



(19)中華民國智慧財產局

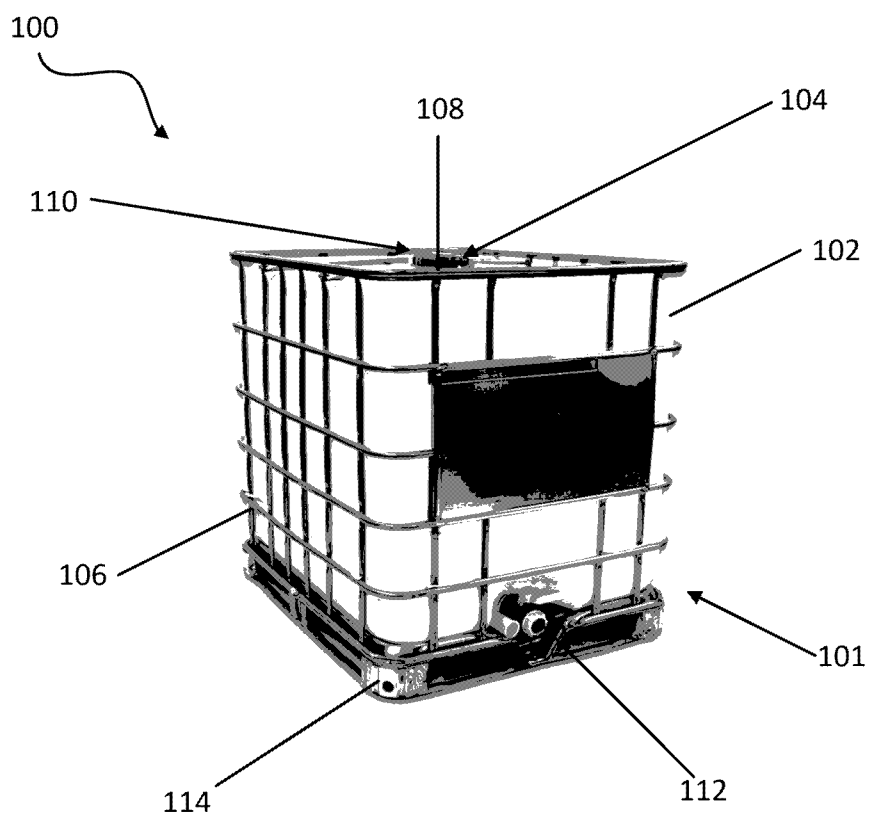
(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202507360 A

(43)公開日：中華民國 114 (2025) 年 02 月 16 日

(21)申請案號：113121271 (22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 07 日
(51)Int. Cl. : G02B6/34 (2006.01) G02B27/10 (2006.01)
(30)優先權：2023/06/09 美國 63/472,093
(71)申請人：美商英崔斯克先進材料有限責任公司 (美國) INTRINSIC ADVANCED MATERIALS, LLC (US)
美國
(72)發明人：優歇爾 羅伯 艾爾頓 二世 USHER, ROBERT ALTON, JR. (US) ; 羅根 茱莉亞 蕾妮 LOGAN, JULIA RENEE (US)
(74)代理人：陳長文；王淑靜；呂光
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：178 項 圖式數：5 共 84 頁

(54)名稱
用於連續製造生物可降解聚合物的摻合液體調配物

(57)摘要
本揭示之實施例係針對一種摻合液體生物可降解紡織品添加劑。該添加劑包括己內酯單體、聚乙二醇、碳酸鈣及抗氧化劑。該摻合液體生物可降解紡織品添加劑經調配以在液體添加劑容器中運輸。
Embodiments of the present disclosure are directed to a blended liquid biodegradable textile additive. The additive includes caprolactone monomer, polyethylene glycol, calcium carbonate, and an antioxidant. The blended liquid biodegradable textile additive is formulated to be transported in a liquid additive container.
指定代表圖：



符號簡單說明：

100: 摻合生物可降解紡織品添加劑運輸系統

101: 液體添加劑容器

102: 塑膠容器

104: 開口端

106: 鋼籠

108: 蓋

110: 頂表面

112: 閥

114: 托板

【圖1】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於連續製造生物可降解聚合物的摻合液體調配物

【英文發明名稱】

BLENDED LIQUID FORMULATION FOR CONTINUOUS
PRODUCTION OF BIODEGRADABLE POLYMERS

【中文】

本揭示之實施例係針對一種摻合液體生物可降解紡織品添加劑。該添加劑包括己內酯單體、聚乙二醇、碳酸鈣及抗氧化劑。該摻合液體生物可降解紡織品添加劑經調配以在液體添加劑容器中運輸。

【英文】

Embodiments of the present disclosure are directed to a blended liquid biodegradable textile additive. The additive includes caprolactone monomer, polyethylene glycol, calcium carbonate, and an antioxidant. The blended liquid biodegradable textile additive is formulated to be transported in a liquid additive container.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100: 摻合生物可降解紡織品添加劑運輸系統

101: 液體添加劑容器

102: 塑膠容器

104: 開口端

106: 鋼籠

108: 蓋

110: 頂表面

112: 閥

114: 托板

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於連續製造生物可降解聚合物的摻合液體調配物

【英文發明名稱】

 BLENDED LIQUID FORMULATION FOR CONTINUOUS
PRODUCTION OF BIODEGRADABLE POLYMERS

【技術領域】

【0001】 本揭示之實施例大體上係關於適合於紡織品之生物可降解聚合物組合物，且更特定言之，係關於生物可降解聚合物組合物之摻合液體調配物。

【先前技術】

【0002】 紡織品係人類文化的基礎且已製造且使用數千年。最早已知的紡織品係由諸如亞麻、羊毛、真絲及棉之天然纖維編織而成。近年來，紡織纖維、紗線與織品亦已在工業上由諸如聚酯、耐綸、烯烴、其他熱塑性聚合物及其組合之聚合物製造。許多現代聚合物可製成具有吸引力、耐用且防水之幾乎無盡的各種形狀及產物。在許多情況下，此等合成纖維或紗線(取決於所需技術及最終產物)可與天然纖維摻合以獲得具有天然材料及合成材料兩者之所要特徵(諸如耐久性及防水性)的最終產物。

【0003】 儘管需要耐久性及防水性，但此等相同性質可導致繼發性環境問題。由聚合纖維製造之紡織品不會以與天然纖維相同之方式天然生物降解且可能在填埋場及水(例如，湖泊、海洋等)中保留數百年或更長時間。根據美國環境保護署，每天有近4400萬磅合成(聚合)紡織品去往填埋場。另外，在衣物洗滌循環期間從衣服釋放的大部分微纖維皆被捕獲於廢

水處理工廠污泥中。污泥最終會變成被送至填埋場或用作肥料之生物固體。此等聚合微纖維隨後積聚在土壤或其他地面環境中，且可甚至變得可移動，最終使其自陸地環境移動至水生環境。根據一些估計，每年有約五十萬噸因洗滌紡織品而產生的塑膠微纖維被釋放至海洋中。某些高表面積微纖維可吸收大的毒素負載且類似於微觀浮游生物，由此最終導致在食物鏈中積聚了若干數量級之生物。又，因為人類通常食用頂級捕食者物種，因此此類微纖維污染可不利地影響人類健康。

【0004】 作為額外問題，諸如地毯及室內裝飾(住宅及商業兩者)之物件相對於衣服為龐大的，且通常併入有更大、更蓬鬆的紗線，且因此可佔據顯著的填埋場空間。

【0005】 在非織物上下文中，現普遍存在之所有類型的「濕巾」(通常為非織物薄片或若干層薄片)同樣佔據顯著的空間，並且即使在被視為「可沖洗」時，亦可具有堵塞城市污水系統之趨勢，尤其考慮到愈來愈多地使用小體積、低流量的馬桶。

【0006】 鑒於此等環境問題，生物可降解聚合物之產生已成為學術界及工業界強烈關注的主題。

【0007】 當前可用之生物可降解纖維在其製造中進一步存在各種問題。通常，為了形成生物可降解聚合物，使用母料方法。生物可降解聚合物可隨後通過擠出機或連續聚合生產線進料。然而，母料及擠出為昂貴的，需要額外混配、乾燥及結晶步驟。此外，呈丸粒形式之聚己內酯(Mw為6400) (一種已知的生物可降解聚合物)非常適合於母料方法；然而，較難以在連續聚合製程中使用。

【0008】 此外，在體積及成本方面，運輸材料以形成生物可降解聚

合物係困難的。所有材料必須分開運輸且接著在連續聚合製程期間組合。生物可降解纖維製造商必須單獨獲得各材料，無論是來自同一供應商還是獨立供應商。

【0009】 因此，需要適用於形成具有類似於傳統紡織品之所要性質之紡織品的生物可降解聚合物，該等紡織品可經由連續製造(例如，連續聚合)而非母料製造形成，且以改良運輸簡易性之方式調配。

【發明內容】

【0010】 本發明之一或多個實施例可解決前述問題中之一或多者。根據本發明之某些實施例提供用於形成生物可降解紡織品之添加劑、系統、方法及套組。特定言之，根據第一態樣，提供一種摻合液體生物可降解紡織品添加劑。該添加劑包括己內酯單體、聚乙二醇、碳酸鈣及抗氧化劑。

【0011】 根據某些實施例，該添加劑可包含50至80 wt%之己內酯單體。在一些實施例中，該添加劑可包含15至25 wt%之聚乙二醇。在某些實施例中，該添加劑可包含0.4至2 wt%之碳酸鈣。在其他實施例中，該添加劑可包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【0012】 根據某些實施例，該聚乙二醇可包含低分子量聚乙二醇。在一些實施例中，該聚乙二醇可包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【0013】 根據某些實施例，該抗氧化劑可包含酚類抗氧化劑。在一些實施例中，該酚類抗氧化劑可為位阻或部分受阻的。

【0014】 根據某些實施例，可提供一種生物可降解紡織品組合物。生物可降解紡織品組合物可包括對苯二甲酸、乙二醇、摻合液體生物可降

解紡織品添加劑及聚丁二酸丁二醇酯。在一些實施例中，該組合物可包含800至10,000 ppm之聚丁二酸丁二醇酯。在其他實施例中，該組合物可包含0.4至1.2 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【0015】 根據某些實施例，可提供一種由生物可降解紡織品組合物製成之生物可降解聚酯共聚物長絲。

【0016】 根據某些實施例，可提供一種由生物可降解聚酯共聚物長絲製成之變形生物可降解聚酯共聚物長絲。

【0017】 根據某些實施例，可提供一種由變形生物可降解聚酯共聚物長絲製成之變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維。

【0018】 根據某些實施例，可提供一種由變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維製成之織物。在一些實施例中，該織物可為編織物。在某些實施例中，該織物可為針織物。在其他實施例中，該織物可為非織物。

【0019】 根據某些實施例，可提供一種由織物製成之衣服。

【0020】 根據某些實施例，可提供一種由生物可降解聚酯長絲製成之織物。

【0021】 在另一態樣中，提供一種運輸摻合生物可降解紡織品添加劑之系統。該系統包括液體添加劑容器及放置於該液體添加劑容器中之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。該添加劑包含己內酯單體、聚乙二醇、碳酸鈣及抗氧化劑。

【0022】 根據某些實施例，該液體添加劑容器可包含：塑膠容器，其具有開口端；鋼籠，其容納該塑膠容器；蓋，其可拆卸地耦接至該塑膠容器之該開口端，及閥，其安置於該塑膠容器之壁中，該閥經組態以自該塑膠容器中釋放該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。該蓋可具有朝外表

面及朝內表面，且螺旋槳可安置於該蓋之該朝內表面上。在一些實施例中，該閥可為球閥。在某些實施例中，該液體添加劑容器可安裝於托板上。在其他實施例中，該托板可包含塑膠。

【0023】 根據某些實施例，該添加劑可包含50至80 wt%之己內酯單體。在一些實施例中，該添加劑可包含15至25 wt%之聚乙二醇。在某些實施例中，該添加劑可包含0.4至2 wt%之碳酸鈣。在其他實施例中，該添加劑可包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【0024】 根據某些實施例，該聚乙二醇可包含低分子量聚乙二醇。在一些實施例中，該聚乙二醇可包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【0025】 根據某些實施例，該抗氧化劑可包含酚類抗氧化劑。在一些實施例中，該酚類抗氧化劑可為位阻或部分受阻的。

【0026】 在又一態樣中，提供一種運輸摻合液體生物可降解紡織品添加劑之方法。該方法包括：形成摻合液體生物可降解紡織品添加劑；將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑轉移至液體添加劑容器中，該液體添加劑容器具有蓋及安置於該蓋之朝內表面上的螺旋槳；將其中含有該摻合液體生物可降解紡織品添加劑之該液體添加劑容器置放於運輸車輛上；及在運輸期間經由該螺旋槳攪拌該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含己內酯單體、聚乙二醇、碳酸鈣及抗氧化劑。

【0027】 根據某些實施例，形成該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含在攪拌下摻合該己內酯單體、聚乙二醇、碳酸鈣及該抗氧化劑。在一些實施例中，將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑轉移至該液體添

加劑容器中可包含將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑泵送至該液體添加劑容器中。

【0028】 根據某些實施例，該添加劑可包含50至80 wt%之己內酯單體。在一些實施例中，該添加劑可包含15至25 wt%之聚乙二醇。在某些實施例中，該添加劑可包含0.4至2 wt%之碳酸鈣。在其他實施例中，該添加劑可包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【0029】 根據某些實施例，該聚乙二醇可包含低分子量聚乙二醇。在一些實施例中，該聚乙二醇可包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【0030】 根據某些實施例，該抗氧化劑可包含酚類抗氧化劑。在一些實施例中，該酚類抗氧化劑可為位阻或部分受阻的。

【0031】 在又一態樣中，提供一種紡製生物可降解聚酯共聚物長絲之方法。該方法包括：酯化包含對苯二甲酸及乙二醇之原料以形成酯化混合物；將摻合液體生物可降解紡織品添加劑添加至該酯化混合物中；使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合以形成聚合混合物；將聚丁二酸丁二醇酯與該原料、該酯化混合物或該聚合混合物組合，使得在該聚合步驟之後形成生物可降解聚酯共聚物熔體；及將該生物可降解聚酯共聚物熔體紡絲成該生物可降解聚酯共聚物長絲。該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含己內酯單體、聚乙二醇、碳酸鈣及抗氧化劑。

【0032】 根據某些實施例，該方法可進一步包含擠出聚丁二酸丁二醇酯以形成待與該酯化混合物或該聚合混合物組合之擠出的聚丁二酸丁二醇酯。在一些實施例中，將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑添加至該酯化混合物中可包含自液體添加劑容器中分配該摻合液體生物可降解紡織

品添加劑。在某些實施例中，使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合可在連續聚合生產線上進行。在其他實施例中，使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合可在分批反應器上進行。在一些實施例中，使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合在約265°C至約295°C之溫度下發生。

【0033】 根據某些實施例，該添加劑可包含50至80 wt%之己內酯單體。在一些實施例中，該添加劑可包含15至25 wt%之聚乙二醇。在某些實施例中，該添加劑可包含0.4至2 wt%之碳酸鈣。在其他實施例中，該添加劑可包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。在一些實施例中，該組合物可包含800至10,000 ppm之聚丁二酸丁二醇酯。在其他實施例中，該組合物可包含0.4至1.2 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【0034】 根據某些實施例，該聚乙二醇可包含低分子量聚乙二醇。在一些實施例中，該聚乙二醇可包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【0035】 根據某些實施例，該抗氧化劑可包含酚類抗氧化劑。在一些實施例中，該酚類抗氧化劑可為位阻或部分受阻的。

【0036】 根據某些實施例，可提供一種由生物可降解聚酯共聚物長絲形成織物之方法。

【0037】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯共聚物長絲之方法。該方法可包含對生物可降解聚酯共聚物長絲進行變形處理以形成變形生物可降解聚酯共聚物長絲。

【0038】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維之方法。該方法可包含切割變形生物可降解聚酯共聚物長絲

以形成變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維。

【0039】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯粒之方法。該方法可包含將變形生物可降解聚酯共聚物長絲製成顆粒以形成變形生物可降解聚酯粒。

【0040】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯容器之方法。該方法可包含吹塑變形生物可降解聚酯共聚物以形成變形生物可降解聚酯容器。

【0041】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯包裝材料之方法。該方法可包含吹塑變形生物可降解聚酯共聚物以形成變形生物可降解聚酯包裝材料。

【0042】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯共聚物紗線之方法。該方法可包含將變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維紡絲以形成紗線。

【0043】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯共聚物混紡紗線之方法。該方法可包含將變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維與棉纖維及嫻縈纖維中之一或多者紡絲以形成混紡紗線。

【0044】 根據某些實施例，可提供一種由變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維形成織物之方法。在一些實施例中，形成該織物可包含針織該變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維以形成該織物。在其他實施例中，形成該織物可包含編織該變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維以形成該織物。在其他實施例中，形成該織物可包含形成非織物。在某些實施例中，提供一種由該織物形成衣服之方法。

【0045】 在又一態樣中，提供一種用於紡製生物可降解聚酯共聚物

長絲之套組。該套組包括液體添加劑容器，該液體添加劑容器含有摻合液體生物可降解紡織品添加劑、聚丁二酸丁二醇酯、對苯二甲酸及乙二醇。該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含己內酯單體、聚乙二醇、碳酸鈣及抗氧化劑。

【0046】 根據某些實施例，該添加劑可包含50至80 wt%之己內酯單體。在一些實施例中，該添加劑可包含15至25 wt%之聚乙二醇。在某些實施例中，該添加劑可包含0.4至2 wt%之碳酸鈣。在其他實施例中，該添加劑可包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【0047】 根據某些實施例，該套組可包含800至10,000 ppm之聚丁二酸丁二醇酯。在其他實施例中，該套組可包含0.4至1.2 wt%之添加劑。

【0048】 根據某些實施例，該聚乙二醇可包含低分子量聚乙二醇。在一些實施例中，該聚乙二醇可包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【0049】 根據某些實施例，該抗氧化劑可包含酚類抗氧化劑。在一些實施例中，該酚類抗氧化劑可為位阻或部分受阻的。

【0050】 在又一態樣中，提供一種摻合液體生物可降解紡織品添加劑。該添加劑包括己內酯單體、聚乙二醇、乙二醇及抗氧化劑。

【0051】 根據某些實施例，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含50至80 wt%之己內酯單體。在一些實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含15至25 wt%之聚乙二醇。在某些實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含0.4至2 wt%之乙二醇。在其他實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【0052】 根據某些實施例，該聚乙二醇可包含低分子量聚乙二醇。在一些實施例中，該聚乙二醇可包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【0053】 根據某些實施例，該抗氧化劑可包含酚類抗氧化劑。在一些實施例中，該酚類抗氧化劑可為位阻或部分受阻的。

【0054】 根據某些實施例，可提供一種生物可降解紡織品組合物。該生物可降解紡織品組合物可包括對苯二甲酸、乙二醇、摻合液體生物可降解紡織品添加劑及固體系統添加劑。該固體系統添加劑可包含聚丁二酸丁二醇酯及碳酸鈣。在一些實施例中，該固體系統添加劑可包含91至94 wt%之聚丁二酸丁二醇酯。在其他實施例中，該固體系統添加劑可包含6至9 wt%之碳酸鈣。在一些實施例中，該組合物可包含0.4至1.2 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。在其他實施例中，該組合物可包含0.1至1.5 wt%之固體系統添加劑。

【0055】 根據某些實施例，可提供一種由生物可降解紡織品組合物製成之生物可降解聚酯共聚物長絲。

【0056】 根據某些實施例，可提供一種由生物可降解聚酯共聚物長絲製成之變形生物可降解聚酯共聚物長絲。

【0057】 根據某些實施例，可提供一種由變形生物可降解聚酯共聚物長絲製成之變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維。

【0058】 根據某些實施例，可提供一種由變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維製成之織物。在一些實施例中，該織物可為編織物。在某些實施例中，該織物可為針織物。在其他實施例中，該織物可為非織物。

【0059】 根據某些實施例，可提供一種由織物製成之衣服。

【0060】 根據某些實施例，可提供一種由生物可降解聚酯長絲製成之織物。

【0061】 在另一態樣中，提供一種運輸摻合生物可降解紡織品添加劑之系統。該系統包括液體添加劑容器及放置於該液體添加劑容器中之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。該添加劑包含己內酯單體、聚乙二醇、乙二醇及抗氧化劑。

【0062】 根據某些實施例，該液體添加劑容器可包含：塑膠容器，其具有開口端；鋼籠，其容納該塑膠容器；蓋，其可拆卸地耦接至該塑膠容器之該開口端，及閥，其安置於該塑膠容器之壁中，該閥經組態以自該塑膠容器中釋放該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。該蓋可具有朝外表面及朝內表面，且螺旋槳可安置於該蓋之朝內表面上。在一些實施例中，該閥可為球閥。在某些實施例中，該液體添加劑容器可安裝於托板上。在其他實施例中，該托板可包含塑膠。

【0063】 根據某些實施例，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含50至80 wt%之己內酯單體。在一些實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含15至25 wt%之聚乙二醇。在某些實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含0.4至2 wt%之乙二醇。在其他實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【0064】 根據某些實施例，該聚乙二醇可包含低分子量聚乙二醇。在一些實施例中，該聚乙二醇可包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【0065】 根據某些實施例，該抗氧化劑可包含酚類抗氧化劑。在一

些實施例中，該酚類抗氧化劑可為位阻或部分受阻的。

【0066】 在又一態樣中，提供一種運輸摻合液體生物可降解紡織品添加劑之方法。該方法包括：形成摻合液體生物可降解紡織品添加劑；將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑轉移至液體添加劑容器中，該液體添加劑容器具有蓋及安置於該蓋之朝內表面上的螺旋槳；將其中含有該摻合液體生物可降解紡織品添加劑之該液體添加劑容器置放於運輸車輛上；及在運輸期間經由該螺旋槳攪拌該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含己內酯單體、聚乙二醇、乙二醇及抗氧化劑。

【0067】 根據某些實施例，形成該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含在攪拌下摻合該己內酯單體、聚乙二醇、乙二醇及該抗氧化劑。在一些實施例中，將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑轉移至該液體添加劑容器中可包含將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑泵送至該液體添加劑容器中。

【0068】 根據某些實施例，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含50至80 wt%之己內酯單體。在一些實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含15至25 wt%之聚乙二醇。在某些實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含0.4至2 wt%之乙二醇。在其他實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【0069】 根據某些實施例，該聚乙二醇可包含低分子量聚乙二醇。在一些實施例中，該聚乙二醇可包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【0070】 根據某些實施例，該抗氧化劑可包含酚類抗氧化劑。在一些實施例中，該酚類抗氧化劑可為位阻或部分受阻的。

【0071】 在另一態樣中，提供一種紡製生物可降解聚酯共聚物長絲之方法。該方法包括：酯化包含對苯二甲酸及乙二醇之原料以形成酯化混合物；將摻合液體生物可降解紡織品添加劑添加至該酯化混合物中；使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合以形成聚合混合物；將固體系統添加劑與該原料、該酯化混合物或該聚合混合物組合，使得在該聚合步驟之後形成生物可降解聚酯共聚物熔體；及將該生物可降解聚酯共聚物熔體紡絲成該生物可降解聚酯共聚物長絲。該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含己內酯單體、聚乙二醇、乙二醇及抗氧化劑。該固體系統添加劑包含聚丁二酸丁二醇酯及碳酸鈣。

【0072】 根據某些實施例，該方法可進一步包含擠出該固體系統添加劑以形成待與該酯化混合物或該聚合混合物組合之擠出的固體系統添加劑。在一些實施例中，將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑添加至該酯化混合物中可包含自液體添加劑容器中分配該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。在某些實施例中，使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合可在連續聚合生產線上進行。在其他實施例中，使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合可在分批反應器上進行。在一些實施例中，使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合在約265°C至約295°C之溫度下發生。

【0073】 根據某些實施例，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含50至80 wt%之己內酯單體。在一些實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含15至25 wt%之聚乙二醇。在某些實施例中，該摻

合液體生物可降解紡織品添加劑可包含0.4至2 wt%之乙二醇。在其他實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。在一些實施例中，該固體系統添加劑可包含91至94 wt%之聚丁二酸丁二醇酯。在其他實施例中，該固體系統添加劑可包含6至9 wt%之碳酸鈣。在一些實施例中，該組合物可包含0.4至1.2 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。在其他實施例中，該組合物可包含0.1至1.5 wt%之固體系統添加劑。

【0074】 根據某些實施例，該聚乙二醇可包含低分子量聚乙二醇。在一些實施例中，該聚乙二醇可包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【0075】 根據某些實施例，該抗氧化劑可包含酚類抗氧化劑。在一些實施例中，該酚類抗氧化劑可為位阻或部分受阻的。

【0076】 根據某些實施例，可提供一種由生物可降解聚酯共聚物長絲形成織物之方法。

【0077】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯共聚物長絲之方法。該方法可包含對生物可降解聚酯共聚物長絲進行變形處理以形成變形生物可降解聚酯共聚物長絲。

【0078】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維之方法。該方法可包含切割變形生物可降解聚酯共聚物長絲以形成變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維。

【0079】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯粒之方法。該方法可包含將變形生物可降解聚酯共聚物長絲製成顆粒以形成變形生物可降解聚酯粒。

【0080】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯容器之方法。該方法可包含吹塑變形生物可降解聚酯共聚物以形成變形生物可降解聚酯容器。

【0081】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯包裝材料之方法。該方法可包含吹塑變形生物可降解聚酯共聚物以形成變形生物可降解聚酯包裝材料。

【0082】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯共聚物紗線之方法。該方法可包含將變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維紡絲以形成紗線。

【0083】 根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯共聚物混紡紗線之方法。該方法可包含將變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維與棉纖維及嫘縈纖維中之一或多者紡絲以形成混紡紗線。

【0084】 根據某些實施例，可提供一種由變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維形成織物之方法。在一些實施例中，形成該織物可包含針織該變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維以形成該織物。在其他實施例中，形成該織物可包含編織該變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維以形成該織物。在其他實施例中，形成該織物可包含形成非織物。在某些實施例中，提供一種由該織物形成衣服之方法。

【0085】 在又一態樣中，提供一種用於紡製生物可降解聚酯共聚物長絲之套組。該套組包括液體添加劑容器，該液體添加劑容器含有摻合液體生物可降解紡織品添加劑、固體系統添加劑、對苯二甲酸及乙二醇。該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含己內酯單體、聚乙二醇、乙二醇及抗氧化劑。該固體系統添加劑包含聚丁二酸丁二醇酯及碳酸鈣。

【0086】 根據某些實施例，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含50至80 wt%之己內酯單體。在一些實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含15至25 wt%之聚乙二醇。在某些實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含0.4至2 wt%之乙二醇。在其他實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【0087】 根據某些實施例，該固體系統添加劑可包含91至94 wt%之聚丁二酸丁二醇酯。在其他實施例中，該固體系統添加劑可包含6至9 wt%之碳酸鈣。在一些實施例中，該套組可包含0.4至1.2 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。在其他實施例中，該套組可包含0.1至1.5 wt%之固體系統添加劑。

【0088】 根據某些實施例，該聚乙二醇可包含低分子量聚乙二醇。在一些實施例中，該聚乙二醇可包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【0089】 根據某些實施例，該抗氧化劑可包含酚類抗氧化劑。在一些實施例中，該酚類抗氧化劑可為位阻或部分受阻的。

【圖式簡單說明】

【0090】 因此，以通用術語描述本發明之後，現將參考隨附圖式，其不必按比例繪製，且其中：

【0091】 圖1繪示根據本發明之某些實施例的液體添加劑容器；

【0092】 圖2繪示根據本發明之某些實施例的液體添加劑容器；

【0093】 圖3A及圖3B繪示根據本發明之某些實施例的根據ASTM D5210之紡織品的生物降解；

【0094】 圖4A、圖4B及圖4C繪示根據本發明之某些實施例的根據ASTM D5511之紡織品之生物降解；且

【0095】 圖5繪示根據本發明之某些實施例的根據ASTM D5988之紡織物的生物降解。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

【0096】 本申請案主張2023年6月9日申請之美國臨時專利申請案第63/472,093號之優先權，該申請案之全部內容特此以引用之方式併入。

【0097】 現將參考隨附圖式在下文中更充分地描述本揭示之實施例，在隨附圖式中展示本發明之一些但並非所有實施例。實際上，本發明可以多種不同形式實施且不應解釋為限於本文所闡述之實施例；確切而言，提供此等實施例以使得本揭示將滿足可適用的法定要求。類似數字貫穿全文指代類似元件。除非上下文另外明確指示，否則如本說明書及隨附申請專利範圍中所用，單數形式「一(a/an)」、「該」包括複數個指示物。

【0098】 如本文所闡述，本揭示描述具有類似於傳統纖維之所要性質的纖維，該等纖維為生物可降解的且可經由連續製造而非母料製造形成。更特定言之，揭示了一種生物可降解之聚酯(聚對苯二甲酸乙二酯或PET)纖維。亦揭示一種經組態用於簡化批量運輸之此等纖維的組分。

【0099】 因此，描述了生物可降解之聚酯(聚對苯二甲酸乙二酯)纖維。通常，為了形成生物可降解聚合物，將母料方法與擠出機製程一起使用。然而，母料為昂貴的，需要額外混配、乾燥及結晶步驟，且因此被不充分地採用，且生物可降解纖維不能以可承受之價格點廣泛獲得。連續聚

合製程對於聚酯之合成更經濟，然而，聚己內酯(一種已知的生物可降解聚合物)呈丸粒形式且良好地適合於母料方法，但不適於在連續聚合製程中使用。

【0100】 為克服此等困難，本揭示在連續聚合製程中將己內酯單體(一種透明液體)併入聚酯中。己內酯單體為聚己內酯之前驅體，其在天然環境中生物可降解，且賦予纖維其他所要性質，諸如染料增強。與將製造產出量限制為每擠出機約2,000至4,000磅/小時的母料方法相比，在習知連續聚合生產線上使用己內酯單體以低成本產生高產出量，其中輸出超過30,000磅/小時，或有時約40,000磅/小時或甚至60,000至90,000磅/小時。以此方式，藉由利用本文中所揭示之調配物，不需要載體聚合物，且在製程結束時，可藉由連續聚合製程達成藉由母料製程所達成之纖維量的三倍，同時亦顯著降低材料及製程兩者之成本。

【0101】 此外，己內酯單體幾乎完全消耗，或大約完全消耗(例如，值小於200 ppm)。

【0102】 為製造本揭示之生物可降解聚合物，使對苯二甲酸(或純化對苯二甲酸或PTA)及乙二醇(或單乙二醇或MEG)在經加熱之酯化反應中反應，以產生對苯二甲酸及乙二醇之單體及寡聚物以及水作為副產物。酯化反應可在一或多個容器中進行，在一些實施例中，使用兩個容器，各容器為酯化器。壓力梯度習知地用於驅動連續聚合製程。另外，泵可用於驅動製程。為了使酯化反應能夠基本上完成，連續移除水及MEG。經由酯化形成之單體及寡聚物隨後經由聚縮合進行催化聚合以形成聚對苯二甲酸乙二酯(或PET)聚酯。聚縮合反應可在一或多個容器中進行，各容器為聚合器。在一些實施例中，使用兩種容器，低真空下之低聚合器及高真空下

之高聚合器，如此項技術中已知的。

【0103】 聚合繼續，直至獲得所需莫耳重量之聚酯對苯二甲酸酯為止。部分地基於聚酯之目標分子量測定聚合容器中之滯留時間及乙二醇及對苯二甲酸進入連續製程之進料速率。由於分子量可藉由聚合物熔體之固有黏度測定，因此聚合物熔體之固有黏度一般用於測定聚合條件，諸如溫度、壓力、反應物之進料速率及聚合容器內之滯留時間。

【0104】 在聚縮合階段完成時，可過濾且擠出聚合物熔體。在擠出之後，將聚對苯二甲酸乙二酯淬滅以固化聚酯，諸如藉由用水噴塗。固化的聚對苯二甲酸乙二酯可出於儲存及處理目的切割成切片。

【0105】 在一些實施例中，使用此項技術中已知之習知技術將藉由該方法製造之聚酯紡絲成長絲。

【0106】 在一些實施例中，藉由該方法製造之聚酯可吹塑成封裝及其他產物。

【0107】 在一些實施例中，藉由該方法製造之長絲變形且切割成切段纖維。變形處理在此項技術中為充分理解的且將不另外詳細描述，除了指出迄今為止，本發明之組合物製造可使用習知步驟(例如，在處於扭曲位置時之熱定型)變形長絲。

【0108】 在一些實施例中，將藉由該方法製造之切段纖維紡絲成紗線。

【0109】 在一些實施例中，切段纖維可形成為非織物。

【0110】 在一些實施例中，將切段纖維與棉或嫘縈一起紡絲成混紡紗線。紗線可隨後用於形成織物，該織物可用於製造紡織品，諸如衣服及類似者。織物可為編織或針織的，且此織物用於製造紡織品及衣服。類似

地，非織物可用於製造衣服、其他紡織品及類似者。

【0111】 所得纖維、長絲、織物、容器及類似者可在填埋場環境、海洋環境、下水管污泥中及海水及淡水以及包含微生物的其他天然及非天然環境中生物降解。例示性實施例中之生物降解的時間標度與天然纖維之生物降解時間標度相當。在一些實施例中，本揭示之纖維或織物的降解在3至4年內實質上或大部分完成。在一些或其他實施例中，本揭示之纖維或織物的降解在不到3年內實質上或大部分完成。以此方式，使用本文中所描述之纖維、長絲、織物、容器及類似者可經由生物降解顯著地減少環境中之塑膠微纖維的量。

【0112】 在上述酯化及聚縮合反應期間添加己內酯單體及碳酸鈣(CaCO_3)。在一些實施例中，己內酯單體及碳酸鈣可直接添加至含有縮合產物之容器，例如低聚合器中。在一些實施例中，己內酯單體及碳酸鈣可添加至酯化器與聚合器之間的輸送管線中。同時或隨後，可添加聚丁二酸丁二醇酯(PBS)。反應通常在約 280°C (例如，介於約 265°C 與 295°C 之間)下進行。將己內酯單體與PBS及碳酸鈣一起併入至聚酯纖維中以形成生物可降解聚酯材料。微生物消化含有聚己內酯、PBS及碳酸鈣的所得纖維，以分解聚合物鏈並使纖維生物降解。

【0113】 儘管本發明不受碳酸鈣起作用之機制限制，且儘管本發明人不希望受任何特定理論束縛，但以下假設似乎為合理的。混合於均質有機聚合基質中的微觀無機碳酸鈣顆粒的存在為生物降解引入過多的凝核點。此碳酸鈣與其他生物可降解成分同時給與，使得凝核點與此等成分非常接近。鈣離子可在細菌生長中起重要作用。存在於細菌中之鈣結合蛋白幫助信號轉導且可輔助正趨化性之重要過程，其中細菌朝向較高濃度之化

學物質移動。

【0114】 根據此假設，分散碳酸鈣之存在加速了藉由厭氧菌的作用水解酯鍵而將聚合物分解成單體及寡聚物。二氧化碳(一種代謝副產物)的存在亦可增強聚合物基質中存在之碳酸鈣的溶解。

【0115】 細菌中之鈣及鈣結合蛋白可起重要作用的另一機制係數量感應；亦即，細菌中針對族群成長而最佳化的通信方式。個別細菌致力於產生水凝膠，該水凝膠由細菌及細胞外聚合材料構成，產生協調的功能群落。此宏觀結構放大細菌作用且有助於導致根據本發明之聚合物之生物降解，尤其係可併入至此類水凝膠中之高表面積微纖維。

【0116】 定義

【0117】 如本文中所使用，術語「生物可降解」意謂當給定適當的天然條件及微生物存在時，將分解或分解成其基本組分並且以比非生物可降解材料顯著更快地規模重新與大地混合的材料。出於本揭示之目的，非生物可降解聚合物為在根據ASTM D-5511測試266天之後降解10%或更少之聚合物。

【0118】 術語「聚合物」係指包含許多重複單元之大分子(分子量超過100道爾頓，通常為數千道爾頓)。

【0119】 「紡織品」是一種由天然及/或合成纖維、長絲或紗線構成的材料，且可呈針織、編織或非編織形式。

【0120】 術語「非織物」係一般熟習此項技術者充分理解的，且在本文中使用時與此理解一致，包括諸如Tortora, Phyllis G.及Robert S. Merkel, Fairchild's Dictionary of Textiles, 第7版, NY, 紐約: Fairchild Publications, 2009年, 第387頁中之定義。因此，非織物為

「藉由纖維之黏合或互鎖或兩者製造；藉由機械、化學、熱或溶劑方式及其組合來實現之紡織品結構」。形成基本網之例示性方法包括粗梳纖維、氣流成網及濕法成型。此等網可藉由使用黏著劑(包括散佈在網中之低熔體纖維)、用於適當熱塑性聚合物之熱黏合、針刺、水刺(水刺法)及紡黏製程來固定或黏合。

【0121】 熟習此項技術者應理解，在紡織品領域中，字組「紡絲」具有兩種不同定義，兩種定義均在上下文中顯而易見。在形成合成長絲時，術語「紡絲」係指將熔融聚合物擠出成長絲之步驟。在天然纖維或自變形合成長絲切割之切段纖維的上下文中，術語「紡絲」以其最具歷史之意義(追溯至古代)使用，即將長絲加撚成可編織織物之黏性紗線結構。

【0122】 本發明纖維、紗線及織物之特徵可在於其物理性質，諸如實例中描述之ASTM及/或AATCC測試。舉例而言，纖維、紗線及織物可藉由根據ASTM測試基於纖維中生物降解劑之質量%的降解程度來定義。前驅體、中間物及最終產物之分子組成可藉由習知方法，諸如凝膠滲透層析法，更佳地聚合物摻合物之梯度分析來判定。

【0123】 ASTM及AATCC測試協定被視為工業標準。此等協定通常不會隨時間推移顯著變化；然而，若出現關於此等標準之日期的任何問題(本文未指定)，則選擇2023年4月生效的標準。

【0124】 如本文中所使用，在合成纖維及其製造之上下文中，術語「固有黏度」用於描述與聚合物之平均分子量成正比的特性。固有黏度係基於外推至零濃度之聚合物溶液(在溶劑中)之黏度來計算的。

【0125】 在紡織品領域中，術語「變形處理」被廣泛及特定地使用。在最廣泛意義上，變形處理用作同義詞係指合成長絲、切段纖維或紗

線經機械處理、熱處理或兩者以具有比未經處理之長絲、切段纖維或紗線更大之體積的步驟。在狹義上，術語變形處理用於指代產生成環及捲曲之處理。含義在上下文中通常為清楚的。如本文所使用，字組「變形」在廣義上用於包括在長絲、切段纖維或紗線中產生所需效果的所有可能性。

【0126】 其中「介於...之間」用於指示數字範圍，該範圍包括所使用之數值。舉例而言，「介於約10%與約13%之間」包括10%及13%兩者以及介於10%與13%之間的所有數值。

【0127】 如本文中所使用，除非另外規定，否則「百分比」或「%」意謂重量百分比。此外，除非另外說明，否則濃度及比例係指成品共聚物中之濃度或比例。

【0128】 摻合液體生物可降解紡織品添加劑

【0129】 根據某些實施例，本發明包括用於形成生物可降解紡織品之添加劑、系統、方法及套組。特定言之，根據第一態樣，提供一種摻合液體生物可降解紡織品添加劑。在一些實施例中，添加劑包括己內酯單體、聚乙二醇、碳酸鈣及抗氧化劑。摻合液體生物可降解紡織品添加劑可調配用於在本文中所描述之液體容器中運輸，使得液體成分可由於其易於處置、預先成比例且方便而運送至世界上之任何地方。

【0130】 根據某些實施例，添加劑可包含約50至80 wt%之己內酯單體(例如，IngevityCapa®單體)。舉例而言，在一些實施例中，添加劑可包含約60至80 wt%之己內酯單體。在其他實施例中，例如，添加劑可包含約70至80 wt%之己內酯單體。在某些實施例中，例如，添加劑可包含約75 wt%之己內酯單體。舉例而言，根據某些實施例，添加劑可包含至少約以下中之任一者：50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、

60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78及79 wt%，及/或至多約80、79、78、77、76、75、74、73、72、71、70、69、68、67、66、65、64、63、62、61、60、59、58、57、56、55、54、53、52及51 wt%的己內酯單體(例如，約69至77 wt%、約52至79 wt%等)。

【0131】 在一些實施例中，添加劑可包含約15至25 wt%之聚乙二醇(PEG)。例如，在某些實施例中，添加劑可包含約20至25 wt%之PEG。在其他實施例中，例如，添加劑可包含約21至24 wt%之PEG。在一些實施例中，例如，添加劑可包含約22 wt%之PEG。舉例而言，根據某些實施例，添加劑可包含至少約以下中之任一者：15、16、17、18、19、20、21、22、23及24 wt%，及/或至多約25、24、23、22、21、20、19、18、17及16 wt%的PEG (例如，約16至24 wt%、約22至25 wt%等)。根據某些實施例，該聚乙二醇可包含低分子量聚乙二醇。不意欲受理論限制，低分子量聚乙二醇在室溫下可為液體(在PEG 800之情況下包括溫熱室溫)。在一些實施例中，該聚乙二醇可包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。在其他實施例中，聚乙二醇可包含聚乙二醇400 (PEG 400) (Brenntag)。

【0132】 在某些實施例中，添加劑可包含約0.4至2 wt%之碳酸鈣。舉例而言，在一些實施例中，添加劑可包含約0.8至1.8 wt%之碳酸鈣。在其他實施例中，例如，添加劑可包含約1至1.6 wt%之碳酸鈣。在一些實施例中，例如，添加劑可包含約1.5 wt%之碳酸鈣。舉例而言，根據某些實施例，添加劑可包含至少約以下中之任一者：0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8及1.9 wt%，及/或至多

約2、1.9、1.8、1.7、1.6、1.5、1.4、1.3、1.2、1.1、1、0.9、0.8、0.7、0.6及0.5 wt%的碳酸鈣(例如，約0.7至1.8 wt%、約1.4至2 wt%等)。

【0133】 本發明組合物可使用精細碳酸鈣粉末。粉末的質量平均粒度可為15微米(μm)或更小、10 μm 或更小，在一些實施例中，7 μm 或更小，且可在0.1與10 μm 之間，或1與8 μm 之間，或5與8 μm 之間的質量平均粒度範圍內。如習知的，粒度可藉由商業光分析設備或其他習知方式量測。碳酸鈣粉末之表面積為至少0.5平方公尺/公克(m^2/g)；在一些情況下，為至少1.0 m^2/g ，且在一些實施例中，在0.5與10 m^2/g 之間。如習知的，表面積可藉由諸如用於計算固體之比表面積的ISO 9277標準的方法測定，該方法又係基於布厄特(Brunauer-Emmett-Teller；BET)理論。

【0134】 碳酸鈣粒子可經研磨至適用於添加劑之大小。在功能上表達，研磨粒子可儘可能小，且極小粒子不存在不足之處。

【0135】 然而，粒度之上限部分地由丹尼定義，非專業人員將就直徑而言描述丹尼。在彼等術語中，平均碳酸鈣粒度應不大於擠出長絲之直徑的10%，且最大粒度應不超過擠出長絲之直徑的20%，因為大於長絲直徑之約10%的粒度更有可能在生產及使用之所有階段導致斷裂。舉例而言，對於精細丹尼纖維，碳酸鈣粒子可具有約1 μm 至約1.5 μm 之粒度；而對於較粗丹尼纖維，碳酸鈣粒子可具有約2 μm 至約4 μm 之粒度。

【0136】 如上文所指出，下限不太關鍵，其中主要考慮因素為製造愈來愈小的粒子之難度及成本增加。

【0137】 因此，作為實用實例，一丹尼(1 D)聚酯纖維之直徑為10微米(μm)，意謂碳酸鈣粒度不應超過約1 μm 。熟習此項技術者將能夠基於此通用10%關係選擇相關粒度。

【0138】 在其他實施例中，添加劑可包含約0.01至1 wt%之抗氧化劑。舉例而言，在一些實施例中，添加劑可包含約0.6至0.8 wt%之抗氧化劑。在其他實施例中，例如，添加劑可包含約0.75至0.8 wt%之抗氧化劑。在某些實施例中，例如，添加劑可包含約0.77 wt%之抗氧化劑。舉例而言，根據某些實施例，添加劑可包含至少約以下中之任一者：0.01、0.02、0.03、0.04、0.05、0.06、0.07、0.08、0.09、0.1、0.11、0.12、0.13、0.14、0.15、0.16、0.17、0.18、0.19、0.2、0.21、0.22、0.23、0.24、0.25、0.26、0.27、0.28、0.29、0.3、0.31、0.32、0.33、0.34、0.35、0.36、0.37、0.38、0.39、0.4、0.41、0.42、0.43、0.44、0.45、0.46、0.47、0.48、0.49、0.5、0.51、0.52、0.53、0.54、0.55、0.56、0.57、0.58、0.59、0.6、0.61、0.62、0.63、0.64、0.65、0.66、0.67、0.68、0.69、0.7、0.71、0.72、0.73、0.74、0.75、0.76、0.77、0.78、0.79、0.8、0.81、0.82、0.83、0.84、0.85、0.86、0.87、0.88、0.89、0.9、0.91、0.92、0.93、0.94、0.95、0.96、0.97、0.98及0.99 wt%，及/或至多約1、0.99、0.98、0.97、0.96、0.95、0.94、0.93、0.92、0.91、0.9、0.89、0.88、0.87、0.86、0.85、0.84、0.83、0.82、0.81、0.8、0.79、0.78、0.77、0.76、0.75、0.74、0.73、0.72、0.71、0.7、0.69、0.68、0.67、0.66、0.65、0.64、0.63、0.62、0.61、0.6、0.59、0.58、0.57、0.56、0.55、0.54、0.53、0.52、0.51、0.5、0.49、0.48、0.47、0.46、0.45、0.44、0.43、0.42、0.41、0.4、0.39、0.38、0.37、0.36、0.35、0.34、0.33、0.32、0.31、0.3、0.29、0.28、0.27、0.26、0.25、0.24、0.23、0.22、0.21、0.2、0.19、0.18、0.17、0.16、0.15、0.14、0.13、0.12、0.11、0.1、0.09、0.08、0.07、0.06、0.05、0.04、0.03及

0.02 wt%的抗氧化劑(例如，約0.55至0.93 wt%、約0.72至0.78 wt%等)。根據某些實施例，該抗氧化劑可包含酚類抗氧化劑。在一些實施例中，酚類抗氧化劑可為位阻的(例如，BASF Irganox® 1010)或部分受阻的(例如，Mayzo® BNX 245)。可包括抗氧化劑以防止聚乙二醇氧化。

【0139】 在其他實施例中，碳酸鈣可不包括於摻合液體生物可降解紡織品添加劑中，而是實際上可與聚丁二酸丁二醇酯一起添加於固體系統添加劑中，如下文更詳細地描述。實際上，在摻合液體生物可降解紡織品添加劑中可用乙二醇替換碳酸鈣。以此方式，乙二醇可溶解抗氧化劑，使得摻合液體生物可降解紡織品添加劑為澄清液體。因為摻合液體生物可降解紡織品添加劑為充分摻合之澄清液體，所以摻合液體生物可降解紡織品添加劑在初始混合之後及轉運期間不需要持續攪拌。

【0140】 在此類實施例中，摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含50至80 wt%之己內酯單體。在一些實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含15至25 wt%之聚乙二醇。在其他實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【0141】 在某些實施例中，該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含0.4至2 wt%之乙二醇。舉例而言，在一些實施例中，添加劑可包含約0.8至1.8 wt%之乙二醇。在其他實施例中，例如，添加劑可包含約1至1.6 wt%之乙二醇。在一些實施例中，例如，添加劑可包含約1.5 wt%之乙二醇。舉例而言，根據某些實施例，添加劑可包含至少約以下中之任一者：0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8及1.9 wt%，及/或至多約2、1.9、1.8、1.7、1.6、1.5、1.4、1.3、1.2、1.1、1、0.9、0.8、0.7、0.6及0.5 wt%的乙二醇(例如，約0.7

至1.8 wt%、約1.4至2 wt%等)。

【0142】 生物可降解紡織品組合物及方法

【0143】 根據某些實施例，可提供一種生物可降解紡織品組合物。生物可降解紡織品組合物可包括對苯二甲酸、乙二醇、摻合液體生物可降解紡織品添加劑及聚丁二酸丁二醇酯。

【0144】 在一些實施例中，該組合物可包含約800至10,000 ppm之聚丁二酸丁二醇酯(PBS)。舉例而言，在某些實施例中，該組合物可包含約1000至1500 ppm之PBS。在其他實施例中，例如，組合物可包含約1000至1200 ppm之PBS。舉例而言，根據某些實施例，組合物可包含至少約以下中之任一者：800、900、1000、1100、1200、1300、1400、1500、1600、1700、1800、1900、2000、2100、2200、2300、2400、2500、2600、2700、2800、2900、3000、3100、3200、3300、3400、3500、3600、3700、3800、3900、4000、4100、4200、4300、4400、4500、4600、4700、4800、4900、5000、5100、5200、5300、5400、5500、5600、5700、5800、5900、6000、6100、6200、6300、6400、6500、6600、6700、6800、6900、7000、7100、7200、7300、7400、7500、7600、7700、7800、7900、8000、8100、8200、8300、8400、8500、8600、8700、8800、8900、9000、9100、9200、9300、9400、9500、9600、9700、9800及9900 ppm，及/或至多約10,000、9900、9800、9700、9600、9500、9400、9300、9200、9100、9000、8900、8800、8700、8600、8500、8400、8300、8200、8100、8000、7900、7800、7700、7600、7500、7400、7300、7200、7100、7000、6900、6800、6700、6600、6500、6400、6300、6200、6100、6000、5900、

5800、5700、5600、5500、5400、5300、5200、5100、5000、4900、4800、4700、4600、4500、4400、4300、4200、4100、4000、3900、3800、3700、3600、3500、3400、3300、3200、3100、3000、2900、2800、2700、2600、2500、2400、2300、2200、2100、2000、1900、1800、1700、1600、1500、1400、1300、1200、1100、1000及900 ppm的PBS (例如，約1000至7000 ppm、約900至1300 ppm等)。

【0145】 在其他實施例中，組合物可包含約0.4至1.2 wt%之摻合液體生物可降解紡織添加劑。舉例而言，在一些實施例中，組合物可包含約0.6至0.8 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。在某些實施例中，例如，組合物可包含約0.6至0.7 wt%之摻合液體生物可降解紡織添加劑。在其他實施例中，例如，組合物可包含約0.65 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。舉例而言，根據某些實施例，組合物可包含至少約以下中之任一者：0.4、0.45、0.5、0.55、0.6、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95、1、1.05、1.1及1.15 wt%，及/或至多約1.2、1.15、1.1、1.05、1、0.95、0.9、0.85、0.8、0.75、0.7、0.65、0.6、0.55、0.5及0.45 wt%的添加劑(例如，約0.6至0.9 wt%、約0.65至0.85 wt%等)。

【0146】 在其他實施例中，生物可降解紡織品組合物可包括對苯二甲酸、乙二醇、摻合液體生物可降解紡織品添加劑及固體系統添加劑。該固體系統添加劑可包含聚丁二酸丁二醇酯及碳酸鈣。

【0147】 在某些實施例中，固體系統添加劑可包含91至94 wt%之聚丁二酸丁二醇酯。在一些實施例中，固體系統添加劑可包含92至93 wt%之聚丁二酸丁二醇酯。在其他實施例中，固體系統添加劑可包含約92.9 wt%之聚丁二酸丁二醇酯。舉例而言，根據某些實施例，固體系統添加劑

可包含至少約以下中之任一者：91、91.1、91.2、91.3、91.4、91.5、91.6、91.7、91.8、91.9、92、92.1、92.2、92.3、92.4、92.5、92.6、92.7、92.8、92.9、93、93.1、93.2、93.3、93.4、93.5、93.6、93.7、93.8及93.9 wt%的聚丁二酸丁二醇酯，及/或至多約94、93.9、93.8、93.7、93.6、93.5、93.4、93.3、93.2、93.1、93、92.9、92.8、92.7、92.6、92.5、92.4、92.3、92.2、92.1、92、91.9、91.8、91.7、91.6、91.5、91.4、91.3、91.2及91.1 wt%的聚丁二酸丁二醇酯(例如，約91.5至93 wt%、約92至92.9wt%等)。

【0148】 在某些實施例中，固體系統添加劑可包含6至9 wt%之碳酸鈣。在一些實施例中，固體系統添加劑可包含7至8 wt%之碳酸鈣。在其他實施例中，固體系統添加劑可包含約7.1 wt%之碳酸鈣。舉例而言，根據某些實施例，固體系統添加劑可包含至少約以下中之任一者：6、6.1、6.2、6.3、6.4、6.5、6.6、6.7、6.8、6.9、7、7.1、7.2、7.3、7.4、7.5、7.6、7.7、7.8、7.9、8、8.1、8.2、8.3、8.4、8.5、8.6、8.7、8.8及8.9 wt%的碳酸鈣，及/或至多約9、8.9、8.8、8.7、8.6、8.5、8.4、8.3、8.2、8.1、8、7.9、7.8、7.7、7.6、7.5、7.4、7.3、7.2、7.1、7、6.9、6.8、6.7、6.6、6.5、6.4、6.3、6.2及6.1 wt%的碳酸鈣(例如，約6.5至8.4 wt%、約7至8.8 wt%等)。

【0149】 根據某些實施例，固體系統添加劑可包含比率為約4:1至約20:1之聚丁二酸丁二醇酯及碳酸鈣。在一些實施例中，固體系統添加劑可包含比率為約4:1至15:1之聚丁二酸丁二醇酯及碳酸鈣。在其他實施例中，固體系統添加劑可包含比率為大約13:1之聚丁二酸丁二醇酯及碳酸鈣。舉例而言，根據某些實施例，固體系統添加劑可包含比率為至少約以

下中之任一者的聚丁二酸丁二醇酯及碳酸鈣：4:1、5:1、6:1、7:1、8:1、9:1、10:1、11:1、12:1、13:1、14:1、15:1、16:1、17:1、18:1及19:1，及/或至多約20:1、19:1、18:1、17:1、16:1、15:1、14:1、13:1、12:1、11:1、10:1、9:1、8:1、7:1、6:1及5:1 (例如，約6:1至19:1、約5:1至15:1等)。

【0150】 在一些實施例中，該組合物可包含0.4至1.2 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。舉例而言，在一些實施例中，組合物可包含約0.6至0.8 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。在某些實施例中，例如，組合物可包含約0.6至0.7 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。在其他實施例中，例如，組合物可包含約0.65 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。舉例而言，根據某些實施例，組合物可包含至少約以下中之任一者：0.4、0.45、0.5、0.55、0.6、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95、1、1.05、1.1及1.15 wt%，及/或至多約1.2、1.15、1.1、1.05、1、0.95、0.9、0.85、0.8、0.75、0.7、0.65、0.6、0.55、0.5及0.45 wt%的添加劑(例如，約0.6至0.9 wt%、約0.65至0.85 wt%等)。

【0151】 在某些實施例中，組合物可包含0.1至1.5 wt%之固體系統添加劑。在一些實施例中，組合物可包含0.1至0.2 wt%之固體系統添加劑。在其他實施例中，組合物可包含約0.14 wt%之固體系統添加劑。舉例而言，根據某些實施例，組合物可包含至少約以下中之任一者：0.1、0.12、0.14、0.16、0.18、0.2、0.22、0.24、0.26、0.28、0.3、0.32、0.34、0.36、0.38、0.4、0.42、0.44、0.46、0.48、0.5、0.52、0.54、0.56、0.58、0.6、0.62、0.64、0.66、0.68、0.7、0.72、0.74、0.76、0.78、0.8、0.82、0.84、0.86、0.88、0.9、0.92、0.94、0.96、0.98、

1、1.2及1.4 wt%的固體系統添加劑，及/或至多約1.5、1.4、1.2、1、0.98、0.96、0.94、0.92、0.9、0.88、0.86、0.84、0.82、0.8、0.78、0.76、0.74、0.72、0.7、0.68、0.66、0.64、0.62、0.6、0.58、0.56、0.54、0.52、0.5、0.48、0.46、0.44、0.42、0.4、0.38、0.36、0.34、0.32、0.3、0.28、0.26、0.24、0.22、0.2、0.18、0.16、0.14及0.12 wt%的固體系統添加劑(例如，約0.12至1.1 wt%、約0.1至0.8 wt%等)。

【0152】 藉由在固體系統添加劑而非摻合液體生物可降解紡織品添加劑中包括碳酸鈣，防止碳酸鈣自摻合液體生物可降解紡織品添加劑沉澱出來。以此方式，可改良過濾及生物可降解性。

【0153】 在又一態樣中，提供一種紡製生物可降解聚酯共聚物長絲之方法。該方法包括：酯化對苯二甲酸及乙二醇以形成酯化混合物；將摻合液體生物可降解紡織品添加劑添加至酯化混合物中；使摻合液體生物可降解紡織品添加劑及酯化混合物聚合以形成聚合混合物；將擠出的聚丁二酸丁二醇酯與酯化混合物或聚合混合物組合，使得在聚合步驟之後形成生物可降解聚酯共聚物熔體；及將生物可降解聚酯共聚物熔體紡絲成生物可降解聚酯共聚物長絲。

【0154】 根據某些實施例，方法可進一步包含擠出聚丁二酸丁二醇酯以形成擠出的聚丁二酸丁二醇酯。在一些實施例中，視混合物中所包括之任何額外添加劑而定，聚丁二酸丁二醇酯可在約170至260°C下擠出及處理。擠出的聚丁二酸丁二醇酯可自酯化之最末階段至完成的聚合階段添加。以此方式，在擠出機中熔融聚丁二酸丁二醇酯之後，可將聚丁二酸丁二醇酯注入聚合製程下游的聚合物流中。替代地，可在製程中較早添加聚丁二酸丁二醇酯，此係由於其已經聚合且與其他聚合物摻合。舉例而言，

聚丁二酸丁二醇酯(呈固體聚合物丸粒形式)可與另一連續聚合生產線原料一起添加至膏槽中，由此消除連續聚合生產線中對擠出機的需要。

【0155】 在使用包括聚丁二酸丁二醇酯及碳酸鈣兩者之固體系統添加劑的實施例中，可在擠出製程期間混配聚丁二酸丁二醇酯及碳酸鈣以形成固體系統添加劑。替代地，聚丁二酸丁二醇酯及碳酸鈣可在擠出製程之前組合，使得固體系統添加劑可一次添加。在此等替代情形中之任一者中，可經由側流擠出機將固體系統添加劑添加至連續聚合生產線中。

【0156】 在一些實施例中，將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑添加至該酯化混合物中可包含自液體添加劑容器中分配該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。摻合液體生物可降解紡織品添加劑可在酯化之最末階段至聚合之初始階段之間添加。以此方式，摻合液體生物可降解紡織品添加劑中之聚乙二醇及己內酯單體可在無不必要酯化之情況下經受所需聚合。

【0157】 在某些實施例中，使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合可在連續聚合生產線上進行。在其他實施例中，使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合可在分批反應器上進行。在一些實施例中，使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合在約265℃至約295℃之溫度下發生。

【0158】 一般熟習此項技術者認識到，其他類型之添加劑可併入至本發明之聚合物中。藉助於非限制性實例，可添加銳鈦礦二氧化鈦、一或多種光學增亮劑及藍色顏料。此類添加劑包括但不限於：退光劑、預成型坯加熱速率增強劑、減摩添加劑、UV吸收劑、惰性微粒添加劑(例如，黏土或二氧化矽)、著色劑、顏料、抗氧化劑、分枝劑、氧氣阻隔劑、二氧

化碳阻隔劑、去氧劑、阻燃劑、結晶控制劑、乙醛還原劑、抗衝擊改質劑、催化劑去活化劑、熔體強度增強劑、抗靜電劑、潤滑劑、擴鏈劑、成核劑、溶劑、填充劑及塑化劑。

【0159】 在一些實施例中，紗線或紡織品中之纖維之單絲丹尼值(denier per filament；dpf)可在0.5至50或2至30範圍內，或高達1,000。咸信纖維之丹尼值對生物可降解性並非關鍵的，因為纖維紡織品通常將具有足夠之表面積來支援細菌生長。

【0160】 紡織品較佳地具有尺寸穩定性，使得紡織品維持形狀且收縮小於10%，或小於5%，或小於3%，藉由家庭洗滌測試AATCC 135至2015 11Aii (在80F下進行機器洗滌，滾筒乾燥，五個洗滌循環)所量測。

【0161】 紡織品或纖維可為有色的(諸如，紅色、藍色、綠色等)，且較佳地擁有根據AATCC 61-2013 2A (mod 105 F)或AATCC 8-2016或AATCC 16.3-2014 (選項3，20 AFU)量測的至少3級，或至少4級，或5級之色牢度。一片紡織物(例如，自襯衫或褲子切割之織物樣品)之爆裂強度較佳為至少20 psi，較佳地至少50 psi，或至少100 psi，或在50 psi至約200 psi或50 psi至約150 psi之範圍內，其中爆裂強度根據ASTM D3786/D3886M-13量測為30。

【0162】 在一些實施例中，織物未起球或起毛(根據ASTM D 3512M-16為5級)。

【0163】 在一些實施例中，紡織品吸水；此為將汗液自穿戴者吸走之布料尤其需要的；在一些實施例中，織物在2分鐘內在至少10 mm或至少20 mm之距離內，或在約10 mm或約20 mm至約150 mm之範圍內吸水；藉由AATCC 197-2013所量測。

【0164】 熟習此項技術者亦將理解，在一些實施例中，本文所揭示之組合物可呈熔融中間物形式，且在最常見紡織品應用中，熔體可以丸粒或長絲形式擠出。將熔體擠出及淬火為丸粒提供在不同地點處(例如，在客戶所在地)儲存、運送及重新熔融丸粒的機會。

【0165】 當淬火時，來自組合物之長絲可使用熟習此項技術者充分理解之技術經變形處理，其後織物可直接由變形長絲(「長絲紗線」)形成，或變形長絲可切割成切段纖維。此切段纖維又可紡絲成紗線，最常在開端式系統中，但顯然亦為環錠紡紗。紗線又可形成為織物(編織、針織、非編織)，或可與另一聚合物(例如，螺縈)或與天然纖維(棉或羊毛)摻合以形成混紡紗線，該混紡紗線又可製成具有摻合纖維之特性的織物。

【0166】 本發明亦包括摻合中間物、纖維、紗線及紡織品。根據本發明之成品之實例包括：針織物、編織物、非織物、衣服、室內裝飾、地毯、諸如床單或枕套之寢具、用於農業或建築之工業用織物。衣服之實例包括：襯衫、褲子、胸罩、內褲、帽子、內衣、外套、裙套、連衣裙、緊身衣、鬆緊褲及圍巾。

【0167】 舉例而言，根據某些實施例，可提供一種由生物可降解紡織品組合物製成之生物可降解聚酯共聚物長絲。根據某些實施例，可提供一種由生物可降解聚酯共聚物長絲製成之變形生物可降解聚酯共聚物長絲。根據某些實施例，可提供一種由變形生物可降解聚酯共聚物長絲製成之變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維。根據某些實施例，可提供一種由變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維製成之織物。在一些實施例中，該織物可為編織物。在某些實施例中，該織物可為針織物。在其他實施例中，該織物可為非織物。根據某些實施例，可提供一種由織物製成之衣服。根

據某些實施例，可提供一種由生物可降解聚酯長絲製成之織物。

【0168】此外，根據某些實施例，可提供一種由生物可降解聚酯共聚物長絲形成織物之方法。根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯共聚物長絲之方法。該方法可包含對生物可降解聚酯共聚物長絲進行變形處理以形成變形生物可降解聚酯共聚物長絲。根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維之方法。該方法可包含切割變形生物可降解聚酯共聚物長絲以形成變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維。根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯粒之方法。該方法可包含將變形生物可降解聚酯共聚物長絲製成顆粒以形成變形生物可降解聚酯粒。根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯容器之方法。該方法可包含吹塑變形生物可降解聚酯共聚物以形成變形生物可降解聚酯容器。根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯包裝材料之方法。該方法可包含吹塑變形生物可降解聚酯共聚物以形成變形生物可降解聚酯包裝材料。根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯共聚物紗線之方法。該方法可包含將變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維紡絲以形成紗線。根據某些實施例，可提供一種形成變形生物可降解聚酯共聚物混紡紗線之方法。該方法可包含將變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維與棉纖維及嫘縈纖維中之一或多者紡絲以形成混紡紗線。根據某些實施例，可提供一種由變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維形成織物之方法。在一些實施例中，形成該織物可包含針織該變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維以形成該織物。在其他實施例中，形成該織物可包含編織該變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維以形成該織物。在其他實施例中，形成該織物可包含形成非織物。在某些實施例中，提供一種由該

織物形成衣服之方法。

【0169】如本文所使用，術語「起絨(nap)」以及「拉絨(napping)」或「有絨毛的(napped)」係指所製造紡織品之充分理解的加工(finishing)步驟，例如Tortora，上文第378-79頁。在此上下文中，本發明亦適用於搖粒絨；亦即，通常由聚酯製成之軟絨毛隔熱織物。

【0170】當形成適當長絲時，預期根據本發明之組合物作為隔熱衣服之填充物極佳地起作用。

【0171】熟習此項技術者充分理解隔熱衣服之性質、結構以及許多變體。基本上，隔熱材料被封閉於輕質外殼中，低丹尼耐綸為典型的，常常包括拒水處理，其可耐受至少一些沉澱。

【0172】基於重量比重量可壓縮性、蓬鬆度及發熱重量比，羽絨當然係最好的隔熱材料，但諸如本發明之合成填充物提供更低之成本以及在潮濕時更佳之隔熱性質，即使略微更重並且可壓縮性稍差。

【0173】作為另一實例，預期根據本發明之長絲、纖維及紗線作為生物可降解地毯或此類地毯之部分表現得極佳。如熟習此項技術者所充分理解，地毯為通常由附接至襯底之絨頭紗線或簇絨紗線形成之紡織覆地板物。在合成材料出現之前，且目前仍使用，典型絨頭係由羊毛製成，且襯底係由編織物製成，紗線可經編織、栽絨或以其他方式附接至該編織物中。

【0174】熟習此項技術者通常可互換地使用術語「地毯(carpet)」及「小地毯(rug)」，但在一些情形下，「地毯」覆蓋整個房間(滿鋪地毯(wall-to-wall carpeting))且「小地毯」覆蓋小於全室之面積。

【0175】因為諸如耐綸、聚丙烯、聚酯以及此等與羊毛之摻合物的

合成材料係有用的地毯材料，所以由本發明形成之纖維或紗線完全適合且可用於地毯。熟習此項技術者認識到廣泛多種襯底材料、襯底結構及將絨頭或簇絨附接至襯底之方式。重複所有此類可能性將為冗餘的而非澄清的，且熟習此項技術者可在任何給定上下文中採用必要材料及步驟而無需過度實驗。

【0176】 運輸系統、方法及套組

【0177】 在另一態樣中，提供一種運輸摻合生物可降解紡織品添加劑之系統。該系統包括液體添加劑容器及放置於該液體添加劑容器中之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【0178】 參考圖1及圖2，繪示運輸摻合生物可降解紡織品添加劑之系統100。如本文中所描述，摻合生物可降解紡織品添加劑運輸系統100之實施例可包括經組態以容納及運輸摻合生物可降解紡織品添加劑103之液體添加劑容器101。如本文中所描述，摻合生物可降解紡織品添加劑運輸系統100之實施例可包括：塑膠容器102，其在頂表面110具有開口端104；鋼籠106，其容納塑膠容器102；蓋108，其可拆卸地耦接至塑膠容器102之開口端104；及閥112，其安置於塑膠容器102之壁中。塑膠容器102亦可包括攪拌器螺旋槳111，該攪拌器螺旋槳111安置於塑膠容器102之與開口端104及蓋108相對的底部處或附近，使得攪拌器螺旋槳111恰好在塑膠容器102之底部上方(例如，底部上方1至2吋)操作，以保持固體物質離開底部且處於良好懸浮狀態。攪拌器螺旋槳111可包含經由軸105連接至電動攪拌器驅動馬達109且由該電動攪拌器驅動馬達109供電之高剪切螺旋槳葉片(例如，直徑為約5吋)。閥112可經組態以自塑膠容器102釋放摻合液體生物可降解紡織品添加劑103。在一些實施例中，閥112可為

球閥。在其他實施例中，液體添加劑容器101可安裝於托板114上。在一些實施例中，托板114可包含塑膠(例如，中密度至高密度聚乙烯)。

【0179】 在又一態樣中，提供一種運輸摻合液體生物可降解紡織品添加劑之方法。該方法包括：形成摻合液體生物可降解紡織品添加劑；將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑轉移至液體添加劑容器中，該液體添加劑容器具有蓋及安置於該蓋之朝內表面上的螺旋槳；將其中含有該摻合液體生物可降解紡織品添加劑之該液體添加劑容器置放於運輸車輛上；及在運輸期間經由該螺旋槳攪拌該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。在摻合液體生物可降解紡織品添加劑中使用固體系統添加劑且用乙二醇替換碳酸鈣之實施例中，可使用連續攪拌，但可能不需要連續攪拌，因為乙二醇溶解抗氧化劑，使得摻合液體生物可降解紡織品添加劑為澄清液體，如本文中先前所論述。

【0180】 根據某些實施例，形成該摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含在攪拌下摻合該己內酯單體、聚乙二醇、碳酸鈣及該抗氧化劑。舉例而言，在一些實施例中，可將己內酯單體、聚乙二醇、碳酸鈣及抗氧化劑添加至具有高剪切混合葉片(例如，直徑為3至4呎)之大(例如，2000加侖)混合槽，且在將摻合液體生物可降解紡織品添加劑添加至液體添加劑容器中之前進行攪拌以使組分懸浮。在其他實施例中，形成摻合液體生物可降解紡織品添加劑可包含以與上文針對其中摻合液體生物可降解紡織品添加劑包括碳酸鈣之實施例所描述的相同的方式在攪拌下摻合己內酯單體、聚乙二醇、乙二醇及抗氧化劑。在一些實施例中，將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑轉移至該液體添加劑容器中可包含將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑泵送至該液體添加劑容器中。

【0181】 在又一態樣中，提供一種用於紡製生物可降解聚酯共聚物長絲之套組。在一些實施例中，套組可包括含有摻合液體生物可降解紡織品添加劑之液體添加劑容器，該添加劑包括碳酸鈣、聚丁二酸丁二醇酯、對苯二甲酸及乙二醇。在其他實施例中，套組可包括液體添加劑容器，該液體添加劑容器含有包括乙二醇而非碳酸鈣之摻合液體生物可降解紡織品添加劑、對苯二甲酸、乙二醇以及包括聚丁二酸丁二醇酯及碳酸鈣之固體系統添加劑。

【0182】 實例1：運輸摻合液體生物可降解紡織品添加劑之系統及方法

【0183】 將己內酯單體(Ingevity Capa®單體)、聚乙二醇400 (PEG 400，Brenntag)、抗氧化劑(Mayzo® BNX 245)及碳酸鈣以表1中所示之量在攪拌下在混合槽中摻合且經由泵轉移至275加侖聚乙烯容器中。275加侖容器容納2204.6 bs 1 MT總液體。容器具有用於攪拌之攪拌器埠且包括用於液體排放之球閥。將容器安裝於塑膠托板上，其中保護籠包圍該容器之主體。

表1

用於CP注入液體容器之摻合液體-摻合275加侖容量	容器中之液體的%	容器中之成分磅數
CAPA單體	75.38	1661.93
PEG 400	22.31	491.79
Mayzo 245	0.77	16.96
碳酸鈣	1.54	33.92

【0184】 將大約65 pph之液體摻合物進料至連續聚合生產線中，該連續聚合生產線以10,000 pph執行且直接耦接至纖維紡絲機。

【0185】 實例2：運輸用於與固體系統添加劑組合之摻合液體生物可降解紡織品添加劑之系統及方法

【0186】 將己內酯單體(Ingevity Capa®單體)、聚乙二醇400 (PEG 400，Brenntag)及乙二醇(「MEG」，陶氏化學(Dow))在室溫下摻合，且將抗氧化劑(Mayzo® BNX 245)溶解於摻合的室溫液體中，所有量展示於表2中。隨後將組分在攪拌下在混合槽中摻合且經由泵轉移至275加侖聚乙烯容器中。275加侖容器容納2204.6 bs 1 MT總液體。容器具有用於攪拌之攪拌器埠且包括用於液體排放之球閥。將容器安裝於塑膠托板上，其中保護籠包圍該容器之主體。

表2

組分	配方含量%	1MT置物包中之磅數
CAPA單體	77.1	1699.7
PEG 400	22.1	487.2
Mayzo 245	0.15	3.3
MEG	0.65	14.3

【0187】 如本文中先前所論述，此液體摻合物與固體系統添加劑組合。將聚丁二酸丁二醇酯(Mitsubishi BioPBS™ FZ)及碳酸鈣(Specialty Minerals Inc.，SUPER-PFLEX®)以表3中所示之量藉由水下造粒進行複合。接著將丸粒乾燥至<1500 ppm水且分類以移除缺陷。

表3

組分	配方含量%	在500磅複合固體系統添加劑中之磅數
BioPBS FZ	92.9	464.3
CaCO ₃ SUPER-PFLEX	7.1	35.7

【0188】 將大約65 pph之液體摻合物連同經由側流擠出機以14 pph進料的固體系統添加劑一起進料至連續聚合生產線中，該連續聚合生產線以10,000 pph執行且直接耦接至纖維紡絲機。

【0189】 實例3：紡織品組合物之生物可降解性

【0190】 ASTM D5210

【0191】 樣品紡織品根據ASTM D5210使用厭氧消化的污水污泥接

種體在厭氧條件下進行厭氧生物降解測試，以量測隨時間推移的總二氧化碳及甲烷氣體，以及測試結束時的可溶性有機碳及殘餘聚合物重量，以測定生物可降解性。用於產生下表4中之資料的接種體係自不利於微生物活性之炎熱乾燥環境獲得的。

表4

	接種體	陰性	陽性	對照	樣品
累計氣體體積(mL)	1257.1	1459.1	9279.3	1417.5	5236.6
CH ₄ 百分比(%)	46.8	42.1	37.8	35.7	50.2
CH ₄ 體積(mL)	587.9	614.9	3511.7	506.0	2626.7
CH ₄ 質量(g)	0.42	0.44	2.51	0.36	1.88
CO ₂ 百分比(%)	39.0	39.1	43.2	42.5	38.7
CO ₂ 體積(mL)	490.4	571.2	4008.9	601.8	2026.7
CO ₂ 質量(g)	0.96	1.12	7.87	1.18	3.98
樣品質量(g)	10	10	10	20.0	20.0
理論樣品質量(g)	0.0	8.6	4.2	12.5	12.5
生物降解質量(g)	0.58	0.64	4.03	0.59	2.49
生物降解百分比(%)		0.7	81.8	0.1	15.4
*經調節生物降解百分比(%)		0.8	100.0	0.2	18.8

【0192】 如圖3A及圖3B中所示，在陽性參考材料302 (纖維素)之後，樣品紡織品306相比於陰性對照300 (聚丙烯)及對照聚酯紡織品304兩者展示顯著量之生物降解。此外，圖3B繪示相對於陰性對照300及對照聚酯紡織品304，樣品紡織品306在顯著時間段內繼續降解。

【0193】 *ASTM D5511*

【0194】 樣品紡織品亦根據ASTM D5511使用厭氧消化的污水污泥接種體在高固厭氧條件下進行厭氧生物降解測試，以測定碳自測試材料轉化為氣相碳(CH₄及CO₂)之百分比。用於產生下表5中之資料的接種體係自不利於微生物活性之炎熱乾燥環境獲得的。

表5

	接種體	陰性	陽性	對照	樣品
累計氣體體積(mL)	2214.9	1912.6	10443.8	2310.6	7019.6
CH ₄ 百分比(%)	46.6	40.3	35.2	41.1	45.4

CH ₄ 體積(mL)	1031.7	770.3	3673.1	949.3	3183.8
CH ₄ 質量(g)	0.74	0.55	2.62	0.68	2.27
CO ₂ 百分比(%)	39.0	38.9	44.9	39.7	37.8
CO ₂ 體積(mL)	864.3	744.7	4688.5	918.3	2652.2
CO ₂ 質量(g)	1.70	1.46	9.21	1.80	5.21
樣品質量(g)	10	10	10	20.0	20.0
理論樣品質量(g)	0.0	8.6	4.2	12.5	12.5
生物降解質量(g)	1.02	0.81	4.48	1.00	3.13
生物降解百分比(%)		-2.4	82.1	-0.1	16.9
*經調節生物降解百分比(%)		-2.9	100.0	-0.1	20.6

【0195】 如圖4A及圖4B中所示，在陽性參考材料402 (纖維素)之後，樣品紡織品406相比於陰性對照400 (聚丙烯)及對照聚酯紡織品404兩者展示顯著量之生物降解。此外，圖4B繪示相對於陰性對照400及對照聚酯紡織品404，樣品紡織品406在顯著時間段內繼續降解。

【0196】 與上表5中所示之結果對比，下表6中所示之結果係使用來自更有利於微生物活性之炎熱潮濕氛圍的厭氧消化之污水污泥接種體獲得的。

表6

	接種體	陽性	樣品	對照
質量(g)	1000	10.1205	10.0275	10.0231
總體積(mL)	3890.00	10110.00	8450.00	3910.00
CH ₄ 百分比(%)	15.50	45.20	29.60	15.70
CH ₄ 體積(mL)	602.95	4569.72	2501.20	613.87
CH ₄ 質量(g)	0.3955	2.9977	1.6408	0.4027
CO ₂ 百分比(%)	19.10	46.70	30.50	18.20
CO ₂ 體積(mL)	544.18	4721.37	2577.25	711.62
CO ₂ 質量(g)	1.0775	9.3483	5.1030	1.4090
碳之總質量(g)	0.5876	4.7723	2.6084	0.6825
碳之理論質量(g)		4.2577	6.2002	6.1991
生物降解質量(g)		0.9998	0.3259	0.0153
生物降解百分比(%)		99.98	32.59	1.53

【0197】 如上表6中可見，在陽性參考材料(纖維素)之後，樣品紡織品相比於對照聚酯紡織品展示顯著量之生物降解。

【0198】 參考表7，繪示亦根據ASTM D5511經受生物降解測試之

本揭示之各種實例樣品組合物。此等實例組合物之測試結果繪示於圖4C中。如一般熟習此項技術者根據本揭示將顯而易見，表7中所列出之樣品添加劑的組分(例如，己內酯單體、PBS及碳酸鈣)僅代表用此等添加劑製造之纖維的一部分。舉例而言，添加劑中4.9 g己內酯單體之值可代表由此添加劑製造之纖維中的0.0049 wt%。表7中所列出之值與纖維中之wt%之間的此關係可適用於表7中所列出之組分中的各者。

表7

樣品	己內酯單體	聚丁二酸丁二醇酯(PBS)	CaCO ₃
1-A	4.9 g	1.0 g	0.10 g
1-B	4.9 g	1.5 g	0.20 g
1-C	4.9 g	1.5 g	0.20 g
1-D	4.9 g	2.0 g	0.20 g
1-E	10.0 g	1.5 g	0.15 g
1-F	10.0 g	1.5 g	0.15

【0199】 如圖4C中所示，測試樣品(例如，樣品1-A 410、樣品1-B 412、樣品1-C 414、樣品1-D 416、樣品1-E 418及樣品1-F 420)中的各者相比於對照標準聚酯408展示顯著量之生物降解。

【0200】 *ASTM D5988*

【0201】 樣品紡織品進一步根據ASTM D5988在土壤接種體中進行好氧生物降解測試以量測隨時間推移由微生物釋放之二氧化碳(CO₂)。用於產生下表8中之資料的土壤接種體係自不利於微生物活性之炎熱乾燥環境獲得的。

表8

	接種體	陰性	陽性	對照	樣品
平均樣品重量(mg)	300.0	400.0	1000.0	400.0	400.0
回收之總平均C	1170.1	1166.2	1556.3	1166.9	1231.8
背景校正		-3.9	386.3	-3.2	61.8
理論碳		342.8	442.0	249.2	250.0
生物降解%		-1.1	87.4	-1.3	24.7

【0202】 如圖5中所示，在陽性參考材料506 (纖維素)之後，樣品紡

織品504相比於陰性對照502 (聚丙烯)及對照聚酯紡織品500兩者展示顯著量之生物降解，其持續一段時間。

【0203】 ISO 19679

【0204】 樣品紡織品進一步根據ISO 19679在海水及砂接種體中進行好氧生物降解測試以量測隨時間推移由微生物釋放之二氧化碳(CO₂)。下表9概述此測試之結果。

表9

天數	生物降解百分比		
	纖維素	樣品	對照
90	55.70	8.50	0.30
180	89.80	18.40	0.60

【0205】 熟習此項技術者將會想到本文所闡述之本發明之修改，其具有在本文之描述及相關圖式中呈現之教示之益處。因此，應理解本發明不限於所揭示之特定實施例，且修改及其他實施例意欲包括在所附申請專利範圍之範疇內。雖然本文中使用了特定術語，但其僅以通用及描述意義且不出於限制之目的使用。

【符號說明】

【0206】

- 100: 摻合生物可降解紡織品添加劑運輸系統
- 101: 液體添加劑容器
- 102: 塑膠容器
- 103: 摻合生物可降解紡織品添加劑
- 104: 開口端
- 105: 軸
- 106: 鋼籠
- 108: 蓋

109: 電動攪拌器驅動馬達

110: 頂表面

111: 攪拌器螺旋槳

112: 閥

114: 托板

300: 陰性對照

302: 陽性參考材料

304: 對照聚酯紡織品

306: 樣品紡織品

400: 陰性對照

402: 陽性參考材料

404: 對照聚酯紡織品

406: 樣品紡織品

408: 對照標準聚酯

410: 樣品1-A

412: 樣品1-B

414: 樣品1-C

416: 樣品1-D

418: 樣品1-E

420: 樣品1-F

500: 對照聚酯紡織品

502: 陰性對照

504: 樣品紡織品

506: 陽性參考材料

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其包含：

己內酯單體；

聚乙二醇；

碳酸鈣；及

抗氧化劑。

【請求項2】

如請求項1之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該添加劑包含50至80 wt%之己內酯單體。

【請求項3】

如請求項1或2之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該添加劑包含15至25 wt%之聚乙二醇。

【請求項4】

如前述請求項中任一項之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該添加劑包含0.4至2 wt%之碳酸鈣。

【請求項5】

如前述請求項中任一項之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該添加劑包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【請求項6】

如前述請求項中任一項之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該聚乙二醇包含低分子量聚乙二醇。

【請求項7】

如前述請求項中任一項之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該聚乙二醇包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【請求項8】

如前述請求項中任一項之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該抗氧化劑包含酚類抗氧化劑。

【請求項9】

如請求項8之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該酚類抗氧化劑為位阻或部分受阻的。

【請求項10】

一種生物可降解紡織品組合物，其包含：

對苯二甲酸；

乙二醇；

如前述請求項中任一項之摻合液體生物可降解紡織品添加劑；及
聚丁二酸丁二醇酯。

【請求項11】

如請求項10之生物可降解紡織品組合物，其中該組合物包含800至10,000 ppm之聚丁二酸丁二醇酯。

【請求項12】

如請求項10或11之生物可降解紡織品組合物，其中該組合物包含0.4至1.2 wt%之該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【請求項13】

一種生物可降解聚酯共聚物長絲，其係由如請求項10至12中任一項

之生物可降解紡織品組合物製成。

【請求項14】

一種變形生物可降解聚酯共聚物長絲，其係由如請求項13之生物可降解聚酯共聚物長絲製成。

【請求項15】

一種變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維，其係由如請求項14之變形生物可降解聚酯共聚物長絲製成。

【請求項16】

一種織物，其係由如請求項15之變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維製成。

【請求項17】

如請求項16之織物，其中該織物為編織物。

【請求項18】

如請求項16之織物，其中該織物為針織物。

【請求項19】

如請求項16之織物，其中該織物為非織物。

【請求項20】

一種衣服，其係由如請求項16至19中任一項之織物製成。

【請求項21】

一種織物，其係由如請求項13之生物可降解聚酯共聚物長絲製成。

【請求項22】

一種衣服，其係由如請求項21之織物製成。

【請求項23】

一種運輸摻合生物可降解紡織品添加劑之系統，該系統包含：

液體添加劑容器；及

摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其放置於該液體添加劑容器中，該添加劑包含：

己內酯單體；

聚乙二醇；

碳酸鈣；及

抗氧化劑。

【請求項24】

如請求項23之系統，其中該液體添加劑容器包含：

塑膠容器，其具有開口端；

鋼籠，其容納該塑膠容器；

蓋，其可拆卸地耦接至該塑膠容器之該開口端，其中該蓋具有朝外表面及朝內表面，且其中螺旋槳安置於該蓋之該朝內表面上；及

閥，其安置於該塑膠容器之壁中，該閥經組態以自該塑膠容器中釋放該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【請求項25】

如請求項24之系統，其中該閥為球閥。

【請求項26】

如請求項23至25中任一項之系統，其中該添加劑包含50至80 wt%之己內酯單體。

【請求項27】

如請求項23至26中任一項之系統，其中該添加劑包含15至25 wt%之

聚乙二醇。

【請求項28】

如請求項23至27中任一項之系統，其中該添加劑包含0.4至2 wt%之碳酸鈣。

【請求項29】

如請求項23至28中任一項之系統，其中該添加劑包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【請求項30】

如請求項23至29中任一項之系統，其中該聚乙二醇包含低分子量聚乙二醇。

【請求項31】

如請求項23至30中任一項之系統，其中該聚乙二醇包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【請求項32】

如請求項23至31中任一項之系統，其中該抗氧化劑包含酚類抗氧化劑。

【請求項33】

如請求項32之系統，其中該酚類抗氧化劑為位阻或部分受阻的。

【請求項34】

如請求項23至33中任一項之系統，其中該液體添加劑容器安裝於托板上。

【請求項35】

如請求項34之系統，其中該托板包含塑膠。

【請求項36】

一種運輸摻合液體生物可降解紡織品添加劑之方法，該方法包含：

形成摻合液體生物可降解紡織品添加劑，該添加劑包含：

己內酯單體；

聚乙二醇；

碳酸鈣；及

抗氧化劑，

將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑轉移至液體添加劑容器中，
該液體添加劑容器具有蓋及安置於該蓋之朝內表面上的螺旋槳；

將其中含有該摻合液體生物可降解紡織品添加劑之該液體添加劑容
器置放於運輸車輛上；及

在運輸期間經由該螺旋槳攪拌該摻合液體生物可降解紡織品添加
劑。

【請求項37】

如請求項36之方法，其中形成該摻合液體生物可降解紡織品添加劑
包含在攪拌下摻合該己內酯單體、聚乙二醇、碳酸鈣及該抗氧化劑。

【請求項38】

如請求項36或37之方法，其中將該摻合液體生物可降解紡織品添加
劑轉移至該液體添加劑容器中包含將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑
泵送至該液體添加劑容器中。

【請求項39】

如請求項36至38中任一項之方法，其中該添加劑包含50至80 wt%之

己內酯單體。

【請求項40】

如請求項36至39中任一項之方法，其中該添加劑包含15至25 wt%之聚乙二醇。

【請求項41】

如請求項36至40中任一項之方法，其中該添加劑包含0.4至2 wt%之碳酸鈣。

【請求項42】

如請求項36至41中任一項之方法，其中該添加劑包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【請求項43】

如請求項36至42中任一項之方法，其中該聚乙二醇包含低分子量聚乙二醇。

【請求項44】

如請求項36至43中任一項之方法，其中該聚乙二醇包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【請求項45】

如請求項36至44中任一項之方法，其中該抗氧化劑包含酚類抗氧化劑。

【請求項46】

如請求項45之方法，其中該酚類抗氧化劑為位阻或部分受阻的。

【請求項47】

一種紡製生物可降解聚酯共聚物長絲之方法，該方法包含：

酯化包含對苯二甲酸及乙二醇之原料以形成酯化混合物；

將摻合液體生物可降解紡織品添加劑添加至該酯化混合物中，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含：

己內酯單體，

聚乙二醇，

碳酸鈣，及

抗氧化劑；

使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合以形成聚合混合物；

將聚丁二酸丁二醇酯與該等原料、該酯化混合物或該聚合混合物組合，使得在該聚合步驟之後形成生物可降解聚酯共聚物熔體；及

將該生物可降解聚酯共聚物熔體紡絲成該生物可降解聚酯共聚物長絲。

【請求項48】

如請求項47之方法，其進一步包含擠出聚丁二酸丁二醇酯以形成待與該酯化混合物或該聚合混合物組合之擠出的聚丁二酸丁二醇酯。

【請求項49】

如請求項47或48之方法，其中將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑添加至該酯化混合物中包含自液體添加劑容器中分配該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【請求項50】

如請求項47至49中任一項之方法，其中使該摻合液體生物可降解紡

織品添加劑及該酯化混合物聚合係在連續聚合生產線上進行。

【請求項51】

如請求項47至49中任一項之方法，其中使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合係在分批反應器上進行。

【請求項52】

如請求項47至51中任一項之方法，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含50至80 wt%之己內酯單體。

【請求項53】

如請求項47至52中任一項之方法，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含15至25 wt%之聚乙二醇。

【請求項54】

如請求項47至53中任一項之方法，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含0.4至2 wt%之碳酸鈣。

【請求項55】

如請求項47至54中任一項之方法，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【請求項56】

如請求項47至55中任一項之方法，其中該生物可降解聚酯共聚物熔體包含800至10,000 ppm之聚丁二酸丁二醇酯。

【請求項57】

如請求項47至56中任一項之方法，其中該生物可降解聚酯共聚物熔體包含0.4至1.2 wt%之該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【請求項58】

如請求項47至57中任一項之方法，其中該聚乙二醇包含低分子量聚乙二醇。

【請求項59】

如請求項47至58中任一項之方法，其中該聚乙二醇包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【請求項60】

如請求項47至59中任一項之方法，其中該抗氧化劑包含酚類抗氧化劑。

【請求項61】

如請求項60之方法，其中該酚類抗氧化劑為位阻或部分受阻的。

【請求項62】

如請求項47至61中任一項之方法，其中使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合係在約265℃至約295℃之溫度下發生。

【請求項63】

一種形成變形生物可降解聚酯共聚物長絲之方法，該方法包含對藉由如請求項47至62中任一項之方法製造的該生物可降解聚酯共聚物長絲進行變形處理以形成該變形生物可降解聚酯共聚物長絲。

【請求項64】

一種形成變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維之方法，該方法包含切割如請求項63之變形生物可降解聚酯共聚物長絲以形成變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維。

【請求項65】

一種形成變形生物可降解聚酯粒之方法，該方法包含將如請求項63之變形生物可降解聚酯共聚物長絲製成顆粒以形成變形生物可降解聚酯粒。

【請求項66】

一種形成變形生物可降解聚酯容器之方法，該方法包含吹塑如請求項63之變形生物可降解聚酯共聚物以形成變形生物可降解聚酯容器。

【請求項67】

一種形成變形生物可降解聚酯包裝材料之方法，該方法包含吹塑如請求項63之變形生物可降解聚酯共聚物以形成變形生物可降解聚酯包裝材料。

【請求項68】

一種形成變形生物可降解聚酯共聚物紗線之方法，該方法包含將如請求項64之變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維紡絲以形成紗線。

【請求項69】

一種形成變形生物可降解聚酯共聚物混紡紗線之方法，該方法包含將如請求項64之變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維與棉纖維及嫘縈纖維中之一或多者紡絲以形成混紡紗線。

【請求項70】

一種由如請求項64之變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維形成織物之方法。

【請求項71】

如請求項70之方法，其中形成該織物包含針織該變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維以形成該織物。

【請求項72】

如請求項70之方法，其中形成該織物包含編織該變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維以形成該織物。

【請求項73】

如請求項70之方法，其中形成該織物包含形成非織物。

【請求項74】

一種由如請求項70至73中任一項之織物形成衣服之方法。

【請求項75】

一種由如請求項47至62中任一項之生物可降解聚酯共聚物長絲形成織物之方法。

【請求項76】

一種用於紡製生物可降解聚酯共聚物長絲之套組，該套組包含：

液體添加劑容器，其含有摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含：

己內酯單體；

聚乙二醇；

碳酸鈣；及

抗氧化劑；

聚丁二酸丁二醇酯；

對苯二甲酸；及

乙二醇。

【請求項77】

如請求項76之套組，其中該添加劑包含50至80 wt%之己內酯單體。

【請求項78】

如請求項76或77之套組，其中該添加劑包含15至25 wt%之聚乙二醇。

【請求項79】

如請求項76至78中任一項之套組，其中該添加劑包含0.4至2 wt%之碳酸鈣。

【請求項80】

如請求項76至79中任一項之套組，其中該添加劑包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【請求項81】

如請求項76至80中任一項之套組，其中該套組包含800至10,000 ppm之聚丁二酸丁二醇酯。

【請求項82】

如請求項76至81中任一項之套組，其中該套組包含0.4至1.2 wt%之添加劑。

【請求項83】

如請求項76至82中任一項之套組，其中該聚乙二醇包含低分子量聚乙二醇。

【請求項84】

如請求項76至83中任一項之套組，其中該聚乙二醇包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【請求項85】

如請求項76至84中任一項之套組，其中該抗氧化劑包含酚類抗氧化劑。

【請求項86】

如請求項85之套組，其中該酚類抗氧化劑為位阻或部分受阻的。

【請求項87】

一種摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其包含：

己內酯單體；

聚乙二醇；

乙二醇；及

抗氧化劑。

【請求項88】

如請求項87之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含50至80 wt%之己內酯單體。

【請求項89】

如請求項87或88之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含15至25 wt%之聚乙二醇。

【請求項90】

如請求項87至89中任一項之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含0.4至2 wt%之乙二醇。

【請求項91】

如請求項87至90中任一項之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【請求項92】

如請求項87至91中任一項之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該聚乙二醇包含低分子量聚乙二醇。

【請求項93】

如請求項87至92中任一項之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該聚乙二醇包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【請求項94】

如請求項87至93中任一項之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該抗氧化劑包含酚類抗氧化劑。

【請求項95】

如請求項94之摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該酚類抗氧化劑為位阻或部分受阻的。

【請求項96】

一種生物可降解紡織品組合物，其包含：

對苯二甲酸；

乙二醇；

如前述請求項中任一項之摻合液體生物可降解紡織品添加劑；及

固體系統添加劑，其包含：

聚丁二酸丁二醇酯；及

碳酸鈣。

【請求項97】

如請求項96之生物可降解紡織品組合物，其中該固體系統添加劑包含91至94 wt%之聚丁二酸丁二醇酯。

【請求項98】

如請求項96或97之生物可降解紡織品組合物，其中該固體系統添加劑包含6至9 wt%之碳酸鈣。

【請求項99】

如請求項96至98中任一項之生物可降解紡織品組合物，其中該組合物包含0.4至1.2 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【請求項100】

如請求項96至99中任一項之生物可降解紡織品組合物，其中該組合物包含0.1至1.5 wt%之固體系統添加劑。

【請求項101】

一種生物可降解聚酯共聚物長絲，其係由如請求項96至100中任一項之生物可降解紡織品組合物製成。

【請求項102】

一種變形生物可降解聚酯共聚物長絲，其係由如請求項101之生物可降解聚酯共聚物長絲製成。

【請求項103】

一種變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維，其係由如請求項102之變形生物可降解聚酯共聚物長絲製成。

【請求項104】

一種織物，其係由如請求項103之變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維製成。

【請求項105】

如請求項104之織物，其中該織物為編織物。

【請求項106】

如請求項104之織物，其中該織物為針織物。

【請求項107】

如請求項104之織物，其中該織物為非織物。

【請求項108】

一種衣服，其係由如請求項104至107中任一項之織物製成。

【請求項109】

一種織物，其係由如請求項101之生物可降解聚酯共聚物長絲製成。

【請求項110】

一種衣服，其係由如請求項109之織物製成。

【請求項111】

一種運輸摻合生物可降解紡織品添加劑之系統，該系統包含：

液體添加劑容器；及

摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其放置於該液體添加劑容器中，該添加劑包含：

己內酯單體；

聚乙二醇；

乙二醇；及

抗氧化劑。

【請求項112】

如請求項111之系統，其中該液體添加劑容器包含：

塑膠容器，其具有開口端；

鋼籠，其容納該塑膠容器；

蓋，其可拆卸地耦接至該塑膠容器之該開口端，其中該蓋具有朝外表面及朝內表面，且其中螺旋槳安置於該蓋之該朝內表面上；及

閥，其安置於該塑膠容器之壁中，該閥經組態以自該塑膠容器中釋放該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【請求項113】

如請求項112之系統，其中該閥為球閥。

【請求項114】

如請求項111至113中任一項之系統，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含50至80 wt%之己內酯單體。

【請求項115】

如請求項111至114中任一項之系統，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含15至25 wt%之聚乙二醇。

【請求項116】

如請求項111至115中任一項之系統，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含0.4至2 wt%之乙二醇。

【請求項117】

如請求項111至116中任一項之系統，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【請求項118】

如請求項111至117中任一項之系統，其中該聚乙二醇包含低分子量聚乙二醇。

【請求項119】

如請求項111至118中任一項之系統，其中該聚乙二醇包含聚乙二醇

200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【請求項120】

如請求項111至119中任一項之系統，其中該抗氧化劑包含酚類抗氧化劑。

【請求項121】

如請求項120之系統，其中該酚類抗氧化劑為位阻或部分受阻的。

【請求項122】

如請求項111至121中任一項之系統，其中該液體添加劑容器安裝於托板上。

【請求項123】

如請求項122之系統，其中該托板包含塑膠。

【請求項124】

一種運輸摻合液體生物可降解紡織品添加劑之方法，該方法包含：

形成摻合液體生物可降解紡織品添加劑，該添加劑包含：

己內酯單體；

聚乙二醇；

乙二醇；及

抗氧化劑，

將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑轉移至液體添加劑容器中，該液體添加劑容器具有蓋及安置於該蓋之朝內表面上的螺旋槳；

將其中含有該摻合液體生物可降解紡織品添加劑之該液體添加劑容器置放於運輸車輛上；及

在運輸期間經由該螺旋槳攪拌該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【請求項125】

如請求項124之方法，其中形成該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含在攪拌下摻合該己內酯單體、聚乙二醇、乙二醇及該抗氧化劑。

【請求項126】

如請求項124或125之方法，其中將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑轉移至該液體添加劑容器中包含將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑泵送至該液體添加劑容器中。

【請求項127】

如請求項124至126中任一項之方法，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含50至80 wt%之己內酯單體。

【請求項128】

如請求項124至127中任一項之方法，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含15至25 wt%之聚乙二醇。

【請求項129】

如請求項124至128中任一項之方法，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含0.4至2 wt%之乙二醇。

【請求項130】

如請求項124至129中任一項之方法，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【請求項131】

如請求項124至130中任一項之方法，其中該聚乙二醇包含低分子量

聚乙二醇。

【請求項132】

如請求項124至131中任一項之方法，其中該聚乙二醇包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【請求項133】

如請求項124至132中任一項之方法，其中該抗氧化劑包含酚類抗氧化劑。

【請求項134】

如請求項133之方法，其中該酚類抗氧化劑為位阻或部分受阻的。

【請求項135】

一種紡製生物可降解聚酯共聚物長絲之方法，該方法包含：

酯化包含對苯二甲酸及乙二醇之原料以形成酯化混合物；

將摻合液體生物可降解紡織品添加劑添加至該酯化混合物中，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含：

己內酯單體，

聚乙二醇，

乙二醇，及

抗氧化劑；

使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合以形成聚合混合物；

將固體系統添加劑與該等原料、該酯化混合物或該聚合混合物組合，使得在該聚合步驟之後形成生物可降解聚酯共聚物熔體，其中該固體

系統添加劑包含：

聚丁二酸丁二醇酯，及

碳酸鈣；及

將該生物可降解聚酯共聚物熔體紡絲成該生物可降解聚酯共聚物長絲。

【請求項136】

如請求項135之方法，其進一步包含擠出該固體系統添加劑以形成待與該酯化混合物或該聚合混合物組合之擠出的固體系統添加劑。

【請求項137】

如請求項135或136之方法，其中將該摻合液體生物可降解紡織品添加劑添加至該酯化混合物中包含自液體添加劑容器中分配該摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【請求項138】

如請求項135至137中任一項之方法，其中使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合係在連續聚合生產線上進行。

【請求項139】

如請求項135至137中任一項之方法，其中使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合係在分批反應器上進行。

【請求項140】

如請求項135至139中任一項之方法，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含50至80 wt%之己內酯單體。

【請求項141】

如請求項135至140中任一項之方法，其中該摻合液體生物可降解紡

織品添加劑包含15至25 wt%之聚乙二醇。

【請求項142】

如請求項135至141中任一項之方法，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含0.4至2 wt%之乙二醇。

【請求項143】

如請求項135至142中任一項之方法，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【請求項144】

如請求項135至143中任一項之方法，其中該固體系統添加劑包含91至94 wt%之聚丁二酸丁二醇酯。

【請求項145】

如請求項135至144中任一項之方法，其中該固體系統添加劑包含6至9 wt%之碳酸鈣。

【請求項146】

如請求項135至145中任一項之方法，其中該生物可降解聚酯共聚物熔體包含0.4至1.2 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【請求項147】

如請求項135至146中任一項之方法，其中該生物可降解聚酯共聚物熔體包含0.1至1.5 wt%之固體系統添加劑。

【請求項148】

如請求項135至147中任一項之方法，其中該聚乙二醇包含低分子量聚乙二醇。

【請求項149】

如請求項135至148中任一項之方法，其中該聚乙二醇包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

【請求項150】

如請求項135至149中任一項之方法，其中該抗氧化劑包含酚類抗氧化劑。

【請求項151】

如請求項150之方法，其中該酚類抗氧化劑為位阻或部分受阻的。

【請求項152】

如請求項135至151中任一項之方法，其中使該摻合液體生物可降解紡織品添加劑及該酯化混合物聚合係在約265℃至約295℃之溫度下發生。

【請求項153】

一種形成變形生物可降解聚酯共聚物長絲之方法，該方法包含對藉由如請求項135至152中任一項之方法製造的該生物可降解聚酯共聚物長絲進行變形處理以形成該變形生物可降解聚酯共聚物長絲。

【請求項154】

一種形成變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維之方法，該方法包含切割如請求項153之變形生物可降解聚酯共聚物長絲以形成變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維。

【請求項155】

一種形成變形生物可降解聚酯粒之方法，該方法包含將如請求項153之變形生物可降解聚酯共聚物長絲製成顆粒以形成變形生物可降解聚酯

粒。

【請求項156】

一種形成變形生物可降解聚酯容器之方法，該方法包含吹塑如請求項153之變形生物可降解聚酯共聚物以形成變形生物可降解聚酯容器。

【請求項157】

一種形成變形生物可降解聚酯包裝材料之方法，該方法包含吹塑如請求項153之變形生物可降解聚酯共聚物以形成變形生物可降解聚酯包裝材料。

【請求項158】

一種形成變形生物可降解聚酯共聚物紗線之方法，該方法包含將如請求項154之變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維紡絲以形成紗線。

【請求項159】

一種形成變形生物可降解聚酯共聚物混紡紗線之方法，該方法包含將如請求項154之變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維與棉纖維及嫘縈纖維中之一或多者紡絲以形成混紡紗線。

【請求項160】

一種由如請求項154之變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維形成織物之方法。

【請求項161】

如請求項160之方法，其中形成該織物包含針織該變形生物可降解聚酯共聚物切段纖維以形成該織物。

【請求項162】

如請求項160之方法，其中形成該織物包含編織該變形生物可降解聚

酯共聚物切段纖維以形成該織物。

【請求項163】

如請求項160之方法，其中形成該織物包含形成非織物。

【請求項164】

一種由如請求項160至163中任一項之織物形成衣服之方法。

【請求項165】

一種由如請求項135至152中任一項之生物可降解聚酯共聚物長絲形成織物之方法。

【請求項166】

一種用於紡製生物可降解聚酯共聚物長絲之套組，該套組包含：

液體添加劑容器，其含有摻合液體生物可降解紡織品添加劑，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含：

己內酯單體；

聚乙二醇；

乙二醇；及

抗氧化劑；

固體系統添加劑，該固體系統添加劑包含：

聚丁二酸丁二醇酯；及

碳酸鈣；

對苯二甲酸；及

乙二醇。

【請求項167】

如請求項166之套組，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含

50至80 wt%之己內酯單體。

【請求項168】

如請求項166或167之套組，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含15至25 wt%之聚乙二醇。

【請求項169】

如請求項166至168中任一項之套組，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含0.4至2 wt%之乙二醇。

【請求項170】

如請求項166至169中任一項之套組，其中該摻合液體生物可降解紡織品添加劑包含0.01至1 wt%之抗氧化劑。

【請求項171】

如請求項166至170中任一項之套組，其中該固體系統添加劑包含91至94 wt%之聚丁二酸丁二醇酯。

【請求項172】

如請求項166至171中任一項之套組，其中該固體系統添加劑包含6至9 wt%之碳酸鈣。

【請求項173】

如請求項166至172中任一項之套組，其中該生物可降解聚酯共聚物熔體包含0.4至1.2 wt%之摻合液體生物可降解紡織品添加劑。

【請求項174】

如請求項166至173中任一項之套組，其中該生物可降解聚酯共聚物熔體包含0.1至1.5 wt%之固體系統添加劑。

【請求項175】

如請求項166至174中任一項之套組，其中該聚乙二醇包含低分子量聚乙二醇。

【請求項176】

如請求項166至175中任一項之套組，其中該聚乙二醇包含聚乙二醇200 (PEG 200)、聚乙二醇400 (PEG 400)、聚乙二醇600 (PEG 600)或聚乙二醇800 (PEG 800)。

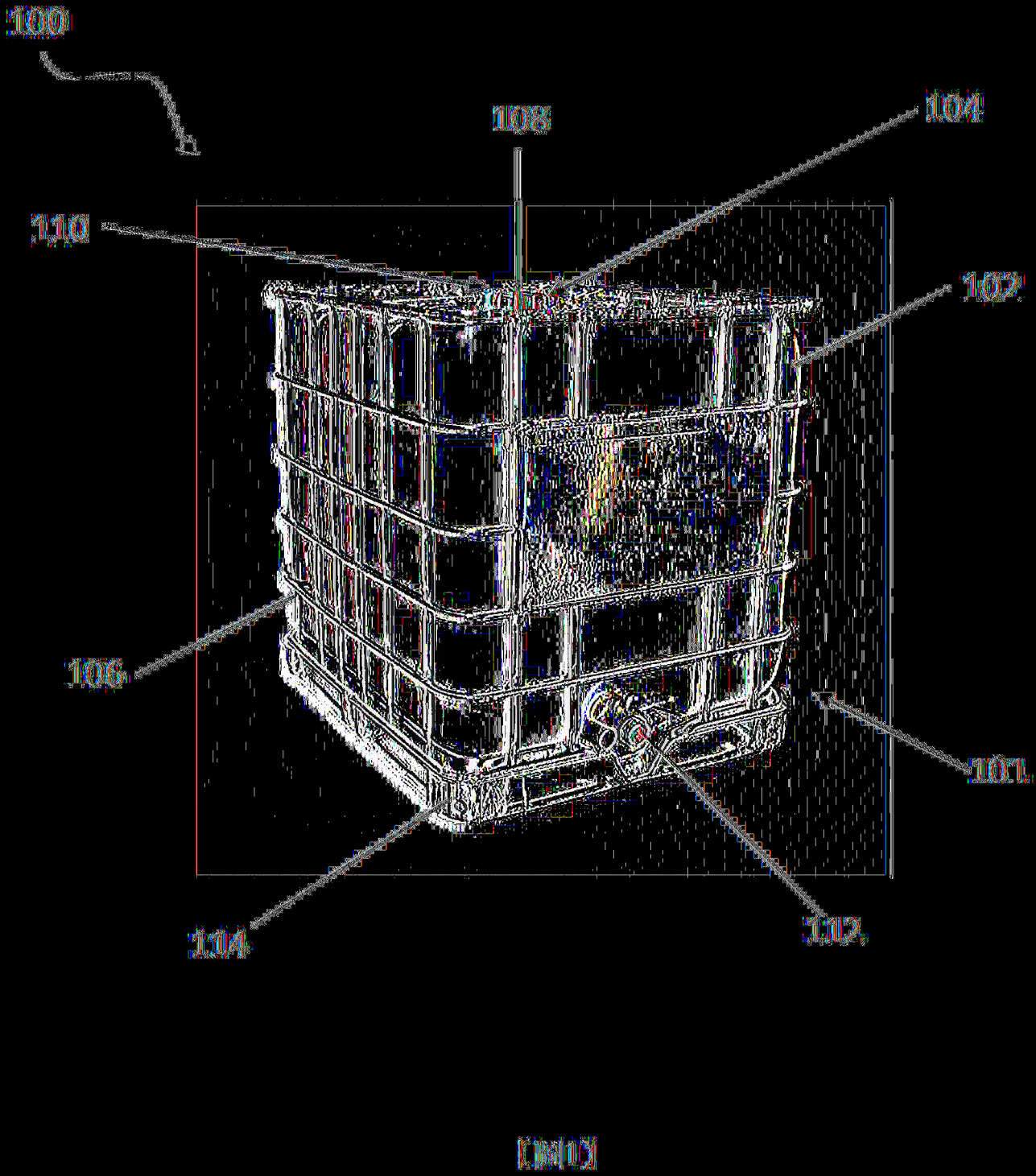
【請求項177】

如請求項166至176中任一項之套組，其中該抗氧化劑包含酚類抗氧化劑。

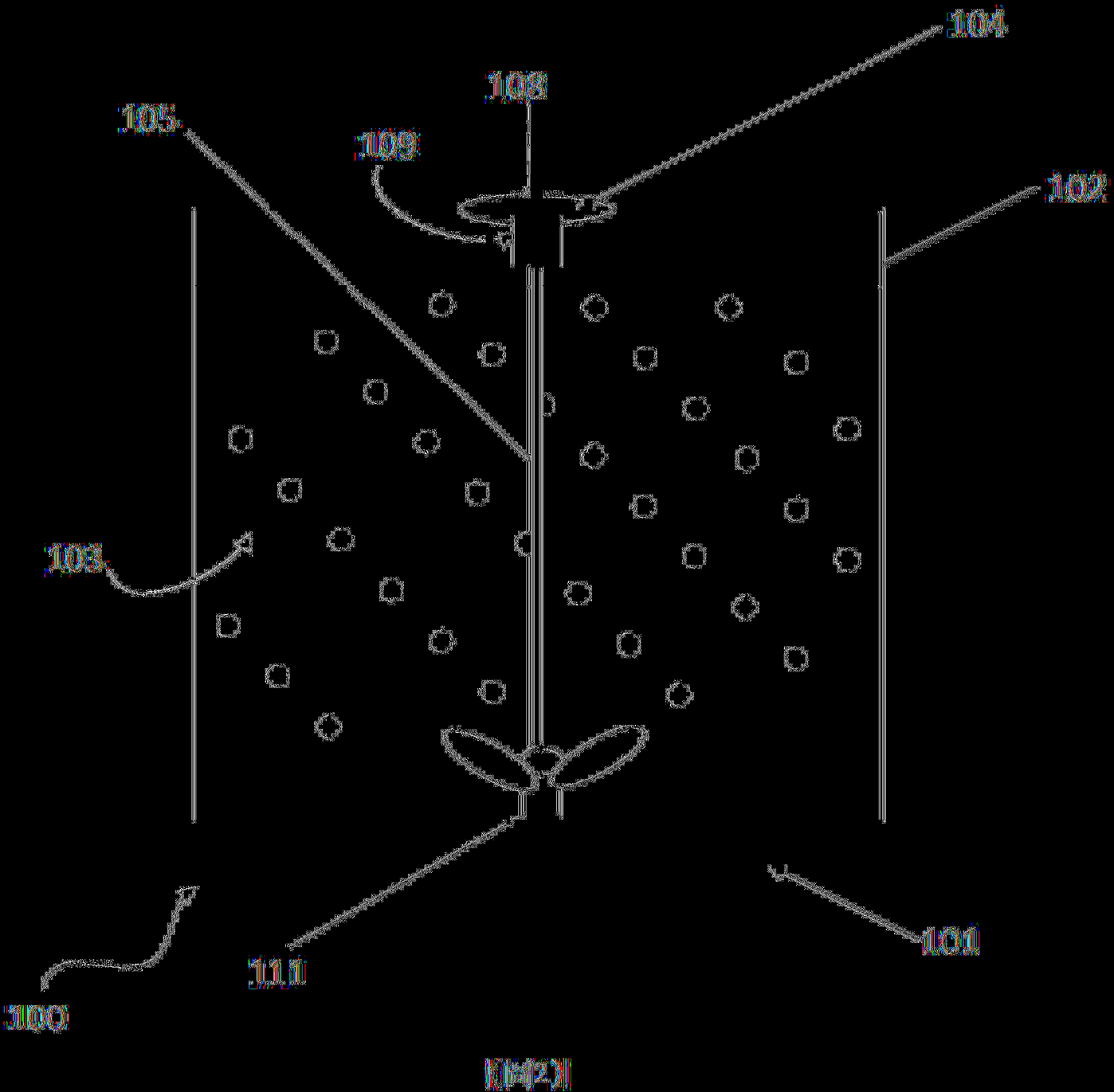
【請求項178】

如請求項177之套組，其中該酚類抗氧化劑為位阻或部分受阻的。

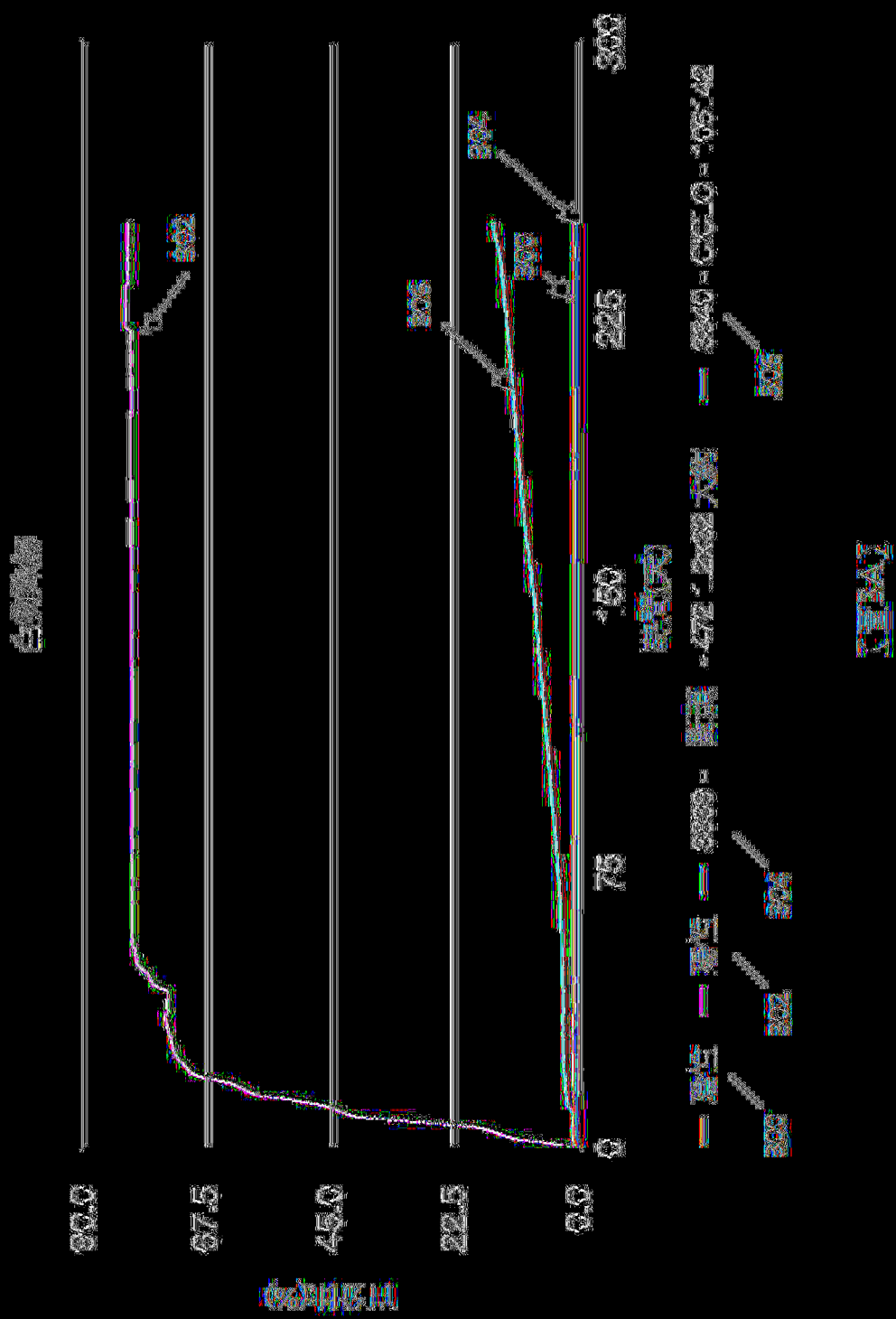
|(發明圖式)|

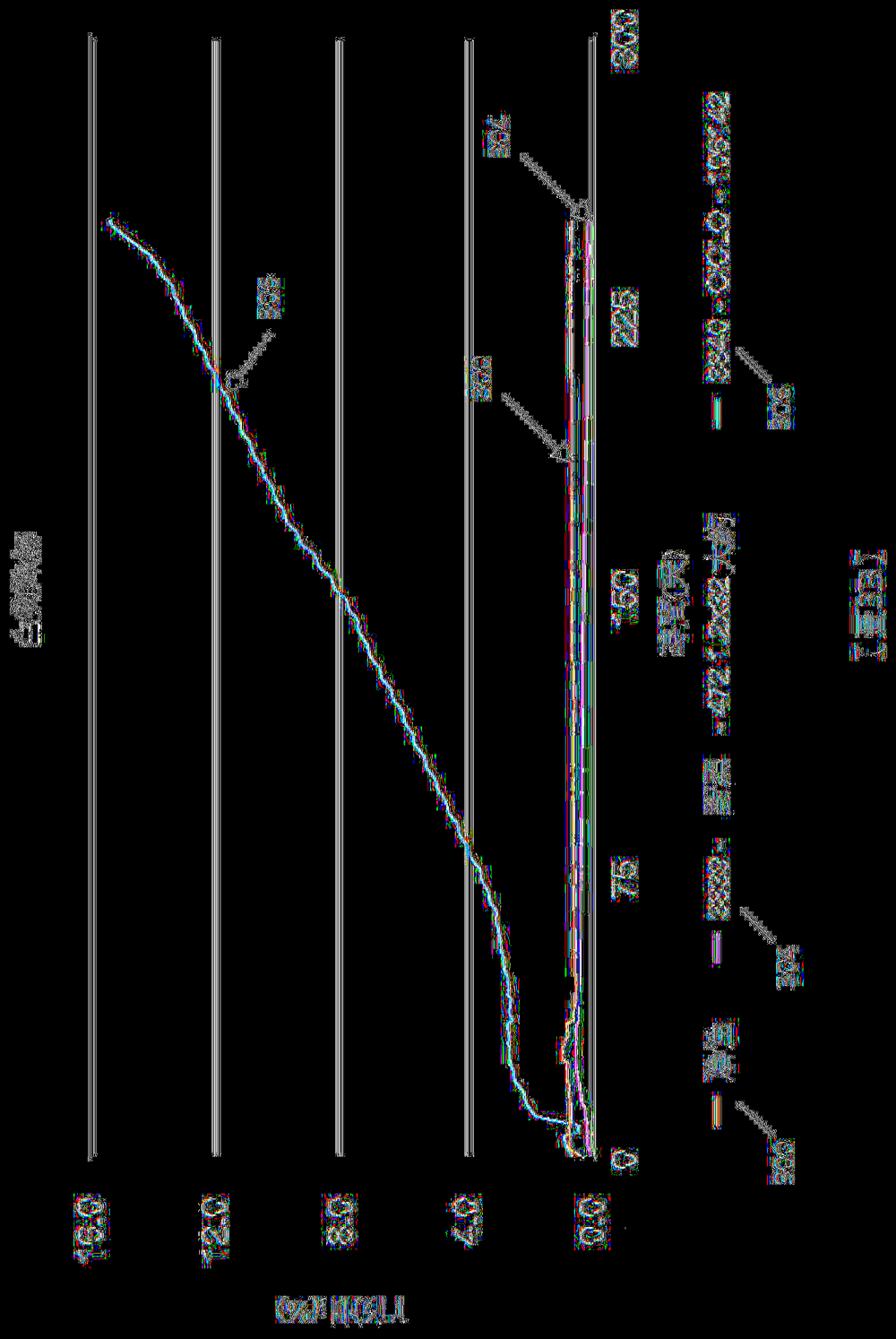


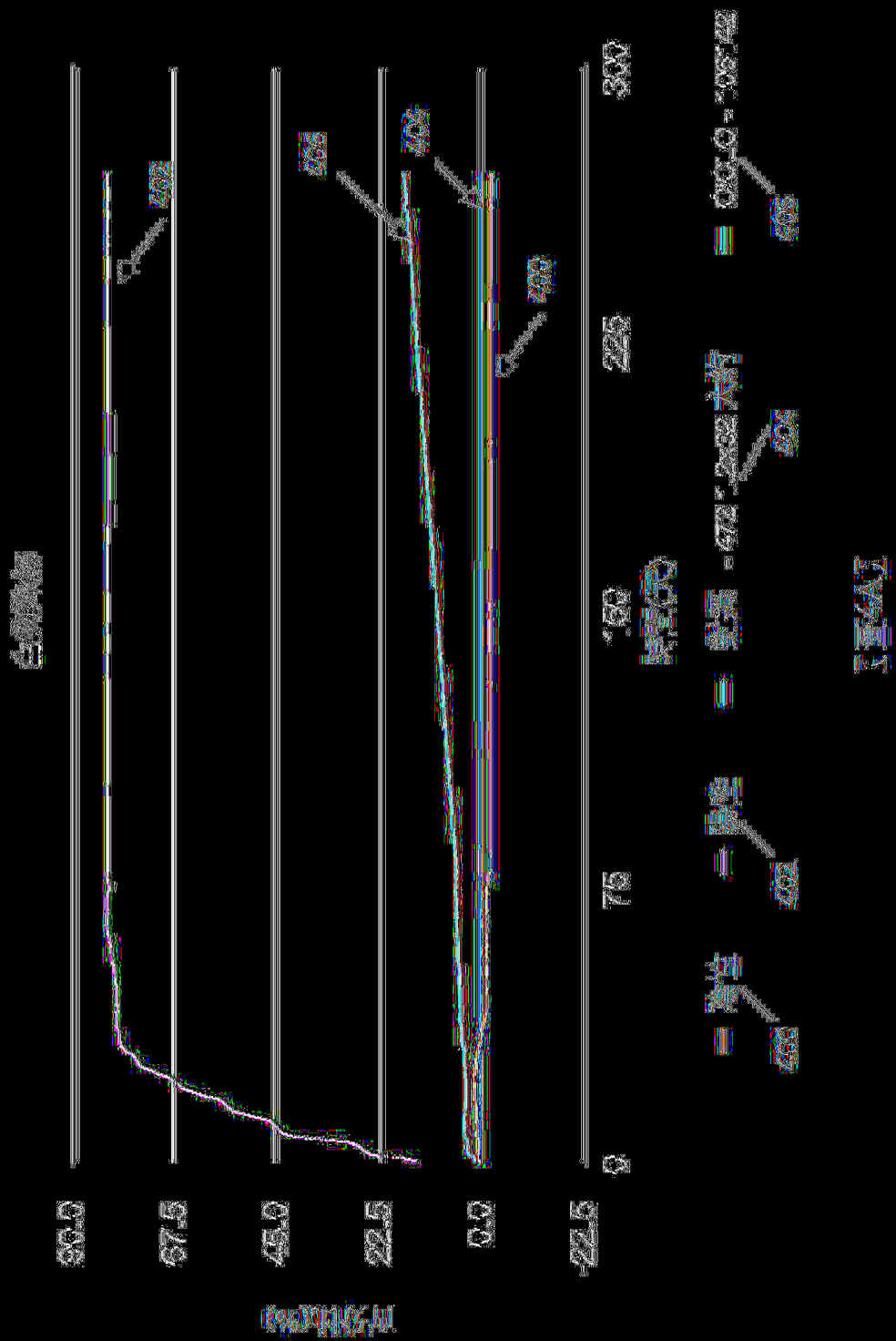
(圖10)



(100)







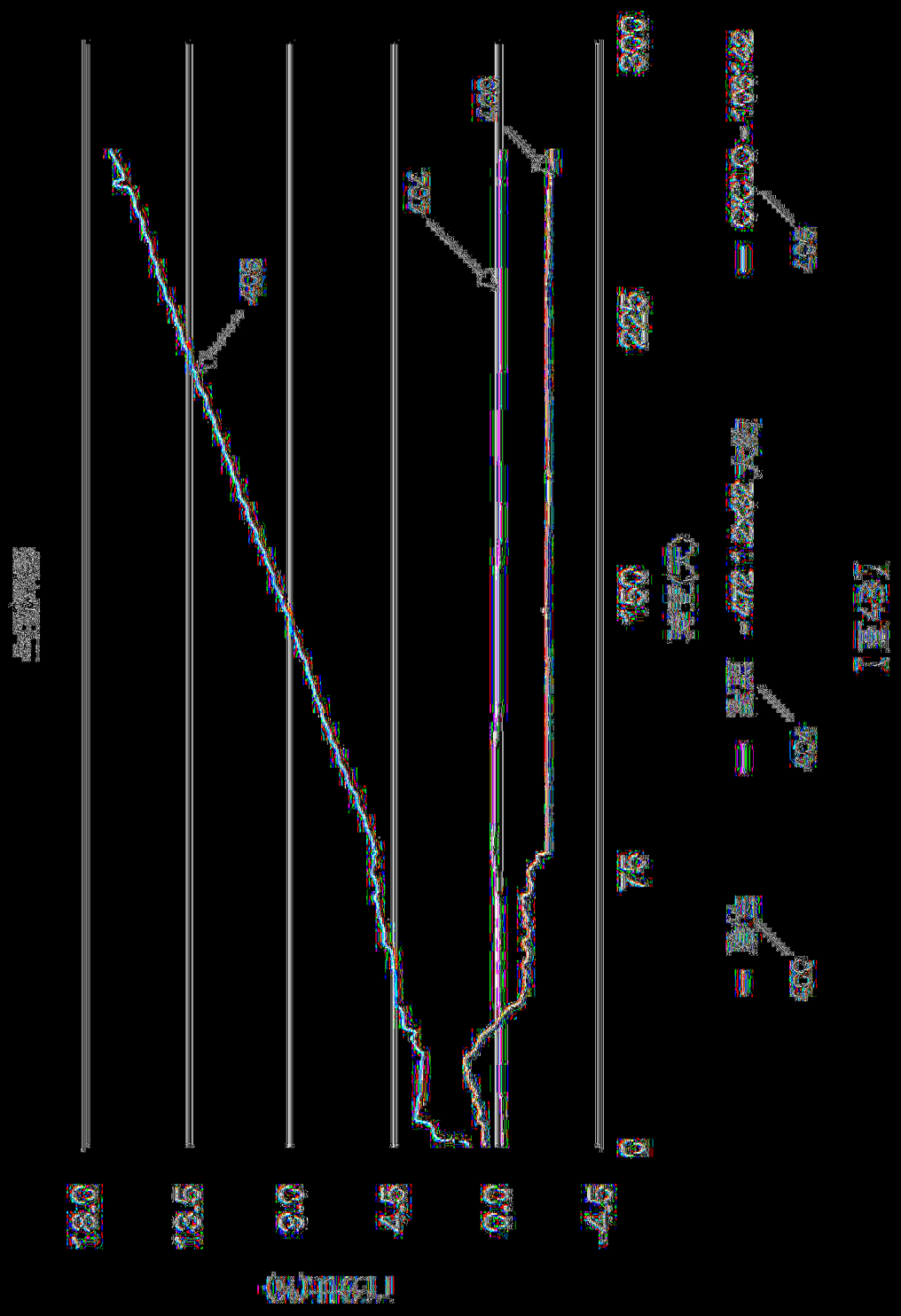
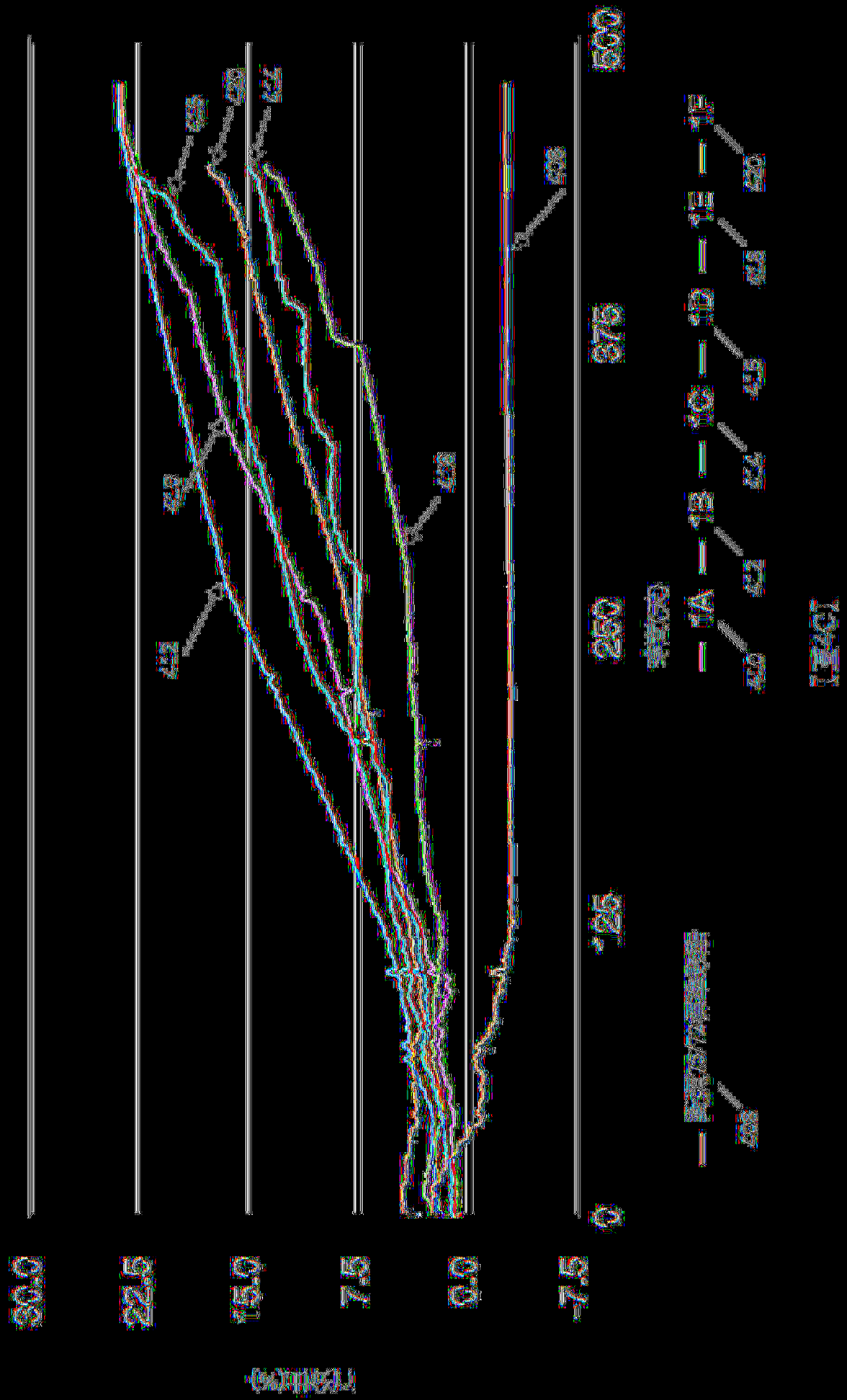
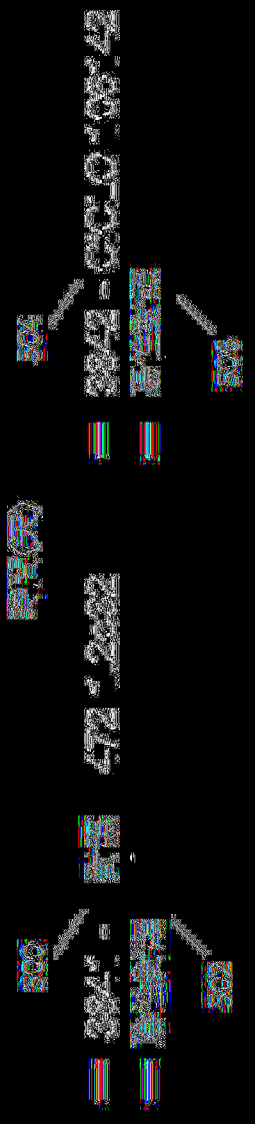
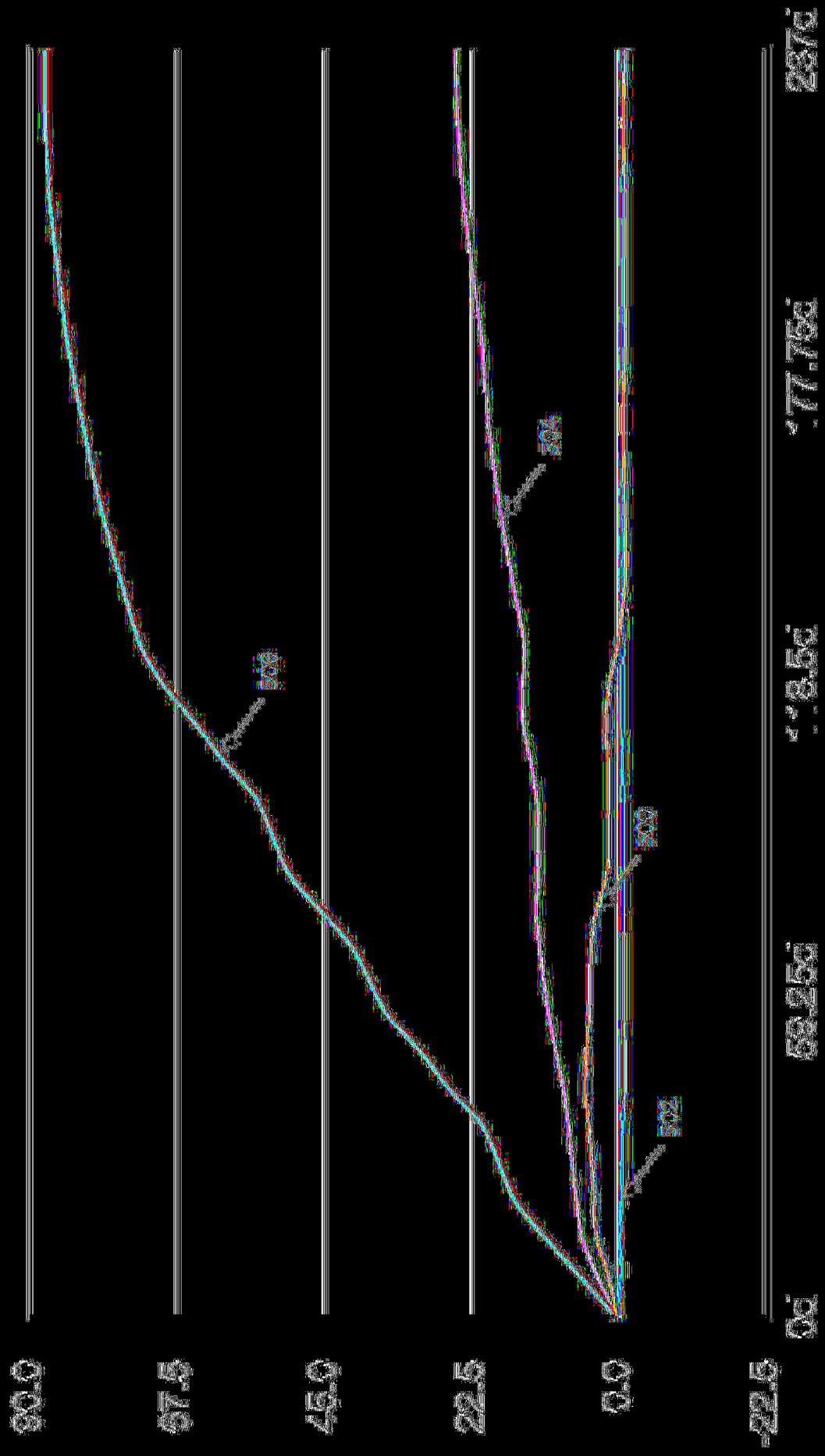


圖 14



平均三軸應變



50%