏度達到0.70 dl/g。

【0103】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自異

第 23 頁，共 45 頁(發明說明書)

山梨醇的殘基的含量為5 mol%。

【0104】 製備實施例2：第一聚酯樹脂的製備

【0105】 將3189.1克(19.2 mol)的對苯二甲酸、1334.1克(21.5 mol)的乙二醇與504.9克(3.5 mol)的異山梨醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.0克的二氧化鎢作為催化劑，使用1.46克的磷酸作為穩定劑，使用0.7克的乙酸鈷作為著色劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常壓高1.0 kgf/cm²(絕對壓力：1495.6 mmHg)。

【0106】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小時，並用2小時升溫至260°C。之後，將反應器的維持在260°C，並進行酯化反應直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0107】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至280°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為0.50 dl/g。當反應器中的混合物的本質黏度達到期望的水準時，將混合物排出到反應器的外部並絞合，然後用冷卻液固化並製成顆粒，使得平均重量約為12至14毫

第 24 頁，共 45 頁(發明說明書)

克。將由此獲得的顆粒在70°C的水中放置5小時以去除顆粒中所含有的未反應的原料。

【0108】 將顆粒在150°C下放置1小時並進行結晶，接著將其加入體積20公升的固相聚合反應器中。之後，將氮氣以50公升/分鐘(L/min)的速率流入至反應器中。此時，將反應器的溫度以40°C/小時(°C/hour)的速率從室溫提升至140°C，並在140°C維持3小時。接著，以40°C/小時的速率將溫度再提升至200°C並維持在200°C。進行固相聚合反應直到反應器中的顆粒的本質黏度達到0.95 dl/g。

【0109】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自異山梨醇的殘基的含量為10 mol%。

【0110】 製備實施例3：第三聚酯樹脂的製備

【0111】 將3356.5克(20.2 mol)的對苯二甲酸、1341.4克(21.6 mol)的乙二醇與826.6克(5.7 mol)的異山梨醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.0克的二氧化銻作為催化劑，使用1.46克的磷酸作為穩定劑，使用0.016克的Clariant的Polysynthrene Blue RLS作為藍色調色劑，使用0.004克的Clariant的Solvaperm Red BB作為紅色調色劑，使用1 ppm的聚乙烯作為助晶劑和使用1000 ppm的Iganox 1076作為抗氧化劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常壓高0.5 kgf/cm²(絕對壓力：1127.8 mmHg)。

【0112】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小時，並用2小時升溫至260°C。之後，將反應器的維持在260°C，並進行酯化反應

第 25 頁，共 45 頁(發明說明書)

直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0113】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至275°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為0.60 dl/g。

【0114】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自異山梨醇的殘基的含量為14 mol%。

【0115】 製備實施例4：第一聚酯樹脂的製備

【0116】 將4297.3克(25.9 mol)的對苯二甲酸、1845.8克(29.8 mol)的乙二醇、189.0克(1.3 mol)的異山梨醇和186.4克(1.3 mol)的1,4-環己烷二甲醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.0克的二氧化鉍作為催化劑，使用1.46克的磷酸作為穩定劑，使用1.1克的乙酸鈷作為著色劑和使用1000 ppm的偏苯三酸酐作為分枝劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常壓高1.0 kgf/cm²(絕對壓力：1495.6 mmHg)。

【0117】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小時，並用2小時升溫至250°C。之後，將反應器的維持在250°C直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0118】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至265°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為0.60 dl/g。

【0119】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自異山梨醇的殘基的含量為2 mol%，且衍生自1,4-環己烷二甲醇的殘基的含量為5 mol%。

【0120】 製備實施例5：第四聚酯樹脂的製備

【0121】 將3316.0克(20 mol)的對苯二甲酸、1164.2克(18.8 mol)的乙二醇、87.5克(0.6 mol)的異山梨醇和230.1克(1.6 mol)的1,4-環己烷二甲醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.0克的二氧化鋯作為催化劑，使用1.46克的磷酸作為穩定劑，使用0.8克的乙酸鈷作為著色劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常

第 27 頁，共 45 頁(發明說明書)

壓高 2.0 kgf/cm^2 (絕對壓力：2231.1 mmHg)。

【0122】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至 220°C ，在 220°C 下維持2小時，並用2小時升溫至 255°C 。之後，將反應器的維持在 255°C 直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0123】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至 285°C ，並在保持反應器的壓力於1托(絕對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為 0.55 dl/g 。

【0124】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自異山梨醇的殘基的含量為2 mol%，且衍生自1,4-環己烷二甲醇的殘基的含量為8 mol%。

【0125】 製備實施例6：第三聚酯樹脂的製備

【0126】 將3124.0克(18.8 mol)的對苯二甲酸、1330.2克(21.5 mol)的乙二醇、219.8克(1.5 mol)的異山梨醇和216.8克(1.5 mol)的1,4-環己烷二甲醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.0

第 28 頁，共 45 頁(發明說明書)

克的二氧化鋯作為催化劑，使用1.46克的磷酸作為穩定劑，使用1.0克的乙酸鋁作為著色劑和使用1000 ppm的Iganox 1076作為抗氧化劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常壓高1.5 kgf/cm²(絕對壓力：1863.3 mmHg)。

【0127】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小時，並用2小時升溫至250°C。之後，將反應器的維持在250°C，並進行酯化反應直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0128】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至270°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為0.60 dl/g。當反應器中的混合物的本質黏度達到期望的水準時，將混合物排出到反應器的外部並絞合，然後用冷卻液固化並製成顆粒，使得平均重量約為12至14毫克。

【0129】 將顆粒在150°C下放置1小時並進行結晶，接著將其加入體積20公升的固相聚合反應器中。之後，將氮氣以50公升/分鐘(L/min)的速率流入至反應器中。此時，將反應器的溫度以40°C/小時(°C/hour)的速率從室溫提升至140°C，並

在140°C維持3小時。接著，以40°C/小時的速率將溫度再提升至200°C並維持在200°C。進行固相聚合反應直到反應器中的顆粒的本質黏度達到0.75 dl/g。

【0130】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自異山梨醇的殘基的含量為4 mol%，且衍生自1,4-環己烷二甲醇的殘基的含量為8 mol%。

【0131】 製備實施例7：第四聚酯樹脂的製備

【0132】 將3371.0克(20.3 mol)的對苯二甲酸、1435.3克(23.2 mol)的乙二醇、177.9克(1.2 mol)的異山梨醇和438.6克(3.0 mol)的1,4-環己烷二甲醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.0克的二氧化鎢作為催化劑，使用1.46克的磷酸作為穩定劑，使用0.013克的Clarient的Polysynthrene Blue RLS作為藍色調色劑，使用0.004克的Clarient的Solvaperm Red BB作為紅色調色劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常壓高1.0 kgf/cm²(絕對壓力：1495.6 mmHg)。

【0133】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小時，並用2小時升溫至265°C。之後，將反應器的維持在265°C，並進行酯化反應直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0134】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至275°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕

第 30 頁，共 45 頁(發明說明書)

對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為0.70 dl/g。

【0135】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自異山梨醇的殘基的含量為3 mol%，且衍生自1,4-環己烷二甲醇的殘基的含量為15 mol%。

【0136】 製備實施例8：第四聚酯樹脂的製備

【0137】 將3727.0克(19.2 mol)的對苯二甲酸二甲酯、2620.5克(42.3 mol)的乙二醇和841.5克(5.8 mol)的異山梨醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.5克的四水合乙酸錳和1.8克的三氧化二銻作為催化劑和使用0.7克的乙酸鈷作為著色劑。接著，將氮氣注入反應器中，但反應器的壓力並未增加(絕對壓力：760 mmHg)。

【0138】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小時，並用2小時升溫至240°C。之後，將反應器的維持在240°C，並進行轉酯化反應直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當轉酯化反應完成時，將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0139】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至265°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕

對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為0.50 dl/g。當反應器中的混合物的本質黏度達到期望的水準時，將混合物排出到反應器的外部並絞合，然後用冷卻液固化並製成顆粒，使得平均重量約為12至14毫克。

【0140】 將顆粒在160°C下放置1小時並進行結晶，接著將其加入體積20公升的固相聚合反應器中。之後，將氮氣以50公升/分鐘(L/min)的速率流入至反應器中。此時，將反應器的溫度以40°C/小時(°C/hour)的速率從室溫提升至140°C，並在140°C維持3小時。接著，以40°C/小時的速率將溫度再提升至200°C並維持在200°C。進行固相聚合反應直到反應器中的顆粒的本質黏度達到0.95 dl/g。

【0141】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自異山梨醇的殘基的含量為10 mol%。

【0142】 製備實施例9：第一聚酯樹脂的製備

【0143】 將3029.7克(18.3 mol)的對苯二甲酸、159.5克(0.96 mol)的間苯二甲酸、1334.1克(21.5 mol)的乙二醇和504.9克(3.5 mol)的異山梨醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.0克的二氧化鋯作為催化劑，使用1.46克的磷酸作為穩定劑，使用0.7克的乙酸鈷作為著色劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常壓高1.0 kgf/cm²(絕對壓力：1495.6 mmHg)。

第 32 頁，共 45 頁(發明說明書)

【0144】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小時，並用2小時升溫至260°C。之後，將反應器的維持在260°C，並進行酯化反應直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0145】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至280°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為0.50 dl/g。當反應器中的混合物的本質黏度達到期望的水準時，將混合物排出到反應器的外部並絞合，然後用冷卻液固化並製成顆粒，使得平均重量約為12至14毫克。

【0146】 將顆粒在150°C下放置1小時並進行結晶，接著將其加入體積20公升的固相聚合反應器中。之後，將氮氣以50公升/分鐘(L/min)的速率流入至反應器中。此時，將反應器的溫度以40°C/小時(°C/hour)的速率從室溫提升至140°C，並在140°C維持3小時。接著，以40°C/小時的速率將溫度再提升至200°C並維持在200°C。進行固相聚合反應直到反應器中的顆粒的本質黏度達到0.95 dl/g。

【0147】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的酸的殘基的總含量而言，衍生自對苯

第 33 頁，共 45 頁(發明說明書)

二甲酸的殘基的含量為95 mol%，且衍生自間苯二甲酸的殘基的含量為5 mol%。
以衍生自二醇的殘基的總含量而言，衍生自異山梨醇的殘基的含量為10 mol%。

【0148】 比較製備實施例1：第三聚酯樹脂的製備

【0149】 將3000.5克(18.1 mol)的對苯二甲酸、1064.6克(17.2 mol)的乙二醇與1187.5克(8.1 mol)的異山梨醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.0克的二氧化鎢作為催化劑，使用1.46克的磷酸作為穩定劑，使用0.017克的Clariant的Polysynthrene Blue RLS作為藍色調色劑，使用0.006克的Clariant的Solvaperm Red BB作為紅色調色劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常壓高0.5 kgf/cm²(絕對壓力：1127.8 mmHg)。

【0150】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小時，並用2小時升溫至260°C。之後，將反應器的維持在260°C，並進行酯化反應直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0151】 接著，將反應器的壓力用10分鐘從常壓降低到100托(絕對壓力：100 mmHg)，並維持此壓力1小時。之後，將反應器的溫度用1小時升溫至280°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔

第 34 頁，共 45 頁(發明說明書)

化)的本質黏度(IV)變為0.60 dl/g。

【0152】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自異山梨醇的殘基的含量為25 mol%。

【0153】 比較製備實施例2：第三聚酯樹脂的製備

【0154】 將2518.5克(15.2 mol)的對苯二甲酸、1044.1克(16.8 mol)的乙二醇、398.7克(2.7 mol)的異山梨醇和240.3克(1.7 mol)的1,4-環己烷二甲醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.0克的二氧化鋯作為催化劑，使用1.46克的磷酸作為穩定劑，使用0.010克的Clarient的Polysynthrene Blue RLS作為藍色調色劑，使用0.003克的Clarient的Solvaperm Red BB作為紅色調色劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常壓高1.5 kgf/cm²(絕對壓力：1863.3 mmHg)。

【0155】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小時，並用2小時升溫至260°C。之後，將反應器的維持在260°C，並進行酯化反應直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0156】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至270°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌

速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為0.65 dl/g。

【0157】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自異山梨醇的殘基的含量為11 mol%，且衍生自1,4-環己烷二甲醇的殘基的含量為11 mol%。

【0158】 比較製備實施例3：第三聚酯樹脂的製備

【0159】 將3631.3克(21.9 mol)的對苯二甲酸和1763.1克(28.4 mol)的乙二醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.0克的二氧化鎢作為催化劑，使用1.5克的磷酸作為穩定劑，使用0.7克的乙酸鈷作為著色劑，使用1000 ppm的Irganox 1076作為抗氧化劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常壓高2.0 kgf/cm²(絕對壓力：2231.1 mmHg)。

【0160】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小時，並用2小時升溫至265°C。之後，將反應器的維持在265°C，並進行酯化反應直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0161】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至270°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設

第 36 頁，共 45 頁(發明說明書)

定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為0.60 dl/g。當反應器中的混合物的本質黏度達到期望的水準時，將混合物排出到反應器的外部並絞合，然後用冷卻液固化並製成顆粒，使得平均重量約為12至14毫克。

【0162】 將顆粒在150°C下放置1小時並進行結晶，接著將其加入體積20公升的固相聚合反應器中。之後，將氮氣以50公升/分鐘(L/min)的速率流入至反應器中。此時，將反應器的溫度以40°C/小時(°C/hour)的速率從室溫提升至140°C，並在140°C維持3小時。接著，以40°C/小時的速率將溫度再提升至200°C並維持在200°C。進行固相聚合反應直到反應器中的顆粒的本質黏度達到0.75 dl/g。

【0163】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自異山梨醇的殘基的含量為0 mol%，且衍生自1,4-環己烷二甲醇的殘基的含量為0 mol%。

【0164】 比較製備實施例4：第三聚酯樹脂的製備

【0165】 將3328.2克(20.0 mol)的對苯二甲酸、1479.2克(23.9 mol)的乙二醇和175.6克(1.2 mol)的異山梨醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.0克的二氧化鎢作為催化劑，使用1.46克的磷酸作為穩定劑，使用0.8克的乙酸鈷作為著色劑，使用1 ppm的聚乙烯作為助晶劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常壓高1.5 kgf/cm²(絕對壓力：1863.3 mmHg)。

【0166】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小

第 37 頁，共 45 頁(發明說明書)

時，並用2小時升溫至270°C。之後，將反應器的維持在270°C，並進行酯化反應直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0167】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至275°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為0.65 dl/g。

【0168】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自異山梨醇的殘基的含量為3 mol%。

【0169】 比較製備實施例5：第三聚酯樹脂的製備

【0170】 將3247.1克(19.6 mol)的對苯二甲酸、1406.8克(22.7 mol)的乙二醇和253.5克(1.8 mol)的1,4-環己烷二甲醇置入體積10公升(L)的反應器中，其中反應器連接有管柱和能夠用水冷卻的冷凝器。使用1.0克的二氧化鋯作為催化劑，使用1.46克的磷酸作為穩定劑，使用0.8克的乙酸鈷作為著色劑。接著，將氮氣注入反應器中以產生加壓狀態，其中反應器的壓力比常壓高1.0 kgf/cm²(絕對壓力：1495.6 mmHg)。

【0171】 接著，將反應器的溫度用90分鐘升溫至220°C，在220°C下維持2小時，並用2小時升溫至260°C。之後，將反應器的維持在260°C直到用肉眼觀察反應器中的混合物變透明狀。當酯化反應完成時，將處於加壓狀態的反應器中的氮氣排出至外部，以降低反應器中的壓力至常壓，接著將反應器中的混合物轉移到能夠進行真空反應的體積7公升的反應器中。

【0172】 接著，將反應器的壓力用30分鐘從常壓降低到5托(絕對壓力：5 mmHg)，將反應器的溫度用1小時升溫至280°C，並在保持反應器的壓力於1托(絕對壓力：1 mmHg)或更低的同時進行聚縮合反應。在聚縮合反應的初始階段，雖然將攪拌速率設定為較高，但隨著聚縮合反應的進行或反應物的溫度升高到設定溫度以上使得反應物的黏度增加，導致攪拌力減弱時，可以適當地調整攪拌速度。進行聚縮合反應直到反應器中的混合物(熔化)的本質黏度(IV)變為0.60 dl/g。

【0173】 以衍生自聚酯樹脂中所含有的二醇的殘基的總含量而言，衍生自1,4-環己烷二甲醇的殘基的含量為9 mol%。

【0174】 實驗實施例1：聚酯樹脂的物理性質評估

【0175】 在製備實施例1到9和比較製備實施例1到5中所製備的聚酯樹脂的物理性質可依據上述方法評估，其結果示於表1。

【0176】 在製備實施例1到9和比較製備實施例1到5中所製備的聚酯樹脂中，除了衍生自異山梨醇的殘基和衍生自1,4-環己烷二甲醇的殘基之外，其餘衍生自二醇的殘基是衍生自乙二醇。衍生自乙二醇的殘基可包含衍生自二甘醇的殘

基，其可透過使二個乙二醇反應形成二甘醇，並使二甘醇與二羧酸或其衍生物反應而引入。

表1

	衍生自 異山梨 醇的殘 基 (mol%)	衍生自 1,4-環己 烷二甲醇 的殘基 (mol%)	結晶後的 熔化溫度 (°C)	霧度(%)	結晶半衰 期 (min)	數目平均 分子量
製備實 施例1	5	0	240	2	10	24,000
製備實 施例2	10	0	235	3	55	38,000
製備實 施例3	14	0	220	4	90	16,000
製備實 施例4	2	5	235	2	15	20,000
製備實 施例5	2	8	230	3	35	18,000
製備實 施例6	4	8	230	3.5	50	32,000
製備實 施例7	3	15	220	4	75	21,000

製備實施例8	10	0	235	3	55	39,500
製備實施例9	10	0	235	3	55	38,500
比較製備實施例1	25	0	NA ¹⁾	15	>100	17,000
比較製備實施例2	11	11	NA ¹⁾	20	>100	23,000
比較製備實施例3	0	0	250	15	1	28,000
比較製備實施例4	3	0	247	3	1	26,000
比較製備實施例5	0	9	NA ¹⁾	2	>100	27,000

【0177】 1) 比較製備實施例1、2和5的聚酯樹脂為非晶質樹脂且無結晶，因此無法測量結晶後的熔化溫度。

【0178】 實施例與比較實施例：聚酯樹脂共混物的製備

【0179】 將製備實施例1到9和比較製備實施例1到5的其中之一所製備的聚酯樹脂與再生PET以重量比為50:50的方式共混。具體來說，將透過粉碎和清洗廢棄塑膠而得到的薄片藉由熔融擠出再造粒的再生PET在室溫下與上述分別造粒的聚酯樹脂進行乾混，並在150°C的溫度下乾燥以製備聚酯樹脂共混物。

【0180】 再生PET可具有不同的組成成分，其可取決於廢棄塑膠的收集地、如何分類廢棄塑膠以及如何將其重新製粒。本實驗中使用的再生PET是對苯二甲酸、間苯二甲酸和乙二醇的共聚物，其中以二羧酸的總量而言，間苯二甲酸的含量在3 mol%以內。共聚物的本質黏度（IV）為0.75 dl / g，結晶溫度為130°C，而融化溫度為250°C。

【0181】 實驗實施例2：聚酯樹脂共混物的物理性質評估

【0182】 上述製備的聚酯樹脂共混物的物理性質可藉由上述的方法評估，其結果示於表2。

表2

	霧度 (%)	第二熔化 溫度 (°C)	紋路的出 現	再生過程中 發生片狀熔 化	損耗模數起始點 (°C)
實施例1	3	245	X	X	135
實施例2	1	240	X	X	150
實施例3	1	225	X	X	ND ²⁾

實施例4	2	235	X	X	140
實施例5	1	235	X	X	145
實施例6	2	230	X	X	ND ²⁾
實施例7	2.5	225	X	X	ND ²⁾
實施例8	2	245	X	X	145
實施例9	3	245	X	X	ND ²⁾
比較實 施例1	2	210	O	O	ND ²⁾
比較實 施例2	3	220	X	O	135
比較實 施例3	98	255	X	X	100
比較實 施例4	98	250	X	X	110
比較實 施例5	50	255	X	X	100

【0183】 2) 當未觀察到損耗模數起始點時，標記為ND。

【0184】 參考表2，從表2中可確認以二醇部分的總量而言，實施例1到9中所使用的聚酯樹脂含有5到20 mol%的衍生自包含異山梨醇的共聚單體的二醇部分，因此可以提供具有低霧度和有利於與再生PET共混加工的熔化溫度的聚酯樹脂組合物。特別言之，由於實施例1到9中的聚酯樹脂共混物可證實具有高的損

耗模數起始點，因此根據本發明的一具體實例的聚酯樹脂可有效地降低再生PET的結晶速率，使其可製造具有高透明度的厚容器。

【0185】 此外，實施例1到9中的聚酯樹脂組合物經加工後形成的瓶子上並未觀察到紋路，且即使將瓶子粉碎並置於高溫下，其也並未熔化，因此其可以作為樹脂共混物再利用。

【0186】 另一方面，在比較實施例3中使用由對苯二甲酸和乙二醇製成的均聚物作為聚酯樹脂和在比較實施例4中使用含有小於5mol%的衍生自包括異山梨醇的共聚單體的二醇部分的聚酯樹脂可與再生PET具有良好的互溶性，然而，再生PET的結晶速率無法被降低，因此導致高霧度的情形。

【0187】 此外，比較實施例1使用的聚酯樹脂含有大於20mol%的衍生自包含異山梨醇的共聚單體的二醇部分，與再生PET具有較差的互溶性，並導致由此製備的瓶子上出現紋路。再者，由於將瓶子粉碎後得到的薄片在高溫下會熔化，因此無法再利用。

【0188】 此外，比較實施例2使用的聚酯樹脂含有大於20mol%的衍生自包含異山梨醇和1,4-環己烷二甲醇的共聚單體的二醇部分，與再生PET具有較差的互溶性，並導致由此製備的瓶子上出現紋路。

【0189】 在比較實施例5中，使用含有衍生自異山梨醇以外的共聚單體的二醇部分的聚酯樹脂與再生PET具有良好的互溶性，然而，再生PET的結晶速率無法被降低，因此導致霧度非常高的情形。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【符號說明】

【0190】

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種聚酯樹脂共混物(polyester resin blend)，包括：

一聚對苯二甲酸乙二酯(polyethylene terephthalate)；以及
一聚酯樹脂，其具有一結構，且衍生自一二羧酸(carboxylic acid)或其衍生物的一酸部分(moiety)和衍生自一二醇(diol)的一二醇部分重複出現在該結構中，該聚酯樹脂係藉由聚合二羧酸或其衍生物與含有乙二醇(ethylene glycol)與一共聚單體的二醇而獲得；

其中以衍生自該二醇的該二醇部分的總量而言，該聚酯樹脂包括5到20莫爾百分比(mol%)的衍生自該共聚單體的一二醇部分，且該共聚單體包括異山梨醇(isosorbide)；

其中以衍生自該二醇的該二醇部分的總量而言，該聚酯樹脂包括0.1到15 mol%的衍生自異山梨醇的一二醇部分；

其中，該聚對苯二甲酸乙二酯為再生聚對苯二甲酸乙二酯或原生(virgin)聚對苯二甲酸乙二酯與再生聚對苯二甲酸乙二酯的混合；

其中，根據ASTM D1003-97對6毫米厚的樣品進行測量時，該聚酯樹脂共混物的霧度小於或等於3%。

【請求項2】 如請求項1所述的聚酯樹脂共混物，其中該再生聚對苯二甲酸乙二酯的本質黏度為0.6到0.8分公升/克(dl/g)。

【請求項3】 如請求項1所述的聚酯樹脂共混物，其中該再生聚對苯二甲酸乙二酯包括大於或等於95莫爾百分比的衍生自對苯二甲酸的殘基以及大於或等於95莫爾百分比的衍生自乙二醇的殘基。

【請求項4】 如請求項1所述的聚酯樹脂共混物，其中該聚酯樹脂為一結晶樹脂。

【請求項5】 如請求項1所述的聚酯樹脂共混物，其中當一公克的該聚對苯二甲酸乙二酯和一公克的該聚酯樹脂被製成80顆顆粒，在160°C下乾燥1小時，並通過篩孔尺寸為2.36毫米的一篩子時，通過率大於或等於97重量百分比(wt%)。

【請求項6】 如請求項1所述的聚酯樹脂共混物，其中根據ASTM D1003-97對6毫米厚的樣品進行測量時，該聚酯樹脂的霧度小於或等於5%。

【請求項7】 如請求項1所述的聚酯樹脂共混物，其中在180°C下進行結晶化100分鐘後並進行測量時，該聚酯樹脂的熔化溫度為210到245°C。

【請求項8】 如請求項1所述的聚酯樹脂共混物，其中該聚酯樹脂具有7到95分鐘的一結晶半衰期。

【請求項9】 如請求項1所述的聚酯樹脂共混物，其中以衍生自該二醇的該二醇部分的總量而言，該聚酯樹脂包括0.1到10莫爾百分比的衍生自異山梨醇的該二醇部分。

【請求項10】 如請求項1所述的聚酯樹脂共混物，其中該共聚單體還包括環己烷二甲醇(cyclohexanedimethanol)。

【請求項11】 如請求項10所述的聚酯樹脂共混物，其中該聚酯樹脂包括莫爾比例為1：2到5的衍生自異山梨醇的殘基和衍生自環己烷二甲醇的殘基。

【請求項12】 如請求項1所述的聚酯樹脂共混物，其中該聚酯樹脂共混物具有225到250°C的一熔化溫度。

【請求項13】 一種容器，由請求項1所述的聚酯樹脂共混物製成。