



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 29 328 T2** 2005.06.02

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 002 149 B1**

(51) Int Cl.⁷: **D04H 11/08**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 29 328.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/21717**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 948 556.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/006623**

(86) PCT-Anmeldetag: **25.11.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **11.02.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.05.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **26.05.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.06.2005**

(30) Unionspriorität:

902172 29.07.1997 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:

**Minnesota Mining and Mfg. Co., Saint Paul, Minn.,
US**

(72) Erfinder:

**CALHOUN, D., Clyde, Saint Paul, US;
KOSKENMAKI, C., David, Saint Paul, US; BERG,
G., James, Saint Paul, US; AAMODT, M., Jennifer,
Saint Paul, US**

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **MIKROSTRUKTURIERTES POLYMERSUBSTRAT**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0001] Polymersubstrate mit einer großen Anzahl von Mikrofasern auf einer Oberfläche haben zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Solche mikrostrukturierten Polymerfilme können auf eine Oberfläche aufgebracht werden, um den Glanz der Oberfläche zu verringern. Andere Oberflächen, die von dem Aufbringen von Materialien mit größerem Oberflächenbereich aufgrund des Vorhandenseins einer großen Anzahl von Mikrofasern profitieren können, umfassen Trägerbahnen zur Verwendung bei Klebebändern. Polymeroberflächen, die mit einer Vielzahl von Mikrofasern bedeckt sind, haben für gewöhnlich auch einen weichen oder tuchähnlichen Griff und können eine reibungsarme Oberfläche bereitstellen. Polymerschichtmaterialien mit glatten, ebenen Oberflächen werden häufig behandelt, um Fasern oder faserartige Merkmale bereitzustellen, die von mindestens einer Hauptoberfläche abstehen. Eine derartige Veränderung einer Oberfläche kann eine Reihe von Effekten erzeugen, wie zum Beispiel ein dekoratives Erscheinungsbild, die Streuung einfallenden Lichts, ein verstärktes Aufsaugen von Flüssigkeiten und/oder eine reibungsarme Oberfläche.

[0002] Es sind zahlreiche Verfahren zur Herstellung von Polymerfilmen mit einer Oberfläche mit veloursartigem Griff bekannt. Zum Beispiel wird eine der ältesten Methoden zum Erreichen dieses Effekts "Floccen" genannt. Dies beinhaltet das Anbringen eines Endes von geschnittenen Fasern an einer ebenen Oberfläche. Es wurden verschiedenen Verfahren zum Positionieren der Fasern senkrecht zu der ebenen Oberfläche angewandt (zum Beispiel US Patent 3,973,059 oder US Patent 5,403,884). Gewebte Textilien werden häufig durch eine Aufraummaschine geleitet, die Schlaufen aus kleinen Strängen aus dem gewebten Artikel zieht. Die kleinen herausgezogenen Fasern können brechen oder einfach eine Schlinge bilden. Das gesamte Aufrauverfahren verleiht der aufgerauten Oberfläche des Artikels für gewöhnlich einen weichen Griff. Eine andere Methode, die zur Änderung der Oberfläche von Materialien, wie Leder, verwendet wurde, ist das Abreiben der Oberfläche mit Schleifmitteln, wie Sandpapier. Verfahren dieser Art werden zur Herstellung von Veloursleder verwendet. Ein veloursartiger Griff wurde der Oberfläche von Polymerschaummaterialien durch thermisches Abschälen der Oberfläche verliehen, so dass die dünnen Seitenwände der aufgebrochenen Schaumzellen der behandelten Oberfläche einen weichen Griff verleihen (siehe zum Beispiel US Patent 3,814,644 und 3,607,493). Ein anderes Verfahren, wie in US Patent 5,403,478 offenbart, beinhaltet das Binden einer Vliesschicht an einen Kunststofffilm. Ein veloursartiger Griff wird auch durch die Extrusion von Fasern auf einen thermoplastischen Polymerfilm und Wär-

mebinden der Fasern an den Film erreicht (siehe z. B. US Patent Nr. 3,152,002, 4,025,678 und 5,403,884).

[0003] US Patent 4,183,889 betrifft einen Prozess für die Herstellung thermoplastischer Substrate mit faserigen Oberflächen. Die Fasern dieser Oberflächen werden durch Abziehen einer geschmolzenen Polymerkomponente von einer erwärmten Oberfläche durch eine ungeschmolzene Polymerrestschicht oder ein Substrat gebildet.

[0004] Die Patentschrift GB 1,491,901 offenbart eine ungestützte Schicht aus thermoplastischem Material mit einem Flor an einer ihrer Seiten, wobei der Flor Fasern oder Fibrillen aus dem Thermokunststoff umfasst, die aus dem Thermokunststoff herausgezogen wurden, aber mit diesem integriert bleiben.

[0005] Mehrere Patente (zum Beispiel US Patent Nr. 5,116,563; 5,230,851, und 5,336,415) offenbaren ein Substrat mit einer Mehrzahl konisch zulaufender Zacken an einer Oberfläche. Die Zacken werden durch Abscheiden von Inseln aus erwärmtem, thermisch empfindlichem Material (z. B. einem thermoplastischen Material) auf die laufende Substratoberfläche gebildet, so dass ein Geschwindigkeitsdifferenzial zwischen dem abgeschiedenen, thermisch empfindlichen Material und der darunter liegenden Substratoberfläche entsteht. Die konisch zulaufenden Zacken haben für gewöhnlich einen Basisdurchmesser von etwa 700 bis 1300 Mikron und Höhen von etwa 500 bis 2000 Mikron. Andere Verfahren zur Bildung konisch zulaufender, thermoplastischer Fortsätze auf einer darunter liegenden Schicht wurden auch berichtet. US Patent Nr. 3,027,595 offenbart die Bildung eines künstlichen Veloursstoffs mit einer Mehrzahl florartiger Fortsätze. Die Fortsätze werden durch Kontaktieren einer thermoplastischen Schicht mit der erwärmten Oberfläche einer Trommel gebildet, die zahlreiche eng beabstandete konische Vertiefungen auf ihrer Oberfläche aufweist. Die offenbarten beispielhaften florartigen Fortsätze haben einen Basisdurchmesser von etwa 150 Mikron und eine Länge von etwa 3000 Mikron (3 mm). US Patent 5,407,735 offenbart einen aufgerauten Polyesterstoff mit Hülle-Kern-Polyesterfasern mit einer konisch zulaufenden Spitze. Die Fasern haben für gewöhnlich eine Feinheit im Bereich von 2 bis 6 Denier und Florlängen von etwa 3 mm.

[0006] Damit die Artikel, die die mikrostrukturierten Polymermaterialien enthalten, ihr volles Potenzial erhalten, müssen vielseitige, kostengünstige Methoden zur Herstellung solcher Polymermaterialien verfügbar sein. Gegenwärtige Methoden ermöglichen für gewöhnlich nur die Bildung von Polymersubstraten mit begrenzten Arten von Mikrostrukturkonfigurationen. Es besteht daher ein anhaltender Bedarf an verbesserten Verfahren zur Herstellung von Polymer-

substraten mit einer Oberfläche mit aufgerauter Textur. Solche Verfahren würden vorzugsweise die Herstellung von Polymersubstraten mit einem definierten mikroskopischen Muster ermöglichen. Im Idealfall würde das Verfahren auch das Einfügen makroskopischer Strukturelemente (zum Beispiel mittels Prägen) ermöglichen und/oder würde die Wahl ermöglichen, ein mikroskopisches Muster auf entweder der gesamten oder einem Teil der Oberfläche zu erzeugen.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Die Anmeldung stellt ein Verfahren zum Erzeugen eines einheitlichen Polymersubstrats bereit, das eine aufgeraute Oberfläche enthält, mit einer Mehrzahl von Mikrofasern, die von mindestens einer Hauptoberfläche abstehen. Die Mikrofasern sind integral mit dem darunter liegenden Substrat ausgebildet und haben dieselbe Zusammensetzung, das heißt, die Mikrofaser und das darunter liegende Substrat bilden eine einheitliche Konstruktion. Die Mikrofasern stehen von dem darunter liegenden Hauptsubstrat ab und können zahlreiche Formen aufweisen. Zum Beispiel können die Mikrofasern eine von zahlreichen Querschnittsformen aufweisen, die Quadrate, Dreiecke, Kreise, Ovale, Rechtecke oder andere geometrische Formen, wie auch unregelmäßigere Formen umfassen. Die Platzierung der Mikrofasern auf der Oberfläche kann willkürlich oder in einer vorbestimmten Anordnung erfolgen.

[0008] Das Verfahren stellt ein einheitliches Polymersubstrat bereit, das eine Mehrzahl von Mikrofasern mit ausgefranzten Enden enthält. Die Mikrofasern selbst können eine oder mehrere Oberflächen mit einer Mehrzahl von Mikrofibrillen enthalten, das heißt, Mikrofasern von noch kleineren Dimensionen, die von einer Oberfläche der größeren Mikrofasern abstehen. Die Mikrofibrillen haben für gewöhnlich auch ausgefranzte Enden. Einheitliche Polymerfilme mit einer Mehrzahl von Mikrofasern mit ausgefranzten Enden haben einen extrem großen Oberflächenbereich (zum Beispiel gemessen durch Stickstoffadsorption und/oder Elektronenmikroskopie).

[0009] Die vorliegenden aufgerauten Polymeroberflächen können durch In-Kontakt-Bringen einer Oberfläche eines Polymersubstrats in einer Hin- und Herbewegung mit einer schleifenden Oberfläche hergestellt werden, um eine aufgeraute Polymeroberfläche zu bilden, die eine Mehrzahl von Mikrofasern mit ausgefranzten Enden enthält.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] [Fig. 1](#) zeigt eine vereinfachte schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung eines aufgerauten Polymerfilms gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0011] [Fig. 1A](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Teils der Oberfläche **18** der in [Fig. 1](#) dargestellten strukturierten Walze **5**; [Fig. 1B](#) zeigt Fortsätze auf dem Film und [Fig. 1C](#) zeigt Mikrofasern.

[0012] [Fig. 2](#) zeigt eine Elektronenmikrographie (150× Vergrößerung) einer Polymersubstratoberfläche mit einer Mehrzahl von Mikrofortsätzen vor der Behandlung gemäß dem vorliegenden Verfahren, wobei die Oberfläche aus einem Winkel von etwa 5° über der Ebene der Oberfläche betrachtet wird.

[0013] [Fig. 3](#) zeigt eine Elektronenmikrographie (150× Vergrößerung) der Oberfläche des Polymersubstrats von [Fig. 2](#) nach dem hin- und hergehenden Kontakt mit einer beschichteten, schleifenden Oberfläche mit einer Körnung von 80 gemäß dem vorliegenden Verfahren.

[0014] [Fig. 4](#) zeigt eine Elektronenmikrographie (150× Vergrößerung) der Oberfläche des Polymersubstrats von [Fig. 2](#) nach dem hin- und hergehenden Kontakt mit einer beschichteten, schleifenden Oberfläche mit einer Körnung von 180 gemäß dem vorliegenden Verfahren.

[0015] [Fig. 5](#) zeigt eine Elektronenmikrographie (150× Vergrößerung) der Oberfläche des Polymersubstrats von [Fig. 2](#) nach dem hin- und hergehenden Kontakt mit einer beschichteten, schleifenden Oberfläche mit einer Körnung von 400 gemäß dem vorliegenden Verfahren.

[0016] [Fig. 6](#) zeigt eine Elektronenmikrographie (150× Vergrößerung) der Oberfläche des Polymersubstrats von [Fig. 2](#) nach dem aufeinanderfolgenden hin- und hergehenden Kontakt mit beschichteten, schleifenden Oberfläche mit Körnungen von 80 und 400 gemäß dem vorliegenden Verfahren.

[0017] [Fig. 7](#) zeigt eine Elektronenmikrographie (300× Vergrößerung) einer Querschnittsansicht eines Teils eines aufgerauten Polymersubstrats der vorliegenden Erfindung.

[0018] [Fig. 8](#) zeigt eine Elektronenmikrographie (190× Vergrößerung) einer Querschnittsansicht eines Teils eines aufgerauten Polymersubstrats mit einer Mehrzahl von Mikrofasern mit vergrößertem Kopf.

[0019] [Fig. 9](#) zeigt eine Elektronenmikrographie (190× Vergrößerung) einer Querschnittsansicht eines Teils eines aufgerauten Polymersubstrats mit einer Mehrzahl von Mikrofasern mit vergrößertem Querschnitt.

[0020] [Fig. 10](#) zeigt in einer vereinfachten schematischen Darstellung einen Teil eines aufgerauten Polymerfilms.

[0021] [Fig. 11](#) zeigt eine Elektronenmikrographie (100× Vergrößerung) von konisch zulaufenden Mikrofasern auf einer Oberfläche eines Polymersubstrats, das in [Fig. 10](#) dargestellt ist.

[0022] [Fig. 12](#) zeigt eine Elektronenmikrographie (30× Vergrößerung) von konisch zulaufenden Mikrofasern auf einer Oberfläche eines aufgerauten Polymersubstrats.

[0023] [Fig. 13](#) zeigt eine Elektronenmikrographie (40× Vergrößerung) von konisch zulaufenden Mikrofasern auf einer Oberfläche eines aufgerauten Polymersubstrats.

[0024] [Fig. 14](#) zeigt in einer vereinfachten schematischen Darstellung eine weitere Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung eines aufgerauten Polymerfilms.

[0025] [Fig. 15](#) zeigt eine Elektronenmikrographie (30× Vergrößerung) eines aufgerauten Polymerfilms, der in [Fig. 14](#) dargestellt ist.

[0026] [Fig. 16](#) zeigt eine Elektronenmikrographie eines Querschnitts eines gerillten Polymersubstrats vor der Behandlung gemäß einem Verfahren der vorliegenden Erfindung.

[0027] [Fig. 17](#) zeigt eine Elektronenmikrographie einer Querschnittsansicht von Fasern mit einer Mehrzahl von Mikrofasern mit ausgefranseten Enden an ihrer Oberfläche, wobei die Fasern durch einen hin- und hergehenden Kontakt des gerillten Polymersubstrats, das in [Fig. 16](#) dargestellt ist, mit einer schleifenden Oberfläche gemäß einem Verfahren der vorliegenden Erfindung hergestellt wurden.

[0028] Die [Fig. 8](#) bis [Fig. 15](#) sind veranschaulichende Beispiele und gehören nicht zur vorliegenden Erfindung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0029] Die hier bereitgestellten einheitlichen Polymersubstrate haben eine Mehrzahl von Mikrofasern, die von einer Hauptoberfläche abstehen. Die Mikrofasern haben dieselbe Zusammensetzung wie die darunter liegende Substratoberfläche und bilden eine einheitliche Konstruktion. Obwohl es keine Anforderung ist, ist die Hauptachse der Mikrofasern für gewöhnlich im Wesentlichen senkrecht zu der darunter liegenden Substratoberfläche. Die Mikrofasern können eine von zahlreichen Querschnittsformen haben, die Quadrate, Kreise, Ovale, Rechtecke oder andere geometrische Formen, wie auch unregelmäßigere Formen umfassen. Die Profile der Mikrofasern können auch sehr unterschiedlich sein. Wie hierin verwendet, bezieht sich "Profil" auf die Querschnittsprojektion einer Mikrofaser, die in einer Ebene senkrecht zu der Hauptoberfläche des darunter liegenden Polymersubstrats betrachtet wird. Zum Beispiel kann das hier bereitgestellte Polymersubstrat Mikrofasern mit vergrößertem Querschnitt enthalten (zum Beispiel mit vergrößerten Kopfformen, wo der Kopf eine teilsphärische Gestalt hat), Mikrofasern mit ausgefranseten Enden, konisch zulaufende Mikrofasern und/oder Mikrofasern mit einem sehr hohen Aspektverhältnis.

[0030] Zusätzlich kann die Querschnittsfläche der Mikrofasern im Wesentlichen konstant sein, kann konisch zulaufen oder sich als unregelmäßige Funktion ändern (zum Beispiel eine oder mehrere "Ausbuchtungen" an den Spitzen und/oder entlang der Länge der Mikrofasern enthalten). Wie hier verwendet, ist eine "konisch zulaufende" Mikrofaser eine Mikrofaser, deren Querschnittsfläche kontinuierlich entlang einem Verlauf entlang der Faser abnimmt, der von der Oberfläche des darunter liegenden Polymersubstrats weg führt.

[0031] Die Platzierung der Mikrofasern an der Oberfläche kann willkürlich oder nach einer vorbestimmten Anordnung erfolgen. Wenn die Mikrofasern zum Beispiel unter Verwendung einer Schablonenstruktur, wie eines Siebes, das aus einem elastischen Trennmaterial gebildet ist, erzeugt werden, kann eine regelmäßige Anordnung von Mikrofasern, welche die Abstände der Löcher in der Schablonenstruktur wiedergibt, erzeugt werden. Die Platzierung der Mikrofasern kann auch vollkommen willkürlich sein, wie im Falle von aufgerauten Polymeroberflächen, wie jenen, die durch Auseinanderziehen eines Polymerfilms erzeugt werden, während sich der Film im erweichten Zustand befindet. Dies erzeugt einen einheitlichen Polymerfilm mit einer Mehrzahl willkürlich orientierter Mikrofasern mit hohem Aspektverhältnis, die von einer Oberfläche des Films abstehen ("Engelshaarmikrofasern").

[0032] Es kann eine Reihe von Polymeren gemäß den vorliegenden Verfahren zu einem Polymersubstrat mit mikrostrukturierter Oberfläche verarbeitet werden. Polymermaterialien, die ausreichend fließfähig sein können, so dass sich das Polymer den mikroskopischen Merkmalen einer elastischen Oberfläche anpassen kann, und/oder ausreichend verfestigt werden können, um mikroskopische Merkmale an der Polymeroberfläche zu erzeugen, sind zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignet. Für gewöhnlich enthält das Polymermaterial ein thermoplastisches Polymer, wie Polyolefin, obwohl andere Polymermaterialien, die in einem fließfähigen Zustand verarbeitet werden können, ebenso verwendet werden können.

[0033] Das Polymermaterial enthält im Allgemeinen ein thermoplastisches Polymer mit einer Schmelztemperatur über etwa 50°C. Es können jedoch auch

Polymermaterialien verwendet werden, die sich bei einer deutlich höheren Temperatur in einem fließfähigen Zustand befinden. Wenn die aufgeraute Polymeroberfläche durch ein Verfahren gebildet wird, das die Trennung der aufgerauten Oberfläche von einer elastischen Schablonenfläche enthält, müssen die physikalischen Eigenschaften der elastischen Oberfläche und des Polymermaterials abgestimmt sein, so dass die mikrostrukturellen Merkmale der elastischen Oberfläche unter Bedingungen stabil und elastisch sind, die dem thermoplastischen Polymer ermöglichen, sich einer Schablonenoberfläche anzupassen und sich dann zumindest teilweise zu verfestigen. Vorzugsweise werden thermoplastische Materialien verwendet, die durch einen Prägespalt bei oder etwas über ihrer Glasübergangstemperatur geleitet werden können, da solche Materialien mit kurzen Zykluszeiten verarbeitet werden können.

[0034] Beispiele für geeignete thermoplastische Polymermaterialien, die in dem vorliegenden Prozess verwendet werden können, umfassen Polyolefine, wie Polypropylen, Polyethylen und Polypropylen/Polyethylen-Copolymere. Mischungen aus Polypropylen und/oder Polyethylen, wie eine Polyethylenmischung mit hohem/niederm Molekulargewicht (zum Beispiel Hostalloy™ 731; Hoechst Celanese, Somerville, N. J.), sind auch zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignet. Andere geeignete thermoplastische Polymere umfassen Polyvinylchlorid (PVC), Polyamide, wie Nylon (zum Beispiel Nylon 6, Nylon 6,6, oder Nylon 6,9) und Polyester. Olefin-Copolymere, wie Ethylen/Vinylacetat-Copolymere oder Copolymere aus einem Olefin und einer α,β -ungesättigten Säure (zum Beispiel ein Ethylen/Methacrylsäure-Copolymer, das mit Metallsalzen zur Reaktion gebracht wird, um eine ionische Eigenschaft zu verleihen; erhältlich von E. I du Pont de Nemours & Co., Inc. als SURLYN 8527) kann auch in der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Vorzugsweise enthält das Polymermaterial ein Polyolefin oder ein Olefin-Copolymer.

[0035] Die aufgerauten Polymeroberflächen, die hier bereitgestellt werden, können durch zahlreiche Methoden hergestellt werden. Zum Beispiel kann ein einheitliches aufgerautes Polymersubstrat durch hin- und hergehendes In-Kontakt-Bringen einer Oberfläche eines thermoplastischen Polymersubstrats mit einer schleifenden Oberfläche hergestellt werden, um eine Mehrzahl von Mikrofasern mit ausgefranzten Enden zu bilden, die von der thermoplastischen Polymeroberfläche abstehen. Es hat sich gezeigt, dass der hin- und hergehende Kontakt mit der schleifenden Oberfläche ein weitaus wirksames Verfahren zur Herstellung von Mikrofasern mit ausgefranzten Enden ist, als ein kontinuierlicher Kontakt des Schleifmittels mit dem Polymersubstrat in eine einzige Richtung (zum Beispiel das Leiten der Substratoberfläche über eine drehende Walze, die mit einer

schleifenden Oberfläche versehen ist).

[0036] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung eines einheitlichen aufgerauten Substrats mit einer Mehrzahl von Mikrofasern mit ausgefranzten Enden. Ein fließfähiges Polymermaterial **1** wird mit der Oberfläche **18** einer strukturierten Walze **5** in Kontakt gebracht. Das Polymermaterial **1** befindet sich im fließfähigen Zustand, wenn es in den Spalt zwischen der erwärmten Walze **4** und der strukturierten Walze **5** eintritt, nachdem es zum Beispiel aus der Düse **3** eines Extruders ausgetreten ist. Als Alternative kann das Polymer unmittelbar vor dem Eintreten in den Spalt behandelt werden, wie durch Anwendung von Wärme, um das Polymer in einen fließfähigen Zustand zu bringen. Während der Verarbeitung wird durch die erwärmte Walze **4** und die strukturierte Walze **5** ein ausreichender Druck in dem Spalt auf das fließfähige Material ausgeübt, um das Polymermaterial an die Konturen der strukturierten Walze anzupassen, wodurch das fließfähige Polymer in jede Vertiefung oder Spalte gepresst wird, die durch Mikrovertiefungen in der Oberfläche **18** ([Fig. 1B](#)) definiert sind. Dies führt zur Bildung mikroskopischer Fortsätze **11** ("Mikrofortsätze") an der Polymeroberfläche **6**, die mit der strukturierten Oberfläche **18** in Kontakt war. In diesem Verfahren wird die strukturierte Walze zur Erzeugung der Mikrofortsätze **11** mit einer Höhe von mindestens 10 Mikron und vorzugsweise 25 bis etwa 100 Mikron auf der Polymeroberfläche **6** verwendet.

[0037] Der mikrostrukturierte Polymerfilm **6** wird dann durch eine Reihe von Walzen **7a** bis **7g** mit einer Reihe von Schleifstationen **8a** bis **8c** in Kontakt gebracht. Der Druck, der von den Schleifstationen auf den Polymerfilm ausgeübt wird, ist im Allgemeinen derart, dass nur die oberen Abschnitte der Mikrofortsätze auf dem Polymerfilm sich mit den schleifenden Oberflächen in Kontakt befinden (das heißt, die Verbindungsfläche zwischen den Mikrofortsätzen befindet sich mit den schleifenden Oberflächen nicht in Kontakt). Die schleifenden Oberflächen **15a** bis **15c** der Schleifstationen **8a** bis **8c** bewegen sich mit einer gewissen Form einer Hin- und Herbewegung in Bezug auf die Vorwärtsbewegung des vorbeilaufenden Polymerfilms. Mit anderen Worten, im Gegensatz zu der Art von Bewegung, die bei einem normalen Walzenspalt beobachtet wird, bewegen sich die Schleifstationen in einer Rückwärts- und Vorwärtsbewegung in Bezug auf die Vorwärtsbewegung des vorbeilaufenden Polymerfilms. Die Rückwärts- und Vorwärtsbewegung kann entlang einer Linie verlaufen, die entweder parallel oder senkrecht zu der Hauptrichtung der Bewegung des Polymermaterials liegt. Als Alternative können sich die schleifenden Oberflächen **15a** bis **15c** in einer kreisförmigen oder ovalen Bewegung in Bezug auf den Kontaktpunkt bewegen. Beide Arten von Bewegungen enthalten eine Rück-

wärts- und Vorwärtskomponente in Bezug auf den Kontaktpunkt mit dem vorbeilaufenden Polymerfilm und sind in der Definition einer Hin- und Herbewegung enthalten, wie dieser Begriff hier verwendet wird. Es hat sich gezeigt, dass die Verwendung einer Hin- und Herbewegung zwischen einem Schleifmittel und der Polymeroberfläche zu einer sehr geringen Materialentfernung von letzterer während der Bildung der Mikrofasern führt, das heißt, es wird sehr wenig Schleifabfall (für gewöhnlich nicht mehr als etwa 5 Gewichtsprozent des Films) durch den Abrieb der Polymeroberfläche erzeugt.

[0038] Es hat sich gezeigt, dass durch derartigen Kontakt einer schleifenden Oberfläche mit dem mikrostrukturierten Polymerfilm eine Mehrzahl von Mikrofasern auf der Oberfläche des Polymerfilms erzeugt wird. Die Verwendung einer Hin- und Herbewegung hat sich bei der Erzeugung von Mikrofasern mit ausgefranten Enden als weitaus wirksamer erwiesen als das Kontaktieren des Polymermaterials mit einer schleifenden Oberfläche, die sich kontinuierlich in eine einzige Richtung bewegt (zum Beispiel die Oberfläche einer mit Schleifmittel beschichteten, drehenden Walze). Mikrofasern, die durch diese Methode hergestellt werden, haben für gewöhnlich eine Struktur mit ausgefranten Enden, das heißt, die Spitze der Mikrofaser endet in zahlreichen Fasern kleinerer Dimensionen. Solche Mikrofasern mit ausgefranten Enden haben für gewöhnlich eine durchschnittliche maximale Querschnittsdimension von mindestens etwa 5 Mikron und vorzugsweise von etwa 10 bis etwa 100 Mikron. Insbesondere haben die Mikrofasern eine durchschnittliche maximale Querschnittsdimension von nicht mehr als etwa 60 Mikron und eine durchschnittliche Länge von nicht mehr als etwa 500 Mikron, und insbesondere eine durchschnittliche Länge von etwa 200 bis etwa 300 Mikron.

[0039] Die Dimensionen der Mikrofasern sind von der Art des Polymermaterials, der Art des Schleifmittels, das auf den schleifenden Oberflächen vorhanden ist, und der relativen Bewegungsgeschwindigkeit der schleifenden Oberfläche in Bezug auf den Polymerfilm abhängig. Die Art des verwendeten Schleifmittels beeinflusst auch die Art und Größe der erzeugten Mikrofasern. Die Verwendung eines Schleifmittels mit gröberer Körnung neigt im Allgemeinen zur Erzeugung größerer Mikrofasern. Schleifende Oberflächen mit einer Körnung von etwa 40 bis etwa 500 und vorzugsweise etwa 80 bis etwa 250 können zur Herstellung von Mikrofasern mit ausgefranten Enden der zuvor beschriebenen Art verwendet werden.

[0040] In dem in [Fig. 1](#) dargestellten Beispiel hat der Polymerfilm eine Mehrzahl von Mikrofortsätzen die auf seiner Oberfläche erzeugt werden, bevor er durch die Schleifstationen läuft. Dies erhöht die Bil-

dungsrate der Mikrofasern mit ausgefranten Enden an der Polymeroberfläche. Mikrofasern mit ausgefranten Enden können jedoch auch durch einfaches In-Kontakt-Bringen einer glatten Polymeroberfläche in einer Hin- und Herbewegung mit einer schleifenden Oberfläche gebildet werden. Die Anfangskontakte mit den schleifenden Oberflächen neigen zur Bildung rauer Mikrofortsätze in der glatten Polymeroberfläche. Die rauen Mikrofortsätze werden dann durch den anschließenden hin- und hergehenden Kontakt mit den schleifenden Oberflächen zu Mikrofasern mit ausgefranten Enden gebildet.

[0041] Durch Ändern der Art von schleifender Oberfläche in den Schleifstationen, zum Beispiel durch Verwendung eines Schleifmittels mit gröberer Körnung an den ersten schleifenden Oberflächen **15a**, **15b** und eines Schleifmittels mit feinerer Körnung an der schleifenden Oberfläche **15c**, kann eine aufgeraute Polymeroberfläche mit Mikrofasern mit ausgefranten Enden erzeugt werden, die eine Oberfläche oder Oberflächen mit einer Mehrzahl von Mikrofibrillen enthalten (das heißt, Mikrofasern noch kleinerer Dimensionen).

[0042] Die Mikrofibrillen, die durch diesen Prozess erzeugt werden, haben für gewöhnlich auch eine Struktur mit ausgefranten Enden. Zum Beispiel kann eine aufgeraute Oberfläche dieser Art durch anfänglichen hin- und hergehenden Kontakt einer mikrostrukturierten Polymeroberfläche mit einem Schleifmittel mit einer Körnung von etwa 40 bis etwa 300 und anschließenden Kontakt der Oberfläche (die nun aus Mikrofasern besteht) mit einem feineren Schleifmittel mit einer Körnung von etwa 80 bis etwa 500 hergestellt werden, wobei der Unterschied in der Körnung zwischen dem ersten und zweiten Schleifmittel mindestens etwa 50 beträgt. Unter Verwendung dieser Methode können Mikrofibrillen mit einer durchschnittlichen maximalen Querschnittsdimension von etwa 1 bis etwa 5 Mikron und einer durchschnittlichen Länge von nicht mehr als etwa 40 und für gewöhnlich etwa 10 bis etwa 30 Mikron auf den Oberflächen der relativ größeren Mikrofasern mit den zuvor beschriebenen Dimensionen erzeugt werden. Die Mikrofibrillen haben für gewöhnlich Dimensionen, die um einen Faktor von etwa 5 bis etwa 15 kleiner als die Dimensionen der Mikrofasern sind. Egal, ob die aufgerauten Filme, die durch diese Methode erzeugt werden, unter Verwendung einer einzigen schleifenden Oberfläche oder zahlreicher schleifender Oberflächen unterschiedlicher Grobheit erzeugt werden, sie haben einen extrem großen Oberflächenbereich.

[0043] Das vorliegende Verfahren kann zur Herstellung von Polymersubstraten (zum Beispiel Filmen) verwendet werden, welche die Mikrofasern nur an ausgewählten Abschnitten einer Oberfläche aufweisen. Zum Beispiel kann ein Film mit einer Mehrzahl

von Stegen und Rillen an einer Oberfläche mit einer schleifenden Oberfläche in hin- und hergehenden Kontakt gebracht werden, so dass nur die Oberseite eines oder mehrerer Stege mit dem Schleifmittel in Kontakt ist. Mikrofasern werden dann nur an jenem Abschnitt der Polymeroberfläche erzeugt, der mit der schleifenden Oberfläche in Kontakt steht. Eine Querschnittsansicht eines Teils einer solchen Struktur, die durch dieses Verfahren erzeugt wurde, ist in [Fig. 7](#) dargestellt.

[0044] Eine Ausführungsform dieses Verfahrens kann zur Herstellung von Fasern (zum Beispiel mit einem Durchmesser von etwa 0,1 mm bis etwa 1,0 mm) mit einer Mehrzahl von Mikrofasern mit ausgefranten Enden an ihrer Oberfläche verwendet werden. Wie zum Beispiel in [Fig. 16](#) und [Fig. 17](#) dargestellt, kann eine 0,45 mm dicke Schicht aus einem thermoplastischen Polymer, wie Polyethylen, hin- und hergehend mit einer schleifenden Oberfläche in Kontakt gebracht werden. Der thermoplastische Film hat für gewöhnlich eine Mehrzahl eng beabstandeter tiefer Rillen an beiden Seiten des Films, zum Beispiel 0,25 mm tiefe Rillen, deren Mitten 0,95 mm beabstandet sind (in [Fig. 16](#) im Profil dargestellt). Zusätzlich zur Erzeugung von Mikrofasern mit ausgefranten Enden an der Oberfläche des thermoplastischen Polymers kann der hin- und hergehende Kontakt mit der schleifenden Oberfläche ein Aufbrechen des Films am Boden der Rillen bewirken, um einzelne Fasern mit einer Mehrzahl von Mikrofasern mit ausgefranten Enden an ihrer Oberfläche zu bilden. Ein solches Verfahren kann zur Herstellung von Fasern mit einem Durchmesser von etwa 0,1 mm bis etwa 1,0 mm mit Mikrofasern mit ausgefranten Enden mit einer Länge von etwa 50 bis etwa 500 Mikron auf der Oberfläche verwendet werden.

[0045] Polymeroberflächen mit einer Mehrzahl von vorstehenden Mikrofasern mit vergrößerter Querschnittform können durch ein Verfahren hergestellt werden, welches das Laminieren einer Polymeroberfläche auf eine elastische Schablonenfläche mit einer Mehrzahl von unterschrittenen Mikrovertiefungen aufweist. Während des Laminierungsprozesses wird die Polymeroberfläche in die Mikrovertiefungen in der Schablonenfläche gepresst, um eine Mehrzahl von unterschrittenen Mikrofortsätzen auf der Polymeroberfläche zu bilden. Wenn die Polymeroberfläche in einem ausreichend erweichten Zustand gehalten wird, während sie von der Schablonenfläche abgelöst wird, können die Mikrofortsätze gestreckt werden, um Mikrofasern mit erweitertem Querschnitt auf der Polymeroberfläche zu bilden. Dies kann durch ausreichendes Kühlen der äußeren Oberfläche der Mikrofortsätze erreicht werden, um einen nicht fließfähigen Zustand zu erreichen, während ein Teil des Inneren der Mikrofortsätze im erweichten Zustand gehalten wird, während die Polymeroberfläche von der Schablonenfläche abgelöst wird. Wenn die Scha-

blonenfläche ein offenzelliger Schaumstoff ist, können Mikrofasern mit einem oder mehreren erweiterten Abschnitten ("Ausbauchungen") entlang ihrer Länge gebildet werden. Wenn aber eine elastische Oberfläche mit einer Mehrzahl von teilsphärischen Mikrovertiefungen (zum Beispiel Mikrovertiefungen, die durch Entfernen von Glaskügelchen aus einem gehärteten Silikongummifilm erzeugt werden) als Schablonenfläche verwendet wird, kann eine aufgebaute Polymeroberfläche mit einer Mehrzahl von Mikrofasern mit vergrößerten Kopfformen erzeugt werden.

[0046] Wie hierin verwendet, bezeichnet der Begriff "unterschnitten" eine Form mit einem Querschnittflächenbereich, der entlang einem senkrechten Vektor, weg von der Polymeroberfläche, größer und dann für gewöhnlich kleiner wird. Mit anderen Worten, der Querschnittsflächenbereich wird in einer Ebene parallel zur Hauptoberfläche des Polymersubstrats gemessen, in Bezug auf die die fragliche unterschrittene Mikrovertiefung oder der unterschrittene Mikrofortsatz angeordnet ist.

[0047] Die Wechselwirkung zwischen den Formungsmikrofasern, die zumindest teilweise verfestigt sind, und der elastischen Schablonenfläche ist derart, dass der Spitzenabschnitt der Mikrofasern, der einen erweiterten Abschnitt enthält, im Wesentlichen seine Form beibehält, wenn der mikrostrukturierte Polymerfilm von der elastischen Schablonenfläche weggezogen wird. Bis zu einem gewissen Grad kann das auf eine gewisse Elastizität seitens der Mikrofortsätze selbst zurückzuführen sein, wenn das sich verfestigende Polymermaterial einen bestimmten Grad an Elastizität aufweist. Insbesondere wird diese Wechselwirkung durch die Elastizität der Schablonenfläche erreicht. Der Schaftabschnitt der Mikrofasern, der der darunter liegenden Polymeroberfläche näher ist, wird für gewöhnlich bei einer geringeren Rate gekühlt als der Spitzenabschnitt, so dass der Schaft zur Bildung eines länglichen Schafts gezogen und/oder gestreckt wird.

[0048] Während die Mikrofortsätze aus Mikrovertiefungen gezogen werden, wird die Temperatur der Schablonenfläche für gewöhnlich unter dem Erweichungspunkt des Polymermaterials gehalten (zum Beispiel wenn das Polymermaterial ein thermoplastisches Polymer ist). Wenn das Polymermaterial Wärmehärtungseigenschaften hat, kann die Verfestigung alternativ durch Aufbringen zusätzlicher Wärme auf das Polymermaterial erreicht werden, wenn sich das Material mit der Schablonenfläche in Kontakt befindet.

[0049] Mikrofasern mit erweiterter Querschnittsform der zuvor beschriebenen Art haben für gewöhnlich eine durchschnittliche maximale Querschnittsdimension von nicht mehr als etwa 200 Mikron und vor-

zugsweise etwa 25 bis etwa 100 Mikron. Die durchschnittliche Höhe der Mikrofasern mit erweiterter Querschnittsform ist im Allgemeinen mindestens etwa 1,5 mal und vorzugsweise etwa 2 bis etwa 5 mal die durchschnittliche Tiefe der Mikrovertiefungen in der Schablonenfläche. Zum Beispiel haben Mikrofasern mit erweiterter Querschnittsform, die unter Verwendung eines geschlossenzelligen Polyurethanschaums als Schablonenfläche hergestellt wurden, eine maximale Breite von nicht mehr als etwa 200 Mikron, vorzugsweise nicht mehr als etwa 100 Mikron. Mikrofasern dieser Art haben für gewöhnlich eine Durchschnittslänge von etwa 50 bis etwa 500 Mikron.

[0050] Das Material, das die elastische Schablonenfläche bildet, ermöglicht für gewöhnlich eine Trennung des mikrostrukturierten Polymerfilms von der elastischen Schablonenfläche ohne wesentliche Zerstörung der Mikrofasern. Dies erfordert, dass der aufgeraute Formungsfilm nicht an der elastischen Schablonenfläche haftet. Die elastische Schablonenfläche kann aus einer Reihe elastischer Materialien gebildet sein, die eine Entfernung des verarbeiteten Polymers ohne Haftprobleme ermöglichen. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die elastische Schablonenfläche aus einem Silikongummi gebildet. Elastische Schablonenmaterialien, die aus einem Polyurethan oder Silikon gebildet sind, ermöglichen eine Ausführung des vorliegenden Verfahrens unter einem weiten Bereich von Verarbeitungsbedingungen, zum Beispiel bei Temperaturen von etwa 0°C bis etwa 400°C oder noch höher.

[0051] Die elastische Schablonenfläche kann eine Lage aus porösem, elastischen Material enthalten, wie Polymerschaum. Beispiele für geeignete Schäume für die elastische Fläche umfassen Polyurethanschäume und Silikonschäume. Der Schaum kann ein geschlossenzelliger Polyurethanschaum, wie LS1525 Polyurethanschaum (erhältlich von EAR® Specialty Composites Corporation, Indianapolis, IN) oder PORON Polyurethanschaum (erhältlich von Rogers Corporation, East Woodstock, CT) sein. Die geschlossenzelligen Polyurethanschäume, die in US Patent 3,772,224 und 3,849,156 offenbart sind, können auch als elastische Schablonenfläche verwendet werden. Ein weiteres Beispiel für einen geeigneten Polymerschaum ist ein geschlossenzelliger Silikonschaum, wie Bisco BF-1000 Schaum (erhältlich von Bisco Products, Elk Grove, IL). Die elastische Schablonenfläche kann auch aus einem offenzelligen Polymerschaum gebildet sein.

[0052] Das elastische Material, das die elastische Schablonenfläche bildet, kann an sich Mikrovertiefungen enthalten, zum Beispiel die taschenartigen Vertiefungen, die in der Oberfläche eines Polymerschaums vorhanden sind. Wenn die elastische Oberfläche ein Polymerschaummaterial enthält, kann die elastische Oberfläche auch eine dünne Außen-

schicht aus einem nicht porösen, flexiblen Material enthalten, die den Schaum bedeckt. Zum Beispiel kann die elastische Oberfläche eine Schaumschicht enthalten, die von einer dünnen Lage (zum Beispiel etwa 0,5 mm bis etwa 1,0 mm) Silikongummi bedeckt ist. Zum Beispiel kann die elastische Oberfläche Silikongummi der Marke Silastic® J-RTV enthalten (im Handel von Dow Corning Corp., Midland, MI, erhältlich).

[0053] Ein gewünschtes Muster und/oder eine gewünschte Form von Mikrofortsätzen in einem flexiblen Material kann auch durch Einbetten einer Mehrzahl mikroskopischer Partikel in die Oberfläche eines elastischen Materials erzeugt werden, wie durch Einbetten anorganischer Partikel (zum Beispiel Glaskügelchen) in eine Silikongummischicht. Zum Beispiel können Mikrovertiefungen in einer Silikongummischicht (oder in einem anderen, nicht porösen, flexiblen Material) durch Entfernen von Mikropartikeln gebildet werden, die in dem Silikongummi eingebettet sind, um eine Mehrzahl von Mikrovertiefungen in der Gummioberfläche zu hinterlassen. Die Mikrovertiefungen sind für gewöhnlich im Wesentlichen umgekehrte Abdrücke der Mikropartikel, die zuvor in der Schablonenfläche eingebettet waren.

[0054] Polymeroberflächen mit einer Mehrzahl von abstehenden, konisch zulaufenden Mikrofasern werden hier auch bereitgestellt. Solche Oberflächen können durch Laminieren eines thermoplastischen Substrats (zum Beispiel eines Films) auf eine Schablonenfläche mit einer Trennfläche, die eine Mehrzahl von Mikrovertiefungen aufweist, erzeugt werden. Die Mikrovertiefungen enthalten eine Nicht-Trennfläche. In einigen Fällen können die gesamten Innenflächen der Mikrovertiefungen aus einem Nicht-Trennmaterial gebildet sein. Insbesondere jedoch ist nur der Bodenabschnitt der Mikrovertiefungen aus dem Nicht-Trennmaterial gebildet. Ein Beispiel für eine solche Schablonenstruktur ist ein Polyolefinfilm (zum Beispiel ein Polypropylenfilm), der mit einem regelmäßigen Muster aus Mikrovertiefungen geprägt und mit einem Trennmittel, wie einem Silikontrennmittel, überzogen ist. Das Silikontrennmittel kann auf die geprägte Polyolefinfläche aufgetragen werden, so dass nur die flachen Verbindungsflächen und nicht die Innenflächen in den Mikrovertiefungen beschichtet werden. Das Laminieren eines thermoplastischen Polymersubstrats (zum Beispiel eines Films) an die Schablonenstruktur kann ausgeführt werden, um Mikrofortsätze an der Polymeroberfläche zu bilden, wobei jeder Mikrofortsatz in eine der Mikrovertiefungen ragt und darin an die Nicht-Trennfläche gebunden ist.

[0055] Wenn das thermoplastische Material während dem Ablösen in einem ausreichend erweichten Zustand gehalten wird, können die thermoplastischen Mikrofortsätze auf dem Polymersubstrat vor der Lösung der Haftverbindung des thermoplasti-

schen Polymersubstrats mit der Schablonenfläche zu Mikrofasern gestreckt werden (siehe [Fig. 10](#)). Wie in [Fig. 10](#) dargestellt, kann während dem Ablöseschritt das Polymermaterial, das die Mikrofortsätze bildet, die sich in die Mikrovertiefungen in der Schablonenfläche erstrecken, gestreckt und ausgezogen werden. Somit haben die Mikrofasern, für gewöhnlich eine durchschnittliche Länge, die größer als die durchschnittliche Tiefe der Mikrovertiefungen in der Schablonenfläche ist. Unter Verwendung eines solchen Verfahrens kann eine Bildung von Mikrofasern mit einer durchschnittlichen Länge, die mindestens etwa das 2,0-Fache und vorzugsweise etwa das 2,5-bis etwa 10-Fache der durchschnittlichen Tiefe der Mikrovertiefungen beträgt, erreicht werden. Wenn die Mikrofortsätze während dem Ablöseschritt auf ein ausreichendes Maß ausgezogen werden, können Mikrofasern mit einem konisch zulaufenden Profil erzeugt werden. Wenn das Verfahren kontinuierlich ausgeführt wird, wie zum Beispiel wenn die Schablonenfläche der Überzug einer Quetschwalze ist und das Polymersubstrat ein thermoplastischer Polymerfilm ist, der durch den Walzenspalt läuft, können konisch zulaufende Mikrofasern mit einem gekrümmten Profil (siehe zum Beispiel die Mikrofasern auf der in [Fig. 13](#) dargestellten Oberfläche) erzeugt werden.

[0056] Die konisch zulaufenden Mikrofasern, die durch die hierin beschriebenen Verfahren erzeugt werden, können eine Reihe von Querschnittsformen haben. Für gewöhnlich gibt der Querschnitt der Mikrovertiefungen die Form der Mikrovertiefungen in der Schablonenfläche wieder. Die Querschnittsfläche der Basis der Mikrofaser ist für gewöhnlich annähernd aber nicht mehr als die Querschnittsfläche der Mikrovertiefung (zum Beispiel etwa 90 bis 100% der Querschnittsfläche der Mikrovertiefung). Da im Wesentlichen die gesamte Mikrofaser aus dem Polymermaterial erhalten wird, das anfänglich als Mikrofortsatz in einer Mikrovertiefung in der Schablonenfläche angeordnet wird, hängt das Ausmaß der Konizität einer Mikrofaser von dem Ausmaß ab, auf das die Mikrofaser ausgezogen wird; je länger die Mikrofasern für eine bestimmte Schablonenfläche sind, um so kleiner ist die Querschnittsfläche der Spitze (und um so kleiner ist die Querschnittsfläche bei halber Höhe) und um so höher ist das gesamte Ausmaß der Konizität der Mikrofasern.

[0057] Die hierin offenbarten, konisch zulaufenden Mikrofasern haben eine durchschnittliche maximale Querschnittsdimension an der Basis von mindestens etwa 25 Mikron und im Allgemeinen nicht mehr als etwa 200 Mikron. Die durchschnittliche Länge der konisch zulaufenden Mikrofasern ist für gewöhnlich nicht mehr als etwa 2500 Mikron und vorzugsweise etwa 300 bis etwa 2000 Mikron. Das Ausmaß der Konizität der Mikrofasern (zweimal das Verhältnis der durchschnittlichen Querschnittsfläche an der Basis zu der durchschnittlichen Querschnittsfläche bei hal-

ber Höhe) ändert sich abhängig von dem Ausmaß, in dem die Mikrofasern während der Bildung ausgezogen werden. Die konisch zulaufenden Mikrofasern haben allgemein ein Ausmaß an Konizität von einem Ende zum anderen von etwa 10 : 1.

[0058] Ein anderes Verfahren zur Herstellung einheitlicher Polymersubstrate mit einer Mehrzahl konisch zulaufender Mikrofasern enthält das Laminieren von zwei thermoplastischen Polymersubstraten (zum Beispiel Filmen) an gegenüber liegenden Seiten eines Schablonenfilms mit einer Mehrzahl von hindurchgehenden mikroskopischen Löchern. Der Schablonenfilm ist für gewöhnlich entweder mit einem Trennmaterial, wie Silikongummi, beschichtet oder aus diesem gebildet. Die thermoplastischen Polymersubstrate sind an den Schablonenfilm so laminiert, dass eine Mehrzahl von Mikrofortsätzen von jedem der thermoplastischen Polymersubstrate in die Löcher ragen. Während des Laminierungsvorganges wird ausreichendes thermoplastisches Material in die mikroskopischen Löcher gepresst, so dass die zwei Polymersubstrate durch die Spitzen der Mikrofortsätze, die von jedem der Polymersubstrate in die Löcher im Schablonenfilm ragen, aneinander gebunden werden. Die thermoplastischen Polymersubstrate werden dann von dem Schablonenfilm abgelöst, während die thermoplastischen Polymersubstrate in einem ausreichend erweichten Zustand gehalten werden, um die Mikrofortsätze zu Mikrofasern zu strecken, bevor die Haftverbindung der thermoplastischen Polymersubstrate zueinander gelöst wird. Das Ergebnis nach dem Ablösen ist die Bildung von zwei einheitlichen aufgerauten Polymerfilmen, in welchen die Mikrofortsätze zu Mikrofasern gestreckt wurden, bevor die Haftverbindung der Polymersubstrate gelöst wurde. Beispiele für aufgeraute Polymersubstrate, die unter Verwendung dieses Verfahrens erzeugt wurden, sind in [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) dargestellt.

[0059] Ein weiteres Verfahren, das zur Herstellung einheitlicher Polymerfilme verwendet werden kann, enthält das Laminieren eines Trägerfilms an einen nicht porösen, thermoplastischen Polymerfilm. Zum Beispiel können zwei einheitliche Polymerfilme durch ein Verfahren hergestellt werden, das das Laminieren von zwei Trägerfilmen an jede Seite eines nicht porösen thermoplastischen Polymerfilms enthält. Die zwei Trägerfilme werden dann auseinander gezogen, während der thermoplastische Film in einem ausreichend erweichten Zustand gehalten wird, um einen Teil des thermoplastischen Polymerfilms in eine Mehrzahl von Mikrofasern mit hohem Aspektverhältnis (zum Beispiel Mikrofasern, die einer extrem dünnen "Engelshaarpaste" ähnlich sind, siehe zum Beispiel die Polymeroberfläche in der Elektronenmikrographie, die in [Fig. 15](#) dargestellt ist) zu ziehen und zu strecken, die sich von und integral mit den Abschnitten des thermoplastischen Polymerfilms erstre-

cken, der in Kontakt mit den Trägerfilmen bleibt. Strukturen mit dieser "engelshaarartigen" Struktur auf einer Oberfläche können wegen der Fähigkeit eines solchen Materials, luftübertragene Partikel effizient einzufangen, in Filteranwendungen nützlich sein.

[0060] [Fig. 14](#) zeigt einen Prozess, der zur Bildung von Engelshaarmikrofasern geeignet ist. Ein thermoplastischer Polymerfilm **24** (zum Beispiel ein Polyethylenfilm) tritt aus der Filmdüse **22** des Extruders in erweichtem Zustand und wird auf zwei Trägerfilme **25a**, **25b** in einem Spalt zwischen Kühlwalzen **23a**, **23b** laminiert. Die Temperaturen des Polymerfilms **24**, der aus dem Extruder tritt, und der Kühlwalzen **23a**, **23b** sind so eingestellt, dass der Polymerfilm **24** sich noch in einem erweichten Zustand befindet, wenn er den Spalt verlässt. Die zwei Trägerfilme werden durch Walzen **29a** und **29b** getrennt, wenn sie aus dem Spalt treten. Dies bewirkt, dass der erweichte Polymerfilm in zwei Filme gespalten wird. Während der Trennung wird der erweichte Mittelabschnitt des Polymerfilms in eine Mehrzahl von Mikrofasern mit hohem Aspektverhältnis gezogen und gestreckt. Die Formungsmikrofasern kühlen auf einen Punkt ab, wo sich das Polymermaterial verfestigt. Eine weitere Trennung der Trägerfilme **25a**, **25b** bewirkt dann einen Bruch der Mikrofasern, wodurch zwei einheitliche aufgeraute Filme **26a**, **26b** erzeugt werden, die jeweils eine Mehrzahl abstehender Mikrofasern mit hohem Aspektverhältnis aufweisen. Nach Wunsch können die Trägerfilme **25a**, **25b** von der Rückseite der aufgerauten Polymerfilme **26a**, **26b** abgelöst und auf entsprechende Aufnahmewalzen **30a** und **30b** aufgewickelt werden.

[0061] [Fig. 15](#) zeigt eine Elektronenmikrographie eines beispielhaften aufgerauten Engelshaarfilms, wie hierin beschrieben. Wie dargestellt, haben die Mikrofasern ein extrem hohes Aspektverhältnis. Für gewöhnlich haben aufgeraute Polymerfasern dieser Art Mikrofasern mit einem Aspektverhältnis von mindestens etwa 10. Solche Engelshaarmikrofasern haben für gewöhnlich eine maximale Querschnittsdimension von mindestens etwa 10 Mikron, aber nicht mehr als etwa 100 Mikron und vorzugsweise etwa 10 bis etwa 50 Mikron.

[0062] Die Erfindung ist des Weiteren durch die folgenden Beispiele gekennzeichnet. Diese Beispiele sollen den Umfang der Erfindung, der in der vorangehenden Beschreibung, dargelegt ist, nicht einschränken, und Variationen in den Konzepten der Erfindung sind offensichtlich.

BEISPIEL 1

[0063] Ein 0,16 mm dicker Film aus linearem Polyethylen geringer Dichte (erhältlich von CT Films, Chipewa, WI unter der Bezeichnung X0-52; XEM 352.1) wurde an einer Seite mit Merkmalen strukturiert, die

an ihrer Basis oder ihrem Schnittpunkt mit dem Film quadratisch waren und zu einer abgerundeten Oberseite anstiegen; die quadratische Basis war etwa 75 µm an einer Seite und die Höhe betrug etwa 30 µm. Die Merkmale wurden in einer quadratischen Gitteranordnung von etwa 0,12 mm an einer Seite platziert (siehe [Fig. 2](#)). Die strukturierte Seite dieses Films wurde mit einem Exzenter-Fäustlingsschleifer (DeWalt Modell DW421) unter Verwendung eines beschichteten Schleifmittels mit einer Körnung von 80 (80A NO-FIL ADALOX A273, erhältlich von Norton, Troy, NY) behandelt. Auf den Schleifer wurde ein mäßiger Handdruck ausgeübt, während er langsam in einer Hin- und Herbewegung 15 sec in eine Richtung vor und zurück bewegt wurde und dann weitere 15 sec in eine zweite Richtung, senkrecht zu der ersten, vor und zurück bewegt wurde. Von der Mitte dieser Probe wurde ein Schnitt ausgeführt und mit einem Abtastelektronenmikroskop untersucht. Fasern mit ausgefranzten Spitzen waren vorwiegend an jedem der erhabenen Merkmale gebildet und erstreckten sich auf verschiedene Höhen bis zu etwa 200 µm ([Fig. 3](#)).

BEISPIEL 2

[0064] Das XEM 352.1 Polyethylen geringer Dichte wurde wie in Beispiel 1 beschrieben behandelt, mit der Ausnahme, dass ein beschichtetes Schleifmittel mit einer Körnung von 180 verwendet wurde (P180 255L PRODUCTION RESIN BONDED FRE-CUT FILM OPEN COAT, 3M, St. Paul, MN). Eine Elektronenmikrographie des in diesem Beispiel hergestellten Materials ist in [Fig. 4](#) dargestellt. Die Fasern, die vorwiegend an den erhabenen Merkmalen gebildet waren, hatten Längen bis zu etwa 250 µm, waren an den Enden ausgefranst und hatten einen kleineren Querschnitt als Fasern, die mit der größeren Körnung in Beispiel 1 gebildet wurden.

BEISPIEL 3

[0065] Das XEM 352.1 Polyethylen geringer Dichte wurde wie in Beispiel 1 beschrieben behandelt, mit der Ausnahme, dass ein beschichtetes Schleifmittel mit einer Körnung von 400 verwendet wurde (P400 SG3 PRODUCTION RESIN BONDED FRE-CUT FILM OPEN COAT, 3M, St. Paul, MN). Eine Elektronenmikrographie des in diesem Beispiel hergestellten Materials ist in [Fig. 5](#) dargestellt. Die Fasern, die an den erhabenen Merkmalen gebildet waren, hatten Längen bis zu etwa 100 µm, waren an den Enden ausgefranst und hatten einen kleineren Querschnitt als Fasern, die mit den größeren Körnungen in Beispiel 1 und 2 gebildet wurden.

BEISPIEL 4

[0066] Die aufgeraute Polymerschicht, die in Beispiel 1 hergestellt worden war, wurde durch dieselbe

Prozedur unter Verwendung eines Schleifmittels feinerer Körnung weiter behandelt, das heißt, nach dem Abrieb der strukturellen Polymeroberfläche mit einem beschichteten Schleifmittel mit einer Körnung von 80, wie in Beispiel 1 beschrieben, wurde die erhaltene aufgeraute Oberfläche anschließend mit einem Papier mit einer Körnung von 400 behandelt. Durch diese doppelte Behandlung, das heißt, den Abrieb mit zwei verschiedenen beschichteten Schleifmitteln, wobei das zweite viel feiner war als das erste, wurden die Enden der Fasern weiter ausgefranst (Fig. 6) und erzeugten Mikrofasern, die von den Mikrofasern abstanden, die mit der groben (Körnung von 80) Behandlung erzeugt wurden.

[0067] Alle Veröffentlichungen und Patentanmeldungen in dieser Beschreibung beziehen sich auf die Ebene des Durchschnittsfachmanns, den diese Erfindung betrifft.

[0068] Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf verschiedene spezifische und bevorzugte Ausführungsformen und Techniken beschrieben. Es sollte jedoch offensichtlich sein, dass viele Variationen und Modifizierungen ausgeführt werden können, die im Umfang der Erfindung liegen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines einheitlichen Polymersubstrates, das eine aufgeraute Oberfläche enthält, die mehrere Mikrofasern mit ausgefranst Enden umfasst, wobei das Verfahren umfasst:
In-Kontakt-Bringen einer Oberfläche eines thermoplastischen Polymersubstrates mit einer schleifenden Oberfläche in einer Hin- und Her-Bewegung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend das In-Kontakt-Bringen der thermoplastischen Polymeroberfläche mit einer schleifenden Oberfläche mit einer Körnung von 40 bis 500 in einer Hin- und Her-Bewegung.

3. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend das In-Kontakt-Bringen – in einer Hin- und Her-Bewegung – der schleifenden Oberfläche mit einer thermoplastischen Polymeroberfläche, die mehrere Mikrofortsätze enthält.

4. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend das In-Kontakt-Bringen der thermoplastischen Polymeroberfläche mit einer ersten schleifenden Oberfläche, die eine grobe Körnung aufweist, in einer Hin- und Her-Bewegung, um eine erste aufgeraute Oberfläche mit mehreren ersten Mikrofasern mit ausgefranst Enden zu bilden, die davon abstehen; und das In-Kontakt-Bringen der ersten aufgerauten Oberfläche mit einer zweiten schleifenden Oberfläche, die eine feinere Körnung als die erste schleifende Oberfläche aufweist, in einer Hin- und Her-Bewegung, um

eine zweite aufgeraute Oberfläche mit mehreren zweiten vorstehenden Mikrofasern mit ausgefranst Enden zu bilden, die eine Oberfläche mit mehreren davon abstehenden Mikrofasern enthält.

5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Mikrofortsätze Stege sind.

6. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Mikrofortsätze quadratische Basen haben.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Mikrofasern eine durchschnittliche Länge von nicht mehr als 500 Mikrometer haben.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Mikrofasern mehrere Mikrofasern aufweisen, die von einer Oberfläche der Mikrofasern abstehen.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Polymeroberfläche zunächst mit einer schleifenden Oberfläche in Kontakt gebracht wird, die eine Körnung von 40 bis 300 aufweist, und dann mit einer schleifenden Oberfläche in Kontakt gebracht wird, die eine Körnung von 80 bis 500 aufweist, wobei der Unterschied in der Körnung zwischen dem ersten und zweiten Schleifmittel wenigstens 50 beträgt.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Substrat eine Faser ist.

Es folgen 17 Blatt Zeichnungen

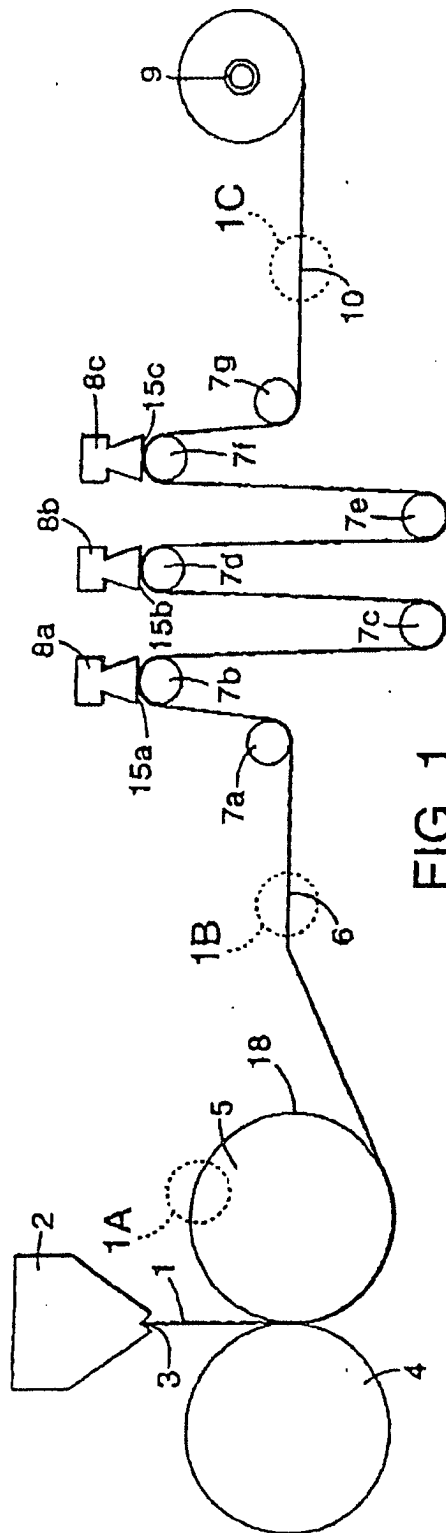


FIG. 1

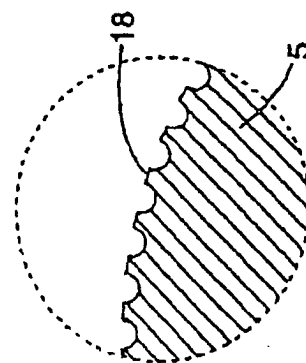


FIG. 1A

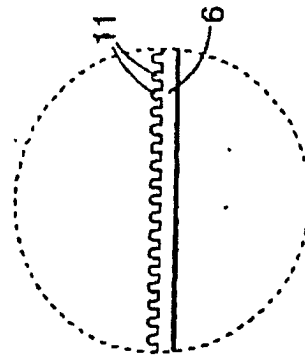


FIG. 1B

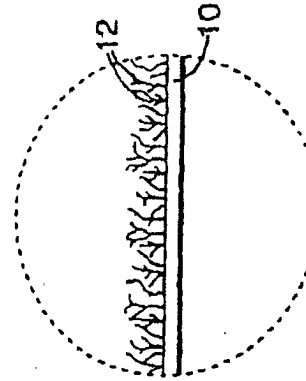


FIG. 1C

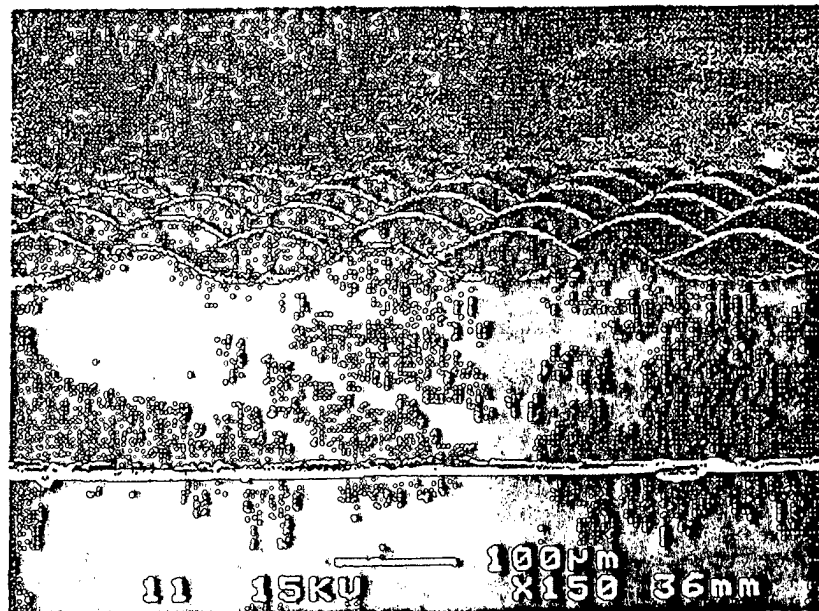


FIG.2

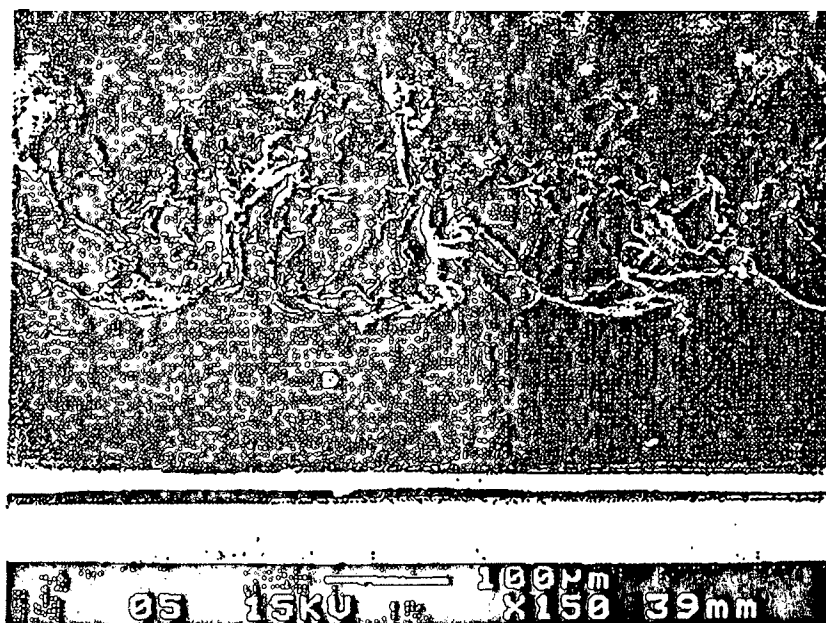


FIG.3

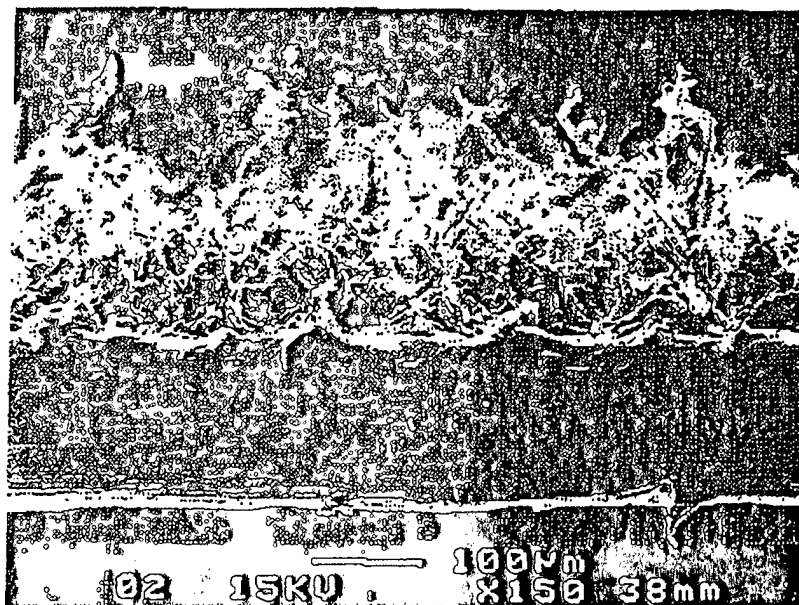


FIG.4

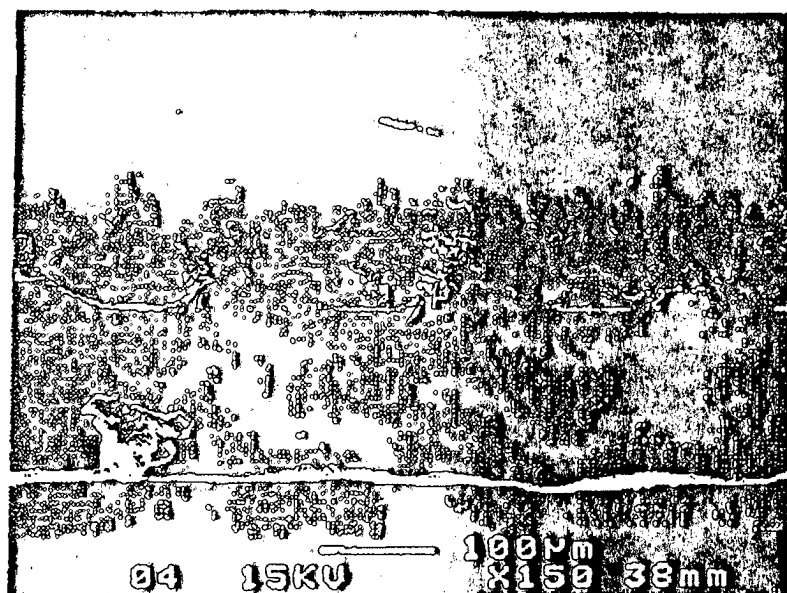


FIG.5

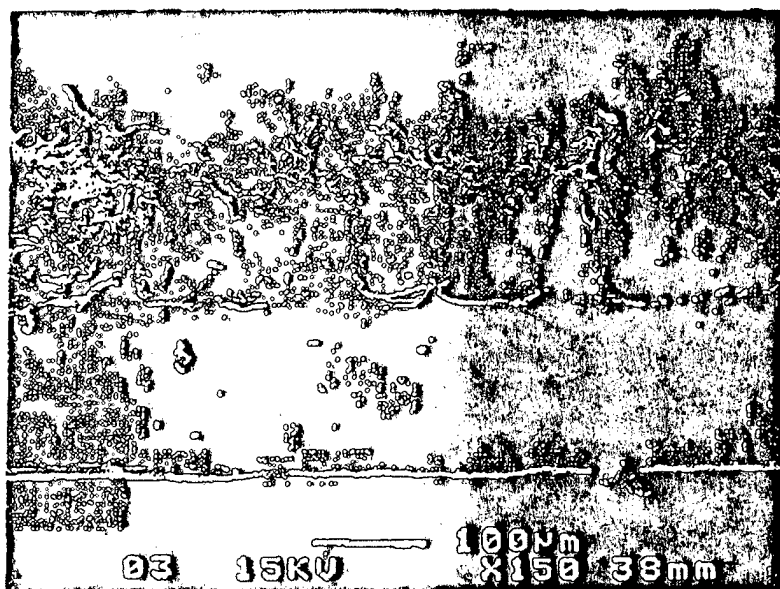


FIG.6

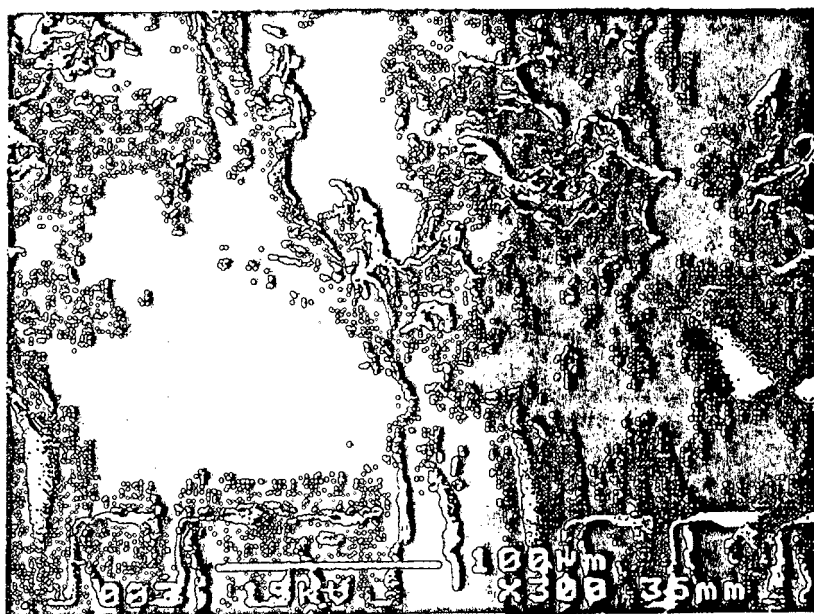


FIG.7



FIG.8



FIG.9

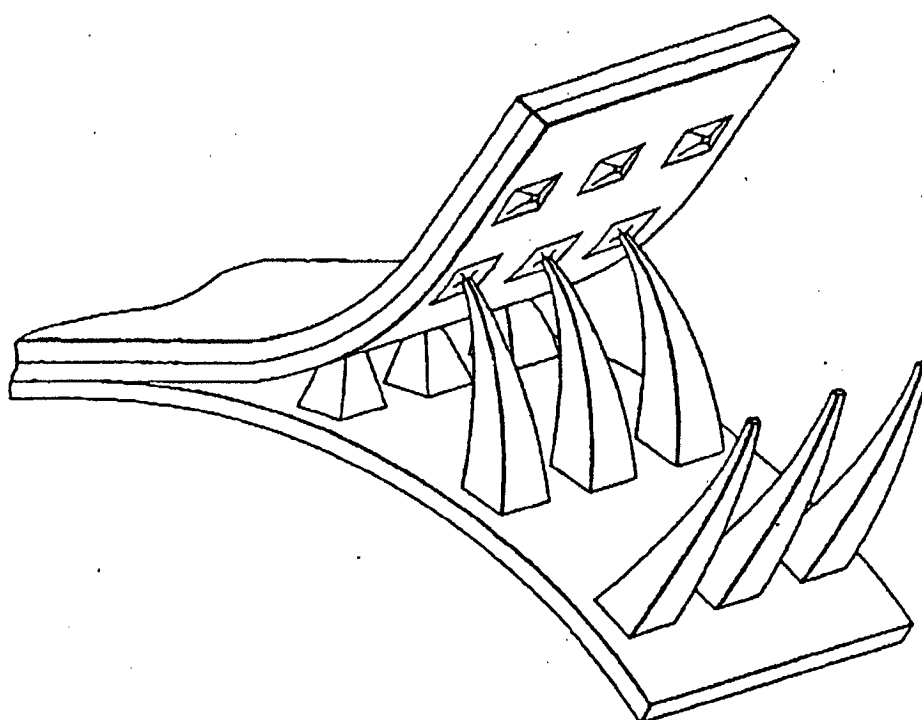


FIG. 10

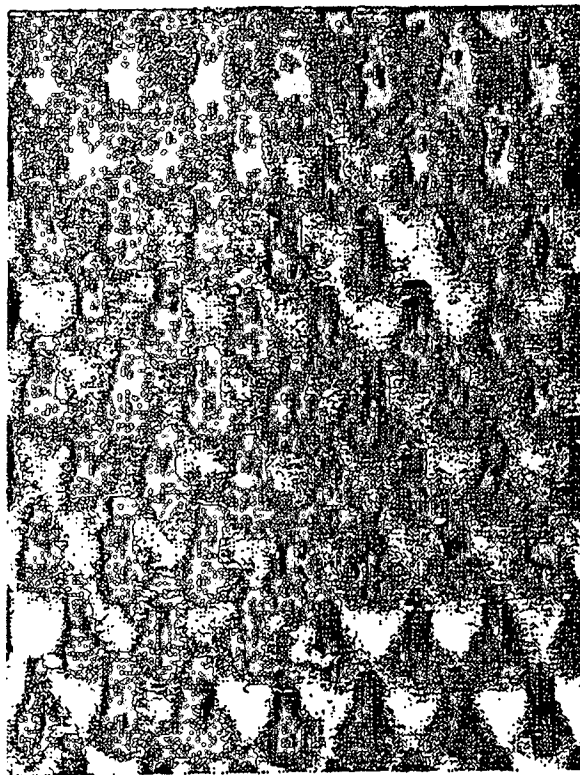


FIG.11

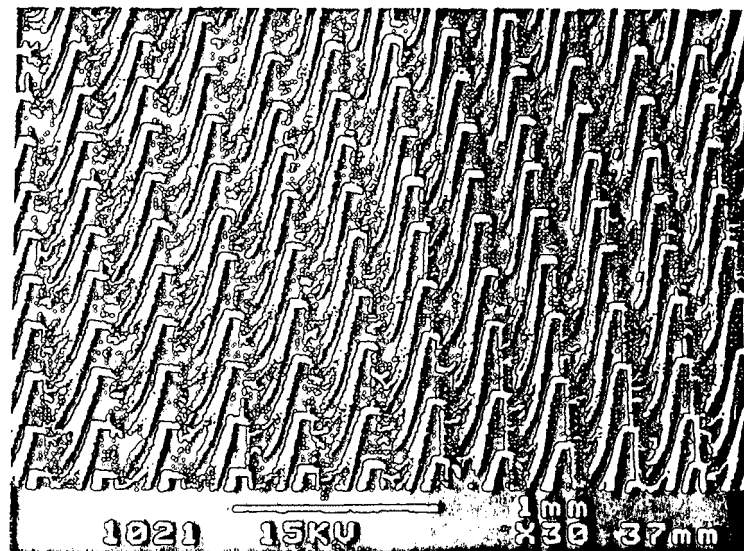


FIG.12 .

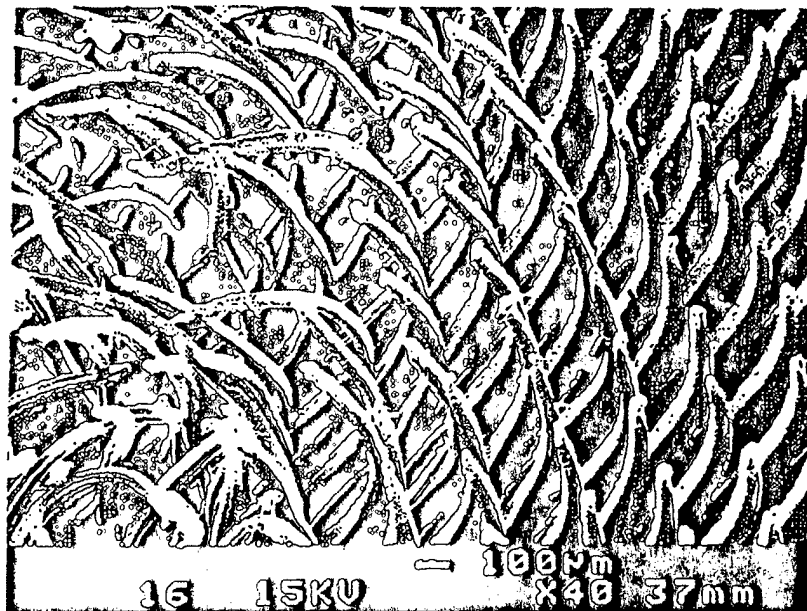
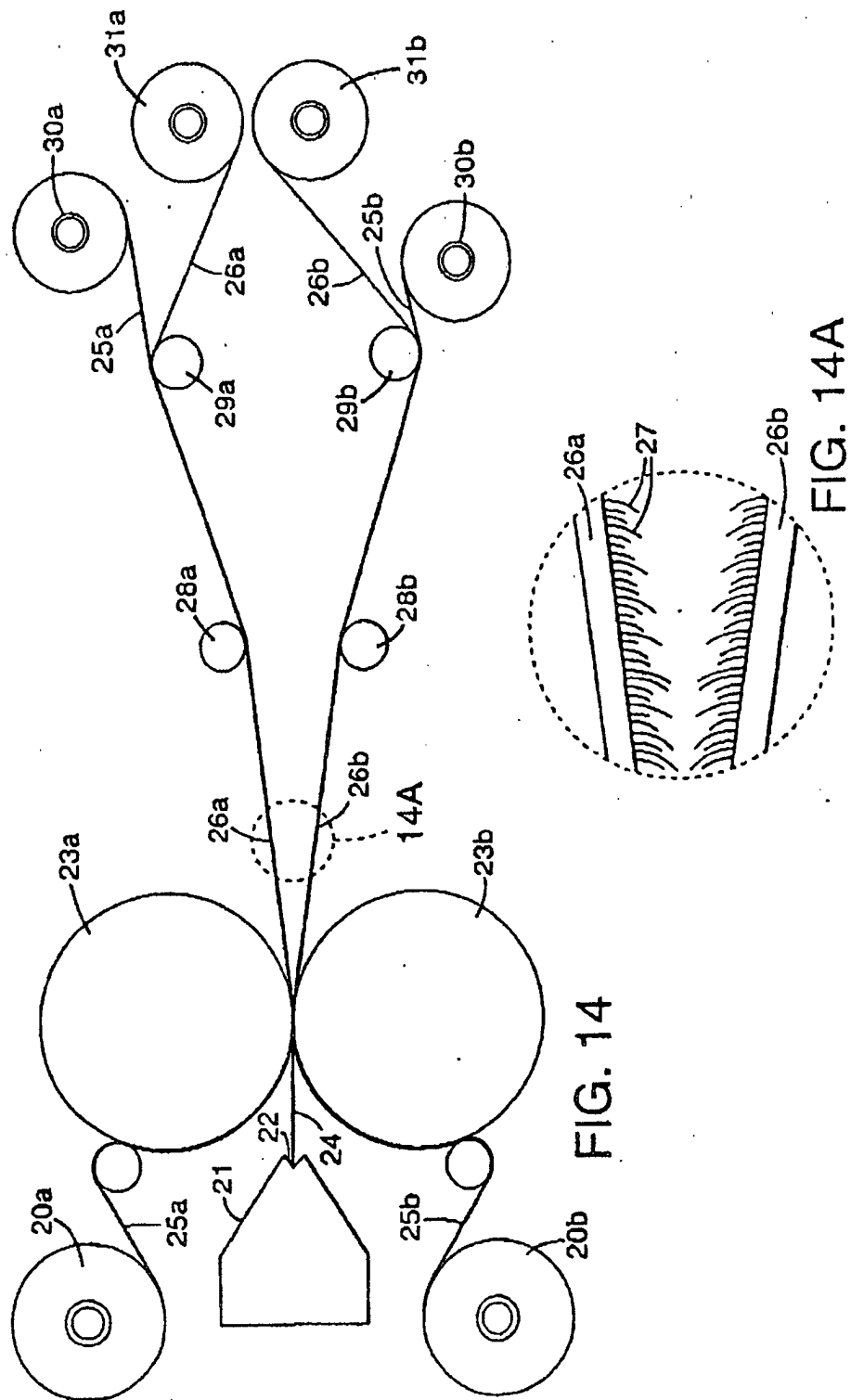


FIG.13



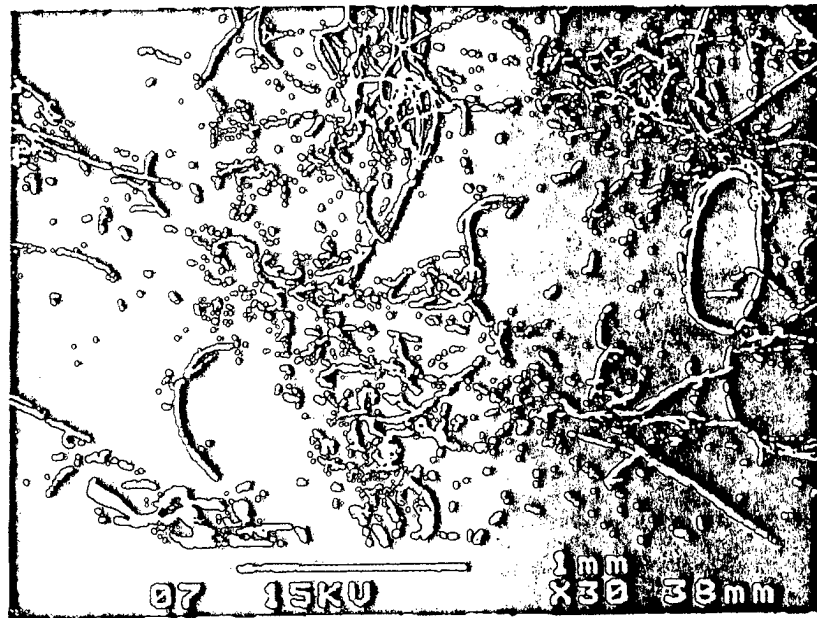


FIG.15

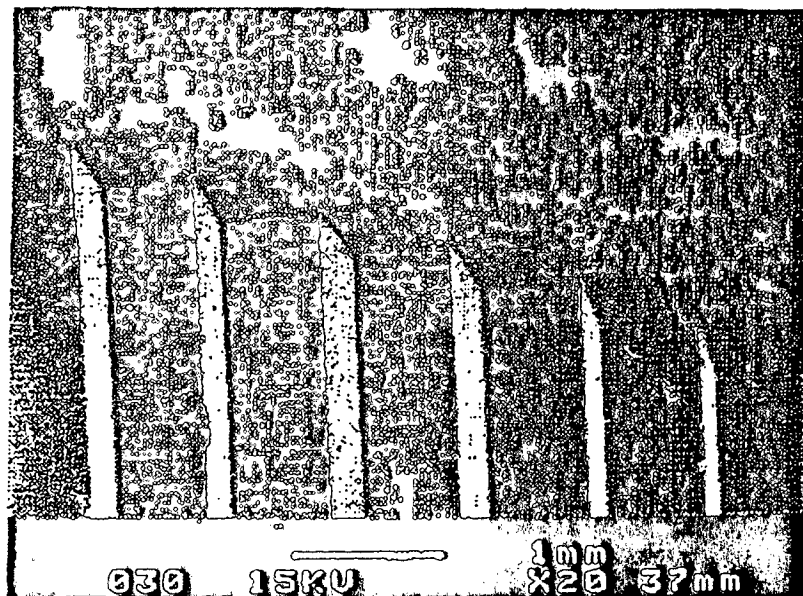


FIG.16

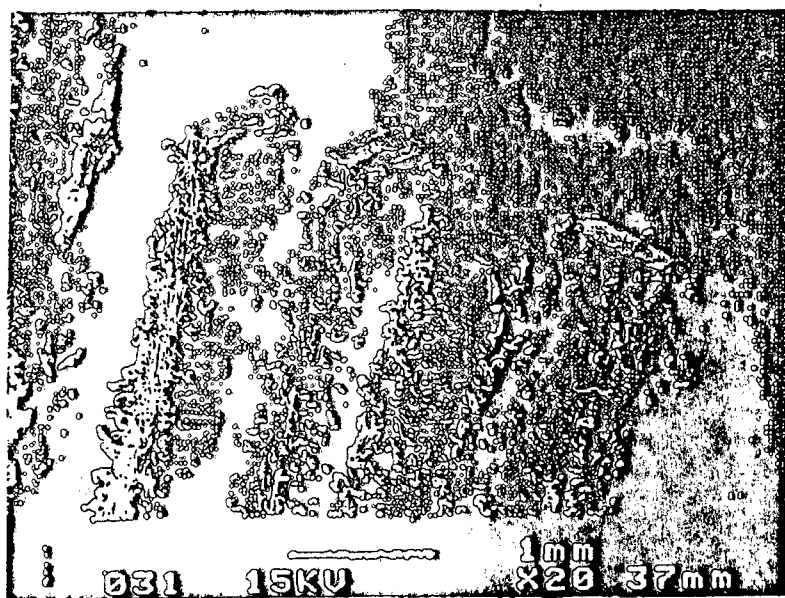


FIG.17