(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 32 724 T2** 2006.06.22

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 044 294 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 32 724.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/27509**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 964 904.1**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/034041**
(86) PCT-Anmeldetag: **24.12.1998**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **08.07.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.10.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **07.12.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.06.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***D01F 6/36*** (2006.01)
D04H 3/02 (2006.01)
A61L 15/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
70212 P **31.12.1997** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Kimberly-Clark Worldwide, Inc., Neenah, Wis., US

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(72) Erfinder:
QIN, Jian, Appleton, US; LI, Yong, Appleton, US; VAN DYKE, Lynn, Wendy, Neenah, US; WISNESKI, John, Anthony, Kimberly, US; WALLAJAPET, Raj, Palani, Wauwatosa, US; RHIM, Hannong, Roswell, US

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON VLIESSTOFFEN AUS HOCHABSORBIERENDER FASER**

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

[0001] Die Erfindung betrifft eine vliesartige Bahn aus einer hochabsorbierenden Faser. Ein Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer vliesartigen Bahn aus einer hochabsorbierenden Feinfaser.

[0002] Bestimmte Polymere werden aufgrund ihrer Fähigkeit, Fluide aufzunehmen und zu halten, als hochabsorbierende Polymere bezeichnet. Das Polyakrylsäurekopolymer (kurz Polykopolymer) ist ein Beispiel für ein derartiges hochabsorbierendes Polymer.

[0003] Beim Trockenspinnen kann ein hochabsorbierendes Polymer in kontinuierliche beziehungsweise fortlaufende Filamente umgewandelt werden. Beim Trockenspinnen wird eine wässrige Lösung des Polymers in Luft extrudiert. Unter Verwendung einer hochgradig konzentrierten Polymerlösung werden flüssige Filamente extrudiert und anschließend verfestigt, getrocknet, warmgezogen und in einer Gasumgebung wärmebehandelt.

[0004] Eine vliesartige hochabsorbierende Faserbahn kann hergestellt werden, indem zunächst eine wässrige faserbildende Polymerlösung in Filamente umgewandelt wird, die mit einem primären Luftstrom in Kontakt gebracht werden, dessen Geschwindigkeit ausreichend ist, um die Filamente zu raffinieren. Die raffinierten Filamente werden in einer Faserbildungszone mit einem sekundären Luftstrom in Kontakt gebracht, dessen Geschwindigkeit derart gewählt ist, dass die Filamente weiter effektiv raffiniert werden, dass die Filamente zu Fasern „fragmentiert" werden, und dass die Fasern in eine Bahnbildungszone verbracht werden. Die „fragmentierten" Fasern werden in einer in der Bahnbildungszone vorhandenen netzartigen Bahn gesammelt, die daraufhin getrocknet wird.

[0005] Ein vliesartiger Stoff aus wasserlöslichen Harzfasern kann aus wasserlöslichen Harzfeinfasern bestehen, deren durchschnittlicher Faserdurchmesser 30 µm oder weniger beträgt, und dessen Flächenmasse zwischen 5 und 500 g/m^2 liegt. Der Stoff kann hergestellt werden, indem eine wässrige Lösung des wasserlöslichen Harzes oder eine mit Wasser weichgemachte Harzschmelze durch Düsen extrudiert wird, das extrudierte Material zur Bildung von Fasern mittels eines Hochgeschwindigkeitsgasstromes gedehnt wird, die Fasern zum Zwecke der Ausdampfung des Wassers in den Fasern erwärmt werden, und die Fasern anschließend gesammelt werden. Die wasserlöslichen Harze können Polyvinylalkohole (kurz Poly) enthalten, wenn die Anwendung hauptsächlich auf die Verwendung von Pullulan, einem Naturglukan, abstellt. Der Hochgeschwindigkeitsgasstrom kann aus Luft mit einer Temperatur zwischen 20 °C und 60 °C bei einer Lineargeschwindigkeit von 10 bis 1000 m/s bestehen. Die Fasern können mittels Reihen von Infrarotheizern getrocknet werden, die auf beiden Seiten des Faserstromes und parallel zu diesem angeordnet sind.

[0006] Einige Verfahren zur Bildung von Faserbahnen oder Erzeugnissen aus einer Lösung eines Polymers oder eines geschmolzenen Polymers erzeugen sehr kurze Fasern und unterscheiden sich daher merklich von Schmelzblas- oder Spinnvliesherstellungsvorgängen, die zur Herstellung vliesartiger Bahnen aus geschmolzenen thermoplastischen Polymeren eingesetzt werden.

[0007] Beim Faserbildungsvorgang kann Dampf zum Einsatz kommen. Eine wasserhaltige Polymerverbindung kann unter Bedingungen extrudiert werden, bei denen ein superkritisches Fluid zum Einsatz kommt, um die Bildung eines speckartigen Glanzes zu verhindern, und bei denen wasserhaltige gelartige Fasern zur Bildung der Bahnen gesprüht werden.

[0008] Beim Faserbildungsvorgang kann das Verfahren des Schmelzblasens zum Einsatz kommen.

[0009] Zudem kann beim Faserbildungsvorgang eine Koformierung erfolgen. Fasern oder Teilchen werden hierbei bei ihrer Bildung mit schmelzgeblasenen Fasern vermischt.

[0010] Das Verfahren der Vliesherstellung (spunbounding) kann ebenfalls beim Faserbildungsvorgang Verwendung finden.

[0011] Ein aus dem Stand der Technik bekannter Extrusionsvorgang zur Bildung hochabsorbierender Fasern ist in der Druckschrift EP 0 547 604 offenbart.

[0012] Hochabsorbierende Vorgängerpolymere mit hohen Molekulargewichten, so beispielsweise Molekulargewichten von mehr als 500.000, und einer minimalen Vernetzung können bei (mechanischer) Beanspruchung ein hohes Fluidabsorptionsvermögen bewirken.

[0013] Der Begriff „hochabsorbierendes Polymer" bezeichnet hierbei ein Polymer, das bei (mechanischer) Beanspruchung ein hohes Fluidabsorptionsvermögen in einer Größenordnung von 10 g von 0,9 Gew.-%-igem wässrigem Natriumchlorid pro Gramm der trockenen absorbierenden Faser oder vliesartigen Bahn aufweist.

[0014] Das Spinnen von Fasern aus hohes Molekulargewicht aufweisenden Polymeren ist durchaus problembehaftet, und das sogar in dem Fall, in dem das Polymer ein linearkettiges Polymer ist, und zwar insbesondere, wenn die Molekülkette flexibel ist.

[0015] Eine Faser mit ultrahohem Modul und hoher Stärke kann aus einem hohes Molekulargewicht aufweisenden Polyethylen nur mittels langsamen Gelspinnens hergestellt werden.

[0016] Das Spinnen von Fasern aus einer Lösung eines linearkettigen und flexiblen Polymers beinhaltet das Entwirren und Dehnen der aufgerollten und verwickelten Polymermoleküle in der Lösung. Sind diese Moleküle groß, so wird der Vorgang des Entwirrens und Dehnens – wenn er überhaupt durchführbar ist – sehr schwierig und langsam. Die Relaxationszeit ist lang.

[0017] Entsprechend ging man davon aus, dass die Herstellung einer im Wesentlichen fortlaufenden Faser aus einer Lösung eines hohes Molekulargewicht aufweisenden Polymers insbesondere in Hochgeschwindigkeitsvliesspinnvorgängen unmöglich ist. Der Hochgeschwindigkeitsvliesspinnvorgang erfolgt bei Spinngeschwindigkeiten, die um das 10- bis 100-fache höher als bei der herkömmlichen Textilfaserverspinnung sind. Man hat beobachtet, dass die Mikrofaserbahn aus einem hohes Molekulargewicht (124.000 bis 180.000) aufweisenden Polyvinylalkohol schusshaltig wird, was normalerweise auf ein Reißen der Fasern hindeutet.

[0018] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung einer stark verbesserten vliesartigen Bahn mit im Wesentlichen fortlaufenden hochabsorbierenden Mikrofasern bereitzustellen, die mechanische Stärke, hohes Fluidabsorptionsvermögen und bevorzugte Eigenschaften der Handhabung aufweisen.

[0019] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht dann, ein Verfahren zur Herstellung einer neuartigen und stark verbesserten vliesartigen Bahn mit fortlaufenden hochabsorbierenden Feinfasern bereitzustellen, die mechanische Stärke, hohes Fluidabsorptionsvermögen und verbesserte Eigenschaften der Handhabung aufweisen.

[0020] Diese und weitere Aufgaben erschließen sich einem Durchschnittsfachmann auf dem einschlägigen Gebiet durch Betrachtung der Detailbeschreibung dieser Druckschrift sowie des Anspruchssatzes.

[0021] Die vorliegende Erfindung stellt zusammengefasst ein Verfahren zur Herstellung einer vliesartigen Bahn aus einer im Wesentlichen fortlaufenden Feinfaser bereit.

[0022] Entsprechend einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Bereitstellung einer vliesartigen Bahn gemäß Anspruch 1 vorgesehen.

[0023] Es wird eine wässrige Polymerlösung hergestellt, die sich aus etwa 10 bis 75 Gew.-% eines linearen hochabsorbierenden Vorgängerpolymers mit einem Molekulargewicht von etwa 300.000 bis ungefähr 10.000.000 zusammensetzt. Die Polymerlösung wird bei einer Temperatur in einem Bereich von etwa 20 °C bis etwa 180 °C und mit einer Viskosität in einem Bereich von etwa 3 bis etwa 1000 Pa s durch eine Düse extrudiert, die eine Mehrzahl von Öffnungen zur Bildung einer Mehrzahl von Fadengebilden aufweist. Die Düsenöffnungen weisen Durchmesser in einem Bereich von ungefähr 0,20 bis ungefähr 1,2 mm auf. Die sich ergebenden Fadengebilde werden mit einer primären Gasquelle unter Bedingungen raffiniert, die dafür ausreichend sind, dass die Viskosität jedes Fadengebildes bei Verlassen der Düsenöffnung und für einen Abstand von nicht mehr als 8 cm mit zunehmendem Abstand von der Düse inkrementell zunimmt, während die Gleichmäßigkeit der Viskosität in radialer Richtung im Wesentlichen erhalten bleibt, und zwar mit einer Rate, die ausreichend ist, um eine Faser mit der gewünschten Raffinierung und einem durchschnittlichen Faserdurchmesser bereitzustellen, ohne dass ein merkliches Reißen von Fasern erfolgen würde. Die primäre Gasquelle weist eine relative Feuchtigkeit von etwa 30 bis 100%, eine Temperatur von etwa 20 °C bis ungefähr 100 °C, eine Geschwindigkeit von etwa 150 bis etwa 400 m/s, einen horizontalen Einfallswinkel von etwa 70° bis etwa 110° und einen vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als etwa 90° auf. Die Fadengebilde werden zur Bildung von Fasern mit einer sekundären Gasquelle bei einer Temperatur von etwa 140 °C bis etwa 320 °C und einer Geschwindigkeit von etwa 60 bis etwa 125 m/s getrocknet. Die sekundäre Gasquelle weist einen horizontalen Einfallswinkel von etwa 70° bis etwa 110° und einen vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als etwa 90° auf. Die

Fasern werden willkürlich auf eine sich bewegende löchrige Oberfläche aufgelegt, sodass sich eine im Wesentlichen gleichmäßige Bahn in einer Größenordnung von etwa 0,4 bis etwa 1,9 cm^2 bildet. Die sich bewegende löchrige Oberfläche wird etwa 10 bis etwa 60 cm von der Öffnung entfernt angeordnet, aus der die letzte Gasquelle austritt, um mit den Fadengebilden in Kontakt zu treten. Die Fasern weisen einen durchschnittlichen Faserdurchmesser in einem Bereich von etwa 0,1 bis etwa 10 µm auf und sind im Wesentlichen schussfrei. Die Schritte der Raffinierung und Trocknung werden unter Bedingungen einer kontrollierten hochgradigen Turbulenz ausgeführt, wobei die Fasern eine derartige Länge aufweisen, dass sie im Vergleich zu ihren Durchmessern als kontinuierlich angesehen werden können. Die gleichmäßige Bahn wird einer Hochenergiequelle ausgesetzt, die aus einer Wärme, Elektronenstrahlen, Mikrowellen und Hochfrequenzbestrahlung umfassenden Gruppe ausgewählt ist, um das Polymer unlöslich zu machen, und um eine stabile Vernetzung in dem hochabsorbierenden Vorgängerpolymer zu bewirken. Die stabilisierte Bahn wird zur Erreichung bestimmter Bahnstrukturen und Eigenschaften, beispielsweise mittels Befeuchtung, Verdichtung, Prägung, Verklebung und Laminierung, nachbehandelt.

[0024] Darüber hinaus werden eine neuartige vliesartige Bahn sowie ein Verfahren zur Herstellung einer stark verbesserten vliesartigen Bahn mit einer kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser offenbart, bei dem die primäre Gasquelle eine relative Feuchtigkeit von etwa 60 bis 95%, eine Temperatur von etwa 20 °C bis etwa 100 °C, eine Geschwindigkeit von etwa 30 bis etwa 150 m/s, einen horizontalen Einfallswinkel von etwa 70° bis 110° und einen vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als etwa 90° aufweisen. Die Fadengebilde werden mittels einer sekundäre Gasquelle zur Bildung von Fasern bei einer Temperatur von etwa 140 °C bis etwa 320 °C und einer Geschwindigkeit von etwa 30 bis etwa 150 m/s bei einem horizontalen Einfallswinkel von etwa 70° bis etwa 110° und einem vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als etwa 90° getrocknet. Die Fasern werden willkürlich auf eine sich bewegende löchrige Oberfläche gegeben, sodass sich eine im Wesentlichen gleichmäßige Bahn in einer Größenordnung von etwa 1,9 bis etwa 6,5 cm^2 bildet, wobei die sich bewegende löchrige Oberfläche etwa 10 bis etwa 100 cm von der Öffnung entfernt ist, aus der die letzte Gasquelle austritt, um mit den Fadengebilden in Kontakt zu treten, und die Fasern einen durchschnittlichen Faserdurchmesser in einem Bereich von etwa 10 bis etwa 30 µm aufweisen und im Wesentlichen mit einem gleichmäßigen Durchmesser versehen sind. Die Schritte der Raffinierung und Trocknung werden unter Bedingungen einer minimalen hochgradigen Turbulenz vorgenommen.

[0025] Zudem werden eine neuartige vliesartige Bahn und ein Verfahren zur Herstellung stark verbesserter kontinuierlicher hochabsorbierender Feinfasern und einer entsprechenden vliesartigen Bahn aus diesen Feinfasern offenbart, wobei die primäre Gasquelle eine relative Feuchtigkeit von etwa 65 bis 90%, eine Temperatur von etwa 20 °C bis etwa 100 °C, eine Geschwindigkeit von weniger als etwa 30 m/s, einen horizontalen Einfallswinkel von etwa 70° bis etwa 110° und einen vertikalen Einfallswinkel von etwa 90° aufweist. Die Fadengebilde werden mittels einer Gasquelle zur Bildung von Fasern bei einer Temperatur von etwa 140 °C bis etwa 320 °C und einer Geschwindigkeit von weniger als etwa 30 m/s, einem horizontalen Einfallswinkel von etwa 70° bis etwa 110° und einem vertikalen Einfallswinkel von etwa 90° getrocknet. Die sich ergebenden Fasern werden mittels einer tertiären Gasquelle raffiniert, deren Temperatur in einem Bereich von etwa 10 °C bis etwa 50 °C, deren Geschwindigkeit in einem Bereich von etwa 30 bis etwa 240 m/s, und deren horizontaler Einfallswinkel in einem Bereich von etwa 30 bis etwa 240 m/s liegt, während deren Einfallswinkel nicht mehr als etwa 90° beträgt. Die Fasern werden willkürlich auf eine sich bewegende löchrige Oberfläche aufgebracht, sodass sich eine im Wesentlichen gleichmäßige Bahn in einer Größenordnung von etwa 1,9 bis etwa 6,5 cm^2 bildet, wobei die sich bewegende löchrige Oberfläche in einem Abstand von etwa 10 bis etwa 100 cm von der Öffnung entfernt angeordnet wird, aus der die letzte Gasquelle austritt, um mit den Fadengebilden in Kontakt zu treten, wobei die Fasern einen durchschnittlichen Faserdurchmesser in einem Bereich von etwa 10 bis etwa 30 µm aufweisen und mit einem im Wesentlichen gleichmäßigen Durchmesser versehen sind, wobei ein Konditionieren, Trocknen und Raffinieren unter den Bedingungen einer minimalen hochgradigen Turbulenz vorgenommen werden.

[0026] Darüber hinaus wird eine stark verbesserte im Wesentlichen kontinuierliche hochabsorbierende Mikrofaser sowie eine vliesartige Bahn aus dieser Faser offenbart, wobei die Fasern einen durchschnittlichen Faserdurchmesser in einem Bereich von etwa 0,1 bis etwa 10 µm aufweisen, im Wesentlichen schussfrei sind und darüber hinaus eine solche Länge aufweisen, dass sie im Vergleich zu ihren Durchmessern als kontinuierlich angesehen werden können. Die Bahn ist im Wesentlichen in einer Größenordnung von etwa 0,4 bis etwa 1,9 cm^2 gleichmäßig, was vom mittleren Faserdurchmesser abhängt.

[0027] Ferner wird eine stark verbesserte vliesartige Bahn aus kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfasern offenbart, wobei die Fasern einen durchschnittlichen Faserdurchmesser in einem Bereich von etwa 10 bis etwa 100 µm aufweisen, im Wesentlichen schussfrei sind sowie mit einem im Wesentlichen gleichmäßigen

Durchmesser versehen sind. Die Bahn ist hierbei in einem Bereich von etwa 1,9 bis etwa 6,5 cm^2 im Wesentlichen gleichmäßig, was vom durchschnittlichen Faserdurchmesser abhängt.

[0028] Ein absorbierendes Wegwerferzeugnis aus einer stark verbesserten vliesartigen Bahn aus im Wesentlichen kontinuierlichen oder kontinuierlichen hochabsorbierenden Fasern wird darüber hinaus offenbart.

[0029] Die aus den hochabsorbierenden Fasern bestehenden vliesartigen Bahnen der vorliegenden Erfindung sind insbesondere bei der Erzeugung absorbierender Wegwerferzeugnisse wie Windeln, Trainingshosen, Hygieneerzeugnissen, so beispielsweise Damenbinden, Tampons und dergleichen, Inkontinenzerzeugnissen, Wischlappen und dergleichen von Nutzen.

[0030] Verschiedene bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachstehend beispielhalber unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung beschrieben, die sich wie folgt zusammensetzt.

[0031] Fig. 1 ist eine perspektivische schematische Ansicht, die insbesondere die Herstellung einer vliesartigen Bahn entsprechend einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt und den horizontalen Einfallswinkel darstellt.

[0032] Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht des unteren Abschnittes des Düsenspitzenabschnittes der Düse von Fig. 1 bezüglich der Linie 2-2. Die Figur stellt den vertikalen Einfallswinkel dar.

[0033] Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht eines Abschnittes eines hochabsorbierenden Fadengebildes, das entsprechend einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde.

[0034] Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht eines Abschnittes des Fadengebildes von Fig. 3.

[0035] Fig. 5 ist eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispieles der vorliegenden Erfindung.

[0036] Man hat durch empirische Untersuchungen herausgefunden, dass hohes Absorptionsvermögen aufweisende vliesartige Bahnen aus einer im Wesentlichen kontinuierlichen Faser, das heißt mit sehr wenigen „Schüssen", in einem Hochgeschwindigkeitsvliesspinnvorgang unter Einbeziehung einer neuartigen Abwandlung an dem Vorgang aus äußerst hohes Molekulargewicht (bis zu 8.000.000) aufweisenden hochabsorbierenden Vorgängerpolymeren hergestellt werden können.

[0037] Man geht davon aus, dass der Mechanismus zur neuartigen Faserbildung auf der starken Affinität von Wassermolekülen zur Karboxylgruppe des Natriumpolyakrylsäurekopolymers beruht, durch das beispielsweise die lange Polymerkette steifer gemacht wird, wodurch das Entwirren und Dehnen vereinfacht werden. Der Mechanismus kann ein ionisches Reparieren der Karboxylgruppe des Natriumpolyakrylsäurekopolymers beinhalten.

[0038] Es wurde eine stark verbesserte vliesartige Bahn aus Natriumpolyakrylsäurekopolymer in einem neuartigen Vorgang hergestellt, der eine hochgenaue Kontrolle der Gasumgebung beinhaltet, in die die Fadengebilde der Lösung extrudiert werden, und zwar mit Blick auf Feuchtigkeit und Temperatur, wodurch ein vorzeitiges übermäßiges Ausdampfen des Lösungsmittels Wasser verhindert wird, bevor nasse Fadengebilde ohne Reißen oder „Fragmentierung" zu einer gewünschten Größe raffiniert werden. Die im Wesentlichen kontinuierliche Faser enthält sehr wenige „Schüsse", wobei die Bahnen sehr weich und leicht U-förmig sind, und zwar insbesondere, wenn eine Kontrolle beziehungsweise Steuerung der Turbulenz des Primärdampfes und der sekundären Heißtrocknungslüfte erfolgte.

[0039] Die Wendung „Gleichmäßigkeit der Bahn" bezeichnet im Zusammenhang mit der vorliegenden Offenbarung das Ausmaß, in dem ein Teil einer entsprechend der vorliegenden Erfindung hergestellten vliesartigen Bahn mit vorgegebener Fläche gleich einem beliebigen anderen Teil derselben Fläche ist. Die Bahngleichmäßigkeit ist eine Funktion des Faserdurchmessers und der Art, wie die Fasern auf die sich bewegende löchrige Oberfläche aufgebracht werden. Idealerweise ist eine beliebige Fläche der Bahn von einer beliebigen anderen Fläche mit Blick auf Parameter wie Porosität, Porenvolumen, Porengröße, Bahndicke und dergleichen nicht unterscheidbar. Schwankungen bei der Gleichmäßigkeit manifestieren sich bei Bahnen als Abschnitte, die dünner als andere Abschnitte sind. Derartige Schwankungen können visuell abgeschätzt werden, wodurch eine subjektive Bestimmung der Gleichmäßigkeit möglich ist. Alternativ kann eine qualitative Abschätzung der Gleichmäßigkeit durch Messungen der Bahndicke oder der Lichttransmission durch die Bahn erfolgen.

[0040] Die Wendung „vergleichsweise kleiner Größenbereich" wird im Zusammenhang mit der vorliegenden Offenbarung für die Bahngleichmäßigkeit verwendet und definiert die ungefähre Fläche jedes Abschnittes aus der Mehrzahl von Abschnitten der Bahn, die verglichen werden sollen. Im Allgemeinen liegt der Größenbereich in einem Bereich von etwa 0,4 bis etwa 6,5 cm^2, was vom durchschnittlichen Faserdurchmesser abhängt. Beträgt der durchschnittliche Faserdurchmesser 10 µm oder weniger, so entspricht die jeweilige in cm^2 angegebene Fläche zur Bestimmung der Bahngleichmäßigkeit, das heißt des Größenbereiches, dem 19-fachen des durchschnittlichen Faserdurchmessers in µm oder 0,4 cm^2, je nachdem, welcher Wert größer ist. Der Größenbereich wird durch Multiplizieren des durchschnittlichen Faserdurchmessers mit dem Faktor 0,19 bestimmt, wenn der durchschnittliche Faserdurchmesser in einem Bereich von etwa 2,1 bis 10 µm liegt. Für durchschnittliche Faserdurchmesser von etwa 2,1 µm oder weniger liegt der Größenbereich in einem Bereich von 0,4 cm^2. Ist der mittlere Faserdurchmesser größer als 10 µm, so ist der geeignete Multiplikator gleich 0,215.

[0041] Die Wendung „in einem Größenbereich von etwa 0,4 bis etwa 6,5 cm^2" sagt aus, dass die Fläche eines Abschnittes einer vliesartigen Bahn, der mit anderen Abschnitten derselben Bahn verglichen werden soll, in dem gegebenen Bereich liegt, wobei sämtliche Abschnitte im Wesentlichen die gleiche Fläche aufweisen. Die ausgewählte Fläche in cm^2 entspricht (1) annähernd dem 0,19-fachen des durchschnittlichen Faserdurchmessers in µm, wenn der durchschnittliche Faserdurchmesser bei 10 µm oder weniger liegt, oder 0,4 cm^2, je nachdem, welcher Wert größer ist, oder (2) annähernd dem 0,215-fachen des durchschnittlichen Faserdurchmessers, wenn der durchschnittliche Faserdurchmesser größer als 10 µm ist.

[0042] Im Zusammenhang mit der vorliegenden Offenbarung beschreibt der Begriff „Schuss" Teilchen des Polymers, die im Allgemeinen Durchmesser aufweisen, die größer als der durchschnittliche Durchmesser der Fasern sind, die in dem Extrusionsvorgang hergestellt werden. Das Entstehen eines Schusses wird üblicherweise mit einem Reißen des Filaments und einer damit einhergehenden Anhäufung der Polymerlösung in der Spitze der Düse in Verbindung gebracht.

[0043] Der Begriff „Molekulargewicht" bezeichnet das durchschnittliche molekulare Gewicht, es sei denn, es ist ausdrücklich anders angegeben.

[0044] Der Begriff „Turbulenz" wird im Zusammenhang mit der vorliegenden Offenbarung für den Austritt eines Fluids, üblicherweise eines Gases, aus einem glatten oder stromlinienförmigen Strom bezeichnet. Der Begriff bezeichnet hierbei das Ausmaß beziehungsweise den Grad, in dem der Fluidstrom in Abhängigkeit von der Zeit sprunghaft mit Blick auf Größe oder Richtung schwankt, und ist im Wesentlichen vom Muster abhängig. Der Begriff „hochgradige Turbulenz" (macro scale turbulence) bedeutet, dass die Turbulenz in einem solchen Größenbereich vorliegt, dass die Orientierung und die Beabstandung der Fasern oder Fasersegmente relativ zueinander betroffen sind, wenn sich diese der Bahnbildungsfläche nähern, wobei die Länge der Fasersegmente kleiner oder gleich dem Größenbereich ist. Die Turbulenz ist „kontrolliert" beziehungsweise „gesteuert", wenn ihre Größe unterhalb eines empirisch bestimmten Niveaus bleibt. Die minimale Turbulenz kann durch eine geeignete Auswahl der Vorgangsparameter eingestellt werden, wobei man diese nur bis zu einem Grad zulässt, der notwendig ist, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen.

[0045] Aufgrund der schwierigen Messung von Turbulenzen muss ein indirektes Mittel zur Bestimmung, ob eine Turbulenz in ausreichendem Umfang kontrolliert ist, eingesetzt werden. Eine derartiges indirektes Mittel ist die Bahngleichmäßigkeit. Die Bahngleichmäßigkeit ist als Funktion sowohl der Fläche der zu bewertenden Bahn als auch des durchschnittlichen Durchmessers der Fasern, aus denen die Bahn zusammengesetzt ist, definiert. So führt die Herstellung vliesartiger Bahnen beispielsweise zu einem sehr gleichmäßigen Erzeugnis, wenn der Größenbereich, das heißt die zu Vergleichszwecken herangezogene Fläche der Bahn, groß ist, und zwar beispielsweise in einem Größenbereich von einigen Quadratmetern. Mit Blick auf das andere Extrem ist die Gleichmäßigkeit derselben Bahn schlecht, wenn der Größenbereich derart klein ist, dass er in der Größenordnung des durchschnittlichen Faserdurchmessers liegt. Der für die Bewertung der entsprechend der vorliegenden Erfindung hergestellten Bahnen ausgewählte Größenbereich beruht daher auf der Herstellung vliesartiger Bahnen in mehreren Vorgängen für eine Vielzahl von Anwendungen.

[0046] In der Beschreibung und den Ansprüchen bezeichnet der Begriff „Fadengebilde" das geformte Erzeugnis, das gebildet wird, wenn die Polymerlösung durch die Düsenöffnung gedrängt wird, jedoch bevor das geformte Erzeugnis verfestigt oder getrocknet ist. Ein Fadengebilde ist im Wesentlichen flüssig oder halbfest. Der Begriff „Faser" wird zur Bezeichnung des verfestigten oder getrockneten Fadengebildes verwendet. Der Übergang von einem Fadengebilde zu einer Faser erfolgt allmählich.

[0047] Was die beiden Begriffe „Rückseite" und „Vorderseite" des Fadengebildevorhangs angeht, ist die

Rückseite des Vorhangs diejenige Seite, der sich die sich bewegende löchrige Oberfläche nähert. Die löchrige Oberfläche läuft anschließend unter dem Fadengebildevorhang hindurch und bewegt sich mit einer darauf ausgebildeten vliesartigen Bahn von diesem weg. Diejenige Seite, an der die Bahn ausgebildet ist, ist die Vorderseite des Fadengebildevorhangs.

[0048] Wo immer möglich, sind sämtliche angegebenen Einheiten SI-Einheiten (internationales Einheitensystem), und zwar entweder Grundeinheiten oder abgeleitete Einheiten. Entsprechend ist die Einheit der Viskosität die Pascalsekunde, die mit Pa s abgekürzt wird. Eine Pascalsekunde entspricht 10 Poise, der gängigeren Einheit der Viskosität.

[0049] Beschrieben wird zunächst ein einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung entsprechendes Verfahren zur Herstellung einer stark verbesserten vliesartigen Bahn aus hochabsorbierenden Fasern, wobei das Verfahren allgemein die nachfolgenden Schritte umfasst: (A) Herstellen einer wässrigen Polymerlösung aus einem linearen hochabsorbierenden Vorgängerpolymer; (B) Extrudieren der sich ergebenden Polymerlösung durch eine Düse mit einer Mehrzahl von Öffnungen zur Bildung einer Mehrzahl von Fadengebilden; (C) Raffinieren der sich ergebenden Fadengebilde mit einer primären Gasquelle; (D) Trocknen der raffinierten Fadengebilde mit einer sekundären Gasquelle zur Bildung von Fasern; (E) willkürliches Aufbringen der sich ergebenden Fasern auf eine sich bewegende löchrige Oberfläche zur Bildung einer im Wesentlichen gleichmäßigen Bahn; und (F) Unlöslichmachen der Fasern zu einer wasserschwellbaren aber wasserunlöslichen Bahn.

[0050] Im Allgemeinen hängen die ersten beiden Schritte von der Vorrichtung beziehungsweise bestimmten Details des eingesetzten Verfahrens ab. Wie nachstehend noch deutlich wird, ist dies bei den übrigen Schritten nicht der Fall. Das heißt, dass einige Beschränkungen betreffend die Schritte des Raffinierens, Trocknens und Aufbringens davon abhängen, ob die hochabsorbierenden Vorgängerfasern kontinuierlich oder im Wesentlichen kontinuierlich sind.

[0051] Der erste Schritt (Schritt A) des Verfahrens umfasst das Herstellen einer wässrigen hochabsorbierenden Vorgängerpolymerlösung, die zwischen ungefähr 10 und ungefähr 75 Gew.-% des Polymers enthält. Da die Löslichkeit des Polymers in Wasser zum Molekulargewicht des Polymers umgekehrt proportional ist, sind höhere Konzentrationen, das heißt Konzentrationen über etwa 40 Gew.-%, nur dann praxisrelevant, wenn die Molekulargewichte des Polymers unter etwa 100.000 liegen. Der bevorzugte Konzentrationsbereich liegt zwischen etwa 20 und etwa 60 Gew.-%. Besonders bevorzugt wird, wenn die Konzentration des hochabsorbierenden Vorgängerpolymers in der Lösung in einem Bereich von etwa 25 bis etwa 40 Gew.-% liegt.

[0052] Im Allgemeinen weist das hochabsorbierende Vorgängerpolymer des bevorzugten Ausführungsbeispieles ein Molekulargewicht von etwa 300.000 bis etwa 10.000.000 auf. Die bevorzugten Bereiche liegen zwischen 3.000.000 und etwa 8.000.000. Die besonders bevorzugten Bereiche liegen zwischen etwa 500.000 und etwa 4.000.000.

[0053] Die hochabsorbierende Vorgängerpolymerlösung kann neben einem vernetzbaren Anteil im Polymerträger und/oder Vernetzungsmitteln auch geringe Mengen anderer Materialien enthalten, das heißt Mengen anderer Materialien, die zusammen weniger als 50 Gew.-% des gesamten Festgehaltes der Lösung ausmachen. Zu diesen anderen Materialien zählen beispielsweise unter anderem Weichmacher, so beispielsweise Polyethylenglykol, Glycerin und dergleichen; Färbungsmittel oder Farbstoffe; Streckmittel, so beispielsweise Ton, Stärke und dergleichen; andere funktionelle Substanzen und dergleichen mehr.

[0054] In dem zweiten Schritt (Schritt B) wird die Polymerlösung bei einer Temperatur von etwa 20 °C bis etwa 180 °C und einer Viskosität bei der Extrusionstemperatur von etwa 3 bis etwa 1000 Pa s durch eine Düse mit einer Mehrzahl von Öffnungen extrudiert, um eine Mehrzahl von Fadengebilden zu erzeugen, wobei die Düsendurchmesser in einem Bereich von etwa 0,20 bis etwa 1,2 mm liegen. Die Extrusionstemperatur liegt vorzugsweise in einem Bereich von etwa 70 °C bis etwa 95 °C. Die bevorzugte Viskosität der Polymerlösung liegt zwischen etwa 5 und etwa 30 Pa s. Die Öffnungen in der Düse weisen vorzugsweise Durchmesser von zwischen etwa 0,3 und etwa 0,6 mm auf. Die Öffnungen sind in etwa sieben Mehrfachreihen angeordnet. Die Reihen sind senkrecht zur Bewegungsrichtung der sich bewegenden löchrigen Oberfläche, auf der die vliesartige Bahn gebildet wird, angeordnet. Die Länge der Reihen legt die Breite der Bahn fest, die gebildet wird. Eine derartige Anordnung der Öffnungen führt zu einem „Bogen" oder „Vorhang" von Fadengebilden. Die Dicke des Vorhangs ist durch die Anzahl der Reihen der Düsen bestimmt, ist jedoch im Vergleich zur Breite des Vorhangs sehr gering. Aus Gründen der Einfachheit wird der Vorhang aus Fadengebilden im Rahmen der vorliegenden Offenbarung gelegentlich auch als „Fadengebildeebene" bezeichnet. Diese Ebene ist senkrecht zu der sich be-

wegenden löchrigen Oberfläche, auf der die Bahn ausgebildet wird, obwohl diese Ausrichtung weder wesentlich noch notwendig ist.

[0055] Während die Viskosität der Lösung eine Funktion der Temperatur ist, ist sie auch eine Funktion des Molekulargewichtes des Polymers und der Konzentration des Polymers in der Lösung. Entsprechend müssen alle genannten Variablen berücksichtigt werden, wenn die Viskosität der Lösung bei der Extrusionstemperatur in einem geeigneten Bereich gehalten werden soll.

[0056] Die sich ergebenden Fadengebilde werden anschließend in Schritt C mit einer primären Gasquelle raffiniert, um Fasern unter Bedingungen zu bilden, die ausreichend sind, dass sich die Viskosität jedes Fadengebildes bei Verlassen der Düsenöffnung und für einen Abstand von nicht mehr als etwa 10 cm mit zunehmendem Abstand von der Düse inkrementell vergrößert, während die Gleichmäßigkeit der Viskosität in radialer Richtung gewahrt bleibt. Die Rate der Raffinierung der Fadengebilde muss ausreichend sein, dass die Fasern die gewünschte Stärke und den gewünschten durchschnittlichen Faserdurchmesser aufweisen können, ohne dass in merklichem Umfang ein Reißen der Fasern erfolgen würde. Die primäre Gasquelle weist eine relative Feuchtigkeit von etwa 40 bis etwa 100% und eine Temperatur von etwa 20 °C bis etwa 100 °C, einen horizontalen Einfallswinkel von etwa 70° bis etwa 110° und einen vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als etwa 90° auf.

[0057] Werden im Wesentlichen kontinuierliche Fasern gebildet, so liegt die Geschwindigkeit der primären Gasquelle in einem Bereich von etwa 150 bis etwa 400 m/s. Eine bevorzugte Geschwindigkeit der primären Gasquelle liegt zwischen 60 bis etwa 300 m/s. Die Geschwindigkeit der primären Gasquelle liegt ganz besonders bevorzugt in einem Bereich von etwa 70 bis etwa 200 m/s. Für die Erzeugung kontinuierlicher Fasern liegt die Geschwindigkeit der primären Gasquelle gleichwohl in einem Bereich von etwa 30 bis etwa 150 m/s.

[0058] Der Schritt der Raffinierung bedingt ein Gleichgewicht zwischen Aspekten der Raffinierung und Aspekten der Trocknung, da ein gewisser Wasserverlust der Fadengebilde normalerweise unvermeidlich ist. Gleichwohl fallen die optimalen Bedingungen der Raffinierung nicht immer mit den optimalen Bedingungen der Trocknung zusammen. Entsprechend kann sich ein Konflikt zwischen den beiden Parametern ergeben, weshalb ein Satz an Kompromissbedingungen ausfindig zu machen ist.

[0059] Es ist wichtig, dass die Fadengebilde in gewissem Umfang ohne Reißen raffiniert werden. Eine übermäßige Raffinierungsrate bewirkt eine übermäßige (mechanische) Beanspruchung der Fadengebilde, was häufig zu einem Reißen der Fadengebilde oder Fasern und zu vermehrter Schussbildung führt, und zwar insbesondere bei Mikrofasern mit Durchmessern in einem Bereich von etwa 0,1 bis etwa 10 µm. Eine zu geringe Raffinierungsrate vermag jedoch nicht ausreichend starke Fasern zu erzeugen. Demgegenüber führt eine zu schnelle Trocknung der Fadengebilde, insbesondere während des Schrittes der Raffinierung, zu vermehrten Rissen sowie zu vermehrter Schussbildung. Ist das Trocknen der Fadengebilde während des Trocknungsschrittes zu langsam, so tritt eine übermäßige Interfaserbindung oder Verschmelzung als Ergebnis dessen auf, dass die Fasern zu nass sind, wenn sie auf der sich bewegenden löchrigen Oberfläche abgelegt werden. Entsprechend sind üblicherweise die entgegengesetzten Trocknungsbedingungen für die Herstellung hochgradig raffinierter starker Fasern optimal. Daher werden die entgegengesetzten Bedingungen zur Raffinierung und Trocknung der Fadengebilde realisiert, indem die relative Feuchtigkeit und Temperatur der primären Gasquelle wie auch die Geschwindigkeit kontrolliert werden. Der Schritt der Raffinierung führt zu nicht mehr als einer Teiltrocknung der Fadengebilde, um das erforderliche inkrementelle Ansteigen der Viskosität der Fadengebilde zu ermöglichen.

[0060] Die Trocknung der raffinierten und teilgetrockneten Fadengebilde erfolgt in Schritt D mittels einer sekundären Gasquelle. Die sekundäre Gasquelle weist eine Temperatur von etwa 140 °C bis etwa 320 °C auf. Die Anforderungen an den vertikalen wie auch den horizontalen Einfallswinkel sind die gleichen wie diejenigen bei der primären Gasquelle. Für die Herstellung im Wesentlichen kontinuierlicher Fasern weist die sekundäre Gasquelle eine Geschwindigkeit von etwa 60 bis etwa 125 m/s auf. Die Herstellung kontinuierlicher Fasern setzt eine sekundäre Gasquelle mit einer Geschwindigkeit von etwa 30 bis etwa 150 m/s voraus.

[0061] Im Zusammenhang mit der vorliegenden Offenbarung bezeichnet der Begriff „primäre Gasquelle" diejenige Gasquelle, die die erste ist, die mit den Fadengebilden bei Austritt aus der Düse in Kontakt tritt. Der Begriff „sekundäre Gasquelle" bezeichnet diejenige Gasquelle, die mit den Fadengebilden oder Fasern in Kontakt tritt, nachdem die Fadengebilde mit der primären Gasquelle in Kontakt getreten sind. Daher bezeichnen die Begriffe „primär" und „sekundär" die Reihenfolge, in der die beiden Gasquellen mit den Fadengebilden in Kontakt treten, nachdem diese aus der Düse ausgetreten sind. Obwohl im Schutzumfang der vorliegenden Erfin-

dung enthalten, ist der Einsatz derartiger aufeinanderfolgender Gasquellen üblicherweise weder praktisch noch notwendig und wird daher auch nicht bevorzugt, es sei denn, in zwei Ausnahmefällen, die nachstehend noch beschrieben werden.

[0062] Jede der in Schritten C und D erforderlichen Gasquellen sowie gegebenenfalls jede zusätzliche Gasquelle enthält vorzugsweise wenigstens zwei Gasströme, wobei genau zwei Gasströme bevorzugt sind. Werden zwei Ströme eingesetzt, so sind sie an gegenüberliegenden Seiten des Fadengebildevorhangs beziehungsweise der Fadengebildeebene angeordnet. Derjenige Strom, der von der Vorderseite des Fadengebildevorhangs her auf die Filamente auftrifft, weist einen positiven vertikalen Einfallswinkel auf, während derjenige Strom, der von der Rückseite des Fadengebildes her auf die Filamente auftrifft, einen negativen vertikalen Einfallswinkel aufweist. Gleichwohl ist der absolute Wert des vertikalen Einfallswinkels für jeden Strom zwangsweise innerhalb der beschriebenen Grenzen, obwohl beide Ströme nicht den gleichen absoluten Wert für ihre vertikalen Einfallswinkel aufweisen müssen. Entsprechend sollte einsichtig sein, dass die Anforderungen an den vertikalen Einfallswinkel einen absoluten Wert betreffen, wenn die Gasquelle mehr als einen Gasstrom beinhaltet.

[0063] Beim letzten Schritt des Verfahrens gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das heißt bei Schritt E, werden die in dem vorhergehenden Schritt erzeugten Fasern willkürlich auf eine sich bewegende löchrige Oberfläche aufgebracht. Für den Fall der Erzeugung im Wesentlichen kontinuierlicher Fasern ist die sich bewegende löchrige Oberfläche etwa 10 bis etwa 60 cm von der Öffnung entfernt, aus der die letzte Gasquelle austritt, um mit den Fadengebilden in Kontakt zu treten. Der Abstand zwischen der sich bewegenden löchrigen Oberfläche und der Öffnung wird gelegentlich als „Bildungsabstand" bezeichnet. Der durchschnittliche Faserdurchmesser liegt in einem Bereich zwischen etwa 0,1 und etwa 10 µm. Die Fasern weisen im Wesentlichen einen gleichmäßigen Durchmesser auf und sind zudem im Wesentlichen schussfrei.

[0064] Werden kontinuierliche Fasern hergestellt, so ist der Bildungsabstand vorzugsweise in einem Bereich von etwa 10 bis etwa 100 cm, während der durchschnittliche Faserdurchmesser in einem Bereich von etwa 10 bis etwa 100 µm liegt. Kontinuierliche Fasern erzeugen eine im Wesentlichen gleichmäßige Bahn.

[0065] Die Fläche beziehungsweise der Größenbereich, die beziehungsweise der zu Vergleichszwecken bei der Bewertung der Bahngleichmäßigkeit eingesetzt wird, ist eine Funktion des Faserdurchmessers. Der Größenbereich für eine Bahn aus im Wesentlichen kontinuierlichen Fasern liegt in einem Bereich von etwa 0,4 bis etwa 1,9 cm^2, wohingegen der Größenbereich für eine Bahn aus kontinuierlichen Fasern in einem Bereich von etwa 1,9 bis etwa 6,5 cm^2 liegt.

[0066] Schritt C erfordert eine kontrollierte hochgradige Turbulenz sowie Bedingungen, die ausreichend sind, damit die Viskosität jedes Fadengebildes bei Verlassen der Düsenöffnung mit zunehmendem Abstand von der Düse inkrementell zunimmt, während die Gleichmäßigkeit der Viskosität in radialer Richtung erhalten bleibt, und zwar mit einer Rate, die ausreichend ist, dass Fasern mit einer gewünschten Raffinierung und einem gewünschten durchschnittlichen Faserdurchmesser gebildet werden können, ohne dass ein merkliches Reißen der Fasern erfolgt. Die Mittel zur Erfüllung beider Anforderungen beinhalten die Kontrolle von vier Parametern oder Variablen im Zusammenhang mit der relativen Feuchtigkeit, der Temperatur, der Geschwindigkeit und der Ausrichtung relativ zu dem Fadengebildevorhang. Die hochgradige Turbulenz ist primär eine Funktion der Geschwindigkeit des Gasstromes und der Orientierung der Gasquelle bei Auftreffen auf den Fadengebildevorhang. Die Viskosität des Fadengebildes, obwohl von der Geschwindigkeit der Gasquelle beeinflusst, ist eine Funktion der relativen Feuchtigkeit und Temperatur der primären Gasquelle. Derartige Parameter oder Variablen werden nachstehend im Zusammenhang mit der „hochgradigen Turbulenz" und der „Fadengebildeviskosität" erläutert.

[0067] Im Zusammenhang mit der hochgradigen Turbulenz erfolgen die Raffinierung und Trocknung unter Bedingungen einer kontrollierten hochgradigen Turbulenz. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel erfolgen die Raffinierung und Trocknung unter Bedingungen einer minimalen hochgradigen Turbulenz, wodurch die Bildung einer Bahn, die im Wesentlichen gleichmäßig ist, gefördert wird. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Offenbarung bezeichnet der Begriff „minimale hochgradige Turbulenz" nur denjenigen Grad der Turbulenzen, der die Bildung einer gewünschten gleichmäßigen Bahn ermöglicht, was teilweise von der gleichmäßigen Beabstandung der Fasern sowie der Orientierung abhängt.

[0068] Bis zu einem gewissen Grade sind Turbulenzen unvermeidlich und auch notwendig, eingedenk der Tatsache, dass sich die Raffinierung aus der Mitnahme der Fadengebilde in einem sich bewegenden Gasstrom ergibt. Die minimale Geschwindigkeit des Gasstromes wird empirisch bestimmt. Die minimale Geschwindigkeit

der Gasquelle ist erheblich höher als die Extrusionsgeschwindigkeit.

[0069] In bestimmten Beispielen ist die hochgradige Turbulenz größer als das Minimum, jedoch immer noch kontrolliert. Sollen die Fasern oder Teilchen beispielsweise mit dem Fadengebilde bei der Formung hiervon vermischt werden, so sind Turbulenzen höheren Grades erforderlich, um einen Grad der Vermischung zu erreichen, der ausreichend ist, um eine zusammenhängende beziehungsweise kohärente gleichmäßige Bahn zu erzeugen.

[0070] Die hochgradige Turbulenz ist zudem eine Funktion der Art der Gasquelle und der Orientierung bei deren Auftreffen auf den Fadengebildevorhang. Darüber hinaus hängt die Wirksamkeit der Raffinierung der Fadengebilde wenigstens teilweise von der Orientierung der Gasquelle ab. Die Orientierung der Gasquelle ist durch den horizontalen Einfallswinkel wie auch den vertikalen Einfallswinkel festgelegt.

[0071] Die Definition des horizontalen Einfallswinkels ist am besten anhand Fig. 1 zu sehen. Fig. 1 ist eine perspektivische schematische Ansicht, die teilweise die Herstellung einer vliesartigen Bahn entsprechend einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt. Eine Polymerlösung wird durch eine Mehrzahl von Öffnungen in der Front **11** der Düse **10** extrudiert, um einen Fadengebildevorhang **12** zu bilden. Trifft der Fadengebildevorhang **12** auf das löchrige Laufband **13**, das sich in Richtung des Pfeils **14** bewegt, so wird eine vliesartige Bahn **15** gebildet. Die Linie **16** liegt in der Ebene des Fadengebildevorhangs **12** und ist zudem parallel zu der Front **11** der Düse **10**. Der Pfeil **17** bezeichnet die Orientierung eines Gasstromes relativ zu der Linie **16**, wobei die Richtung des Stromes der Richtung des Pfeils **17** entspricht. Der Winkel **18**, der von der Linie **16** und dem Pfeil **17** gebildet wird, ist der horizontale Einfallswinkel. Der Winkel **18** wird relativ zu dem rechtsseitigen Abschnitt der Linie **16** bezüglich eines Beobachters, der auf die Düse **10** schaut, auf die sich das löchrige Laufband **13** zu bewegt, bestimmt. Der horizontale Einfallswinkel jeder Gasquelle liegt in einem Bereich von etwa 70° bis etwa 110°, wobei ein Winkel von etwa 90° bevorzugt ist.

[0072] Die Definition des vertikalen Einfallswinkels ist am besten anhand Fig. 2 zu sehen. Fig. 2 ist eine bezüglich der Linie 2-2 von Fig. 1 genommene Querschnittsansicht eines kleinen Abschnittes der Düse **20** mit einer Öffnung **21**. Ein Pfeil **22** bezeichnet die Mittellinie des Fadengebildes (nicht gezeigt), das aus der Düse **21** austritt, wobei die Richtung des Stromes der Richtung des Pfeils **22** entspricht. Ein Pfeil **23** bezeichnet die Orientierung eines Gasstromes relativ zu dem Pfeil **22**, wobei die Richtung des Stromes der Richtung des Pfeils **23** entspricht. Der von den Pfeilen **21** und **22** gebildete Winkel ist der vertikale Einfallswinkel. Der vertikale Einfallswinkel einer beliebigen Gasquelle beträgt im Allgemeinen nicht mehr als etwa 90°. Vorzugsweise beträgt der vertikale Einfallswinkel nicht mehr als etwa 60°. Besonders bevorzugt ist, wenn der vertikale Einfallswinkel nicht mehr als etwa 45° beträgt. Die bevorzugten Werte für den vertikalen Einfallswinkel bezeichnen absolute Werte, wenn jede gegebene Gasquelle mehr als einen Gasstrom beinhaltet.

[0073] Die hochgradige Turbulenz ist teilweise eine Funktion der Orientierung der Gasquelle. Aus einer Betrachtung von Fig. 1 und Fig. 2 ergibt sich, dass der horizontale Einfallswinkel den geringsten Einfluss auf die hochgradige Turbulenz (das heißt die Gleichmäßigkeit der Bahn) ausübt, wenn dieser Winkel bei etwa 90° liegt. Analog weist der vertikale Einfallswinkel den geringsten Einfluss auf die hochgradige Turbulenz auf, wenn er bei etwa 0° liegt. Da der horizontale Einfallswinkel von 90° abweicht, und/oder der vertikale Einfallswinkel über 0° ansteigt, wird die hochgradige Turbulenz in gewissem Ausmaß dadurch verringert, dass die Geschwindigkeit der Gasquelle sinkt.

[0074] Die hochgradige Turbulenz einer Gasquelle muss entlang der gesamten Breite des Fadengebildevorhangs sorgfältig kontrolliert werden. Eine derartige Kontrolle erfolgt teilweise durch die Verwendung bestimmter Verrohrungsausgestaltungen. So ist beispielsweise eine Verrohrung in Gebrauch, die einen sich allmählich verringernden Querschnitt aufweist. Darüber hinaus zerstört eine Kombination aus wabenförmigen Abschnitten mit Sieben oder Lenkplatten aus gesintertem porösen Metall wirkungsvoll unerwünschte Wirbelströme der hochgradigen Turbulenz, die ansonsten auftreten würden.

[0075] Tritt die kontrollierte Hochgeschwindigkeitsgasquelle aus der Öffnung eines Kanals oder einer Verrohrung aus, so reißt sie die umgebende Umgebungsluft mit, wobei ihre Geschwindigkeit mit zunehmendem Abstand von der Öffnung sinkt. Während des Impulsübergangs zwischen der Hochgeschwindigkeitsgasquelle und der Umgebungsluft sinkt die Größe der turbulenten Wirbel. Niedriggradige turbulente Wirbel fördern die Vermischung der Fasern in einer frühen Phase in der Nähe der Öffnung, aus der die Gasquelle austritt, wohingegen Wirbel, die in Abständen von etwa 50 cm oder mehr von der Öffnung entfernt anwachsen, die Gleichmäßigkeit der Bahn dadurch nachteilig beeinflussen, dass sich in der Bahn Flächen mit großer und mit kleiner Flächenmasse bilden. Es ist wichtig, dass die Bildungsabstände innerhalb der vier angegebenen Grenzen ge-

halten werden. Darüber hinaus ist eine in einem gewissen Ausmaß erfolgende Mitnahme von Umgebungsluft dafür wichtig, dass die hochgradigen Wirbelströme minimal bleiben.

[0076] Was die Fadengebildeviskosität angeht, so weist die primäre Gasquelle eine relative Feuchtigkeit von etwa 30 bis 100% auf. Vorzugsweise weist die Gasquelle eine relative Feuchtigkeit von etwa 60 bis etwa 95% auf. Besonders bevorzugt ist, wenn die relative Feuchtigkeit der primären Gasquelle in einem Bereich von etwa 60 bis etwa 90% liegt.

[0077] Man hat herausgefunden, dass das Vorhandensein von Wassertröpfchen in der angefeuchteten Gasquelle nachteiligen Einfluss auf die Bildung der Fadengebilde und Fasern hat, und zwar insbesondere mit Blick auf die Schussbildung. Infolgedessen wird vorgezogen, dass irgendwelche Wassertröpfchen, die gegebenenfalls in der angefeuchteten Gasquelle vorhanden sind, Durchmesser aufweisen, die geringer als die Durchmesser der Fadengebilde sind. Besonders bevorzugt ist, wenn der angefeuchtete Gasstrom im Wesentlichen frei von Wassertröpfchen ist.

[0078] In der Praxis werden Wassertröpfchen erfolgreich aus der angefeuchteten Gasquelle entfernt, indem ein Auftreffseparator verwendet wird. Darüber hinaus ist von Nutzen, wenn sämtliche Durchlässe, durch die die angefeuchtete Gasquelle vor dem Auftreffen auf die Fadengebilde hindurchtritt, erwärmt werden. Hierbei sollten die Temperaturen der Durchlässe jedoch so gewählt sein, dass die Temperatur der angefeuchteten Gasquelle innerhalb hinnehmbarer Grenzen bleibt, wie bereits beschrieben wurde.

[0079] Die Temperatur der primären Gasquelle liegt in einem Bereich von etwa 20 °C bis etwa 100 °C. Die Temperatur liegt vorzugsweise in einem Bereich von etwa 40 °C bis etwa 100 °C und ganz besonders bevorzugt zwischen etwa 60 °C und etwa 90 °C.

[0080] Die Anforderungen an die Viskosität erschließen sich anhand Fig. 3 und Fig. 4. Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht eines Abschnittes eines eine Längsachse **31** aufweisenden Fadengebildes **30** bei Austreten aus der Öffnung **32** in der Düse **33** (im Teilquerschnitt gezeigt) mit einer Front **34**. Eine Ebene **35** ist senkrecht zu der Achse **31** und in einem Abstand d_1 von der Düsenfront **34** entfernt. Eine Ebene **36** ist ebenfalls senkrecht zu der Achse d_1 angeordnet, sowie in einem Abstand d_2 von der Düsenfront **34** befindlich, wobei d_2 größer als d_1 ist, (das heißt, es gilt: $d_2 > d_1$). Ein Abschnitt **37** des Fadengebildes **30** liegt zwischen den Ebenen **35** und **36**. Da das Fadengebilde **30** raffiniert wird, sinkt der Durchmesser des Fadengebildes mit zunehmendem Abstand von der Düse. Infolgedessen approximiert der Abschnitt **37** des Fadengebildes **30** einen umgedrehten abgeschnittenen Konus und insbesondere einen umgedrehten Kegelstumpf.

[0081] Der Abschnitt **37** des Fadengebildes **30** von Fig. 3, der gemäß Fig. 3 zwischen den Ebenen **35** und **36** angeordnet ist, ist in der perspektivischen Ansicht von Fig. 4 gezeigt. Gemäß Fig. 4 weist der Fadengebildeabschnitt **40** eine Achse **41** auf und ist durch eine obere Ebene **42** (das heißt die Ebene **35** in Fig. 3) und eine untere Ebene **43** (das heißt die Ebene **36** in Fig. 3) festgelegt. Beide Ebenen sind senkrecht zu der Achse **41** und parallel zueinander angeordnet. Zusätzliche Ebenen **44** und **45** sind gezeigt, wobei die Ebenen ebenfalls senkrecht zu der Achse **41** (oder parallel zu den Ebenen **42** und **43**) angeordnet und jeweils in Abständen d_3 und d_4 von der Front der Düse (nicht gezeigt) befindlich sind (das heißt, die Front **34** der Düse **33** in Fig. 3). Die obere Ebene **42** und die untere Ebene **43** sind in Abständen d_1 beziehungsweise d_2 von der Front der Düse entfernt befindlich. Daher gilt: $d_1 < d_2 < d_3 < d_4$. Punkte **42A**, **42B**, **42C** und **42D** liegen in der oberen Ebene **42**. Analog liegen Punkte **43A**, **43B** und **43C** in der unteren Ebene **43**. Punkte **44A**, **44B** und **44C** liegen in der Ebene **44**, und Punkte **45A**, **45B** und **45C** liegen in der Ebene **45**.

[0082] Wie Fig. 4 deutlich macht, setzt die Gleichmäßigkeit der Viskosität in radialer Richtung voraus, dass die Viskosität des Fadengebildes an einem beliebigen Punkt in einer Ebene senkrecht zu der Achse **41** annähernd gleich ist. Dies bedeutet, dass die Viskosität des Fadengebildes an den Punkten **42A**, **42B**, **42C** und **42D** im Wesentlichen gleich ist. Darüber hinaus ist die Viskosität an den Punkten **43A**, **43B** und **43C** im Wesentlichen gleich. Die Viskosität an den Punkten **44A**, **44B** und **44C** ist ebenfalls im Wesentlichen gleich. Schließlich ist auch die Viskosität an den Punkten **45A**, **45B** und **45C** im Wesentlichen gleich.

[0083] Gleichwohl steigt die Viskosität des Fadengebildes inkrementell mit zunehmendem Abstand von der Düse. Dies bedeutet, dass die Viskosität des Fadengebildes an einem beliebigen der Punkte **44A**, **44B** und **44C**, siehe wieder Fig. 4, größer als die Viskosität an einem beliebigen der Punkte **42A**, **42B**, **42C** und **42D** ist. Die Viskosität an einem beliebigen der Punkte **45A**, **45B** und **45C** ist wiederum größer als die Viskosität an einem beliebigen der Punkte **44A**, **44B** und **44C**. Schließlich ist die Viskosität an einem beliebigen der Punkte **43A**, **43B** und **43C** größer als die Viskosität an einem beliebigen der Punkte **45A**, **45B** und **45C**.

[0084] Sämtliche vorgenannten Beziehungen zwischen der Viskosität können mathematisch folgendermaßen ausgedrückt werden, wobei H_{Pn} die Viskosität an einem Punkt n bezeichnet:

$h_{P43A} >> {}_{P43B} >> {}_{P43C} > h_{P45A} >> h_{P45B} >> h_{P45C} > h_{P44A} >>$
$>> h_{P44B} >> h_{P44C} > h_{P42A} >> h_{P42B} >> h_{P42C} >> h_{P42D}$

[0085] Das Ausmaß der Zunahme der Viskosität mit zunehmendem Abstand von der Düse ist, wie erläutert wurde, bezüglich des Abstandes von der Düse kritisch. Gleichwohl sollte die Zunahme nicht so groß sein, dass einem Reißen der Fasern Vorschub geleistet würde, oder so klein, dass keine ausreichende Verfestigung des Fadengebildes erfolgen kann, bevor dieses die sich bewegende löchrige Oberfläche erreicht, auf der die vliesartige Bahn gebildet wird. Der Begriff „inkrementell" bezeichnet hierbei die Zunahme der Viskosität in dem Sinne, dass die Zunahme eine geringe oder nicht wahrnehmbare Zunahme aus einer gegebenen Ebene mit einer sehr geringen Dicke zu einer nächsten oder benachbarten Ebene stromabwärts von der Düse darstellt. Daher kann eine derartige Änderung der Viskosität als Ableitung dy/dx betrachtet werden, wobei dy die Zunahme der Viskosität ist, die sich aus einer Zunahme dx des Abstandes von der Düse ergibt, wenn sich eine derartige Zunahme des Abstandes dem Wert 0 nähert.

[0086] Die Messung der Viskosität des Fadengebildes an einem beliebigen vorgegebenen Punkt ist problematisch, genauso wie die Messung und Abschätzung der Konzentration und Temperatur, aus der eine Berechnung oder Abschätzung der Viskosität erfolgen könnte, problematisch ist. Gleichwohl wurde empirisch festgestellt, dass die vorgenannten Bedingungen betreffend die Viskosität gegeben sein müssen, damit Fasern mit den gewünschten Eigenschaften, darunter Schussfreiheit, gewünschte Faserdurchmesser und gewünschte Orientierung, bei der Raffinierung entstehen. Merkliche Abweichungen von den genannten Anforderungen an die Viskosität erzeugen Schüsse, gerissene Fasern, die Bildung einer unregelmäßigen Bahn und/oder Fasern mit hochgradig variablen und unregelmäßigen Durchmessern.

[0087] Man hat herausgefunden, dass Fasern oder Teilchen mit den Fäden vermischt werden können. Es werden primäre und sekundäre Gasquellen eingesetzt, wobei die Fasern oder Teilchen in die sekundäre Gasquelle eingeführt werden. Bei Verwendung zweier sekundärer Gasströme – was bevorzugt ist – können die Fasern oder Teilchen entweder in einem der sekundären Gasströme oder in beiden eingeschlossen werden.

[0088] Alternativ können drei Gasquellen bei der Herstellung einer koformierten Bahn eingesetzt werden, darunter eine primäre Gasquelle, eine sekundäre Gasquelle und eine tertiäre Gasquelle. Als erste Ausnahme betreffend die allgemein erwünschte Vermeidung der Verwendung einer nachfolgenden Gasquelle, das heißt einer Gasquelle zusätzlich zu der primären Gasquelle und der sekundären Gasquelle, werden Fasern oder Teilchen in der tertiären Gasquelle eingeschlossen, wobei in diesem Fall normalerweise ein einziger tertiärer Gasstrom ausreichend ist. Wird eine faserführende oder teilchenführende tertiäre Gasquelle eingesetzt, so befindet sich die tertiäre Gasquelle bei Umgebungstemperatur sowie bei einer Geschwindigkeit von etwa 5 bis etwa 15 m/s. Wird eine erwärmte Gasquelle verwendet, muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass eine Erweichung der Fasern in einem Ausmaß vermieden wird, durch das ein übermäßiges Verkleben der hochabsorbierenden Vorgängerfasern miteinander und/oder der Fasern oder Teilchen, mit denen sie vermischt werden, erfolgen.

[0089] Eine zweite Ausnahme betrifft die Bildung einer vliesartigen Bahn aus kontinuierlichen Fasern. In diesem Fall tragen drei Gasquellen zur Kontrolle der Turbulenz und infolgedessen zu einer verbesserten Gleichmäßigkeit der Bahn bei. Die Eigenschaften der drei Gasquellen werden nachstehend kurz beschrieben.

[0090] Die primäre Gasquelle weist eine relative Feuchtigkeit von zwischen 40 und 100%, eine Temperatur von zwischen 20 °C und etwa 100 °C, einen horizontalen Einfallswinkel von etwa 70° bis etwa 110° und einen vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als etwa 90° auf. Die Geschwindigkeit der primären Gasquelle beträgt nicht mehr als 45 m/s. Eine derartige Geschwindigkeit liegt vorzugsweise in einem Bereich von etwa 5 bis etwa 15 m/s. Die Funktion der primären Gasquelle besteht darin, die Bedingungen bereitzustellen, die notwendig sind, damit die erforderliche Viskosität der Fadengebilde, wie vorstehend beschrieben, entstehen kann. Die primäre Gasquelle dient in diesem Falle als Konditionierquelle.

[0091] Die sekundäre Gasquelle weist eine Temperatur zwischen etwa 20 °C um etwa 100 °C, einen horizontalen Einfallswinkel von etwa 70° bis etwa 110° und einen vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als etwa 90° auf. Die Geschwindigkeit der sekundären Gasquelle beträgt üblicherweise nicht mehr als etwa 45 m/s. Die Geschwindigkeit der sekundären Gasquelle liegt üblicherweise in einem Bereich von etwa 5 bis etwa 15 m/s. Die sekundäre Gasquelle dient teilweise zur Trocknung der Fadengebilde, obwohl in geringem Umfang auch eine

Raffinierung derselben erfolgen kann.

[0092] Schließlich weist die tertiäre Gasquelle eine niedrigere Temperatur und eine höhere Geschwindigkeit entweder im Vergleich zur primären Gasquelle oder im Vergleich zur sekundären Gasquelle auf. Die tertiäre Gasquelle dient der Raffinierung und der vollständigen Trocknung der Fasern. Die tertiäre Gasquelle weist eine Temperatur in einem Bereich zwischen etwa 10 °C und etwa 50 °C auf. Die Geschwindigkeit der tertiären Gasquelle liegt in einem Bereich zwischen etwa 30 und etwa 245 m/s. Darüber hinaus weist diese Gasquelle einen horizontalen Einfallswinkel zwischen etwa 70° und etwa 110° und einen vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als 90° auf.

[0093] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachstehend anhand aktueller Beispiele beschrieben. Diese Beispiele sollen jedoch nicht dazu dienen, den Schutzumfang der Erfindung auf irgendeine Weise einzuschränken.

Beispiel 1

[0094] 5,9 kg Akrylsäure, 2,29 kg Natriumhydroxid, 143 g 3-Amino-1-Propanol-Vinylether und 11,97 g Kaliumpersulfat, die alle von der Firma Aldrich Chemical Company vertrieben werden, werden in einen zehn Gallonen fassenden doppelwandigen Reaktor gegeben, der 21,78 l destilliertes Wasser enthält und ein Rührwerk aufweist. Die hinzugegebenen Komponenten werden bei Zimmertemperatur gemischt, sodass sie eine vollständig gelöste Lösung bilden. Der Reaktor wird anschließend vier Stunden lang auf 60 °C erwärmt. Das Rührwerk ist fortwährend in Betrieb. Die gebildete Polyakrylsäure-Natriumsalzlösung enthält 73,8 Gew.-% Natriumakrylat, 24,2 Gew.-% Akrylsäure und 2 Gew.-% 3-Amino-1-Propanol-Vinylether.

Beispiel 2

[0095] Die Polymerlösung von Beispiel 1 wird verwendet, um vliesartige Bahnen auf einer Vorrichtung mit einer 6 Inch (15,2 cm) breiten Düse mit 120 Öffnungen (20 Öffnungen pro Inch beziehungsweise etwa 11,8 Öffnungen pro cm) herzustellen. Jede Öffnung weist einen Durchmesser von 0,46 mm auf. Die Düse weist im Wesentlichen einen Aufbau gemäß der Offenbarung in den US-Patenten US 3,755,527, US 3,795,571 und US 3,849,241 auf. Die primäre Gasquelle ist in zwei Ströme unterteilt, deren Ausgänge parallel zu der Reihe der Extrusionsöffnungen und nahe aneinander liegend angeordnet sind. Jeder Ausgang des primären Gasstromes weist eine Breite von etwa 0,86 mm auf. Die Kanalleitungen, die zu den Ausgängen der beiden primären Gasströme führen, sind unter einem Winkel von 30° von der Vertikalen, das heißt der Ebene, in der die Mitten der Extrusionsöffnungen angeordnet sind, befindlich. Daher liegen der vertikale Einfallswinkel für die beiden primären Gasströme bei 30° beziehungsweise –30°. Der absolute Wert des vertikalen Einfallswinkels für jeden der beiden primären Gasströme beträgt 30°. Der horizontale Einfallswinkel für jeden primären Gasströme beträgt 90°.

[0096] Die sekundäre Gasquelle wird ebenfalls in zwei sekundäre Gasströme unterteilt. Der erste sekundäre Gasstrom wird an der Rückseite des Fadengebildevorhangs zugeführt. Der vertikale Einfallswinkel des ersten sekundären Gasstromes liegt bei –30°. Der horizontale Einfallswinkel liegt bei 90°. Der Ausgang des ersten sekundären Gasstromes ist etwa 5 cm unterhalb der Düsenspitze und etwa 2,5 cm entfernt von dem Fadengebildevorhang angeordnet.

[0097] Der zweite sekundäre Gasstrom wird an der Vorderseite des Fadengebildevorhangs zugeführt. Der vertikale Einfallswinkel des zweiten sekundären Gasstromes liegt bei etwa 0°, während der horizontale Einfallswinkel bei etwa 90° liegt. Daher verlässt der zweite sekundäre Gasstrom die Leitung des sekundären Gasstromes annähernd parallel zu dem Fadengebildevorhang. Der Ausgang des zweiten sekundären Gasstromes befindet sich etwa 5 cm unterhalb der Düsenspitze und etwa 10 cm entfernt von dem Fadengebildevorhang. Die sich bewegende löchrige Oberfläche ist etwa 22 bis 76 cm unterhalb der Ausgänge der sekundären Gasquelle angeordnet, die wiederum annähernd in gleichen Abständen unterhalb der Düsenspitze befindlich sind. Ein Vakuum zwischen 2 und 6 Inch Wassersäule (0,005 bis 0,015 atm) wird unter dem Draht aufrechterhalten.

[0098] Die Natriumpolyakrylsäurekopolymerlösung von Beispiel 1 (26% Feststoffe) wird in einem zwei Liter fassenden Buchi-Autoklaven bei 50 °C und einem Luftdruck von 80 psig (5,4 atm) erwärmt.

[0099] Die Lösung wird mittels einer Zenith-Messpumpe über eine Übertragungsleitung, die auf etwa 82 °C erwärmt ist, zu der Düse gepumpt. Die Lösung wird bei etwa 82 °C extrudiert. Die primäre Gasquelle ist heiße angefeuchtete Luft bei einer Temperatur von ungefähr 93 °C, 79% relativer Feuchtigkeit und einem Druck von

6 psig (0,41 atm) vor dem Auslass des Primärluftspaltes. Die sekundäre Gasquelle ist Druckluft, die auf eine Temperatur von 260° bis 316 °C aufgeheizt ist, wobei die Strömungsrate bei 300 bis 400 cfm (42,5 bis 61,4 l/s) liegt. Die Temperatur der Düsenspitze wird bei 82 °C gehalten, während die Extrusionsrate zwischen 0,33 und 0,83 g/min pro Öffnung liegt.

[0100] Vier verschiedene Extrusionsraten der Lösung, nämlich 0,33, 0,55, 0,67 und 0,83 g/min, kommen bei der Bildung der vliesartigen Bahnen zum Einsatz. Die Flächenmasse in jeder hergestellten Bahn liegt in einem Bereich von 34 bis 38 g/m^2. Messungen betreffend die Verteilung der Fasergrößen werden an diesen vier Bahnen vorgenommen. Die Messungen der Verteilung der Fasergrößen beinhalten das Messen des Durchmessers jeder Faser, die eine willkürliche gerade Linie an einem Scan-Elektronenmikrograph kreuzte, und beinhaltet darüber hinaus typischerweise das Messen der Durchmesser von 50 Fasern. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Tabelle 2-1 zusammengefasst.

Tabelle 2-1: Verteilung der Faserdurchmesser

Häufigkeit in %				
Nummer der Bahn	1	2	3	4
Durchsatz (gpm)	100	80	60	40
Fasergröße (µm)				
1,5	0	0	4	4
2	0	0	6	8
2,5	0	0	2	18
3	0	0	10	4
3,5	6	2	4	18
4	10	6	6	2
4,5	8	16	6	6
5	16	18	6	6
5,5	6	4	4	6
6	16	12	14	8
6,5	8	16	12	10
7	0	2	2	2
7,5	8	12	4	2
8	8	4	2	0
8,5	0	6	12	4
9	2	0	0	2
9,5	6	0	0	0
10	2	2	0	0
10,5	2	0	2	0
11	0	2	0	0
11,5	0	0	0	0
12	0	0	2	0
mehr	2	0	2	0
Durchschnitt	6,015	5,8308	5,3928	4,1154
Standardabweichung	2,06286	1,608323	2,53919	1,987291

[0101] Die Daten aus Tabelle 2-1 werden in einem Diagramm als Frequenz in Abhängigkeit vom Faserdurchmesser in µm aufgetragen, um eine Visualisierung der Häufigkeiten der Faserdurchmesser zu ermöglichen.

[0102] Die Zugfestigkeitseigenschaften der hergestellten vliesartigen Bahnen werden entsprechend standardisierter Testverfahren bestimmt, nämlich dem US-Bundesstandard 191A, Verfahren 5102. Das Streifenzugfestigkeitsverfahren liefert die Ergebnisse für die Spitzenbeanspruchung, die prozentuale Dehnung und die Energie.

[0103] Die Zugfestigkeitseigenschaften der vliesartigen Bahnen werden so bestimmt. Alle ermittelten Werte werden normiert, um Differenzen bei den Flächenmassen zu berücksichtigen.

[0104] Zur Unterstützung der Visualisierung der Daten der Zugfestigkeitseigenschaften werden die Daten in Form von Balkendiagrammen ausgedruckt, und zwar mit einigen Balken für MD-Daten, CD-Daten und den Durchschnitt der MD- beziehungsweise CD-Daten.

Beispiel 3

[0105] Zur Herstellung einer koformierten Bahn wird das Verfahren von Beispiel 2 im Wesentlichen wiederholt. Ein Bogen weitgehend aus Nadelholzpülpe (Coosa Cr-54, hergestellt von der Kimberly-Clark Corporation in ihrer Mühle in Coosa Pines, Alabama) wird mittels einer Hammermühle zerfasert und anschließend mit Luft bei einer Geschwindigkeit von 83 m/s durch einen rechteckigen Kanal mit einer Tiefe von 2,5 cm geblasen. Die Verteilungsrate, definiert als Gramm zerfaserter Pülpe pro Kubikmeter des Volumens der Trägerluft, wird in einem Bereich von zwischen 2,8 und 8,5 gehalten, damit Ausflockungen nur minimal auftreten. Der sich ergebende luftgetragene Faserstrom wird dann in einen fadengebildetragenden ersten sekundären Gasstrom in einem Bereich injiziert, wo der fadengebildetragende erste sekundäre Gasstrom und der zweite sekundäre Gasstrom einander treffen. Sowohl die vertikalen wie auch die horizontalen Einfallswinkel der luftgetragenen Faserströme liegen bei etwa 90°. Der Strom verlässt den rechteckigen Kanal etwa 10 cm entfernt von dem Bereich, wo sich die beiden sekundären Gasströme treffen.

[0106] In jedem Fall ist die sich ergebende koformierte Bahn integriert und stark, jedoch auch weich, voluminös und absorptionsfähig. Die Bahn enthält 50 bis 70 Gew.-% Pülpefasern und weist eine Flächenmasse von etwa 500 g/m^2 auf. Sogar nach einer Wärmebehandlung in einem Konvektionsofen zur Vernetzung des Natriumpolyakrylsäurekopolymers sind diese Bahnen sehr weich und absorptionsfähig und weisen eine annehmbare mechanische Stärke auf, was in Tabelle 3-1 gezeigt ist. Derartige koformierte Bahnen sind als Wischtücher oder Bestandteile anderer absorptionsfähiger Erzeugnisse von Nutzen.

Tabelle 3-1: Maximale Zugfestigkeitseigenschaften

Nummer der Bahn	1	2	3	4
SAF-Vergl. (%)	71	66	60	50
Belastung (m)	392	349	424	406
Beanspruchung (%)	11,9	14,0	16,6	9,5
Energie (m)	2,59	3,04	4,25	2,40

Beispiel 4

[0107] Bei diesem Beispiel wird zusätzlich zu der Coosa-Pülpe ein hochabsorbierendes Pulver (Favor 880 von Stockhausen, Inc.) in den Pülpestrom eingeführt, bevor dieser auf den fadengebildetragenden ersten sekundären Gasstrom trifft. Die Verbindung enthält etwa 33% hochabsorbierende Faser, 33% Pülpe und 34% hochabsorbierendes Pulver. Die gesamte Flächenmasse wird daraufhin bestimmt. Nach der Herstellung ist dieses Material ziemlich erweicht. Innerhalb von 30 Minuten steigt eine 0,9%-ige Natriumchloridlösung in einem Docht daraus auf eine Höhe von etwa 23 cm.

Beispiel 5

[0108] Dieses Beispiel ähnelt Beispiel 4, mit der Ausnahme der Materialzusammensetzung. Eine vliesartige koformierte Bahn wird erfolgreich mit etwa 3% hochabsorbierender Faser, 3% Coosa-Pülpe und etwa 94% hochabsorbierendem Pulver (Favor 880 von Stockhausen, Inc.) hergestellt. Das Material weist ein hervorragendes Haltevermögen für SAM-hochabsorbierendes Material auf, da eine ziemliche Menge der Teilchen des hochabsorbierenden Pulvers an den hochabsorbierenden Fasern anhaftet.

Beispiel 6

[0109] Dieses Beispiel ähnelt Beispiel 2, mit der Ausnahme, dass die relative Feuchtigkeit des primären Gasstromes variiert ist. Aus einer SEM-Messung ergibt sich, dass zufriedenstellende Ergebnisse nur dann erreicht werden, wenn die Größenordnung der relativen Luftfeuchtigkeit in einem Bereich zwischen 30% und 100% liegt.

[0110] Eingedenk der vorhergehenden Beschreibung der Erfindung erschließt sich einem Fachmann auf dem einschlägigen Gebiet unmittelbar, dass verschiedene Änderungen und Abwandlungen daran vorgenommen werden können, ohne den Schutzumfang der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, umfassend Schritte des:
Herstellens einer wässrigen Polymerlösung mit 10 Gew.-% bis 75 Gew.-% eines linearen hochabsorbierenden Vorgängerpolymers; und
Extrudierens der Polymerlösung durch eine Düse (**10**) mit einer Mehrzahl von Öffnungen (**21**) zur Bildung einer Mehrzahl von Fadengebilden, wobei die Öffnungen Durchmesser in einem Bereich zwischen 0,20 mm und 1,2 mm aufweisen;
dadurch gekennzeichnet, dass:
das Vorgängerpolymer ein Molekulargewicht zwischen 300.000 und 10.000.000 aufweist;
die Polymerlösung bei einer Temperatur zwischen 20 °C und 180 °C und einer Viskosität zwischen 3 Pa sec und 1.000 Pa sec extrudiert wird; und durch einen Schritt des
Raffinierens der Fadengebilde mit einer primären Gasquelle unter Bedingungen, die dafür ausreichend sind, dass die Viskosität jedes Fadengebildes bei Verlassen einer Düsenöffnung (**21**) und für einen Abstand von nicht mehr als 8 cm mit zunehmendem Abstand von der Düse (**10**) inkrementell zunimmt, während die Gleichmäßigkeit der Viskosität in radialer Richtung im Wesentlichen erhalten bleibt, bei einer Rate, die dafür ausreichend ist, dass Fasern erzeugt werden, die die gewünschte Raffinierung und einen durchschnittlichen Faserdurchmesser aufweisen, ohne dass merkliche Faserrisse auftreten;
wobei die primäre Gasquelle eine relative Feuchtigkeit zwischen 30% und 100% aufweist;
wobei die primäre Gasquelle eine Temperatur zwischen 20 °C und 100 °C, einen horizontalen Einfallswinkel zwischen 70° und 110° und entweder
(i) eine Geschwindigkeit von weniger als 30 m/s und einen vertikalen Einfallswinkel von etwa 90° oder
(ii) eine Geschwindigkeit zwischen 30 m/s und 400 m/s und einen vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als 90° aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, bei dem die primäre Gasquelle eine relative Feuchtigkeit zwischen 60% und 95% aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, bei dem die primäre Gasquelle eine relative Feuchtigkeit zwischen 65% und 90% aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, bei dem die Geschwindigkeit der primären Gasquelle zwischen 150 m/s und 400 m/s liegt, und bei dem der vertikale Einfallswinkel nicht größer als 90° ist, des Weiteren umfassend:
(d) das Trocknen der Fadengebilde zur Bildung von Fasern mit einer sekundären Gasquelle bei einer Temperatur zwischen 140 °C und 320 °C und mit einer Geschwindigkeit zwischen 60 m/s und 125 m/s, wobei die sekundäre Gasquelle einen horizontalen Einfallswinkel zwischen 70° und 110° und einen vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als 90° aufweist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, des Weiteren umfassend:
(e) das willkürliche Aufbringen der Fasern auf eine sich bewegende löchrige Oberfläche (**13**) zur Bildung einer im Wesentlichen gleichmäßigen Bahn mit einer Größe zwischen 0,4 cm^2 und 1,9 cm^2, wobei die sich bewegende löchrige Oberfläche zwischen 10 cm und 60 cm von der Austrittsöffnung der letzten Gasquelle zur Kontaktierung der Fadengebilde beabstandet ist, die Fasern einen durchschnittlichen Faserdurchmesser in einem Bereich zwischen 0,1 µm und 10 µm aufweisen und im Wesentlichen schussfrei sind, die Schritte des Raffinierens und Trocknens unter Bedingungen einer kontrollierten hochgradigen Turbulenz vorgenommen werden, und die Fasern eine derartige Länge aufweisen, dass sie im Vergleich zu ihren Durchmessern als kontinuierlich angesehen werden können.

6. Verfahren nach Anspruch 5 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, des Weiteren umfassend:
(f) das Bestrahlen der gleichmäßigen Bahn mit einer Hochenergiequelle, die aus einer Wärme, Elektronenstrahlen, Mikrowellen und Hochfrequenzstrahlen umfassenden Gruppe ausgewählt ist, zur Erzeugung einer stabilen Vernetzung in dem hochabsorbierenden Vorgängerpolymer.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, des Weiteren umfassend:
(g) das Nachbehandeln der stabilisierten Bahn mittels Befeuchten, Verdichten, Gaufrieren, Bonden oder Laminieren oder einer Kombination hieraus.

8. Verfahren nach Anspruch 1 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, bei dem die Geschwindigkeit der primären Gasquelle zwischen 30 m/s und 150 m/s liegt, und bei dem der vertikale Einfallswinkel nicht größer als 90° ist, des Weiteren umfassend:
(d) das Trocknen der Fadengebilde zur Bildung von Fasern mit einer sekundären Gasquelle bei einer Temperatur zwischen 140 °C und 320 °C und mit einer Geschwindigkeit zwischen 30 m/s und 150 m/s, wobei die sekundäre Gasquelle einen horizontalen Einfallswinkel zwischen 70° und 110° und einen vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als 90° aufweist.

9. Verfahren nach Anspruch 8 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, des Weiteren umfassend:
(e) das willkürliche Aufbringen der Fasern auf eine sich bewegende löchrige Oberfläche (**13**) zur Bildung einer im Wesentlichen gleichmäßigen Bahn mit einer Größe zwischen 1,9 cm^2 und 6,5 cm^2, wobei die sich bewegende löchrige Oberfläche zwischen 10 cm und 100 cm von der Austrittsöffnung der letzten Gasquelle zur Kontaktierung der Fadengebilde beabstandet ist, die Fasern einen durchschnittlichen Faserdurchmesser in einem Bereich zwischen 10 µm und 30 µm sowie einen im Wesentlichen gleichmäßigen Durchmesser aufweisen, und die Schritte des Raffinierens und Trocknens unter Bedingungen einer minimalen hochgradigen Turbulenz vorgenommen werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, des Weiteren umfassend:
(f) das Bestrahlen der gleichmäßigen Bahn mit einer Hochenergiequelle, die aus einer Wärme, Elektronenstrahlen, Mikrowellen und Hochfrequenzstrahlen umfassenden Gruppe ausgewählt ist, zur Erzeugung einer stabilen Vernetzung in dem hochabsorbierenden Vorgängerpolymer.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, des Weiteren umfassend:
(g) das Nachbehandeln der stabilisierten Bahn mittels Befeuchten, Verdichten, Gaufrieren, Bonden oder Laminieren oder einer Kombination hieraus.

12. Verfahren nach Anspruch 1 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, bei dem die Geschwindigkeit der primären Gasquelle bei weniger als 30 m/s liegt, und bei dem der vertikale Einfallswinkel etwa 90° ist, des Weiteren umfassend:
(d) das Trocknen der Fadengebilde zur Bildung von Fasern mit einer sekundären Gasquelle bei einer Temperatur zwischen 140 °C und 320 °C und mit einer Geschwindigkeit von weniger als 30 m/s, wobei die sekundäre Gasquelle einen horizontalen Einfallswinkel zwischen 70° und 110° und einen vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als 90° aufweist.

13. Verfahren nach Anspruch 4, 8 oder 12 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, des Weiteren umfassend:
(e) das Raffinieren der Fasern mit einer tertiären Gasquelle mit einer Temperatur zwischen 10 °C und 50 °C, einer Geschwindigkeit zwischen 30 m/s und 240 m/s, einem horizontalen Einfallswinkel zwischen 70° und 110° und einem vertikalen Einfallswinkel von nicht mehr als 90°.

14. Verfahren nach Anspruch 13 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, des Weiteren umfassend:
(f) das willkürliche Aufbringen der Fasern auf eine sich bewegende löchrige Oberfläche (**13**) zur Bildung einer im Wesentlichen gleichmäßigen Bahn mit einer Größe zwischen 1,9 cm^2 und 6,5 cm^2, wobei die sich bewegende löchrige Oberfläche zwischen 10 cm und 100 cm von der Austrittsöffnung der letzten Gasquelle zur Kontaktierung der Fadengebilde beabstandet ist, die Fasern einen durchschnittlichen Faserdurchmesser in einem Bereich zwischen 10 µm und 30 µm sowie einen im Wesentlichen gleichmäßigen Durchmesser aufweisen, und die Schritte des Raffinierens und Trocknens unter Bedingungen einer minimalen hochgradigen Turbulenz vorgenommen werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen konti-

nuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, des Weiteren umfassend:
(g) das Bestrahlen der gleichmäßigen Bahn mit einer Hochenergiequelle, die aus einer Wärme, Elektronenstrahlen, Mikrowellen und Hochfrequenzstrahlen umfassenden Gruppe ausgewählt ist, zur Erzeugung einer stabilen Vernetzung in dem hochabsorbierenden Vorgängerpolymer.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15 zur Herstellung einer vliesartigen Bahn mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen hochabsorbierenden Feinfaser, des Weiteren umfassend:
(h) das Nachbehandeln der stabilisierten Bahn mittels Befeuchten, Verdichten, Gaufrieren, Bonden oder Laminieren oder einer Kombination hieraus.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

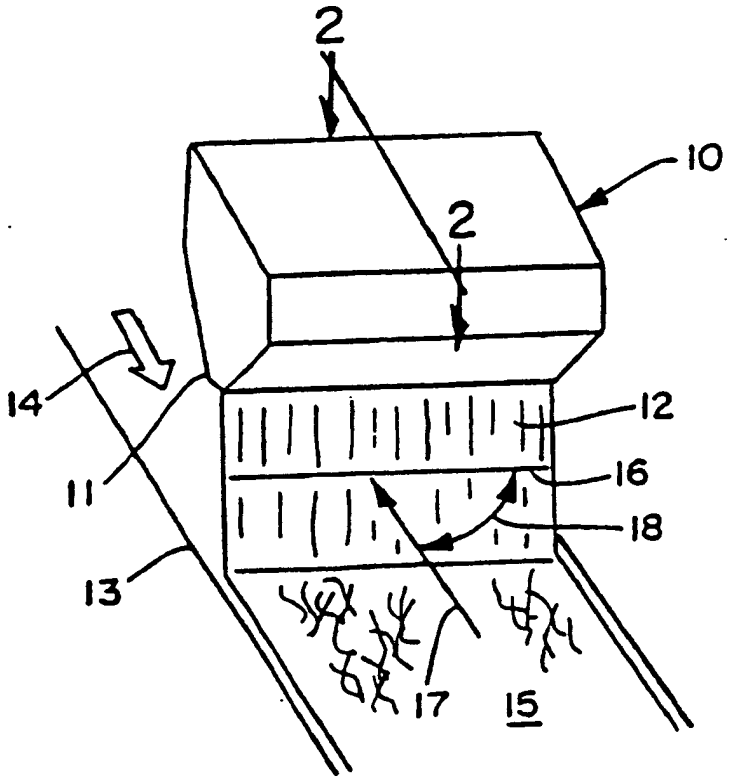

FIG. 1

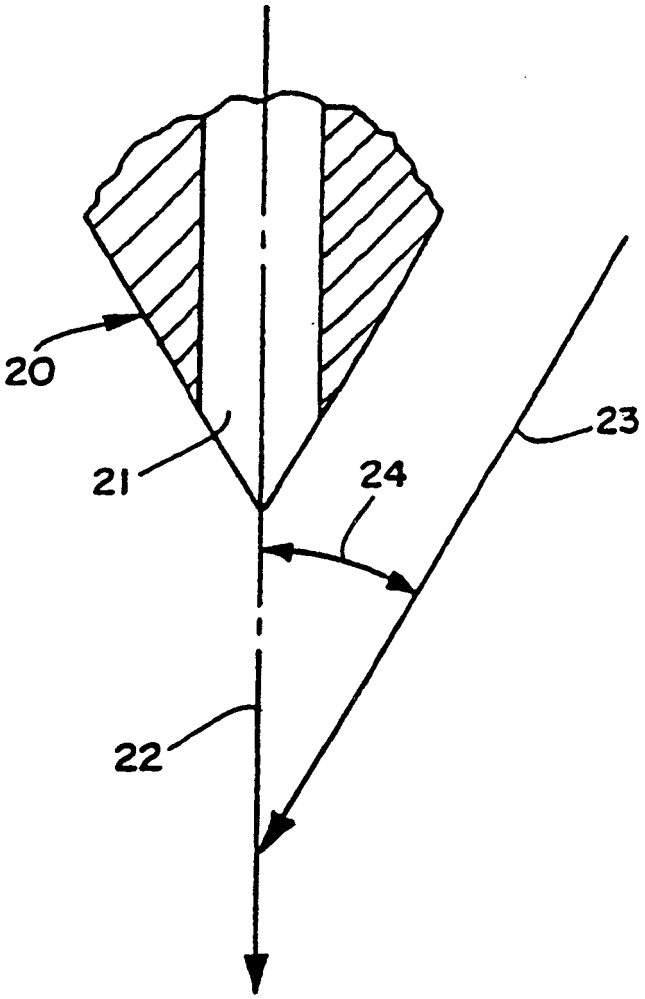

FIG. 2

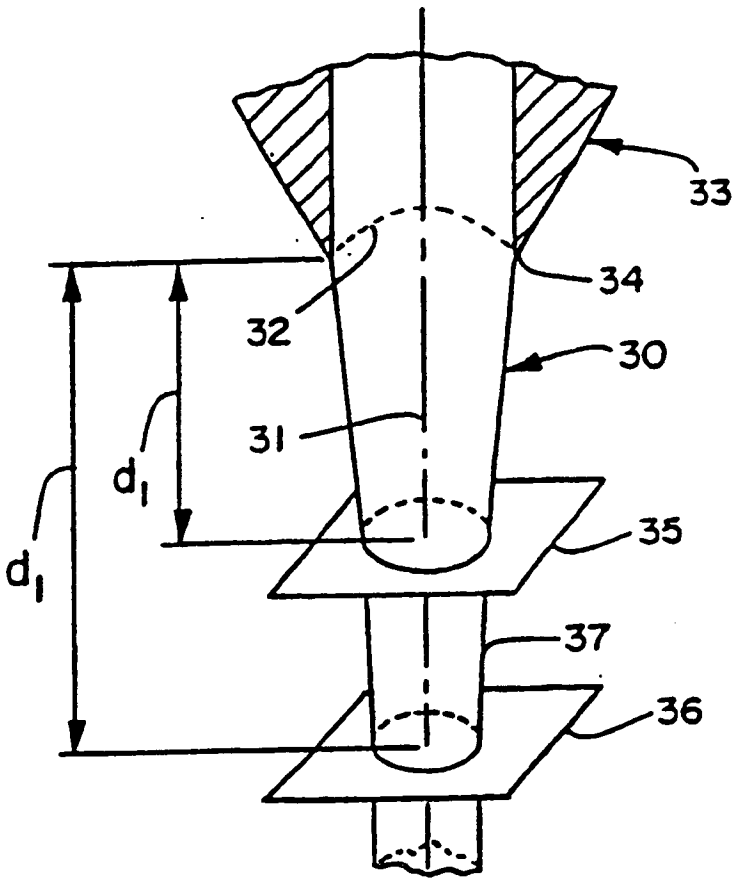

FIG. 3

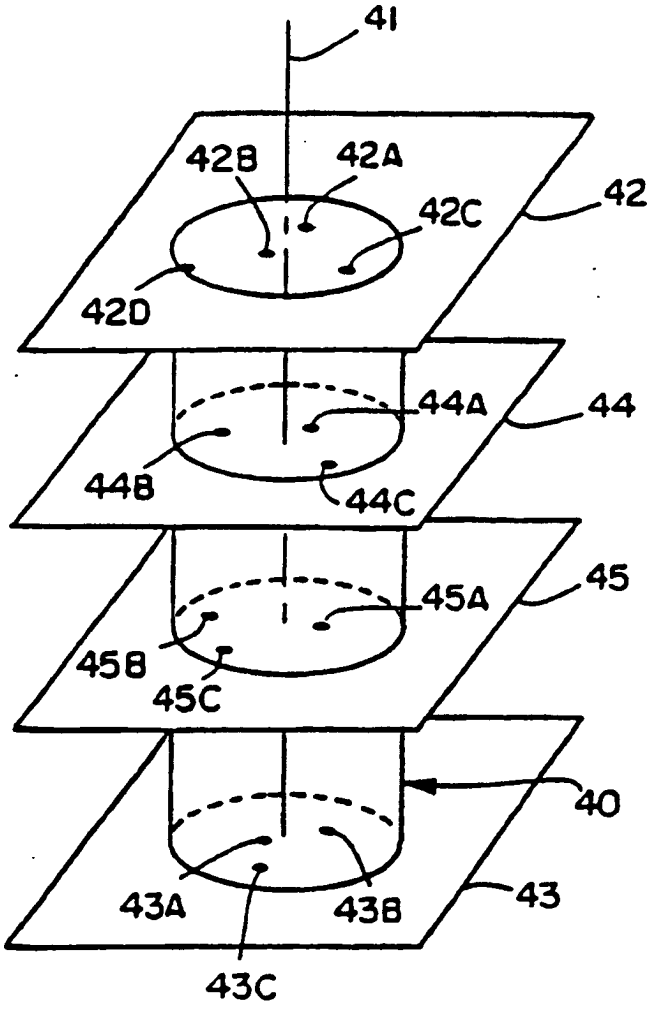
41
42B
42A
42C
42
42D
44A
44
44B
44C
45A
45
45B
45C
40
43A
43B
43
43C

FIG. 4

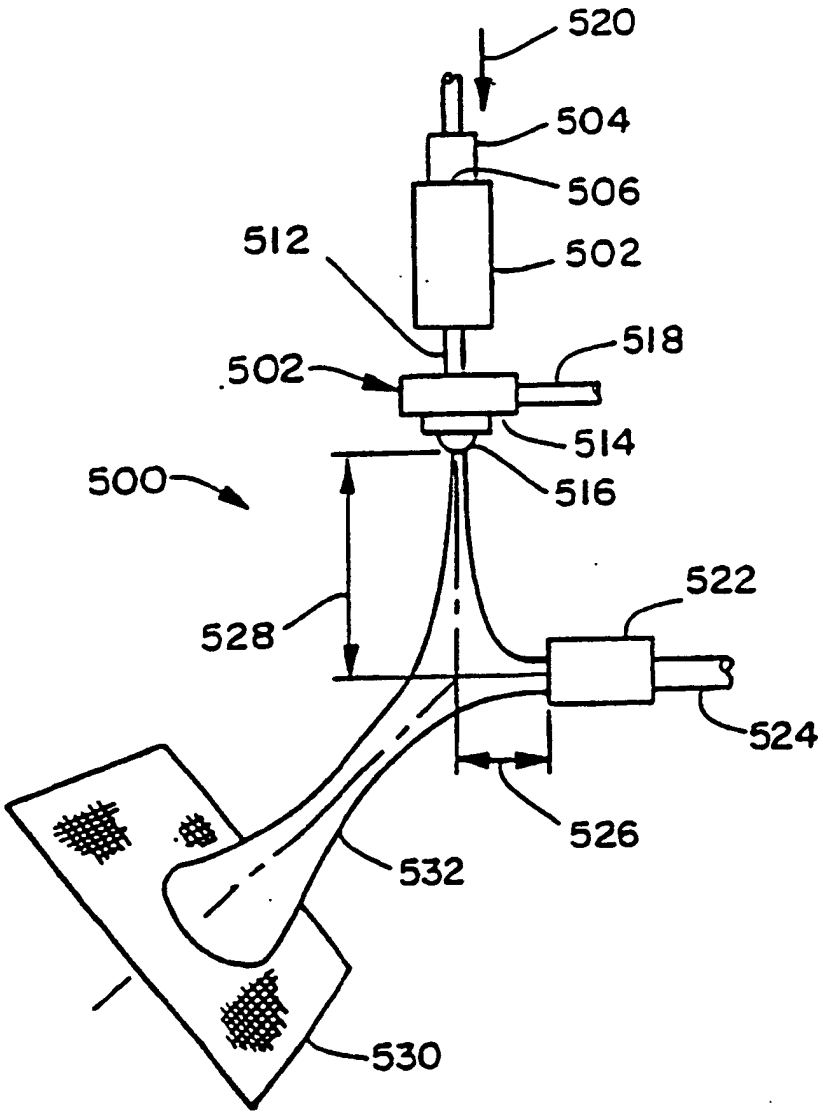

FIG. 5