[19] **المملكة العربية السعودية SA**
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] رقم البراءة : ٢١٥١
[45] تاريخ المنح : ١٤٣٠/٠٢/٠٥ هـ
الموافـــق: ٢٠٠٩/٠١/٣١ م

[12] براءة اختراع

[72] **اسم المخترع:** لوكا برتاميني، مايورو كالدارا، لويجي ماركو بونتارين

[73] **مالك البراءة :** اكوافيل اس.بي.ايه.
عنوانه: ٩ فيا ليفانو، اركو (مقاطعة ترنتو)، ٣٨٠٦٢، ايطاليا
جنسيته: إيطالية

[74] **الوكيل:** سعود محمد الشواف

[21] **رقم الطلب:** ٠٤٢٥٠٠٤٩

[22] **تاريخ الإيداع :** ١٤٢٥/٠٢/٠٧ هـ
الموافق : ٢٠٠٤/٠٣/٢٨ م

[30] **بيانات الأسبقية:**
٢٠٠٣/٠٣/٢٨م إيطاليا [IT] VR2003A00037

[51] **التصنيف الدولي(IPC[8]) :** D01D 5/36

[56] **المراجع:**
براءة أمريكية ٥٨١١٠٤٠ ١٩٩٨/٠٩/١٥م

اسم الفاحص: سعد بن فراج الشمري

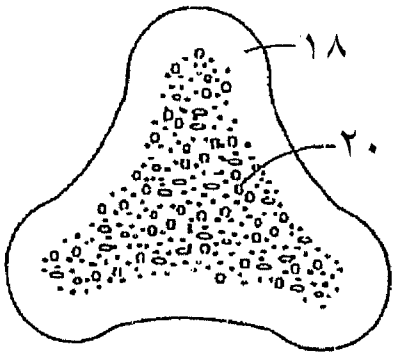
[54] **اسم الاختراع:** عملية لتصنيع ألياف وخيوط غزل اصطناعية بخواص محسنة وخيوط الغزل الاصطناعية التي تم الحصول عليها بواسطة العملية

Process for Manufacturing Synthetic Fibers and Yarns with Improved Properties and Synthetic Yarn Obtained Thereby

[57] **الملخص:** يتعلق هذا الاختراع بعملية لتصنيع خيوط غزل yarns وألياف fibers اصطناعية بخواص ميكانيكية ومقاومة للنار fire-resistance محسنة، وبخيوط الغزل التي تم الحصول عليها بواسطة العملية. وتكفل العملية تكوين خليط من بوليمر متعدد أولفين polyolefin polymer، بوليمر مُشكِّل لليفات fibril-forming polymer واحد على الأقل، وإضافة additive كيميائية واحدة على الأقل مناسبة لتعزيز التوافق بين بوليمر متعدد الأولفين polyolefin والبوليمر المشكِّل لليفات؛ مزج الخليط المصهور للحصول على مزيج مصهور متجانس جوهرياً؛ بثق المزيج المصهور بواسطة مغزال spinneret له معدل قص shear rate يتراوح جوهرياً بين ١٠٠٠ ثانية$^{-1}$ و٥٠٠٠ ثانية$^{-1}$، للحصول على ألياف لها مادة أساس من متعدد الأولفين polyolefin وليفات مستطالة غير متصلة بشكل جوهري مشتقة من البوليمر المُشكِّل لليفات. وتشتت الليفات ضمن مادة الأساس من متعدد الأولفين polyolefin. انظر الشكل ٢.

عدد عناصر الحماية (٢٠) ، عدد الأشكال (١٠)

١٤



الشكل (٢)

عملية لتصنيع ألياف وخيوط غزل اصطناعية بخواص محسنة وخيوط الغزل الاصطناعية التي تم الحصول عليها بواسطة العملية

Process for Manufacturing Synthetic Fibers and Yarns with Improved Properties and Synthetic Yarn Obtained Thereby

الوصف الكامل

خلفية الاختراع :

يتعلق الاختراع الراهن بخيوط غزل اصطناعية أساسها متعدد أولفين polyolefin-based synthetic yarns تتميز بخواص ميكانيكية محسنة، قابلية صبغ dyeabillty محسنة وطريقة لصنع خيوط الغزل المستخدمة كخيوط غزل لأسطح السجاد carpet face yarn، للأنسجة textiles ومواد التنجيد upholstery.

تتميز خيوط الغزل التي أساسها متعدد أولفين بتكلفة منخفضة ومقاومة كيميائية لعدة سوائل وبذلك تكون ذات أهمية في تصنيع السجاد والأنسجة بما في ذلك خيوط الغزل المستخدمة في مواد التنجيد حيث تشكل الصباغة مشكِلة. غير أنه، توجد هناك سيئات عديدة لألياف وخيوط الغزل التي أساسها متعدد أولفين، وإحداها أنه تقل درجة حرارة تحول الزجاجي glass transition temperature (Tg) لها عن درجة حرارة الغرفة (أي تتراوح من -٥ إلى -١٥°م). ونظراً لقيمة الـ Tg المنخفضة لخيوط الغزل التي أساسها متعدد أولفين، يحدد الاحتفاظ بشكل خيوط الغزل تحت تأثير قوة خارجية عند درجة حرارة الغرفة. ونتيجة لذلك، تكون رجوعية السجاد المصنوع من خيوط الغزل التي أساسها متعدد أولفين منخفضة على نحو غير مرغوب لاستخدامها بصفتها ألياف للسجاد. وعند درجات حرارة أعلى من درجة حرارة الغرفة، تكون مرونة خيوط الغزل والخواص الميكانيكية الأخرى لها منخفضة كذلك. ويجعل التثبيت الحراري لخيوط الغزل التي أساسها متعدد أولفين من الممكن إرخاء حالات الإجهاد الداخلي في ألياف خيوط الغزل ويساعد على الاحتفاظ بشكل خيوط الغزل بعد فتلها، إنما لا يؤدي التثبيت الحراري إلى الحصول على شكل دائم لخيوط الغزل إذا سلطت قوة خارجية كافية.

ومن السيئات الأخرى لخيوط غزل أساسها متعدد أولفين أنها تكون قابلة للصبغ بالصبغات المتشتتة dispersed dyes بدرجة ضئيلة فقط وأنها لا يمكن صبغها إطلاقاً

بالصبغات المتفاعلة reactive dyes. وغالباً ما يكون ثبات اللون لخيوط الغزل هذه غير مرضٍ حتى عند غسلها عند درجات حرارة منخفضة.

ومن ضمن الألياف الاصطناعية الأخرى، يمثل النايلون nylon الاختيار الرئيسي بالنسبة للسجاد، حيث تُستلزم جودة ورجوعية عاليتين. غير أنه، لا يخلو النايلون من العيوب. وعلى نحو جدير بالملاحظة، يكون السجاد المصنوع من خيوط الغزل النايلونية عرضة لتكوين شحنات كهربائية ساكنة وبذلك ينبغي أن يعالج بشكل كيميائي أو فيزيائي للتقليل من تراكم الشحنات الساكنة. وتتمثل سيئة أخرى للسجاد المصنوع من النايلون في أنه يصبغ بسرعة. ووفقاً لذلك، تتضمن صناعة السجاد المصنوع من النايلون غالباً معالجات تقلل من ميله للتصبغ. غير أنه، لا تؤدي هذه المعالجات إلى منع جميع أنواع التصبغ، ولا تكون فعالة طوال عمر السجادة.

ومن ناحية أخرى، يكون السجاد المصنوع من مواد متعدد أولفين، مثل متعدد بروبيلين polypropylene، مقاوماً للتصبغ بشكل كبير ومانعاً لتكوُّن الشحنات الكهربائية الساكنة بشكل طبيعي. غير أنه، كما ذكر أعلاه، يمثل متعدد البروبيلين أليافاً لها مقاومة أقل ولا تحافظ على مظهرها أو شكلها مع الاستخدام الطويل أو الشديد أو بعد التشوهات deformations المتكررة.

ويمكن توجيه اعتبارات مشابهة بالنسبة لخيوط الغزل التي أساسها متعدد أولفين نحو قطاع الأنسجة، بما في ذلك خيوط الغزل المستخدمة في مواد التنجيد، حيث تكون إزالة الصبغات صعبة جداً. وقد يكون استخدام خيوط الغزل التي أساسها متعدد أولفين مفيداً بدرجة أكبر كذلك نظراً لتكاليف البوليمر المنخفضة ولخواص صد الماء hydro-repellency، سرعة الجفاف ومقاومة التصبغ الممتازة لها. ولسوء الحظ، يحدد استخدام خيوط الغزل التي أساسها متعدد أولفين بالخواص الميكانيكية منخفضة الجودة لها والاحتفاظ بالشكل المحدد نظراً للرجوعية المنخفضة لخيوط الغزل هذه وللحقيقة التي تتمثل في أنه تميل الخواص الميكانيكية لخيوط الغزل هذه عند درجات حرارة أعلى من درجة حرارة الغرفة إلى انخفاض جودتها بشكل سريع.

ولا تكون تقنيات الصباغة القياسية باستخدام حمام صبغي ممكنة باستخدام خيوط الغزل التي أساسها متعدد أولفين كما هي الحالة بالنسبة لمتعدد الإستر polyester أو لألياف النايلون. ووفقاً لذلك، تم استخدام بوليمرات إسهامية أو بوليمرات من متعدد أولفين، مثل بوليمرات إسهامية من إثيلين ethylene/حمض أكريليك acrylic acid، بالاقتران مع خيوط الغزل

التي أساسها متعدد أولفين. وتم تكوين إضافات أخرى لها خواص مشابهة لإضافة مجموعات أمينية amino groups في بوليمر متعدد أولفين أثناء طور البلمرة. ولكي تُحقق قابلية التصبغ لخيوط الغزل التي أساسها متعدد أولفين بواسطة الصبغات المتشتتة، تم استخدام إضافات أساسها متعدد الإستر وبوليمرات اسهامية قطبية polar copolymers. ولقد أصبح صبغ خيوط غزل أساسها متعدد أولفين بصبغات متفاعلة مشكل لربيطات ممكناً بإضافة مركبات نيكل nickel. ولقد تم اقتراح الصبغ بأصباغ ذائبة في هيدروكربونات hydrocarbons لها سلاسل ألكيل alkyl طويلة لبوليمرات متعدد الأولفين القياسية. وتم الحصول على بوليمر متعدد بروبيلين قابل للصبغ بواسطة استخدام بوليمرات خاصة ذات وحدات متفرعة dendrimers وتفرعات زائدة hyperbranched. وتم اقتراح معالجات بالبلازما plasma على نطاق مخبري لإضافة المجموعات المتفاعلة إلى سطح خيوط الغزل.

ومع أنه كان للتطويرات الموصوفة أعلاه نجاحاً محدوداً، إلا أنه تعاني كل التقنيات الموصوفة أعلاه من زيادة كبيرة في تكاليف الإنتاج، وهذا بدوره يقلل من تنافسية البوليمر، الخواص الميكانيكية لخيوط الغزل الناتجة، قابلية غزل خيوط الغزل وقد تؤثر بشكل عكسي على الثبات الحراري لخيوط الغزل. وتكون خواص مقاومة التصبغ stain resistance لخيوط الغزل هذه وثبات اللون color fastness للألياف المصبوغة غير مقبولة كذلك أو تقل عن القيم المرغوبة.

وتوجد هناك حاجة مستمرة لتحسين ألياف وخيوط غزل أساسها متعدد أولفين لاستخدامها في إنتاج السجاد، المواد النسيجية، مواد التنجيد وفي تطبيقات أخرى حيث تكون خواص مواد متعدد أولفين مفيدة بصفة خاصة.

الوصف العام للاختراع

بالنظر إلى الأهداف المذكورة أعلاه وأهداف أخرى، يزود الاختراع طريقة تستخدم لتصنيع ألياف وخيوط غزل لها وزن مقاس بالغرامات لكل ٩٠٠٠ متر من الخيوط (حجم مقاس بوحدة دنيرة لكل خيط denier per filament (dpf)) يتراوح من حوالي ١ حوالي ٣٠ دنيرة لكل خيط وخواص ميكانيكية محسنة. وتتضمن الطريقة موالفة ما يتراوح من حوالي ٥٥ إلى حوالي ٩٥% بالوزن من بوليمر متعدد الأولفين وما يتراوح من حوالي ٥ إلى حوالي ٤٥% بالوزن من بوليمر مشكل لليفات fibril forming polymer لتزويد خليط من متعدد أولفين والبوليمرات المشكلة لليفات، بحيث يكون البوليمر المشكل لليفات قابلاً للامتزاج مع

بوليمـــر متعـــدد الأولفين. ويستخـــدم جهاز بثق صهـــارة على الساخـــن hot-melt extruder الذي يغذى فيه الخليط لتزويد مزيج مصهور متجانس بصفة جوهريـــة مـــن متعـــدد أولفـــين والبوليمرات المشكلة لليفات. ومن ثم يدفع المزيج المصهور قسرياً خلال مغزال spinneret له نسبة طول إلى قطر length to diameter (D/L) تتراوح من حوالي ٣ إلى ٣٠ عند معدل قص shear rate يتراوح من حوالي ١٠٠٠ إلى حوالي ٥٠٠٠ ثانية$^{-1}$ لتزويد ليف يحتوي على مادة أساس من متعدد أولفين ولليفات غير متصلة جوهرياً مستطالة من البوليمر المشكل لليفـــات مشتتة في مادة الأساس من متعدد الأولفين، بحيث يخلو سطح خارجي للألياف مـــن الليفـــات بشكل جوهري.

ويمكن أن تشتمل الطريقة وفقاً للاختراع الراهن كذلك على تجفيف بـــوليمر متعـــدد أولفين، بوليمر مشكل لليفات ومادة موافقة compatibilizer لتزويد خليط يحتوي على رطوبـــة بنسبة تقل عن حوالي ٥٠٠ جزء في المليون.

ويمكن أن تشتمل الطريقة وفقاً للاختراع الراهن كذلك على تجفيف بـــوليمر متعـــدد أولفين، بوليمر مشكل لليفات لتزويد خليط يحتوي على رطوبة بنسبة تقل عن حـــوالي ٥٠٠ جزء في المليون.

ويمكن أن تشتمل الطريقة وفقاً للاختراع الراهن كذلك على صباغة الليفات بواســـطة صبغة مشتتة، صبغة متفاعلة أو خليط لتزويد ألياف مصبوغة، حيث تجرى عملية الـــصباغة على نحو مفضل عند ضغط يتراوح من حوالي ١ إلـــى حوالـــي ٤ بار وضغط يتراوح مـــن حوالي ١,٥ إلى حوالي ٢ بار.

ويزود الاختراع الراهن كذلك استخدام خيوط الغزل وفقاً للاختراع الراهن التي تشتمل على خيوط غزل من نوع BCF بصفتها خيوط غزل لأسطح السجاد، استخدام خيوط غزل من نوع POY، FDY أو LDY بصفتها خيوط غزل نسيجية، استخدام خيوط غزل وفقاً للاختـــراع الراهن بصفتها خيوط غزل لمواد التنجيد واستخدام خيوط الغزل وفقاً للاختراع الراهن بصفتها خيوط غزل تيليـــّة staple yarn.

وفي وجه آخر، يزود الاختراع خيوط غزل لها خواص ميكانيكية محسنة وقابلية صبغ محسنة. وتتضمن خيوط الغزل ما يتراوح من حوالي ٥٥ إلى حوالي ٩٥% بالوزن من طور متصل من متعدد أولفين وما يتراوح من حوالي ٥ إلى حوالي ٤٥% بالوزن من الطور غيـــر المتصل من الليفات المشتتة في الطور المتصل من متعدد الأولفين، حيث تشتق الليفات مـــن

بوليمر مشكل لليفات يختار من المجموعة التي تتكون من بوليمرات متعدد الأميد polyamide وبوليمرات متعدد الإستر، ويخلو الطور المتصل من متعدد الأولفين بصفة جوهرية من الليفات الموجودة على سطح مكشوف له، وتكون خيوط الغزل قابلة للصبغ، بصفة خاصة باستخدام صبغات متفاعلة مثل صبغات حامضية أو كاتيونية، وتظهر خيوط الغزل تشوهاً غير قابل للرجوع عند حوالي ٢٥°م بنسبة لا تقل عن ٣%.

ويعتبر الاختراع الراهن تحسيناً للاختراع الموصوف في براءات الاختراع الأمريكية ذات الصلة بالأرقام ٥٥٨٧١١٨؛ ٥٥٩٧٦٥٠؛ ٥٦٢٠٧٩٧؛ و ٥٨١١٠٤٠ بإسم مالوني Mallonee، حيث يزود طريقة تستخدم لخلط بوليمرات غير قابلة للامتزاج لتزويد خيوط غزل محسنة لأسطح السجاد. ووجد أنه تشتمل الليفات المحضرة وفقاً للاختراع على طور متصل بصفة جوهرية من متعدد أولفين وطور ليفي غير متصل بصفة جوهرية مشتت في طور متعدد الأولفين. ويزود الطور الليفي غير المتصل خواصاً من نوع تلك لخيوط غزل السجاد أساسها متعدد أولفين، متعدد أميد و/أو متعدد إستر من حيث الرجوعية وثبات اللون، إنما بدون العيوب المميزة الواضحة المتعلقة للمادة التي تشكل الليفات. أي أنه، يكون لخيوط الغزل خواص مقاومة التصبغ الممتازة لمتعدد الأولفين وخواص مقاومة الشحنات الساكنة وخواص تأخير الاحتراق المرغوبة لها، إنما لا تظهر النقاط الرديئة المتعلقة بألياف متعدد الأولفين التقليدية. وتكون تكلفة إنتاج خيوط الغزل منخفضة كذلك مقارنة بتكلفة إنتاج الخيوط المكونة من متعدد الأميد ومتعدد الإستر، نظراً لأنه يكون متعدد بروبيلين حالياً أرخص بما يبلغ حوالي ٦٠% لكل رطل مقارنة بمتعدد الأميد ويكون أرخص بما يبلغ حوالي ٤٠% مقارنة بمتعدد الإستر.

وتكشف براءة الاختراع الأمريكية رقم ٥٨١١٠٤٠ عن طريقة تستخدم لإنتاج ألياف لخيوط الغزل لأسطح السجاد. وتشتمل الطريقة على نقل خليط يشتمل على ما يتراوح من حوالي ٥ إلى حوالي ٤٠% بالوزن من بوليمر مشكل لليفات يختار من المجموعة التي تتكون من متعدد الأميد ومتعدد الإستر وما يتراوح من حوالي ٦٠ إلى حوالي ٩٥% بالوزن من متعدد أولفين خلال جهاز بثق صهارة على الساخن لتزويد مزيج مصهور متجانس بصفة جوهرية يدفع قسرياً خلال مغزال يحتوي على فتحات شعرية لإنتاج لليفات منفصلة، سحب الليفات وتشكيل نسيج منها بهواء ساخن عند درجة حرارة تتراوح من حوالي ١٢٠ إلى

حوالي ١٣٠°م لتزويد خيوط مسحوبة ومنسجة لها دنيرة تتراوح من حوالي ١٢ إلى حوالي ٢٥ ودمج الخيوط المسحوبة والمنسجة لتزويد خيوط غزل اصطناعية لأسطح السجاد.

وبالإضافة إلى الخواص الموصوفة أعلاه يكون لخيوط الغزل وفقاً للاختراع التي تشتمل على مادة أساس من متعدد أولفين ولليفات من متعدد الإستر شكل نهائي كامد اللون matt finish مما يقلل من الحاجة إلى إضافة مواد مالئة مثل ثاني أكسيد التيتانيوم titanium dioxide للتقليل من لمعان خيوط الغزل كما يستلزم باستخدام خيوط الغزل للسجاد من متعدد الأميد التقليدية.

شرح مختصر للرسوم

ستتوضح مميزات وفوائد أخرى للاختراع من الوصف التفصيلي عند أخذه بعين الاعتبار بالاقتران مع الأشكال، حيث تشير الأرقام المرجعية المتشابه إلى عناصر متشابهة في كل جزء من المناظر العديدة، وحيث:

الشكل ١ : يمثل توضيحاً، ليس وفقاً للمقياس، لتشكيلة لفتحة مغزال مفضلة تستخدم لإنتاج ألياف اصطناعية وفقاً للاختراع؛

الشكلان ٢ و٣ : يمثلان توضيحين لمقطعين عرضيين، ليس وفقاً للمقياس، لألياف اصطناعية ثلاثية الفصوص أو على شكل دلتا منتجة وفقاً للاختراع؛

الشكل ٤ : يمثل مقارنة بيانية لقيم المتانة لألياف محضرة من بوليمرات مستقلة ومخاليط بوليمرية؛

الشكل ٥ : يمثل صورة مجهرية لليف من متعدد أولفين بعد تنميش كيميائي عن طريق عملية تكون فيها نسبة D/L لمغزال مستخدم لتحضير الليف أقل من ٣؛

الشكل ٦ : يمثل صورة مجهرية لليف من متعدد أولفين بعد تنميش كيميائي عن طريق عملية وفقاً للاختراع تكون فيها نسبة D/L لمغزال مستخدم لتحضير الليف مساوية لـ ٣؛

الشكل ٧ : يمثل صورة مجهرية لليف من متعدد أولفين بعد تنميش كيميائي عن طريق عملية وفقاً للاختراع بحيث تكون فيها النسبة D/L لمغزال مستخدم لتحضير الليف مساوية لـ ٦؛

الشكل ٨ : يمثل صورة مجهرية لليف من متعدد أولفين بعد تنميش كيميائي عن طريق عملية وفقاً للاختراع بحيث تكون نسبة D/L لمغزال مستخدم لتحضير الليف مساوية لـ ١٥؛

الشكل ٩أ : يمثل منظراً لعينة من أقمشة محبوكة مصنوعة من خيوط غزل تقليدية من متعدد الإستر بعد ٢٥٠٠ دورة من الفرك،

الشكل ٩ب : يمثل صورة رقمية لعينة من أقمشة محبوكة مصنوعة من خيوط غزل وفقاً للاختراع بعد ١٠٠٠٠ دورة؛ و

الشكل ١٠ : يمثل مقارنة بيانية بين الخواص الميكانيكية للألياف المحضرة وفقاً للاختراع الراهن (المخططان أ و ب) ولألياف من متعدد أولفين فقط (المخططان جـ و د) مع معالجة حرارية (المخططان ب و د) وبدون معالجة حرارية (المخططان أ و جـ).

الوصف التفصيلي :

يكون للألياف وخيوط الغزل الاصطناعية المحضرة وفقاً للاختراع باستخدام خليط من بوليمرات غير قابلة للامتزاج لها وزن مقاس بالغرامات لكل ٩٠٠٠ متر من الخيوط (حجم مقاس بوحدة دنيرة لكل خيط) يتراوح من حوالي ١ حوالي ٣٠. ونظراً لأنه يوالف متعدد الأولفين مع البوليمر المشكل لليفات غير القابل للامتزاج مع متعدد الأولفين بالصهر ويدفع قسرياً خلال فتحات شعرية لمغزال في شكل مزيج مصهور، بحيث تحتوي الليفات الناتجة بصفة أساسية على نفس المقدار من متعدد الأولفين والبوليمر المشكل لليفات في شكل المزيج المصهور.

وتتميز الألياف الناتجة بمادة أساس لها طور متصل من متعدد الأولفين حيث تكون فيها الليفات المستطالة غير المتصلة التي تقع على خط واحد بصفة جوهريةً مشتتة في كل جزء من مادة الأساس. وتتمثل مميزة مهمة لخيوط الغزل الاصطناعية التي أساسها متعدد الأولفين وفقاً للاختراع في أنه لها رجوعية مماثلة لتلك لخيوط الغزل من متعدد الأميد مثل نايلون ٦ nylon 6 ونايلون ٦٦ nylon 66، ويكون لها كذلك مقاومة للتصبغ مماثلة لتلك لخيوط الغزل من متعدد الأولفين مثل متعدد البروبيلين. وبالإضافة لذلك، يكون لخيوط الغزل الاصطناعية وفقاً للاختراع خواص تتضمن قابلية صبغ، تأخير للحريق ومقاومة ميكانيكة عند درجات حرارة تزيد عن درجة حرارة الغرفة أعلى بكثير من تلك لبوليمر متعدد الأولفين النقي

أو البكر. ونهايةً، تكون خيوط الغزل الاصطناعية وفقاً للاختراع مقاومة لتشكل الشحنات الكهربائية الساكنة المألوفة لخيوط غزل السجاد التي أساسها متعدد أميد.

ولتزويد خليط مناسب من بوليمرات غير قابلة للامتزاج تستخدم لتحضير خيوط غزل وألياف اصطناعية، يوالف خليط يحتوي على بوليمر من متعدد الأولفين بنسبة تتراوح بصفة جوهرية بين حوالي ٥٥ وحوالي ٩٥% بالوزن مع بوليمر مشكل لليفات بنسبة تتراوح بصفة جوهرية بين حوالي ٥% وحوالي ٤٥%. ويفضل أن يحتوي الخليط من بوليمر متعدد الأولفين والبوليمر المشكِّل لليفات الذي يستخدم لتحضير الألياف وخيوط الغزل وفقاً للاختراع على متعدد الأولفين بنسبة تتراوح بين حوالي ٦٠% وحوالي ٩٥% والأفضل بين حوالي ٧٠% وحوالي ٨٥%، والأكثر تفضيلاً أن تبلغ نسبته ٧٥ % بالوزن. ويفضل أن يوجد البوليمر المشكل لليفات في الخليط بمقدار يتراوح بين حوالي ٥% و٤٠% بالوزن، والأفضل أن يكون بين حوالي ١٥% وحوالي ٣٠%، والأكثر تفضيلا أن تبلغ نسبته و٢٥% بالوزن.

وتتضمن بوليمرات متعدد الأولفين التي يمكن استخدامها لانتاج خيوط الغزل والألياف وفقاً للاختراع على سبيل المثال لا الحصر، متعدد إثيلين polyethylene، متعدد بروبيلين، وكلاهما في صورة بوليمرات متجانسة homopolymers وبوليمرات إسهامية، متعدد (١-بيوتين) poly(1-butene)، متعدد (٣-مثيل-١-بيوتين) poly (3-methyl-1-butene)، متعدد (٤-مثيل-١-بنتين) poly(4-methyl-1-pentene) وما شابه، وأيضاً توليفات أو مخاليط من اثنين أو أكثر مما سبق. ومن بين بوليمرات متعدد الأولفين المذكورة سابقاً، يفضل بصفة خاصة البوليمر المتجانس من متعدد البروبيلين. ويكون معظم متعدد البروبيلين الملائم لتحضير خيوط الغزل وفقاً للاختراع متوفراً على سبيل المثال من شركة شيل كيميكال كومباني Shell Chemical Company في هيوستن، تكساس، الولايات المتحدة الأمريكية بالأسماء التجارية NRDS-126-3,5E40,5E70، من شركة بولي أوليفنز باسيل كومباني إن واي Polyolefins Basell CompanyN.Y في بروكسل، بلجيكا، بالأسماء التجارية MOLPENX695, ADSTIF855, ADXP, X50251 , ADFLEX X102S من شركة أريستك كيميكال كومباني Aristech Chemical Company في بيتسبرغ، ولاية بنسلفانيا، بالأسماء التجارية D-115-F و D-080-A.

ويمكن أن يختار البوليمر المشكل لليفات المخلوط مع متعدد الأولفين لتحضير الخيوط من المجموعة المكونة من متعدد أميد و/أو متعدد إستر. وتتضمن بوليمرات متعدد الأميد التي

يمكن استخدامها منتجات تكثيف condensation حمض ثنائي القاعدة dibasic acid وثاني أمين diamine، مثل على سبيل المثال حمض أديبيك adipic وسداسي مثيلين ثنائي أمين hexamethylene diamine (نايلون ٦٦)، ونواتج تفاعل إضافة addition reaction للمونمرات، تحتوي على كل من مجموعة الحمض ومجموعة الأمين amine في الجزيء، مثل ناتج بلمرة polymerization الكبرولاكتام caprolactam لتشكيل متعدد كبروأميد polycaproamide (نايلون ٦). وأيضاً، فإنه من الممكن استخدام نظائر متفوقة و/أو مخاليط منها. ومما سبق أعلاه، يعد النايلون ٦ متعدد الأميد الأكثر تفضيلاً للاستخدام في صنع خيوط الغزل وفقاً للاختراع لأسطح سجادية. وتشمل مصادر مناسبة لبوليمرات متعدد الأميد، بدون تحديد، بوليمرات نايلون ٦ المتوفر من شركة أكوافيل اس بي.أيه AQUAFIL S.P.A بالاسم التجاري AQ27000. ويمكن أن تكون مصادر بوليمرات متعدد أميد أخرى مناسبة أيضاً.

وتتضمن بوليمرات متعدد الإستر التي يمكن استخدامها لتحضير خيوط الغزل وفقاً للاختراع، بدون تحديد، منتجات متعددة التكثيف polycondensation لأحماض ثنائية الكربوكسيل dicarboxylic acids أو أنهيدريدات ثنائية الكربوكسيل dicarboxylic anhydrides مع كحولات ثنائية الهيدريك dihydric alcohols ومخاليط من منتجات متعددة التكثيف. وتتضمن الأحماض ثنائية الكربوكسيل والأنهيدريدات ثنائية الكربوكسيل التي قد تتفاعل مع الكحولات ثنائية الهيدريك أنهيدريدات anhydrides وأحماض دهنية fatty acids مشبعة وغير مشبعة، مثل على سبيل المثال أحماض وأنهيدريدات لكل من الماليك maleic، الفوماريك fumaric، الفثاليك phthalic والأديبيك adipic ويتمثل حمض الفثاليك phthalic acid أو أنهيدريد الفثاليك phthalic anhydride في حمض ثنائي الكربوكسيل أو أنهيدريد ثنائي الكربوكسيل المفضل بصفة خاصة.

وتتضمن الكحولات ثنائية الهيدريك التي تتفاعل مع الأحماض ثنائية الكربوكسيل أو الأنهيدريدات ثنائية الكربوكسيل لتزويد بوليمرات متعدد الإستر، دون تحديد، غليكولات الألكيلين alkylene glycols التي بها من ٢ إلى ١٠ ذرات كربون carbon. وتشمل الكحولات ثنائية الهيدريك المفضلة غليكول الإثيلين ethylene glycol، غليكولات البروبيلين propylene glycols، غليكول ثنائي الإثيلين diethylene glycol وغليكول ثنائي البروبيلين dipropylene glycol. وتشمل منتجات التكثيف المتعدد من الأحماض ثنائية الكربوكسيل أو الأنهيدريدات ثنائية الكربوكسيل والكحولات ثنائية الهيدريك

تيرفثالات متعـــدد إثيلين polyethylene terephthalate، تيرفثالات مـــتعـــدد بـــيـــوتـــيـــــلين polybutylene terephthalate وتيرفثالات متعدد ثلاثي مثيلين polytrimethylene terephthalate.

ويشكل بوليمر تيرفثالات متعدد إثيلين polethylene terephthalate polymer المتوفر من شركة ويلمان كوربوريشن Wellman Corporation فـــي جونـــسونفيل Johnsonvillle، جنـــوب كارولينا بالاسم التجاري بيرماكلير بيت .PERMACLEAR PET مصدراً ملائماً لبوليمر متعـــدد الإستر. وتتضمن مصادر أخرى للبوليمر متعدد إستر يمكن استخدامها بوليمر تيرفثالات متعدد بيوتيلين المتوفر من شركة مونتيفايبر Montefibre في ميلان Milan، إيطاليا بالاسم التجـــاري TQ9/04/N ومن شـــركـــة بـــاســـــف كـــوربـــوريـــــشن BASF Corporation فـــي بورتسموث Portsmouth، فيرجينـــيا، بالاسم التجاري ألترادربي ٤٥٠٠ ULTRADUR B 4500.

ومن المصادر الأخرى تيرفثالات متعدد ثلاثي مثيلـــين متـــوفر مـــن شركـــــة دو بـــــونت كومبانـــي Du Pont Company في ويلمينغتـــون Wilmington، ديلاويـــر Delaware، بالاســـم التجاري 3GT أو سونورا SONORA، وتيرفثالات متعدد ثلاثي مثيلين المتوفر من شركة شيل كيمـــيـــكـــال كومباني بالاسم التجاري كورتيررا CORTERRA بالإضافة إلى مصادر أخرى.

وبالاضافة إلى بوليمرات متعدد الأولفين والبوليمرات المـــشكلة لليفـــات، يمكـــن أن يحتوي الخليط على مـــعـــدّل بين الأطوار بنسبة مئوية بالوزن تتراوح من حوالي صـــفر% إلى حوالي ٢٠% بالوزن. ويمكن أن تختار المعدلات بين الاطوار التي يمكن استخدامها مـــن بين بوليمرات متعدد أولفين عديدة متفاعلة مع أحماض وأنهيدريدات، تشمل حمض فومارِيـــك fumaric acid، حمـــض أكـــريليـــك أو حمض ميثاكريليك methacrylic acid، بالإضـــافة إلـــى متعددات أولفين أضيف إليها ماليات maleated polyolefins. وتشتمل أمثلة متعـــددات الأولفيـــن التـــي أضيف إليها ماليات على متعدد بروبيلين أضيف إليه ماليات maleated polypropylene، إثيلين-بروبيلين أضيف إليه ماليات maleated ethylene-propylene، ستيرين-بيوتاديين-ستيرين أضيف إليه ماليات maleated styrene-butadiene-styrene، ستيرين-إثيلين-بيوتاديين-ســـتيرين أضيف إليه ماليات maleated styrene-ethylene-butadiene-styrene، مطـــــــاط إثيلين-بروبيلين أضيف إليه ماليات maleated ethylene-propylene maleate rubber (EPR)، مونـــــمر إثيلـــين-بروبيلين-داييـــــــن مـــضاف إليـــه ماليـــات maleated ethylene-propylene-diene-monomer (EPDM)، ومخاليط منها. وتتضمن مصادر متعـــددات أولفيـــن أضيف إليها مالـــيات، علـــى سبيل المثال لا الحصر، بولي بونـــد ٣٢٠٠ POLY BOND 3200، المتوفر من شركة يونيرويال

كيميكالز Uniroyal Chemicals في ميديلبرغ Middleburg، كونيكتكت Connecticut، وإيبوليـن إي-٤٣ EPOLENE E-43 المتوفر من شركة إيستمان كيميكال كومباني Eastman Chemical Company في كينغزبورت Kingsport، تينسي Tenessee.

ويمكن أن تحتوي خيوط الغزل الاصطناعية وفقاً للاختراع أيضاً على إضافة واحدة أو أكثر تختار حسب الرغبة من ضمن معيقات احتراق flame retardants، أصباغ، خضابات pigments، مضادات تأكسد antioxidants، مواد مالئة fillers، عوامل مضادة لتكوّن الشحنات الكهربائية الساكنة antistatic agents، مواد مساعدة على المعالجة بالصهر melt processing aids، مثبتات الأشعة فوق البنفسجية UV stabilizers ومثبتات حرارية thermal stabilizers، ملدنات plasticizers وما شابه. وتتمثل ميزة خاصة للاختراع في إعاقة الاحتراق المؤازر لخيوط الغزل والألياف. وبالرغم من أن خيوط الغزل يمكن أن تحتوي على بوليمر مشكل لليفات غير مهلجن non-halogenated fibril-forming polymer وقد لا تحتوي على معيق للاحتراق، يمكن أن تُظهر خيوط الغزل وفقاً للاختراع زيادة تتراوح من حوالي ٤٥% إلى حوالي ٧٥% في إعاقة تشكل الحريق بالنسبة لخيوط غزل من متعدد أولفين نقي. ولتحسين إعاقة الاحتراق لخيوط الغزل الاصطناعية وفقاً للاختراع بشكل إضافي، يمكن أن يهلجن البوليمر المشكل لليفات. على سبيل المثال، يمكن أن يهلجن واحد من حمض ثنائي كربوكسيل أو أنهيدريد ثنائي الكربوكسيل أو كليهما وكحولات ثنائية الهيدريك أو كل منهما المستخدمين لصنع بوليمر متعدد الإستر. وتشتمل الهالوجينات halogens التي يمكن أن تستخدم الكلور chlorine، البروم bromine والفلور fluorine. ويمكن أن تخلط أيضاً مركبات متعدد الإستر المهلجنة المحضرة من الأحماض أو الكحولات المهلجنة مع معيقات الاحتراق المهلجنة أو غير المهلجنة الأخرى المعروفة جيداً حسب الرغبة لزيادة إعاقة الاحتراق للألياف وخيوط الغزل وفقاً للاختراع.

وعند الرغبة، يمكن أن يشتمل خليط بوليمر متعدد الأولفين/البوليمر المشكل لليفات وفقاً للاختراع على معيقات للاحتراق أخرى. وتتضمن معيقات الاحتراق المناسبة للاستخدام مع أحد المكونات وفقاً للاختراع أو كل منها، على سبيل المثال لا الحصر، متعدد ستيرين برومي brominatedpolystyrene، سداسي بروموديسين حلقي hexabromocyclododecane، أكسيد عشاري برومو ثنائي فنيل decabromodiphenyl oxide، إثيلين-ثنائي (رباعي بروموفثاليمد) ethylene-bis(tetrabromophthallmide)، إثيلين-ثنائي

(ثنائي بروموفوربوران ثنائي كربوكسيميد) ethylene-bis(dibromonarbarane dicarboximide)، أكسيد خماسي بروموثنائي فنيل pentabromodiphenyl oxide، أكسيد ثماني بروموثنائي فنيل octabramodiphenyl oxide، عشاري بروموثنائي فنوكسي إيثان decabromodiphenoxyethane، أكسيد متعدد-ثنائي بروموفنيلين poly-dibromophenylene oxide، إستر فوسفات مهلجن halogenated phosphate ester، أنهيدريد رباعي بروموفثاليك tetrabromophthalic anhydride، ثنائي (أنهيدريد ثلاثي بروموفثاليك) bis(tribromophthalic anhydride)، ثنائي (٢-هيدروكسي إثيل-إيثر) رباعي بروموثنائي فنول-A tetrabromobisphenol-A bis(2-hydroxyethyl-ether)، ثنائي (٢، ٣-ثنائي بروموبروبيل إيثر لرباعي بروموثنائي فنول-A tetrabromobisphenoi-A bis(2,3-dibromopropyl ether)، غليكول ثنائي بروموبنتيل dibromo-neopentyl glycol، رباعي عشاري بروموثنائي فنوكسي بنزين tetradecabromodiphenoxy benzene، أكسيد ألومنيوم ثلاثي هيدرات aluminum oxide trihydrated، أكسيد الأنتيمون antimony oxide، أنيتمونات الصوديوم sodium antimonate، بورات الخارصين zinc borate، إستر ثنائي-أكريلات لرباعي بروموثنائي فنول-A di-acrylate ester of tetrabromobisphenol-A وما شابه ومخاليط منها.

وسوف يشتمل نظام معيقات احتراق مفضل بشكل عام على مركبات عضوية مهلجنة ومعيق للاحتراق له فعل مؤازر مثل أكسيد الأنتيمون. ويمكن أن يتراوح المقدار الكلي من معيق الاحتراق في خيوط الغزل من حوالي ٥ إلى حوالي ١٥% بالوزن من الوزن الكلي للألياف. وعندما يتواجد معيق الاحتراق بنسبة ١٠% بالوزن فإن نسبة إعاقة الحريق غالباً ما تزيد بحوالي ٥٠% كما هو محدد عن طريق اختبار إعاقة الاحتراق باستخدام اللوح المشع.

وتشتمل مواد مثبتة حرارية أثبتت أنها مفيدة مع المكونات المستخدمة لإنتاج الألياف وفقاً للاختراع، على سبيل المثال لا الحصر، على مساحيق كالسيوم calcium، إستيارات الكالسيوم calcium stearate، مركبات فنول phenols ومركبات فنول معاقة hindered phenols، أكسيد الزنك zinc oxide، إسترات الأريل aryl esters، هيدروكسي بنزوفنون hydroxybenzophenone، هيدروكسي بنزوتريازول hydroxybenzotriazol، وما شابه.

ويمكن اختيار إضافات مضادة للتأكسد antioxidant additives من بين مركبات فنول مؤلكلة alkylated phenols ومركبات ثنائي فنول مؤلكلة alkylated bisphenols، مركبات ألكيليدين-ثنائي فنول alkylidene-bisphenols، مركبات ألكيليدين ثلاثي فنول

alkylidene trisphenols، مركبات ألكيليدين متعـدد فنـول alkylidene polyphenols، مركبـات ثيوفنول thiophenols، مركبات ثنائي ثيو-ثنائـي فنـول dithio-bisphenols، مـركبـات ثنائـي ثيـو-ثلاثـي فينـول dithio-trisphenols، مركبـات ثيـو-فنـول متعـدد الألكيـل thiopolyalkylated phenols، منتجات تكثيف الفنـول phenol condensation products، أمينـات amines، ثيـو ثنائـي بروبيونـات ثنـائي لوريـل dilauryl thiodipropionate، ثيـوبـروبيـونات ثنائي سيتاريل distearyl thiopropionate، ثيو ثنـائي بروبيونـات ثنـائي ميريستيل dimyristyl thiodipropionate، ثيـو ثنائـي بـروبيـونات ثنائي ثلاثـي ديـسيل ditridecyl thiodipropionate، رباعـي (بارا-لوريل ثيو بروبيونـات) خماسـي إيريثريتـول pentaerythritol tetrachis (b-laurylthiopropionate)، بـارا-بنزوكينـون p-benzoquinone، ٢، ٥-ثنائي ثث-بيوتيل هيدروكينون 2,5-ditert-butylhydroquinone، وما شابه.

ويمكن أيضاً استخدام إضافات مـضادة للبكتيريـا antibacterial additives وإضـافات مضادة لعثة الغبار anti-dust mite additives. ومن بين هذه، يمكن اختيـار الإضـافات غيـر العضوية تلك التي أساسها طور زجاجي glassy phase أو زيوليـت zeolite. ويمكـن أيـضاً استخدام أنواع أخرى من إضافات مضادة للبكتيريا ومضادة لعثة الغبار.

ويمكن أن يولف بوليمر متعدد الأولفين، بوليمر مشكل لليفـات وإضـافة اختياريـة بكيفيات مختلفة، غير أنه، يفضل خلط المكونات خلطاً جافاً قبل تغذية الخليط إلى باثق. وكبديل يمكن تغذية مكونات بوليمر متعدد الأولفين، بوليمر مشكلة لليفات ومقومات أخرى مباشرة إلى الباثق بأي ترتيب، طالما أن زمن بقائها retention time في الباثق يكون كافياً لـضمان خلـط المكونات بشكل متجانس بصفة جوهرية. وسوف يكون مدركاً أنه يمكن أيضاً تغذيـة خلـيط متجانس مخلوط مسبقاً بصفة جوهرية من بوليمر متعدد الأولفين والبوليمر المشكل لليفات إلى باثق.

وفيما يتعلق ببوليمر متعدد إستر مشكل لليفات، يتم خلط الخليط من متعدد الأولفـين ومتعدد الإستر بالصهر بعد توليفهما وبثقه تحت الضغط لتزويد خليط متجانس بصفة أساسـية من المكونين. ويفضل استخدام الضغوط التي تتراوح مـن حوالي ٤,٨ ميغاباسكال إلى حوالي ١٣,٨ ميغاباسكال (من حـوالـي ٧٠٠ إلى حوالي ٢٠٠٠ رطل/بوصة^{٢} مطلق) للحـصول على خليط متجانس من المكونات قبل البثق. ويدفع الخليط المصهور بالقوة بواسطة مغـزال الباثق عند درجة حرارة تتراوح بصفة جوهرية من ٢٤٠ إلى حوالي ٣٠٠°م خلال فتحـات

المغزال. وتكون درجة حرارة الباثق المستخدمة دالة للزوجة البوليمر المشكل لليفات في الخليط. فكلما كان البوليمر المشكل لليفات أكثر لزوجة، يكون من الضروري استخدام درجات حرارة بثق أعلى. وعلى سبيل المثال، عند استخدام نايلون ٦، يفضل أن تتراوح درجة حرارة البثق من حوالي ٢٥٠°م إلى حوالي ٢٩٠°م. وعند استخدام تيرفثالات متعدد الإثيلين polyethylene terephthalate، يفضل أن تتراوح درجة حرارة البثق من حوالي ٢٦٠°م إلى حوالي ٣٠٠°م تقريباً.

ويمكن استخدام الأشكال الواردة أعلاه لتوضيح أوجه أخرى للاختراع الراهن. فالشكل ١ يوضح فتحة شعرية capillary opening ١٠ لمغزال يمكن استخدامه في إنتاج خيوط لتحضير ألياف أو خيوط غزل وفقاً للاختراع. ويفضل أن يكون للفتحة الشعرية ١٠ شكل أنبوب شعري ثلاثي الفصوص. ويكون للفتحة الشعرية (١٠) تفرعات (١٢) ذات أطوال متساوية بصفة جوهرية بحيث يتدفق الخليط المصهور خلال الفتحة الشعرية (١٠) في التفرعات (١٢) مما يزيد معدل قص الخليط المصهور ويجعل الخيط يتخذ هيئة مقطع عرضي يكون عموماً ثلاثي الفصوص (١٤) كما هو موضح في الشكل ٢، أو هيئة مقطع عرضي دلتاوي الشكل (١٦)، كما هو مبين في الشكل ٣. وفي الشكلين ٢ و٣، يزود بوليمر متعدد الأولفين (١٨)، كتلة الخيوط مع الليفات المستطالة والموجهة طولياً (٢٠) المصنوعة من بوليمر مشكل لليفات المشتتة داخل الخيط وبشكل عام تكون مركزة نحو مركز الخيط.

ويُعد معدل قص المخلوط المصهور أثناء البثق عاملاً مهماً آخر في تطبيق الاختراع الراهن لتحقيق النتائج المثلى. وتفضل معدلات قص تتراوح بصفة جوهرية من حوالي ١٠٠٠ ث$^{-١}$ إلى حوالي ٥٠٠٠ ث$^{-١}$. وتحديداً يفضل أن يكون معدل قص في المدى الذي يتراوح من حوالي ٢٠٠٠ ث$^{-١}$ إلى حوالي ٤٠٠٠ ث$^{-١}$، وعلى وجه الخصوص يفضل معدل قص يتراوح في المدى من حوالي ٢٥٠٠ ث$^{-١}$ إلى حوالي ٣٨٠٠ ث$^{-١}$. ومن الممكن الحصول على معدل القص المفضل باختيار مجموعة من فتحات شعرية ذات أبعاد مناسبة ولها ترتيب ثلاثي الفصوص.

ومن الوسائط المهمة بصفة خاصة لأخذها بعين الاعتبار نسبة عمق أو طول (L) الممر الشعري بالنسبة لمتوسط القطر الهيدروليكي hydraulic diameter (D) للفتحة الشعرية ١٠ التي يدفع خلالها الخليط المصهور. وتتراوح نسبة D/L المفضلة في المدى من حوالي ٣ إلى حوالي ٣٠، اعتماداً على لزوجة بوليمر متعدد الأولفين والبوليمر المشكل لليفات واعتماداً

على معدل القص في الفتحة الشعرية ١٠. وعلى سبيل المثال، تستخدم نسبة D/L في المدى الذي يتراوح من حوالي ٦ إلى حوالي ١٠، لتقليل وجود الليفات إلى الحد الأدنى أو التخلص منها جوهرياً على سطح خارجي للخيوط. ويمكن زيادة قدرة الصباغة الفعالة للألياف باستخدام ملونات حمضية أو كاتيونية عن طريق استخدام نسبة D/L تتراوح من حوالي ١ إلى حوالي ٣. ووفقاً لذلك، تزيد نسبة D/L المختارة بشكل ملائم من تركيز البوليمر المشكل لليفات داخل مادة الأساس من بوليمر متعدد الأولفين وتقلل من متوسط قطر الليفات.

وفي حين أن الربط المقترن مع الاعتبارات النظرية ليس مرغوباً، إلا أنه يعتقد أن خصائص ألياف وخيوط الغزل وفقاً للاختراع تكون ناشئة جزئياً على الأقل عن تكوين الليفات المستطالة وغير المتصلة بصفة جوهرية في طور متصل من بوليمر متعدد الأولفين في موضع التفاعل. ويعتقد أن تكوين الليفات في موضع التفاعل يسهل بسبب عدم قابلية الامتزاج لمكونات الخليط وبواسطة قوى القص المسلطة على الخليط المصهور عندما يدفع خلال الفتحات الشعرية ١٠ للمغزال. ويساعد وجود مواد مساعدة للتوافق على زيادة قابلية السحب drawability والمقاومة الميكانيكية للسطح بين مادة الأساس من بوليمر متعدد الأولفين والبوليمر غير القابل للامتزاج.

وأثناء البثق، تتجمع الليفات المشكلة من البوليمر باتجاه يكون متحاذياً بصفة جوهرية طولياً، نحو مركز الفتحات الشعرية ١٠ للمغزال حيث تكون إجهادات القص هي الأضعف. وكنتيجة، تتبعثر الليفات المستطالة في طور متصل لمتعدد الأولفين، الذي يتركز قريباً من جدران الفتحات الشعرية للمغزال، حيث تكون إجهادات القص هي الأقوى. ويكون لليفات المصنوعة من متعدد الأميد و/أو متعدد الإستر و/أو الليفات المصنوعة من بوليمرات أخرى تكون غير قابلة للامتزاج مع بوليمرات متعدد الأولفين، المنتجة بواسطة إجهادات القص المصاحبة لمرور المادة عبر الفتحات الشعرية ١٠ قطراً في مدى يتراوح من جزء من الميكرون إلى بضع ميكرونات وطول يبلغ عدة عشرات من الميكرونات بينما يمكن أن يتراوح الطول الإجمالي للمقطع العرضي لكل جانب من الخيوط ثلاثية الفصوص أو التي على شكل دلتا المحتوية على الليفات من حوالي ١ إلى حوالي ٣ ملم. وبشكل نموذجي، يكون لليفات متوسط قطر يتراوح من حوالي ٠,١ ميكرومتر إلى حوالي ٥ ميكرومتر ومتوسط طول يتراوح من حوالي ١٠٠ ميكرومتر إلى حوالي ١٠٠٠ ميكرومتر، اعتماداً على اللزوجة ووسائط الغزل.

وعن طريق ظاهرة غير مفهومة بشكل كامل، ينمو بولمير متعدد الأولفين في طور متصل مزوداً مادة أساس تغلف لييفات البوليمر. ومن المفترض أن لييفات البوليمر تدعم مادة أساس البوليمر متعدد الأولفين بشكل مماثل للتدعيم المزود من قبل ليف زجاجي في راتنج حراري التلدن أو حراري التصلب. ووفقاً لذلك، تحسن لييفات البوليمر التي تكون أكثر رجوعية resilient من بوليمر متعدد الأولفين، رجوعية خيوط الغزل والألياف بالنسبة للألياف وخيوط الغزل من متعدد الأولفين التقليدية مما يزود مادة ممتازة لخيوط الغزل لأسطح السجاد، للمواد النسيجية ومواد التنجيد.

ويتمثل عامل أخر يعتقد بأنه يساهم في تشكيل اللييفات في مركز الخيط في الاختلاف في لزوجة الصهارة بين البوليمر متعدد الأولفين وأطوار البوليمر المشكل للييفات. ويمكن أن تؤدي لزوجة صهارة بوليمر متعدد الأولفين منخفضة إلى تدفق بوليمر متعدد الأولفين بسهولة أكثر عبر الفتحة الشعرية ١٠ عند جدرانها حيث يكون معدل القص هو الأعلى، بينما يتركز البوليمر المشكل للييفات، الأكثر لزوجة في مناطق من الفتحة الشعرية ١٠ تكون بعيدة عن الجدران. وعلى سبيل المثال، عند معدل قص يبلغ ٣٨٠٠ ث$^{-1}$، يكون لمتعدد البروبيلين لزوجة صهارة تبلغ حوالي ٢٤٠ بويز poises (٢٤ نيوتن.ثانية/م^{٢}) عند ٢٨٠°م، عند جدار الفتحة الشعرية. وتبلغ لزوجة الصهارة عند نفس درجة الحرارة ونفس معدل القص لمتعدد إستر، له لزوجة ذاتية تبلغ ٠,٦٤، ٢٦٠٠ بويز (٢٦٠ نيوتن.ث/م^{٢}) و ٧٨٠٠ بويز (٧٨٠ نيوتن. ث/م^{٢}) لمتعدد إستر له لزوجة ذاتية تبلغ ٠,٨١ عند ٢٨٠°م. ووفقاً لذلك، لإنتاج خيوط وفقاً للاختراع تحتوي على لييفات من متعدد الإستر في مادة أساس من بوليمر متعدد الأولفين، تكون النسبة بين لزوجة صهارة بوليمر متعدد الإستر ولزوجة صهارة بوليمر متعدد الأولفين بشكل مفضل في مدى يتراوح من حوالي ١:١٠ إلى حوالي ١:٤٠.

وعند معدل قص يبلغ ٢٥٠٠ ث$^{-1}$، يكون لمتعدد البروبيلين لزوجة صهارة تبلغ ٣٣٠ بويز (٣٣ نيوتن.ث/م^{٢}) عند ٢٦٠°، عند جدار الفتحة الشعرية. وتبلغ لزوجة الصهارة عند نفس درجة الحرارة ومعدل القص لنايلون ٦، له لزوجة نسبية تساوي ٢,٤، ٧٠٠ بويز (٧٠ نيوتن. ث/م^{٢}) و ١١٦٠ بويز (١١٦ نيوتن.ث/م^{٢}) للنايلون ٦ له لزوجة نسبية تساوي ٢,٧. ووفقاً لذلك، لإنتاج خيوط تحتوي على لييفات من متعدد الأميد في مادة أساس من بوليمر متعدد الأولفين، تتراوح النسبة بين لزوجة صهارة بوليمر متعدد الأميد ولزوجة صهارة بوليمر متعدد الأولفين بصفة جوهرية في المدى من حوالي ١:٢ إلى حوالي ١:٣.

وبعد الغزل، يتم سحب الخيوط مرة واحدة أو أكثر، ويفضل ثلاث مرات ومن ثم يتم نسجها إما بالغزل باستخدام منفث هواء ساخن أو منفث بخار ماء، ويمكن القيام بكل من السحب والنسج بعملية أحادية المرحلة أو ثنائية المرحلة، بالاعتماد على نوع المنتج النهائي المرغوب، مثل خيوط غزل BCF، خيوط غزل CF، خيوط غزل POY، خيوط غزل FDY، وتحدد الألياف الرئيسية مع الوسائط في صورة دالة للتسهيلات المحددة المستخدمة. ويمكن غزل، سحب ونسج الخيوط وفقاً للاختراع بشكل متواصل جوهرياً دون الحاجة لمعالجة وسيطة أو فترة زمنية من الانتظار. وبشكل بديل، يمكن استخدام فترة زمنية من الانتظار وسيطة بين خطوات الغزل، السحب و/أو النسج.

ولأغراض الحصول على خيوط غزل ملونة، يمكن أن يحتوي كل من المكونات التي تولّف لإنتاج خيوط الغزل وفقاً للاختراع على خضابات غير عضوية inorganic pigments أو صبغات كيميائية chemical dyes، أو يمكن صبغ خيوط الغزل أو الألياف تامة الصنع. وتشتمل الخضابات غير العضوية المفيدة، على سبيل المثال لا الحصر، على كادميوم زئبق cadmium mercury، برتقالي كادميوم زئبق cadmium mercury orange، أصفر كبريتيد الكادميوم cadmium sulfide yellow، كبريتوسلينيد الكادميوم cadmium sulfoselenide، ثاني أكسيد التيتانيوم titanium dioxide، أصفر التيتانيوم titanium yellow، أخضر التيتانيوم titanium green، أزرق التيتانيوم titanium blue، ألومينات الكوبلت cobalt aluminate، أزرق المنغنيز manganese blue، بنفسجي المنغنيز manganese violet، أحمر ألترامارين ultramarine red، أزرق ألترامارين ultramarine blue، بنفسجي ألترامارين ultramarine violet، وما شابه. وتشتمل الخضابات العضوية، على سبيل المثال لا الحصر، على أحمر ثابت ٢ب permanent red 2B، أحمر بيريلين perylene red، أحمر كيناكريدون quinacridone red، برتقالي ديازو diazo orange، أصفر ديازو diazo yellow، أيزوإندولينون isoindolinone، أصفر هنزا hansa yellow، أخضر فثالوسيانين phthalocyanine green، أزرق فثالوسيانين phthalocyanine blue، بنفسجي كيناكريدون quinacridone violet، بنفسجي دوبامين dopamine violet، وما شابه.

وتشتمل الأصباغ الكيميائية، على سبيل المثال لا الحصر، على أصباغ أحماض أحادية وثنائية معالجة بحمض الكبريتيك mono- and disulfonated acid dyes، بالإضافة إلى أصباغ ثلاثي فنيل ميثان triphenylmethane، بيرازولون pyrazolone، أزين azine، نترو nitro وكينولين quinoline. وعند استخدامها، يمكن أن تشتت أصباغ التخضب مسبقاً في تشغلية أساسية من

متعدد الأولفين قبل أن يتم بثق بوليمر متعدد الأولفين أو البوليمر المشكل للييفات، أو يمكن أن يتم إدخالها بعد عملية البثق باستخدام نظام باثق جانبي.

ونظراً لعدم إمكانية صبغ خيوط متعدد الأولفين النقي بشكل عام بأصباغ الأحماض الكيميائية أو الأصباغ الكاتيونية فإن أصباغ الخضب تستخدم أثناء تصنيع خيوط الغزل لإعطاء متعدد الأولفين لونه في عملية معروفة بـِ "الصباغة المحلولية". وتؤدي عملية الصباغة المحلولية إلى لون دائم يكون مقاوماً بدرجة عالية لأن يتلون أو يبهت بسبب الإشعاع فوق البنفسجي.

وبشكل مغاير للألياف وخيوط الغزل من متعدد الأولفين يمكن أن تصبغ الألياف وخيوط الغزل وفقاً للاختراع بالأصباغ المشتتة، بالإضافة إلى استخدام أصباغ الخضب أثناء التصنيع، وعند صبغها، وجد أن الألياف وخيوط الغزل وفقاً للاختراع تظهر خواص مقاومة للتلون مشابهة لألياف وخيوط الغزل من متعدد الأولفين.

وعلاوةً على ذلك، إذا كان البوليمر المشكل للييفات المستخدم مع متعدد الأولفين لصنع الخيوط عبارة عن متعدد أميد، فإنه يكون بالإمكان أيضاً صبغ خيوط الغزل وفقاً للاختراع باستخدام الأصباغ الحمضية والكاتيونية. إلا أنه يكون من المفضل استخدام خليط من صبغة حمضية وصبغة مشتتة لصبغ الخيوط. ويمكن أن يشتمل خليط الأصباغ على صبغة مشتتة بنسبة تتراوح من صفر إلى حوالي ٥٠% وعلى صبغة حمضية بنسبة تتراوح من حوالي ٥٠ إلى حوالي ١٠٠% بالوزن. وتكون صبغة مفضلة بصفة خاصة عبارة عن خليط من صبغة حمضية بنسبة تبلغ حوالي ٥٠% بالوزن وصبغة مشتتة بنسبة تبلغ حوالي ٥٠% بالوزن.

وإذا كان البوليمر المستخدم هو متعدد الإستر، فإنه يفضل استخدام صبغة متشتتة. وتستخدم الصبغات المتشتتة بشكل عام مع مائع حامل يكون متوافقاً مع الصبغة الخاصة. وتكون موائع حاملة مناسبة معروفة بالنسبة لأولئك المتمرسين في التقنية. ويمكن أن يتراوح من حوالي مقدار الصبغة الموجود في المائع الحامل المستخدم لصباغة الخيوط من حوالي ٠,١٥ إلى حوالي ٠,٧% من وزن الصبغة والمائع الحامل ويفضل أن يتراوح من حوالي ٠,٢ إلى حوالي ٠,٥% من وزن الصبغة والمائع الحامل.

ولصباغة الخيوط، يفضل أن تغسل أولاً بماء دافئ يحتوي عادة على قاعدة بنسبة تبلغ ٠,٥% بالوزن تقريباً مثل NaOH، KOH أو NH_3OH. وتتراوح درجة حرارة ماء الغسل

الدافئ من حوالي ٦٠°م إلى حوالي ٨٠°م ويجب أن تكون مرتفعة بما يكفي إزالة أي مادة متبقية من زيوت الإنهاء التي يمكن أن تكون على الخيوط.

وبعد الغسل، يفضل أن تصبغ الخيوط في حمام صباغة عند درجة حرارة تتراوح من حوالي ٩٠°م إلى حوالي ١٠٠°م لمدة ١٥ دقيقة على الأقل أو فترة زمنية أطول. ويمكن صباغة ليف أو خيط غزل منتج باستخدام خليط مؤلف من بوليمر متعدد أولفين وبوليمر متعدد إستر باستخدام صبغة متشتتة بنسبة تتراوح من حوالي ٠,٢ إلى حوالي ٠,٦% بالوزن عند نفس درجة الحرارة ونفس الضغط أو عند درجة حرارة تتراوح من حوالي ١١٥°م إلى حوالي ١٢٠°م، مع المحافظة على الصبغة تحت ضغط منخفض.

وعند استخدام بوليمر أساسه متعدد أميد مشكل لليف، أو أي بوليمر آخر يحتوي على مجموعات فعالة، مثل مجموعة الأمين NH_2 أو مجموعة الـ COOH–، فإنه يمكن صباغة خيوط الغزل الاصطناعية التي أساسها بوليمر متعدد الأولفين وفقاً للاختراع بواسطة صبغات حمضية أو كاتيونية فعالة، مع أو بدون صبغات متشتتة، باستخدام أنظمة ضغط عالي بضغوط تتراوح من حوالي ١ إلى حوالي ٥ بار. وفي هذه الحالة من الممكن تحقيق ثبات عالٍ للون الألياف وخيوط الغزل بالنسبة للغسل بالشامبو، عند التعرض للإشعاع فوق البنفسجي، الأوزون ozone والتي تتعرض لدرجات الحرارة لا تزيد عن حوالي ١٠٠°م.

المثال ١

تم تقييم نوعين من بوليمر متعدد بروبيلين في خليط متوالف جاف يحتوي على كريات من النايلون ٦ بنسبة ١٥% بالوزن لها لزوجة نسبية تساوي ٢,٧ (من نوع BS-700 متوفر من بي إيه إس إف كوربوريشن BASF Corporation) وكريات من متعدد بروبيلين بنسبة ٨٥% بالوزن لها دليل صهارة melt index يساوي ٢٠ (5-1466 متوفر من يونيون كاربيد كوربوريشن Union Carbide Corporation) وكريات من متعدد بروبيلين لها دليل صهارة يساوي ٩ (5E40 متوفر من يونيون كاربيد كوربوريشن). وتراوحت نسبة التبلورية crystallinity ratio للكريات من 5E40 من ٥٠ إلى ٥٥%. وغذي الخليط المتوالف الجاف من قادوس تغذية feed hopper مباشرة إلى باثق صهر على الساخن مقاسه ٣,٨١ سم (١,٥ بوصة) حيث حصل على خليط مصهور متجانس. وتكون جزء متعدد البروبيلين بنسبة ٨٥% بالوزن من ركازة ذات لون بيج بنسبة ٤% بالوزن (SCC-13524 متوفر من ستاندريج كالار كوربوريشن Standridge Color Corporation) وأنهيدريد الماليك maleic anhydride المضاف

بالتطعيم بنسبة ٢% بالوزن (POLYBOND 3200 متوفر من يونيرويال كيميكال كمبني Uniroyal Chemical Company). ومن ثم ضخ الخليط المصهور خلال مجموعة من الغرابيل لإزالة أي جسيمات يزيد حجمها عن ٢٠ ميكرون. وضخ الخليط المغربل في مغزال به ٦٧ فتحة شعرية ثلاثية الفصوص لتشكيل خيوط. وبلغ طول القائمة لكل وعاء شعري ثلاثي الفصوص ٠,٠٥٢٠٧ سم (٠,٠٢٠٥ بوصة) وبلغ عرض القائمة له ٠,٠٢٠٣٢ سم (٠,٠٠٨ بوصة). وبلغ معدل البثق ٠,١١٣٢٥ كغم/ساعة (٠,٢٥ رطل لكل ساعة) لكل فتحة شعرية عند ٢٦٠°م، الأمر الذي أدى إلى الحصول على معدل قص يساوي ٣٢٤٥ ث$^{-1}$. وتم غزل خيوط الغزل المستخدمة في السجاد من خيوط مشكلة بهذه الكيفية في عملية ذات خطوة واحدة. وتم السحب بالغزل باستخدام ظروف بثق لنايلون ٦ عند ١٢٠٠ م/دقيقة. وتم غزل الخيوط التي لها شكل ثلاثي الفصوص عند وزن مقداره ٣٩٠٠ غم لطول بلغ ٩٠٠٠ م للخيوط (دنيرة) لكل ٦٧ خيط عند درجة حرارة بلغت ٢٥٦°م. وتم سحب خيوط الغزل ثلاث مرات عند ١٢٥°م وتم تكوين بنيتها بواسطة النفث بالهواء الساخن عند ١٥٠°م. ونتج عن السحب خيوط غزل منسوجة لها وزن مقداره ١١٥٠ غم لطول بلغ ٩٠٠٠ م للخيوط (دنيرة) لكل ٦٧ خيط. وكانت نسبة الارتخاء relaxation ratio ١:٠,٧١ واستهدف وزن للسحب مقداره ١١٥٠ غم لطول بلغ ٩٠٠٠ م للخيوط (دنيرة) لكل ٦٧ خيط. وتذكر الخصائص الفيزيائية لخيوط الغزل المصنوعة وفقاً لهذه العملية وخيوط الغزل المقارنة في الجدول ١ التالي.

الجدول ١

رقم الاختبار	الوصف	الوزن بالغرامات لطول مقداره ٩٠٠٠ م من الخيوط	المتانة		استطالة الكسر (%)	نسبة الحجم في الهواء (%) (عند ١٢٥°م)
			غم/دنيرة	غم/ديسي تكس		
١	العينة الضابطة من PP (5E40)	١١٥٢	٢,٧	٢,٤٠	١٢٢	٢١
٢	العينة الضابطة من PP (5-1466)	١١٤٨	٢,٥	٢,٢٥	١١٥	١٧
٣	PP بنسبة ٨٥% بالوزن (5-1466) و PA بنسبة ١٥% بالوزن (-BS 700)	١١٤٧	٢,٥	٢,٢٥	٦٤	١٦

٤	PP بنسبة ٨٥% بالوزن (SE40) و PA بنسبة ١٥% بالوزن (BS-700)	١١٤٥	٢,٨	٢,٥٠	٧٤	١٨
٥	العينة الضابطة من PA (BS-700)	١١٤٩	٣,٢	٢,٩٠	٨٨	١٧

وكما هو مبين بالأمثلة المذكورة سابقاً، أظهرت مخاليط من متعدد البروبيلين والنايلون بصفة جوهرية استطالة أقل بالمقارنة مع البوليمرات النقية من متعدد البروبيلين أو النايلون في حين كانت الخصائص الأخرى للألياف متماثلة جوهرياً. وأظهرت الألياف المحضرة باستخدام النايلون ٦ ومتعدد البروبيلين الذي له دليل صهارة مقداره ٩ أعلى متانة واستطالة كسر للبوليمرات المختلطة.

المثال ٢

أنتجت خيوط غزل لأسطح السجاد من الألياف المتشكلة في المثال ١. ولغرض تشكيل خيوط غزل ملائمة لأسطح السجاد، تم فتل ١١٥٠ غم/٩٠٠٠ م من الخيوط (دنيرة) لخيوط من متعدد بروبيلين/نايلون (PA/PP) وتم معالجتها بالحرارة. وبلغ معدل فتل الخيوط ٤,٢٥ × ٤,٢٥ دورة لكل لفة turn per inch (tpi) وعولجت خيوط الغزل بالحرارة بواسطة صندوق حشو من نوع سوبربا SUPERBA stuffer box عند درجة حرارة للنفق tunnel temperature بلغت ١٣٢°م لعينة ضابطة من متعدد بروبيلين و ١٢١°م لعينة ضابطة من النايلون.

وحالما تم فتل خيوط الغزل وفقاً للاختراع ومعالجتها بالحرارة، فإنه يتم تخصيلها بالنسج على نول عريض على شكل عقد وبرية مقطعة تزن ٧٩٣,٧٨٦ غم (٢٨ أونصة) بها ٢٤ غرزة وارتفاعها ١,٦٦٦٩ سم (٢١/٣٢ بوصة). وتذكر قيم تقييم الأرضية المصنوعة من خيوط الغزل في الجدول ٢ التالي. وتم تقييم الأرضية المصنوعة من خيوط الغزل بعد المرور عليها ٢٠٠٠٠ مرة.

الجدول ٢

رقم الاختبار	الوصف	تقييم الأرضية
١	العينة الضابطة من PP (5E40)	٢,٠٠
٢	العينة الضابطة من PP (5-1466)	١,٧٥
٣	PP بنسبة ٨٥% بالوزن (5-1466)	٢,٢٥

	و PA بنسبة ١٥% بالوزن (BS-700)	
٤	PP بنسبة ٨٥% بالوزن (5E40) و PA بنسبة ١٥% بالوزن (BS-700)	٣,٢٥
٥	العينة الضابطة من PA (BS-700)	٢,٧٥

وكما هو مبين بالمقارنات السابقة، أظهر السجاد المشكل من الألياف من PA/PP تقييماً للأرضية بنسبة تراوحت من ٢٩ إلى ٦٢% وفقاً لكاربيت ريسريتش إنستيتيوت Carpet Research Institute (CRI) بشكل أفضل من خيوط الغزل المصنوعة من متعدد بروبيلين نقي وأظهر الاختبار ٤ تقييماً للأرضية المصنوعة من خيوط الغزل بنسبة بلغت ١٨% بشكل أفضل من خيوط الغزل المصنوعة من النايلون النقي.

المثال ٣

أجريت اختبارات الغزل spinning tests باستخدام أنواع مختلفة من متعدد بروبيلين (PP)، وبالتحديد UC 1465 و UC 5E40 متوفر من شركة يونيون كاربيد Union Carbide و XA16 متوفر من شركة أموكو Amoco. وغذي متعدد البروبيلين المختار والنايلون ٦ بلزوجة نسبية تساوي ٢,٧ (AQ 27000 من أكوافيل)، بشكل منفصل بواسطة قادوسين hoppers اثنين داخل الباثق في مصنع الغزل لإنتاج خيوط غزل BCF لأسطح السجاد. وأدخل معزز للتوافق أساسه متعدد بروبيلين، يحتوي علتى أنهيدريد الماليك المطعم مسبقاً بجزيء متعدد البروبيلين (PP-AM) بواسطة قادوس ثالث في نظام البثق. واستخدم باثق جرعة لولبي قياسي من النوع بارماج standard Barmag metering screw أثناء الاختبارات.

واستخدم مغزال به ٦٤ فتحة، له نسبة D/L تساوي ٣، بمعدل قص بلغ حوالي ٢٩٠٠ ث$^{-1}$ عند الفتحة الشعرية. وتذكر مخاليط من البوليمرات في الجدول ٣. وقبل تغذية الباثق، جفف كل من النايلون ٦ (PA6) و PP-AM. وكان محتوى الرطوبة في PA6 ٣٠٠ جزء في المليون.

وأجريت عملية البثق في باثق جرعة لولبي قطره ٦,٣٥ سم (٢,٥ بوصة). وضخ الخليط المصهور في مجموعة من الغرابيل لإزالة أي جسيمات حجمها أكبر من ٣٠ ميكرون، وضخ الخليط المغربل في مغزال به ٦٤ فتحة ثلاثية الفصوص. ومن ثم سحبت خيوط الغزل بنسبة سحب drawing ratio بلغت ٤ وتم تكوين بنيتها بواسطة هواء ساخن عند ١٣٠°م. وأجريت العملية عند سرعة سحب drawing speed بلغت ٢٢٠٠ م/دقيقة. وكان تعداد خيوط

الغزل النهائي ١٣٣٠ ديسي تكس. وتذكر خصائص خيوط الغـزل فـي الجـدول ٣ التـالي وتوضح متانة tenacity خيوط الغزل في الشكل ٤.

الجدول ٣

نوع البوليمر	نسبة PP (% بالوزن)	نسبة PA6 (% بالوزن)	نسبة -PP AM (% بالوزن)	المتانة (غم/ديسي تكس)	استطالة الكسر (%)	الحجم في الهواء (عند ١٣٠°م)
AQ2700	صفر	١٠٠	صفر	٢,٦٣	٦٦	-
PP A (UC 1465)	١٠٠,٠	صفر	صفر	١,٥٥	١١٥	١٢,١
PP A (UC 1465)	٨٢,٣	١٥	٢,٨	١,٨٠	٦٥	٨,٩
PP B (UC 5E40)	١٠٠,٠	صفر	صفر	٢,١٥	٦٦	-
PP B (UC 5E40)	٨٣,٠	١٥	٢	٢,٣٥	٥٥	-
PP B (UC 5E40)	٨٤,٠	١٥	١,٠	٢,٣٦	٤٧	-
PP C (XA16)	١٠٠,٠	صفر	صفر	٢,٢٠	٩٦	١٣,١
PP C (XA16)	٨٣,٠	١٥	٢	٢,٤٥	٦٠	٩,٣

وأجري اختبار مقارن باستخدام نفس المغزال باستخدام بوليمر PA 6 نقي. وأظهرت النتائج أنه بغض النظر عن متعدد البروبيلين المختار، تتحقق قيم المتانة المرتفعة عن طريق تصنيع خيوط الغزل وفقاً للاختراع، كما هو مثبت في الشكل ٤. وعلاوة على ذلك، تم إنتاج خيوط غزل لها ثبات بعدي dimensional stability مرتفع بعد المعالجة الحرارية عند ١٣٠°م في الهواء.

المثال ٤

أنتجت خيوط الغزل بخلط متعدد البروبيلين (PP) (UC 5E40 من شركة يونيون كاربيد) والنايلون ٦ (PA) (AQ 27000 من شركة أكوافيل) باستخدام مقادير متفاوتة من PA وPP وتعدادات مختلفة. وتبين النتائج في الجدول ٤ التالي.

الجدول ٤

رقم الاختبار	التعداد (ديسي تكس)	نسبة PP (% بالوزن)	نسبة PA6 (% بالوزن)	نسبة PP- AM (% بالوزن)	المتانة (غم/ديسي تكس)	استطالة الكسر (%)	الحجم في الهواء (عند ١٣٠°م)
١	١٣٣٠	١٠٠	صفر	صفر	٢,٢٠	٩٦	١٣,١
٢	١٣٣٠	٨٣	١٥	٢	٢,٤٥	٦٠	٩,٣
٣	١٣٣٠	١٠٠	صفر	صفر	٢,٢٠	٩٦	١٣,١
٤	١٣٣٠	٨٣	١٥	٢	٢,٤٥	٦٠	٩,٣
٥	١٠٢٠	٨٥	١٥	٢	٢,٣٥	٧٤	١٠,١
٦	١٧٢٩	٨٣	١٥	٢	٢,٣٥	٥٧	١٠,٢
٧	١٣٣٠	٧٨	٢٠	٢	٢,٣٥	٥٨	٩,٦
٨	١٣٣٠	٧٣	٢٥	٢	٢,٣٠	٥٦	٩,٥
٩	١٣٣٠	٦٣	٣٥	٢	٢,٢٠	٦١	٩,٢

وأثبتت النتائج المبينة أعلاه أن الخصائص الفيزيائية لخيوط الغزل التي تم إنتاجها وفقاً للاختراع لا تتغير بشكل كبير مع تركيز المكونات. وأثبتت المخاليط المبينة في الجدول ٤ أنه يمكن استخدام خيوط الغزل التي تم إنتاجها وفقاً للاختراع في مدى واسع من التراكيب.

المثال ٥

لتقييم فاعلية خيوط الغزل الاصطناعية لأسطح السجاد، تم تصنيع خيوط الغزل 1330/64 المتشابكة على شكل أزواج باستخدام الهواء. وخصلت خيوط الغزل بواسطة آلة تخصيل tufting machine عند مقاس بلغ ٠,٢٥٤ سم (١/١٠ بوصة)، بعقد وبرية ارتفاعها ٥ ملم وبنيتين مختلفتين، للحصول على كثافة للعقد الوبرية تساوي ٤٥٠ و٥٥٠ غم/م^2. وصبغ السجاد في حمام يستخدم صبغات متشتتة (صبغات متشتتة من نوع ديستار Dystar) وأخضع لاختبار عجلة الكرسي castor chair واختبار فيترمان درم Vetterman Drum. وأعطى اختبار فيترمان درم نتائج مماثلة للبلى وفقاً للجمعية الأمريكية لاختبار المواد America Society for Testing Materials (ASTM) البند D5417. وتم تحديد درجة البلى التي تظهرها العينات بواسطة التقييم البصري بالنسبة لمعايير فوتوغرافية للبلى من ذي كاربيت آند رغ إنستيتيوت The Carpet and Rug Institute (CRI) (المقياس المرجعي لـ CRI متوفر من

CRI، ص.ب. ٢٠٤٨، دالتون، جورجيا، الولايات المتحدة الأمريكية). ويكون لكل نوع من الأنواع الشائعة لتركيب السجاد مجموعة مقابلة من الأمثلة الفوتوغرافية لعينات غير بالية وعينات بالية. وتراوحت مستويات البلى من ٥ إلى ١، حيث يمثل الرقم ٥ بلى غير مرئي ويمثل الرقم ١ بلى كثير.

وتم تحديد نتائج اختبار عجلة الكرسي واختبار فيترمان درم على سجاد ذي كثافة تقع بين ٤٥٠ و٥٥٠ غم/م^{٢} مصنوع من خيوط غزل محضرة وفقاً للاختراع قورنت مع السجاد المصنوع باستخدام خيوط غزل تتكون من النايلون ٦ (PA) بنسبة ١٠٠% بالوزن وPP بنسبة ١٠٠% بالوزن يكون لها نفس الخصائص. وتظهر النتائج في الجدول ٥ كدالة لكثافة السجاد ولنوع البوليمر.

الجدول ٥

البوليمر	PA بنسبة ١٠٠% بالوزن		PP بنسبة ١٠٠% بالوزن		PP بنسبة ٨٥% بالوزن PA بنسبة ١٥% بالوزن	
كثافة العقد الوبرية للسجادة (غم/م^{٢})	٤٥٠	٥٥٠	٤٥٠	٥٥٠	٤٥٠	٥٥٠
مستوى البلى وفقاً لتقدير فيترمان ٥٠٠٠	٢,٥	٣	٢	٢	٢,٥	٢,٥
مستوى البلى وفقاً لتقدير فيترمان ٢٢٠٠٠	٢,٥	٢,٥	١,٥	٢	٢	٢
مستوى البلى وفقاً لتقدير عجلة الكرسي النهائي	١,٨٨	١,٨٨	١,٨٨	١,٨٨	١,٨٨	١,٨٨

وكما هو مبين في المقارنة أعلاه، يكون سلوك البلى لخيوط الغزل المحضرة وفقاً للاختراع أفضل منه لخيوط الغزل من PP النقي وهو مماثل لسلوك السجاد المصنوع من النايلون ٦ النقي.

المثال ٦

تم غزل خليط يحتوي على نايلون ٦ بنسبة ٢٠% بالوزن ومعزز للتوافق بنسبة ٣% بالوزن باستخدام مغازيل مختلفة يتميز بنسبة D/L تتراوح من ٢ على ١٥. وصنعت المغازيل بمقاسات مختلفة، للحفاظ على معدل قص ثابت بلغ حوالي ٢٩٠٠ ث$^{-1}$. وكانت خصائص الغزل لخيوط الغزل BCF-١٣٣٠ ديسي تكس/٦٤ خيط مماثلة لتلك في المثال ٣.

وبعد الغزل، أجري تحليل فلزي metallographic analysis لتقييم توزيع النايلون ٦ في الخيوط. وتم تحليل سطح الخيوط باستخدام مجهر إلكتروني ماسح scanning electronic microscope (SEM) من نوع جويل Jeol في مختبرات جامعة ترنتو، في إيطاليا، قبل وبعد الغمر في حمض الأسيتيك acetic acid لإزالة النايلون ٦ من السطح الخارجي لخيوط الغزل. وتبين الصور المجهرية photomicrographs في الأشكال من ٥ إلى ٨ مقدار النايلون ٦ الموجود على السطح الخارجي للخيوط المتاح للصباغة أو التلوث على شكل فراغات أو ثقوب قاتمة أذيب فيها النايلون ٦ بواسطة الحمض من سطح الخيوط لكل من نسب D/L المستخدمة.

وتبين نتائج التحليل المنجزة على خيوط BCF الناتجة على الترتيب باستخدام نسب D/L تساوي ٢، ٣، ٦ و١٥ أن مقداراً كبيراً من بوليمر النايلون ٦ يتواجد على السطح الخارجي للخيوط لنسبة D/L تقل عن ٣. وعند نسبة D/L تساوي ٣ أو أكثر، لا يحتوي سطح الخيوط بشكل جوهري على النايلون ٦.

المثال ٧

تم غزل خليط وفقاً للمثال ١، إلا أنه كان لخيوط الغزل مقطع عرضي دلتاوي الشكل بدلاً من الشكل ثلاثي الفصوص. واستخدمت دفعة رئيسية أساسها متعدد بروبيلين لإنتاج خيوط غزل مصبوغة بمحلول، حيث استخدمت ركازات باللون البيج والأسود. وكان للخليط التركيب التالي: متعدد البروبيلين (PP) بنسبة ٧٢% بالوزن، نايلون ٦ (PA6) بنسبة ٢٠% بالوزن، متعدد البروبيلين مع إدخال أنهيدريد الماليك (PP-AM) بالتطعيم بنسبة ٦% بالوزن، ركازة لونية بنسبة ٢% بالوزن. وتم بثق خيوط الغزل BCF عبر مغزال به ثقوب لها مقطع عرضي دلتاوي الشكل. وبلغ معدل القص في المغزال ٢٩٠٠ ث$^{-1}$ وكانت نسبة D/L للمغزال ٣. وكانت سرعة السحب للغزل ٢٥٠٠ م/دقيقة. وتمت عملية النسج بوجود هواء ساخن عند ١٣٠°م. وكانت نسبة السحب ٤,٥. وبعد الغزل، كان لخيوط الغزل الناتجة تعداد يساوي

٦٥٠ ديسي تكس بـــ ٣٠ خيط. وكان لخيوط الغزل متانة تساوي ٣,٣٥ غم/ديسي تكس (٣,٧ غم/دنيرة)، باستطالة كسر تساوي ٤٥% وزيادة في المتانة بلغت ١٥% بالنسبة لخيوط الغزل المصنوعة من متعدد البروبيلين بنسبة ١٠٠% بالوزن.

وصبغت خيوط الغزل باستخدام آلة من نوع أهيبا Ahiba التي تستخدم صبغة متشتتة عند ٩٥°م لمدة ٣٠ دقيقة. وبعد ذلك تم تحديد ثبات اللون بعد الغسل. وتم الغسل لمدة ٣٠ دقيقة باستخدام محلول في ماء مع شامبو تجاري له درجة حموضة تساوي ٧. وسجلت درجة الحرارة التي بدأ عندها اللون بالتغير. وأظهرت النتائج أن تغيرات لونية طفيفة فقط تحدث عندما يتم الغسل عند درجات حرارة أعلى من ٨٥°م.

المثال ٨

تم غزل خليط تبعاً للوصف المذكور في المثال ٧ لإنتاج خيوط غزل مصبوغة بمحلول، حيث استخدمت ركازات باللون البيج والأسود. وكان للخليط التركيب التالي: PP بنسبة ٧٢% بالوزن، PA6 بنسبة ٢٠% بالوزن، PP-AM بنسبة ٦% بالوزن، ركازة لونية بنسبة ٢% بالوزن. وتم بثق خيوط الغزل BCF عبر مغزال به ثقوب لها مقطع عرضي دلتاوي الشكل. وبلغ معدل القص في المغزال ٢٩٠٠ ث$^{-1}$ وكانت نسبة D/L للمغزال ٣. وكانت سرعة السحب للغزل ٢٥٠٠ م/دقيقة. وتمت عملية النسج بوجود هواء ساخن عند ١٣٠°م. وبلغت نسبة السحب ٤,٥. وبعد الغزل، كان لخيوط الغزل الناتجة تعداد يساوي ٦٥٠ ديسي تكس بـــ ٣٠ خيط.

وكان لخيوط الغزل متانة تساوي ٣,٠٥ غم/ديسي تكس (٣,٤ غم/دنيرة)، باستطالة كسر تساوي ٤٥% وزيادة في المتانة بلغت ١٥% بالنسبة لخيوط الغزل المصنوعة من متعدد البروبيلين بنسبة ١٠٠% بالوزن.

وتم نسج خيوط الغزل للاستخدام في صناعة التنجيد، أغطية الأرضية، أغطية المقاعد، الملابس والرقعات. وقد أنتجت كثافات متعددة للقماش وفقاً للتطبيق الأخير.

وتم تمييز مقاومة البلى لقماش له كثافة تساوي ١١,٦ خيوط غزل/سم، بكثافة كلية تساوي ٤٥٤ غم/م^2؛ وكان محتوى سداة النسيج warp ٤٦,٦%، بكثافة لخيوط لحمة متبقية تساوي ٥٣,٣%. واختبرت مقاومة التآكل abrasion resistance للقماش باستخدام فرشاة نايلون بقوة تساوي ٠,٨ كغم/سم^2 وقورنت بمقاومة قماش معياري أساسه متعدد الإستر تم تصنيعه باستخدام نفس الكثافة بعد نفس نوع الاختبار. وأوقف اختبار قماش متعدد الإستر بعد ٢٥٠٠

دورة، وبعد ١٠٠٠٠ دورة لخيوط الغزل وفقاً للاختراع. وتبين النتائج في الشكل ٩أ (لقماش من متعدد الإستر بعد ٢٥٠٠ دورة تنظيف بالفرشاة) وفي الشكل ٩ب (لقماش مصنوع من ألياف وفقاً للمثال ٨ بعد ١٠٠٠٠ دورة تنظيف بالفرشاة).

المثال ٩

صنعت خيوط الغزل الاصطناعية وفقاً للاختراع باستخدام وحدة غزل من نوع POY. وخلط خليط من PP بنسبة ٨٣% بالوزن، PA6 بنسبة ١٥% بالوزن، PP-AM بنسبة ٢% بالوزن تمهيدياً وغذي إلى باثق بعد التجفيف إلى رطوبة أقل من ٣٠٠ جزء في المليون. وقد أنجز الغزل بثلاث سرعات (٢٠٠٠ م/دقيقة، ٢٥٠٠ م/دقيقة، و٣٠٠٠ م/دقيقة). وأنتجت خيوط الغزل POY 100/24. وتبين الخصائص الميكانيكية الناتجة لـ POY في الجدول التالي. وبعد الغزل، تم تصنيع FDY. وطبقت نسبة سحب تساوي ١,٣٧٤، باستخدام درجة حرارة جندرة godet temperature تساوي ٦٠°م. وأظهرت النتائج في الجدول ٦.

الجدول ٦

سرعة غزل POY	٢٠٠٠ م/دقيقة	٢٥٠٠ م/دقيقة	٣٠٠٠ م/دقيقة
ديسي تكسPOY	٩٩,٩	٩٩,٦	٩٩,١
متانة POY-سنتي نيوتن/ديسي تكس	١,٢٢	١,٣٣	١,٤٩
نسبة استطالة الكسر في POY-%	٢٧٩,٣١	٢٤٩,٤٦	٢١٤,٧٧
نسبة السحب ١,٣٧٤			
ديسي تكسFDY	٧٥,٥	٧٧,١	٧٨,٣
متانة FDY-سنتي نيوتن/ديسي تكس	١,٦٦	١,٦٧	١,٨٥
نسبة استطالة الكسر في FDY-%	١٨٦,٢	١٦٨,٩	١٥٢,٩
نسبة السحب ١,٧٤١			
ديسي تكسFDY	٥٦	٥٧,١	٥٧,٩
متانة FDY-سنتي نيوتن/ديسي تكس	٢,٢٣	٢,٤٣	٢,٧٥
نسبة استطالة الكسر في FDY-%	٧٤,٣	٦٨,٧	٦٤,٣

وتميزت فاعلية خيوط الغزل الاصطناعية وفقاً للاختراع بدلالة الرجوعية resilience والخصائص الميكانيكية كدالة لدرجة الحرارة عند درجة حرارة عالية وقورنت بفاعلية نفس خيوط الغزل المصنعة باستخدام PP بنسبة ١٠٠% بالوزن. كما أختبر أثر المعالجة الحرارية.

وتم تقييم رجوعية خيوط الغزل باستخدام اختبارات مخبرية، بتشويه خيوط الغزل وتقييم قابليتها لاستعادة شكلها الأصلي عند عدم تسليط بعد ذلك. وأجريت الاختبارات عند درجة حرارة الغرفة وعند درجات حرارة عالية. وفي الاختبارات التي أجريت باستخدام جهاز دينامي في جامعة ترنتو، قسم المواد، أخضعت خيوط الغزل لتشوه أقصى بلغ ١٦ ملم عند تردد بلغ ٥ هز. ولاختبار خيوط الغزل، طبق حمل ساكن static load يساوي ٠,٠٥ نيوتن/ديسي تكس على خيط مفرد. وتم تحقيق تأثير درجة الحرارة برفع درجة الحرارة أثناء الاختبار بمعدل بلغ ٣°م/دقيقة. وتبين النتائج في الشكل ١٠ لخيوط غزل من النوع FDY مصنعة عند سرعة بلغت ٣٠٠٠ م/دقيقة. ويبين المنحنى (أ) سلوك خيوط الغزل وفقاً للاختراع المنتجة باستخدام PP بنسبة ٨٣% بالوزن وPA بنسبة ١٥% بالوزن، بينما يبين المنحنى (ب) سلوك نفس خيوط الغزل بعد معالجة حرارية عند ١٣٠°م لمدة ٥ دقائق. وبالمقارنة، يدل المنحنى (جـ) على تشوه خيوط الغزل المصنوعة من PP نقي بدون معالجة حرارية ويدل المنحنى (د) على ذلك مع نفس المعالجة الحرارية عند ١٢٥°م لمدة ٥ دقائق.

ويوضح الشكل ١٠ أن خيوط الغزل المصنوعة وفقاً للاختراع (المنحنى أ) تظهر احتفاظاً بالشكل أعلى بكثير عند درجة حرارة الغرفة بالمقارنة مع خيوط الغزل المصنوعة من PP بنسبة ١٠٠% بالوزن (المنحنى جـ)، الذي بدأ بالتشوه اللاعكوس فوق -٢٠°م، أي، فوق درجة حرارة التحول الزجاجي الخاصة به. وعند ٢٥°م، كان تشوه خيوط الغزل وفقاً للاختراع أقل من ٣%، مما يدل على رجوعية ممتازة، بينما تم وصول خيوط الغزل المصنوعة من PP بنسبة ١٠٠% بالوزن إلى ٣٠% من التشوه الدائم.

كما أبرزت الاختبارات الخصائص الميكانيكية لخيوط الغزل المصنوعة وفقاً للاختراع التي تكون أفضل بكثير حتى عند درجات الحرارة العالية. ويكون التشوه الدائم لخيوط الغزل المصنوعة وفقاً للاختراع عند ٥٠°م في الواقع فقط ١٠% تقريباً، وفقط ٢٠% (المنحنى ب) عند إنجاز معالجة حرارية عند ١٣٠°م لمدة ٥ دقائق. وبالمقابل لوحظ تشوه يزيد عن ٦٠% لخيوط الغزل المصنوعة من PP نقي (المنحنى جـ)، بزيادة نسبتها ١٠٠% إذا أخضعت خيوط الغزل لمعالجة حرارية (المنحنى د).

وتتضمن أمثلة على استخدام خيوط غزل مصنوعة وفقاً للاختراع، على سبيل المثـــال لا الحصر: الملابس الداخلية، ملابس التنزه، الملابس الرياضية، الملابس الترفيهية، الجوارب، الملابس الخارجية، الأسلاك، المرشحات المستخدمة في الصناعة الكيميائية.

عناصر الحماية

١- طريقة تستخدم لتصنيع ألياف fibers وخيوط غزل yarns لها وزن مقاس بالغرامات لكل ٩٠٠٠ متر من الخيوط filament (حجم مقاس بوحدة دنيرة لكل خيط denier per filament (dpf)) يتراوح من حوالي ١ حوالي ٣٠ وخواص ميكانيكية محسنة، حيث تتضمن:

موالفة ما يتراوح من حوالي ٥٥ إلى حوالي ٩٥% بالوزن من بوليمر متعدد الأولفين polyolefin وما يتراوح من حوالي ٥ إلى حوالي ٤٥% بالوزن من بوليمر مشكل لليفات fibril forming polymer لتزويد خليط من متعدد أولفين polyolefin والبوليمرات المشكلة لليفات، بحيث يكون البوليمر المشكل لليفات المذكور قابلاً للامتزاج مع بوليمر متعدد الأولفين polyolefin المذكور؛

نقل الخليط إلى جهاز بثق صهارة على الساخن hot-melt extruder لتزويد مزيج مصهور متجانس بصفة جوهرية من متعدد أولفين polyolefin والبوليمرات المشكلة لليفات،

دفع المزيج المصهور قسرياً خلال معزال spinneret له نسبة طول إلى قطر length to diameter (D/L) تتراوح من حوالي ٣ إلى ٣٠ عند معدل قص shear rate يتراوح من حوالي ١٠٠٠ إلى حوالي ٥٠٠٠ ثانية$^{-1}$ لتزويد ليف يحتوي على مادة أساس من متعدد أولفين polyolefin ولليفات غير متصلة جوهرياً مستطالة من البوليمر المشكل لليفات مشتتة في مادة الأساس من متعدد الأولفين polyolefin، بحيث يخلو سطح خارجي للألياف من الليفات بشكل جوهري.

٢- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١ حيث يختار البوليمر المشكل لليفات fibril forming polymer من المجموعة التي تتكون من بوليمرات متعدد الأميد polyamide polymers وبوليمرات متعدد الإستر polyester polymers.

٣- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١ حيث يشتمل بوليمر متعدد الأولفين polyolefin على متعدد بروبيلين polypropylene.

٤- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١ حيث يشتمل الخليط على بوليمر مشكل للييفات fibril forming polymer بنسبة تتراوح من حوالي ١٥ إلى حوالي ٣٠% بالوزن.

٥- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١ حيث تتراوح نسبة طول إلى قطر length to diameter (D/L) من حوالي ٦ إلى حوالي ١٠.

٦- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١ حيث يشتمل الخليط المكون من متعدد الأولفين polyolefin والبوليمرات المشكلة لليفات fibril forming polymers على مادة موافقة compatibilizer من متعدد الأولفين polyolefin بنسبة تتراوح من حوالي صفر إلى حوالي ٢٠% بالوزن تختار من المجموعة التي تتضمن متعدد بروبيلين مضاف إليه مجموعة ماليات maleated polypropylene، بوليمر إسهامي من إثيلين مضاف إليه مجموعة ماليات maleated ethylene/بروبيلين propylene، بوليمر اسهامي من ستيرين مضاف إليه مجموعة ماليات maleated styrene/بيوتادايين butadiene/ستيرين styrene، بوليمر إسهامي من ستيرين مضاف إليه مجموعة ماليات maleated styrene/إثيلين ethylene/بيوتاديين butadiene/ستيرين styrene، بوليمر إسهامي من إثيلين مضاف إليه مجموعة ماليات maleated ethylene/بروبيلين propylene/مونمر دايين diene ومطاط من إثيلين مضاف إليه مجموعة ماليات maleated ethylene/بروبيلينpropylene.

٧- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ٦ حيث تشتمل كذلك على تجفيف بوليمر متعدد الأولفين polyolefin والبوليمر المشكل لليفات fibril forming polymer ومادة موافقة compatibilizer لتزويد مزيج يحتوي على رطوبة بنسبة تقل عن حوالي ٥٠٠ جزء في المليون.

٨- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١ حيث تشتمل كذلك على تجفيف بوليمر متعدد الأولفين polyolefin والبوليمر المشكل لليفات fibril forming polymer لتزويد مزيج يحتوي على رطوبة بنسبة تقل عن حوالي ٥٠٠ جزء في المليون.

٩- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١ حيث تشتمل كذلك على صبغ الألياف باستخدام صبغة

مشتتة dispersed dye، صبغة متفاعلة reactive dye أو مزيج منهما لتزويد ألياف مجففة.

١٠- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ٦ حيث تجرى عملية التجفيف عند ضغط يتراوح من حوالي ١ إلى حوالي ٤ بار.

١١- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ٦ حيث تجرى عملية التجفيف عند ضغط يتراوح من حوالي ١,٥ إلى حوالي ٢ بار.

١٢- خيوط غزل yarn لها خواص ميكانيكية محسنة وقابلية حيث تشتمل على ما يتراوح من حوالي ٥٥ إلى حوالي ٩٥% بالوزن من طور متصل من متعدد أولفين polyolefin وما يتراوح من حوالي ٥ إلى حوالي ٤٥% بالوزن من طور غير متصل من لليفات fibril مشتتة في الطور المتصل من متعدد الأولفين polyolefin، حيث تشتق الليفات من بوليمر مشكل لليفات fibril forming polymer يختار من المجموعة التي تتكون من بوليمرات متعدد الأميد polyamide وبوليمرات متعدد الإستر polyester، ويخلو الطور المتصل من متعدد الأولفين polyolefin بصفة جوهرية من الليفات الموجودة على سطح مكشوف له وحيث تكون خيوط الغزل قابلة للصبغ وتظهر تشوهاً غير قابل للرجوع عند حوالي ٢٥°م بنسبة لا تقل عن ٣%.

١٣- خيوط الغزل yarn وفقاً لعنصر الحماية ١٢ حيث يشتمل الطور المتصل من متعدد الأولفين polyolefin على متعدد بروبيلين polypropylene.

١٤- خيوط الغزل وفقاً لعنصر الحماية ١٣ حيث تشتمل الليفات fibrils على متعدد إستر polyester.

١٥- خيوط الغزل وفقاً لعنصر الحماية ١٣ حيث تشتمل الليفات fibrils على متعدد أميد polyamide.

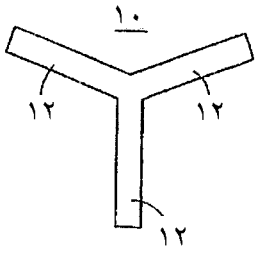
١٦- خيوط الغزل وفقاً لعنصر الحماية ١٢ حيث تشتمل الليفات fibrils على متعدد أميد polyamide قابل للصبغ كاتيوني.

١٧- استخدام خيوط الغزل yarn وفقاً لعنصر الحماية ١٢ التي تشتمل على خيوط غزل من نوع BCF، بصفتها خيوط غزل لسطوح السجاد carpet face yam.

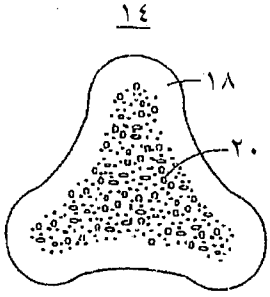
١٨- استخدام خيوط الغزل yarn وفقاً لعنصر الحماية ١٢ التي تشتمل على خيوط غزل من نوع POY، FDY، أو LDY بصفتها خيوط غزل نسيجية textile yarn.

١٩- استخدام خيوط الغزل yarn وفقاً لعنصر الحماية ١٢ بصفتها خيوط غزل لمواد التنجيد upholstery yarn.

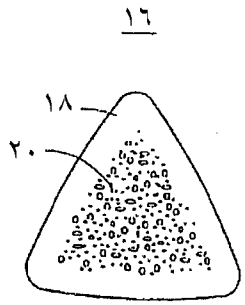
٢٠- استخدام خيوط الغزل yarn وفقاً لعنصر الحماية ١٣ بصفتها خيوط غزل تيلية staple yarn.



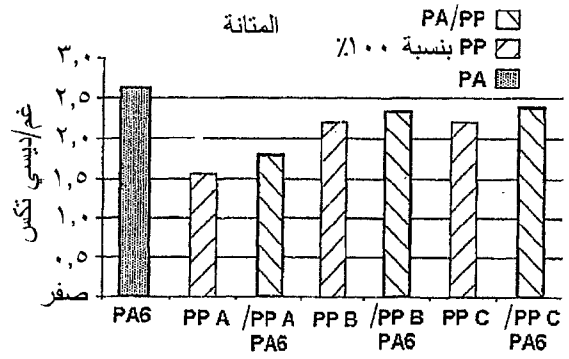
الشكل ١



الشكل ٢



الشكل ٣

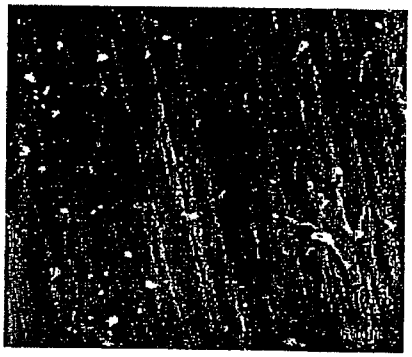


الشكل ٤



الشكل ٥

D/L = ٢



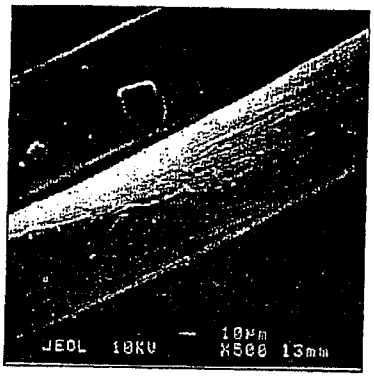
الشكل ٦

D/L = ٣



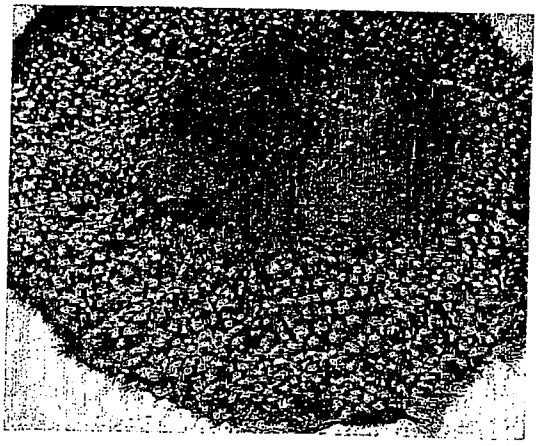
الشكل ٧

D/L = ٦

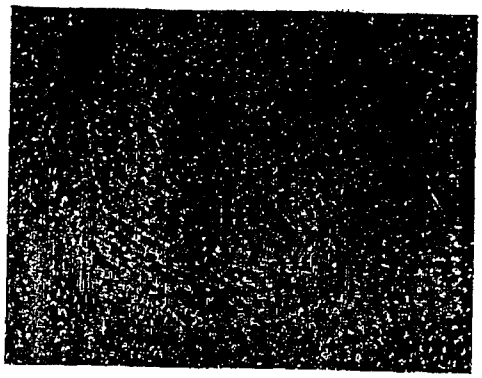


الشكل ٨

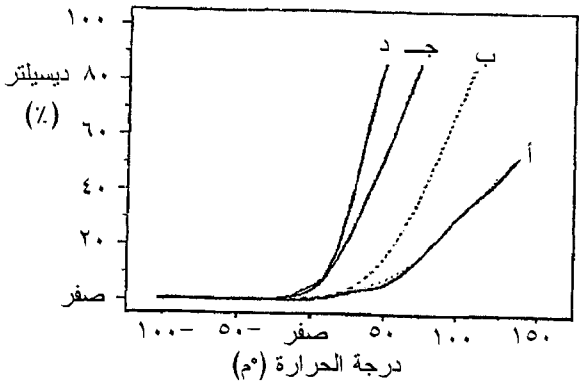
١٥ = D/L



الشكل ٩أ



الشكل ٩ب



الشكل ١٠