



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 21 555 T2 2004.03.18**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 938 608 B1**

(51) Int Cl.7: **D21F 11/00**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 21 555.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/20649**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 947 482.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/021405**

(86) PCT-Anmeldetag: **14.11.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **22.05.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.09.1999**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **02.05.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.03.2004**

(30) Unionspriorität:
748870 14.11.1996 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,
LU, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:
**The Procter & Gamble Company, Cincinnati, Ohio,
US**

(72) Erfinder:
PHAN, Van, Dean, West Chester, US

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Rau, Schneck & Hübner, 90402
Nürnberg**

(54) Bezeichnung: **VERBESSERTE TROCKNUNG VON GEMUSTERTEN PAPIERBAHNEN**

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

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Papierstruktur und insbesondere eine Tissuepapierbahn, die sowohl eine Fülle als auch eine Glätte aufweist, und ein Verfahren zum Herstellen einer solchen Tissuepapierbahn.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Papierstrukturen, wie Toilettentissue, Papierhandtücher und Gesichtstissue, sind im Haushalt und in der Industrie weit verbreitet. Viele Versuche wurden unternommen, solche Tissueprodukte verbraucherfreundlich zu machen.

[0003] Ein Ansatz, verbraucherfreundliche Tissueprodukte mit Fülle und Flexibilität bereit zu stellen, ist dargestellt im US Patent 3,994,771, veröffentlicht am 30. November 1976 für Morgan et al. Eine verbesserte Fülle und Flexibilität kann auch bereit gestellt werden durch bilateral versetzte, komprimierte und nicht komprimierte Zonen geschaffen werden, wie dies gezeigt ist in US Patent 4,191,609, veröffentlicht am 04. März 1980 für Trokhan.

[0004] Ein weiterer Ansatz zum Herstellen verbraucherfreundlicherer Tissueprodukte ist, die Papierstruktur zu trocknen, um den Tissueprodukten eine größere Fülle, Zugfestigkeit und Reißfestigkeit zu verleihen. Beispiele von Papierstrukturen, die in dieser Weise hergestellt sind, sind dargestellt in US Patent 4,637,859, veröffentlicht am 20. Januar 1987 für Trokhan. Das US Patent 4,637,859 zeigt diskrete domförmige Protuberanzen, die über ein kontinuierliches Netzwerk verteilt sind. Das kontinuierliche Netzwerk kann eine Festigkeit verleihen, während die relativ dickeren Wölbungen Weichheit und Absorptionsfähigkeit verleihen können.

[0005] Ein Nachteil des Papier machenden Verfahrens, das in US Patent 4,637,859 offenbart ist, ist, daß ein Trocknen einer solchen Bahn relativ energieintensiv und teuer ist und typischerweise die Verwendung einer Durchluft-Trocknungseinrichtung umfaßt. Zudem kann das Papier machende Verfahren, das in US 4,637,859 offenbart ist, im Hinblick auf die Geschwindigkeit, mit welcher die Bahn abschließend auf der Yankee-Trocknertrommel getrocknet werden kann, beschränkt sein. Diese Beschränkung ist wenigstens teilweise auf das Muster zurück zu führen, das in die Bahn vor der Überführung der Bahn eingedrückt wurde. Insbesondere die diskreten Wölbungen, die beschrieben sind in US 4,637,859, können nicht so wirksam auf der Yankee-Oberfläche getrocknet werden, wie das in US 4,637,859 beschriebene kontinuierliche Netzwerk. Demgemäß ist für einen gegebenen Konsistenzgrad und ein gegebenes Basisgewicht der Geschwindigkeit, mit welcher die Yankee-Trommel betrieben werden kann, begrenzt.

[0006] Die folgenden Veröffentlichungen zeigen zusätzliche Verfahren zum Herstellen einer Papierbahn: Die WO 95/17548, veröffentlicht am 29. Juni 1995 im Namen von Ampulski et al. und mit einem US-Prioritätstag vom 20. Dezember 1993; WO 96/00812, veröffentlicht am 11. Januar 1996 im Namen von Trokan et al. und mit einem US-Prioritätstag vom 29. Juni 1994; WO 96/00814, veröffentlicht am 11. Januar 1996 im Namen von Phan und mit einem Prioritätstag vom 29. Juni 1994, US Patent 5,556,509, veröffentlicht am 17. September 1996 für Trokhan et al. und US Patent 5,549,790, veröffentlicht am 27. August 1996 für Phan.

[0007] Die US Patente 4,326,000; 4,000,237 und 3,903,342 beschreiben Flächenmaterialien mit elastomeren Bindematerialien, welche die Flächen in einem Muster miteinander verbinden. Ein solches Verfahren hat den Nachteil, daß die Aufbringung der Bindematerialien relativ teuer sein kann, und schwierig ist, um die Produktionsgeschwindigkeiten regeln. Zudem kann das elastomere Bindematerial die Absorptionsfähigkeit der Bahn verringern.

[0008] Herkömmliches Tissuepapier, das durch Pressen einer Bahn mit ein oder mehreren Preßfilzen in einem Preßspalt hergestellt wird, kann bei relativ hohen Geschwindigkeiten hergestellt werden. Das herkömmlich gepreßte Papier, kann, wenn es einmal getrocknet ist, dann so geprägt werden, daß die Bahn gemustert wird und daß die Makrodicke der Bahn zunimmt. Zum Beispiel sind geprägte Muster, die in Tissuepapierprodukten geformt wurden, nachdem die Tissuepapierprodukte getrocknet worden sind, üblich.

[0009] Prägeverfahren verleihen der Papierstruktur jedoch typischerweise ein besonders ästhetisches Erscheinungsbild auf Kosten anderer Eigenschaften der Struktur. Insbesondere bricht ein Prägevorgang einer getrockneten Papierbahn die Bindungen zwischen Fasern in der Zellulosestruktur. Diese Zerbrechung tritt auf, weil die Bindungen beim Trocknen des embryonischen faserigen Breies geformt und darauf fixiert wurden. Nach dem Trocknen der Papierstruktur führt eine Bewegung der Fasern rechtwinklig zu der Ebene der Papierstruktur beim Prägevorgang zu einem Brechen der Faser-an-Faser-Bindungen. Das Zerbrechen der Bindungen führt zu einer verringerten Zugfestigkeit der getrockneten Papierbahn. Zudem wird ein Prägen typischerweise durchgeführt, nachdem die getrocknete Papierbahn von der Trocknungstrommel gekrepppt worden ist. Ein Prägevorgang nach einem Kreppen kann das der Bahn verliehene Kreppmuster zerstören. Zum Beispiel kann ein Prägevorgang das Kreppmuster in einigen Bereichen der Bahn beseitigen, indem das Kreppmuster

kompaktiert oder gestreckt wird. Ein solches Ergebnis ist unerwünscht, weil das Kreppmuster die Weichheit und Flexibilität der getrockneten Bahn verbessert.

[0010] Wissenschaftler und Ingenieure in der Papier machenden Technik setzen die Suche nach verbesserten Verfahren zum Herstellen eines weichen, starken und absorbierenden Tissuepapiers fort, welches wirksam bei verringerten Kosten getrocknet werden kann.

[0011] Demgemäß ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Papierbahn und ein Verfahren zum Herstellen einer multiregionalen Papierbahn zu schaffen, welche/welches eine relativ schnellere Trocknung bei relativ geringerer Energie und relativ geringen Kosten erlaubt.

[0012] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Verfahren zum Herstellen eines multiregionalen Papiers zu schaffen, welches auf einer bestehenden Papiermaschine (mit herkömmlicher oder Durchluft-Trocknung) gefertigt werden kann, ohne dem Erfordernis einer wesentlichen Modifikation der Papier machenden Maschine.

[0013] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine Papierbahn und ein Verfahren zum Herstellen einer Papierbahn zu schaffen, bei welchem die Bahn wenigstens zwei unterschiedliche, nicht geprägte Regionen hat, die durch eine oder mehrere der folgenden Eigenschaften unterscheidbar sind: Dicke, Höhe, Dichte und Basisgewicht.

[0014] Eine weitere Aufgabe ist, eine Papierbahn und ein Verfahren zum Herstellen der Papierbahn zu schaffen, bei welchem die Bahn eine verstärkte Fülldicke, Füllichte und Absorptionskapazität mit einer relativ gemusterten Fläche und einer relativ glatten entgegen gesetzten Fläche hat, wodurch sowohl die Eigenschaften der Fülle als auch der Weichheit bereit gestellt werden, was von Verbrauchern der Papierprodukte gewünscht ist.

[0015] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine Papierbahn und ein Verfahren zum Herstellen der Papierbahn zu schaffen, bei welchem die Bahn im wesentlichen frei von Bindematerialien ist, wie elastomere Bindematerialien, welche die Absorptionsfähigkeit nachteilig beeinflussen.

ZUAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0016] Die vorliegende Erfindung liefert ein Verfahren zum Bilden einer naß gelegten Papierbahn, wie sie in Anspruch 1 definiert ist. Ein vorbestimmtes Muster kann der ersten Oberfläche der Bahn bei einer Bahnkonsistenz von zwischen etwa 10 Prozent und etwa 60 Prozent verliehen werden. Die Bahn kann von einer Konsistenz von weniger als etwa 50 Prozent bis zu einer Konsistenz von wenigstens etwa 90 Prozent bei einer Wasserabföhrgeschwindigkeit von wenigstens etwa 11 Tonnen Wasser pro Stunde getrocknet werden, wobei die Bahn ein Basisgewicht von wenigstens etwa 13 g/m² (etwa 8 Pfund pro 3000 Quadratfuß) hat.

[0017] In einer Ausführungsform umfaßt der Schritt des Aufbringens eines vorbestimmten Musters auf die erste Oberfläche der Bahn das Aufbringen eines kontinuierlichen Netzwerkusters auf die erste Oberfläche der Bahn.

[0018] Die Bahn kann mit einer Konsistenz von weniger als etwa 50 Prozent auf eine erwärmte Trocknungsoberfläche überführt werden und auf der erwärmten Trocknungsoberfläche auf eine Konsistenz von wenigstens etwa 90 Prozent getrocknet werden, und zwar mit einer Bahngeschwindigkeit von wenigstens 4500 Fuß pro Minute. Das Verfahren umfaßt den Schritt des Positionierens im wesentlichen der Gesamtheit der zweiten Oberfläche der Bahn angrenzend an die erwärmte Trocknungsoberfläche und kann den Schritt des Anhaltens im wesentlichen der Gesamtheit der zweiten Oberfläche der Bahn an der erwärmten Trocknungsoberfläche umfassen.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0019] Obwohl die Beschreibung mit Ansprüchen konkludiert, welche die vorliegende Erfindung besonders herausstellen und deutlich beanspruchen, wird die Erfindung besser aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen verstanden, in welchen gleiche Elemente durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind, und:

[0020] **Fig. 1** ist eine Darstellung in Draufsicht der ersten Oberfläche einer Papierstruktur gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei die Papierstruktur eine erste, relativ dünnere kontinuierliche Netzwerkregion und eine Mehrzahl von relativ dickeren, einzelnen Regionen hat, die in der kontinuierlichen Netzwerkregion verteilt sind.

[0021] **Fig. 2** ist eine Darstellung im Querschnitt der Papierstruktur aus **Fig. 1** entlang der Linien 2-2 in **Fig. 1** und zeigt die relativ dickeren, einzelnen Regionen, die in der Ebene der kontinuierlichen Netzwerkregion angeordnet sind.

[0022] **Fig. 3** ist eine Mikrophotographie eines Querschnitts einer Papierstruktur des in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Typs.

[0023] **Fig. 4** ist eine Photographie der ersten Oberfläche einer Papierstruktur des Typs, der in den **Fig. 1** und

Fig. 2 dargestellt ist.

[0024] **Fig. 5** ist eine Photographie der zweiten Oberfläche einer Papierstruktur des in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Typs.

[0025] **Fig. 6** ist eine Darstellung im Querschnitt eines Papiers des Standes der Technik des in US Patent 4,637,859 gezeigten Typs.

[0026] **Fig. 7A** ist eine Mikrophotographie eines Querschnitts einer Papierbahn des in US Patent 4,637,859 gezeigten Typs.

[0027] **Fig. 7B** ist eine Draufsicht einer Seite einer Papierbahn des in US Patent 4,637,859 gezeigten Typs.

[0028] **Fig. 7C** ist eine Draufsicht der anderen Seite der Papierbahn aus **Fig. 7B**.

[0029] **Fig. 8A** ist eine Darstellung in Draufsicht einer Vorrichtung zur Verwendung bei der Herstellung einer Papierbahn des in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Typs, wobei die Vorrichtung eine entwässernde Filzschicht und eine Bahnmusterungsschicht umfaßt, die mit der entwässernden Filzschicht verbunden ist, und eine kontinuierliche Netzwerkbahn aufweist, die mit der oberen Oberfläche in Berührung ist.

[0030] **Fig. 8B** eine Darstellung im Querschnitt der Vorrichtung aus **Fig. 8A** entlang Linien 8B in **Fig. 8A** ist.

[0031] **Fig. 8C** eine Darstellung in Draufsicht einer Vorrichtung mit einer entwässernden Filzschicht und einer Bahnmusterungsschicht ist, wobei die Bahnmusterungsschicht einzelne, bahnberührende Oberflächen aufweist.

[0032] **Fig. 9A** eine Darstellung einer Papiermaschine zum Herstellen einer Papierbahn ist, welche die Vorrichtung aus den **Fig. 8A** und **8B** aufweist.

[0033] **Fig. 9B** eine Darstellung ist, welche eine Papierbahn zeigt, die an die in **Fig. 8B** gezeigte Vorrichtung überführt ist, um eine Papierbahn mit einer ersten Oberfläche, welche die Form der Vorrichtung angenommen hat, und eine zweite im wesentlichen glatte Oberfläche zu formen.

[0034] **Fig. 9C** ist eine Darstellung einer Papierbahn auf der in **Fig. 8B** gezeigten Vorrichtung, die zwischen einer Vakuum-Druckrolle und einer Yankee-Trocknungstrommel transportiert wird, um eine Muster auf die erste Oberfläche der Papierbahn zu drücken und um die zweite Oberfläche der Papierbahn an der Yankee-Trommel anzuhaften.

[0035] **Fig. 9D** ist eine Darstellung eines Querschnitts eines zweilagigen Tissues, das zwei Bahnen des in **Fig. 2** gezeigten Typs aufweist, wobei die relativ glatteren zweiten Oberflächen der Bahn nach außen gerichtet sind.

[0036] **Fig. 10** ist eine Darstellung im Querschnitt einer Papierbahn, die gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt ist und relativ dickere, einzelne Regionen zeigt, die in der Ebene der kontinuierlichen Netzwerkregionen angeordnet sind und wobei jedes einzelne Region ein oder mehrere einzelne verdichtete Regionen umgibt.

[0037] **Fig. 11** ist eine Mikrophotographie eines Querschnitts einer Papierstruktur des in **Fig. 10** dargestellten Typs.

[0038] **Fig. 12** ist eine Photographie der ersten Oberfläche einer Papierstruktur des in **Fig. 10** dargestellten Typs.

[0039] **Fig. 13** ist eine Photographie der zweiten Oberfläche einer Papierstruktur des in **Fig. 10** dargestellten Typs.

[0040] **Fig. 14A** ist eine Darstellung in Draufsicht einer Vorrichtung zur Verwendung bei der Herstellung einer Papierbahn des in **Fig. 10** dargestellten Typs, wobei die Vorrichtung eine Bahnmusterungsschicht umfaßt, die mit einem foraminösen Element verbunden ist, das aus Gewebefilamenten geformt ist.

[0041] **Fig. 14B** ist eine Darstellung im Querschnitt der Vorrichtung aus **Fig. 14A**.

[0042] **Fig. 15A** ist eine Darstellung einer Papiermaschine zum Herstellen einer Papierbahn mit der Vorrichtung der **Fig. 14A** und **14B**.

[0043] **Fig. 15B** ist eine Darstellung, die eine Papierbahn zeigt, welche zu der in **Fig. 14B** gezeigten Vorrichtung überführt ist, um eine Papierbahn mit einer ersten Oberfläche, die eine Form der Vorrichtung angenommen hat, und einer zweiten im wesentlichen glatten Oberfläche zu formen.

[0044] **Fig. 15C** ist eine Darstellung einer Papierbahn auf der in **Fig. 14B** gezeigten Vorrichtung, die zwischen einer Druckrolle und einer Yankee-Trocknungstrommel befördert wird, um der ersten Oberfläche der Papierbahn ein Muster zu verleihen und die zweite Oberfläche der Papierbahn an der Yankee-Trommel anzuhaften.

[0045] **Fig. 16** ist eine Darstellung im Querschnitt einer Papierbahn, die gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt ist, wobei die Bahn mehrere Faserschichten umfaßt, einschließlich einer Entbindungsschicht.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0046] Die **Fig. 1-2** stellen eine Papierbahn **20** dar, die gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt ist, und die **Fig. 3-5** sind Photographien einer Papierstruktur des in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Typs. Zu Vergleichszwecken zeigen die **Fig. 6** und **7A-C** eine Papierbahn des in US Patent 4,637,859

beschriebenen Typs.

[0047] Die Papierbahn, die gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt worden ist, umfaßt eine relativ dünnere Region und eine relativ dickere Region, wobei die relativ dickere Region in der Ebene der relativ dünneren Region angeordnet ist. Die Papierbahn ist naß gelegt und kann im wesentlichen frei von Trockenprägungen sein. Mit Bezug auf die **Fig. 1-5** hat die Papierbahn **20** eine erste und eine zweite voneinander abgewandte Oberfläche **22** bzw. **24**. Die Papierbahn **20** umfaßt eine relativ dünne, kontinuierliche Netzwerkregion **30** mit einer mit K bezeichneten Dicke. Der Bereich der Oberfläche **22**, der die Region **30** begrenzt, ist mit 32 bezeichnet, und der Bereich der Oberfläche **24**, der die Region **30** begrenzt, ist mit 34 bezeichnet.

[0048] Die Bahn **20** umfaßt auch eine Mehrzahl von relativ dickeren Regionen **50**, die über die kontinuierliche Netzwerkregionen **30** verteilt sind. Die relativ dickeren Regionen **50** haben eine mit P bezeichnete Dicke und erstrecken sich von der Oberfläche **32** der kontinuierlichen Netzwerkregion **30** aus. Der Bereich der Oberfläche **22**, der die Regionen **50** begrenzt, ist mit **52** bezeichnet, und der Bereich der Oberfläche **24**, der die Regionen **50** begrenzt, ist mit **54** bezeichnet. Die Dicke P ist größer als die Dicke K. Vorzugsweise beträgt das Verhältnis von P/K wenigstens etwa 1,5. Mit Bezug auf **Fig. 3** kann P wenigstens etwa 0,3 mm betragen und beträgt vorzugsweise wenigstens etwa 0,40 mm. K kann weniger als etwa 0,25 mm betragen und beträgt ganz bevorzugt weniger als etwa 0,20 mm.

[0049] Die kontinuierliche Netzwerkregion **30** und die einzelnen, relativ dickeren Regionen **50** können beide vorgekürzt sein, wie beispielsweise durch Kreppen. In den **Fig. 1-2** sind die Krepprücken mit Bezugszeichen **35** bezeichnet und erstrecken sich im wesentlichen in der Quermaschinenrichtung. Ebenso können die einzelnen relativ dickeren Regionen **50** auch vorgekürzt sein und Krepprücken **55** haben.

[0050] Die kontinuierliche Netzwerkregion **30** kann eine makroskopisch monoplanare kontinuierliche Netzwerkregion mit relativ hoher Dichte sein, des Typs, der in US Patent 4,637,859 offenbart ist. Die relativ dickeren Regionen **50** können eine relativ niedrige Dichte haben und können bilateral versetzt sein, wie dies offenbart ist in US Patent 4,637,859. Jedoch sind die relativ dickeren Regionen **50** keine Wölbungen des Typs, der in US Patent 4,637,895 gezeigt ist.

[0051] Die relativ dickeren Regionen **50** sind in der Ebene der kontinuierlichen Netzwerkregion **30** angeordnet. Die Höhe der Ebene der Netzwerkregion **30** ist schematisch durch eine Oberfläche **23** dargestellt (erscheint als Linie in **Fig. 2**). Die Oberfläche **23** ist mittig zwischen den Oberflächen **32** und **34** positioniert. Obwohl die Ebene des Netzwerks **30** in **Fig. 2** flach dargestellt ist, ist dies so zu verstehen, daß die "Ebene des Netzwerks **30**" eine Oberfläche **23** mit einer Krümmung aufweisen kann.

[0052] Mit dem Ausdruck "in der Ebene der kontinuierlichen Netzwerkregion **30** angeordnet" ist gemeint, daß eine relativ dickere Region **50** einen Bereich enthält, der sich sowohl über als auch unter die Oberfläche **23** erstreckt. Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, erstreckt sich ein Bereich einer dickeren Region **50** entlang einer imaginären Linie **25**. Der Bereich der Region **50**, der sich entlang der imaginären Linie **25** erstreckt, ist sowohl oberhalb als auch unterhalb der Oberfläche **23** angeordnet, derart, daß die Schnittstelle der Linie **25** mit der Oberfläche **52** oberhalb der Oberfläche **23** liegt und die Schnittstelle der Linie **25** mit der Oberfläche **54** unterhalb der Oberfläche **23** liegt.

[0053] Das Verfahren zum Messen der Dicken P und K und das Verfahren zum Bestimmen der Lage der Oberfläche **23**, um zu bestimmen, ob die Region **50** in der Ebene der Region **30** angeordnet ist, sind unten unter "Messung der Dicke und der Höhe" beschrieben.

[0054] Im Gegensatz zu der in den **Fig. 1-2** dargestellten Papierbahn hat die in **Fig. 6** dargestellte Papierbahn **80**, welche in US Patent 4,637,859 offenbart ist, keine relativ dickeren Regionen in der Ebene eines kontinuierlichen Netzwerks angeordnet. Das US Patent 4,637,859 offenbart Wölbungen **84**, die in einem kontinuierlichen Netzwerk **83** verteilt sind. In **Fig. 6** sind die Wölbungen **84** nicht in der Ebene des Netzwerks **83** angeordnet. Statt dessen ist, wie in **Fig. 6** gezeigt ist, die untere Oberfläche der Wölbungen **84** oberhalb der in **Fig. 6** gezeigten Oberfläche **23** angeordnet. Eine Mikrophotographie einer Papierbahn des in US 4,637,859 offenbarten Typs ist in **Fig. 7A** gezeigt, und die voneinander abgewandten Oberflächen einer solchen Papierbahn sind in den **Fig. 7B** und **7C** gezeigt.

[0055] Demgemäß kann die in den **Fig. 1** und **2** gezeigte Papierbahn **20** die Festigkeitsvorteile der kontinuierlichen Netzwerkregion **30**, die von den relativ dickeren Regionen **50** hergeleitete Fülldichte, Makrodicke, Absorptionsfähigkeit und Weichheitsvorteile haben und noch eine relativ glatte Oberfläche **24** in Bezug zu einem Papier des in US 4,637,859 dargestellten Typs haben.

[0056] Insbesondere kann die Papierbahn **20** ein Oberflächenglätteverhältnis von größer als etwa 1,15, ganz bevorzugt größer als etwa 1,20, noch bevorzugter größer als etwa 1,25, noch bevorzugter größer als etwa 1,30 und äußerst bevorzugt größer als etwa 1,40 haben, wobei das Oberflächenglätteverhältnis der Wert der Oberflächenglätte der Oberfläche **22** geteilt durch den Wert des Glättewertes der Oberfläche **24** ist.

[0057] In einer Ausführungsform kann die Oberfläche **24** der Bahn **20** einen Oberflächenglättestwert von weniger als etwa 900 und ganz bevorzugt von weniger als etwa 58 haben. Die entgegen gesetzte Oberfläche **22** kann einen Oberflächenglättestwert von wenigstens etwa 900 und ganz bevorzugt wenigstens etwa 1000 haben.

[0058] Das Verfahren zum Messen des Wertes der Oberflächenglätte einer Oberfläche ist unten unter "Oberflächenglätte" beschrieben. Der Wert der Oberflächenglätte für eine Oberfläche nimmt zu, wenn die Oberfläche textvierter und weniger glatt wird. Demgemäß weist ein relativ geringer Wert einer Oberflächenglätte auf eine relativ glatte Oberfläche hin.

[0059] Im Gegensatz zu Papierbahnen **20** der vorliegenden Erfindung kann eine Probe eines Papiers des in US Patent 4,637,859 offenbarten Typs ein Oberflächenglätteverhältnis von etwa 1,07 und Oberflächenglätten von etwa 993 und 1065 auf entgegen gesetzten Oberflächen zeigen.

[0060] Ein Vorteil einer Papierbahn **20** ist die Kombination der relativ glatten Oberfläche **24** zum Bereitstellen von Weichheit, der relativ dickeren Regionen **50** zum Bereitstellen einer relativ hohen Fülle und Absorptionsfähigkeit und der kompaktierten, relativ dünneren, relativ dichten Region **30** für die Festigkeit. Zudem kann die Papierbahn **20** relativ schnell und wirksam geformt und getrocknet werden, wie dies unten beschrieben wird.

[0061] Die Papierbahn **20** mit der relativ glatten Oberfläche **24** kann bei der Herstellung eines mehrlagigen Tissues mit glatten nach außen gerichteten Oberflächen nützlich sein. Zum Beispiel können zwei oder mehrere Bahnen **20** kombiniert werden, um ein mehrlagiges Tissue zu formen, derart, daß die zwei nach außen gerichteten Oberflächen des mehrlagigen Tissues die Oberflächen **24** der Bahnen **20** umfassen und die Oberflächen **22** der äußeren Lagen nach innen gerichtet sind. Ein solches mehrlagiges Tissue kann die Festigkeit und die Füllvorteile haben, die mit relativ dickeren Regionen verbunden sind, die über eine kontinuierliche Netzwerkregion verteilt sind, und kann eine relativ glatte und weich äußere Oberfläche zur Anföhlung durch den Verbraucher zeigen.

[0062] Ein Beispiel eines solchen zweilagigen Tissues ist in **Fig. 9D** dargestellt. Die zwei Bahnen **20** können in einer seitenweisen Beziehung in irgendeiner geeigneten Weise miteinander verbunden sein, einschließlich, aber nicht beschränkt darauf, durch Haftmittel, mechanisch und mit Ultraschall und in Kombinationen solcher Verfahren.

[0063] Die Papierbahn **20** kann ein Basisgewicht von etwa 7 bis etwa 70 Gramm pro Quadratmeter haben. Die Papierbahn **20** kann eine Makrodicke von wenigstens etwa 0,1 mm und vorzugsweise von wenigstens etwa 0,2 mm und eine Füllichte von weniger als etwa 0,12 Gramm pro Kubikzentimeter (Basisgewicht geteilt durch Makrodicke) haben. Die Verfahren zum Messen des Basisgewichts, der Makrodicke und der Füllichte einer Bahn sind unten beschrieben.

[0064] Die Papierbahn **20** des in den **Fig. 1-2** gezeigten Typs kann auch eine Absorptionskapazität von wenigstens etwa 20 Gramm pro Gramm haben. Das Verfahren zum Messen der Absorptionskapazität ist unten beschrieben. Demgemäß zeigt die Papierbahn **20** die Absorptionsvorteile von Papierbahnen mit hoher Fülle in Kombination mit den Vorteilen einer relativ glatten Oberfläche, die gewöhnlich einem herkömmlichen filzgepreßten Tissuepapier zugewiesen ist.

Bahn-Trägervorrichtung

[0065] Die **Fig. 8A** und **8B** zeigen eine Bahn-Trägervorrichtung **200** für die Verwendung bei der Herstellung einer Papierbahn des in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Typs. Die Bahn-Trägervorrichtung **200** umfaßt eine entwässernde Filzschicht **220** und eine Bahnmusterungsschicht **250**. Die Bahn-Trägervorrichtung **200** kann in Form eines kontinuierlichen Bandes zum Trocknen und zum Eindrücken eines Musters in die Papierbahn auf einer Papiermaschine vorliegen. Die Bahn-Trägervorrichtung **200** hat eine erste bahnseitige Seite **202** und eine zweite dazu abgewandte Seite **204**. Die Bahn-Trägervorrichtung **200** ist in **Fig. 8A** mit der ersten bahnseitigen Seite **202** in Richtung des Betrachters dargestellt. Die erste bahnseitige Seite **202** umfaßt eine erste bahnberührende Oberfläche und eine zweite bahnberührende Oberfläche.

[0066] In **Fig. 8A** und **8B** ist die erste bahnberührende Oberfläche eine erste Filzoberfläche **230** der Filzschicht **220**. Die erste Filzoberfläche **230** ist in einer ersten Höhe **231** angeordnet. Die erste Filzoberfläche **230** ist eine bahnberührende Filzoberfläche. Die Filzschicht **220** hat auch eine entgegen gesetzte zweite Filzoberfläche **232**.

[0067] In **Fig. 8A** und **8B** ist die zweite bahnberührende Oberfläche durch die Bahnmusterungsschicht **250** bereit gestellt. Die Bahnmusterungsschicht **250**, welche mit der Filzschicht **220** verbunden ist, hat eine bahnberührende obere Oberfläche **260** auf einer zweiten Höhe **261**. Die Differenz zwischen der ersten Höhe **231** und der zweiten Höhe **261** ist geringer als die Dicke der Papierbahn, wenn die Papierbahn zu der Bahn-Trägervorrichtung **200** überführt wird. Die Oberflächen **260** und **230** können an der gleichen Höhe angeordnet sein, so daß die Höhen **231** und **261** die gleichen sind. Alternativ kann die Oberfläche **260** ein wenig oberhalb der Oberfläche **230** sein, oder die Oberfläche **230** kann ein wenig oberhalb der Oberfläche **260** sein.

[0068] Die Differenz in der Höhe ist größer als oder gleich 0,0 mil und geringer als 8,0 mil. In einer Ausführungsform ist die Differenz in der Höhe geringer als etwa 6,0 mil (0,15 mm), ganz bevorzugt geringer als etwa 4,0 mil (0,10 mm) und äußerst bevorzugt weniger als etwa 2,0 mil (0,05 mm), um eine relativ glatte Oberfläche **24** zu behalten, wie dies unten beschrieben ist.

[0069] Die entwässernde Filzschicht **220** ist wasserdurchlässig und ist in der Lage, Wasser, das aus einer

nassen Bahn Papier machender Fasern ausgepreßt wurde, aufzunehmen und zu halten. Die Bahnmusterungsschicht **250** ist wasserundurchlässig und nimmt kein aus einer Bahn aus Papier machenden Fasern ausgepreßtes Wasser auf oder hält dieses. Die Bahnmusterungsschicht **250** kann eine kontinuierliche bahnerührende obere Oberfläche **260** haben, wie dies in **Fig. 8A** gezeigt ist. Alternativ kann die Bahnmusterungsschicht diskontinuierlich oder halbkontinuierlich sein. Eine diskontinuierliche obere Oberfläche **260** ist in **Fig. 8C** dargestellt.

[0070] Die Bahnmusterungsschicht **250** umfaßt vorzugsweise ein lichtempfindliches Harz, welches auf der ersten Oberfläche **230** als eine Flüssigkeit aufgebracht werden kann und nachfolgend durch Strahlung gehärtet werden kann, so daß ein Bereich der Bahnmusterungsschicht **250** die Filzoberfläche **230** durchdringt und dadurch fest an diese gebunden ist. Die Bahnmusterungsschicht **250** erstreckt sich vorzugsweise nicht über die gesamte Dicke der Filzschicht **220**, sondern erstreckt sich statt dessen über nicht weniger als etwa die Hälfte der Dicke der Filzschicht **220**, um die Flexibilität und Kompressionsfähigkeit der Bahn-Trägervorrichtung **200** und insbesondere die Flexibilität und Kompressionsfähigkeit der Filzschicht **220** zu behalten.

[0071] Eine geeignete entwässernde Filzschicht **220** umfaßt eine Vliesstoffmasse **240** aus natürlichen oder synthetischen Fasern, die z. B. Vernadelung mit einer Trägerstruktur aus Gewebefilamenten **244** verbunden sind. Geeignete Materialien, aus welchen die Vliesstoffmasse geformt werden kann, umfassen, sind aber nicht beschränkt darauf, natürliche Fasern, wie Wolle und synthetische Fasern, wie Polyester und Nylon. Die Fasern, aus welchen die Masse **240** geformt wird, können einen Denier von zwischen etwa 3 und etwa 20 Gramm pro 9000 Meter Filamentlänge haben.

[0072] Die Filzschicht **220** kann eine geschichtete Konstruktion haben und kann ein Gemisch aus Fasertypen und -größen umfassen. Die Filzschicht **220** ist so geformt, daß sie den Transport von Wasser unterstützt, das aus der Bahn aufgenommen wurde, und zwar weg von der ersten Filzoberfläche **230** und zu der zweiten Filzoberfläche **232** hin. Die Filzschicht **220** kann feinere, relativ dichter gepackte Fasern haben, die angrenzend an die erste Filzoberfläche **230** angeordnet sind. Die Filzschicht **220** hat vorzugsweise eine relativ hohe Dichte und eine relativ kleine Porengröße angrenzend an die erste Filzoberfläche **230**, im Vergleich zu der Dichte und der Porengröße der Filzschicht **220** angrenzend an die zweite Filzoberfläche **232**, derart, daß Wasser, das in die erste Oberfläche **230** eindringt, von der ersten Oberfläche **230** weg befördert wird.

[0073] Die entwässernde Filzschicht **220** kann eine Dicke von größer als etwa 2 mm haben. In einer Ausführungsform kann die entwässernde Filzschicht **220** eine Dicke von zwischen etwa 2 mm und etwa 5 mm haben.

[0074] PCT-Veröffentlichungen WO 96/00812, veröffentlicht am 11. Januar 1996, WO 96/25555, veröffentlicht am 22. August 1996, WO 96/25547, veröffentlicht am 22 August 1996, alle im Namen von Trokhan et al.; US Patentanmeldung 08/701,600 "Method for Applying a Resin to a Substrate for Use in Papermaking", eingereicht am 22. August 1996.

[0075] US Patentanmeldung 08/640,452 "High Absorbence/Low Reflectance Felts with a Pattern Layer", eingereicht am 30. April 1996 und US Patentanmeldung 08/672,293 "Method of Making Wet pressed Tissue Paper with Felts Having Selected Permeabilities", eingereicht am 28. Juni 1996, offenbaren das Aufbringen eines lichtempfindlichen Harzes auf ein entwässerndes Filz und zum Zwecke der Offenbarung geeigneter Filze.

[0076] Die entwässernde Filzschicht **220** kann eine Luftdurchlässigkeit von weniger als etwa 5,6 Standard m³/min (weniger als etwa 200 Standard Kubikfuß pro Minute (scfm)) haben, wobei die Luftdurchlässigkeit in scfm ein Maß der Anzahl Kubikfuß Luft pro Minute ist, die durch eine Fläche von 0,0929 Quadratmeter (ein Quadratfuß) einer Filzschicht hindurch geht, und zwar auf einer Druckdifferenz über die entwässernde Filzdicke von etwa 1,27 cm (0,5 Inch) Wasser. In einer Ausführungsform kann die entwässernde Filzschicht **220** eine Luftdurchlässigkeit von zwischen etwa 0,14 Standard m³/min (5 scfm) und etwa 5,6 Standard m³/min (200 scfm) und ganz bevorzugt von weniger als etwa 2,8 Standard m³/min (100 scfm) haben.

[0077] Die entwässernde Filzschicht **220** kann ein Basisgewicht von zwischen etwa 800 und etwa 2000 Gramm pro Quadratmeter, eine mittlere Dichte (Basisgewicht geteilt durch Dicke) von zwischen etwa 0,3 5 Gramm pro Kubikzentimeter und etwa 0,45 Gramm pro Kubikzentimeter haben. Die Luftdurchlässigkeit der Bahn-Trägervorrichtung **200** ist geringer als oder gleich der Durchlässigkeit der Filzschicht **220**.

[0078] Eine geeignete Filzschicht **220** ist ein Amflex 2 Preßfilz, hergestellt durch die Appleton Mills Company aus Appleton, Wisconsin. Die Filzschicht kann eine Dicke von etwa 3 mm, ein Basisgewicht von etwa 1400 g/m², eine Luftdurchlässigkeit von etwa 0,84 Standard m³/min (30 scfm) haben und hat eine Doppelschicht-Trägerstruktur mit einem dreifachen Multifilament-Ober- und Unterkettfaden und eine vierlagigen, verdrehten Monofilament-Webfaden in Quermaschinenrichtung. Die Masse **240** kann Polyesterfasern mit einem Denier von etwa 3 einer ersten Oberfläche **230** und mit einem Denier von zwischen etwa 10-15 (etwa 10-15 g pro 9000 m) in dem Massensubstrat, welche die erste Oberfläche **230** unterlagert, umfassen.

[0079] Die Bahn-Trägervorrichtung **200**, die in **Fig. 8A** gezeigt ist, hat eine Bahnmusterungsschicht **250** mit einer die kontinuierliche Netzwerkbahn berührenden oberen Oberfläche **260**, die eine Mehrzahl von einzelnen Öffnungen **270** darin aufweist. Geeignete Formen für die Öffnungen **270** umfassen, sind aber nicht beschränkt darauf, Kreise, in der Maschinenrichtung (MD) in **Fig. 8A** gelängte Ovale, Polygone, unregelmäßige Formen oder Mischungen von diesen. Der vorstehende Oberflächenbereich der kontinuierlichen Netzwerkoberfläche

260 kann zwischen etwa 5 und etwa 75 Prozenten der vorstehenden Fläche der Bahn-Trägervorrichtung **200** tragen, wie dies in **Fig. 8A** zu sehen ist, und beträgt vorzugsweise zwischen etwa 25 Prozent und etwa 50 Prozent der vorspringenden Fläche der Vorrichtung **200**.

[0080] In der in **Fig. 8A** gezeigten Ausführungsform kann die kontinuierliche Netzwerk-Oberfläche **260** weniger als etwa 700 einzelne -Öffnungen **270** pro $6,45 \text{ cm}^2$ (Quadratinch) der vorstehenden Fläche der Vorrichtung **200** und vorzugsweise zwischen etwa 10 und etwa 400 einzelnen Öffnungen **270** darin pro $6,45 \text{ cm}^2$ (Quadratinch) der vorstehenden Fläche der Vorrichtung **200** haben, wie dies in **Fig. 8A** gezeigt ist. Die einzelnen Öffnungen **270** können in der Maschinenrichtung (MD) und in der Quermaschinenrichtung (CD) bilateral versetzt sein, wie dies beschrieben ist in US Patent 4,637,859, veröffentlicht am 20. Januar 1987. In einer Ausführungsform können die Öffnungen **270** überlappend und bilateral versetzt sein, wobei die Öffnungen derart bemessen und in Abstand zueinander angeordnet sind, daß sich die Ränder der Öffnungen **270** sowohl in der Maschinen- als auch in der Quermaschinenrichtung übereinander hinweg erstrecken, und derart, daß eine parallel zur entweder Maschinen- oder der Quermaschinenrichtung gezogene Linie durch wenigstens einige Öffnungen **270** hindurch gehen wird.

Beschreibung Papierherstellungsverfahren

[0081] Eine Papierstruktur **20** gemäß der vorliegenden Erfindung kann hergestellt werden mit der Papiermachenden Vorrichtung, die in den **Fig. 9A, 9B** und **9C** gezeigt ist. Mit Bezug auf **Fig. 9A** wird das Verfahren zum Herstellen der Papierstruktur **20** der vorliegenden Erfindung eingeleitet durch Bereitstellen einer wäßrigen Dispersion von Papiermachenden Fasern in Form eines Breies und durch Ablagern des Breies der Papiermachenden Fasern aus einem Stoffauflaufkasten **500** auf einem foraminösen, flüssigkeitsdurchlässigen Formungsteils, wie einem Formungsband **542**, gefolgt durch Formen einer embryonischen Bahn aus Papiermachenden Fasern **543**, die auf dem Formungsband **542** abgestützt wird. Aus Gründen der Einfachheit ist das Formungsband **542** als ein einzelnes kontinuierliches Fourdrinier-Sieb gezeigt. Es ist so zu verstehen, daß irgendeines von verschiedenen Doppelsiebblattbildnern, die im Stand der Technik bekannt sind, verwendet werden kann.

[0082] Es ist naheliegend, daß Holzzellstoff in all seinen Varietäten normalerweise die Papiermachenden Fasern, die in dieser Erfindung verwendet werden, aufweist. Andere zellulose faserige Zellstoffe, wie beispielsweise Baumwollinnen, Bagasse, Rayon, etc., können jedoch verwendet werden und keiner ist ausgeschlossen. Holzzellstoffe, die hier nützlich sind, umfassen chemische Zellstoffe, wie Kraft-, Sulfat- und Sulfat-Zellstoffe sowie mechanische Zellstoffe, einschließlich z. B. Holzmehl, thermomechanische Zellstoffe und chemo-thermomechanische Zellstoffe (CTMP). Sowohl von Blatt- als auch von Nadelbäumen hergeleitete Zellstoffe können verwendet werden.

[0083] Sowohl Hartholzzellstoffe als auch Weichholzzellstoffe sowie Mischungen der zwei können verwendet werden. Die Ausdrücke Hartholzzellstoffe, wie sie hier verwendet werden, beziehen sich auf einen faserigen Zellstoff, der von der Holzigen Substanz von Laubbäumen (Angiospermen) abgeleitet wird: wobei Weichholzzellstoffe faserige Zellstoffe sind, die von der Holzigen Substanz von Nadelbäumen (Gymnospermen) abgeleitet werden. Hartholzzellstoffe, wie Eukalyptus mit einer mittleren Faserlänge von etwa 1,00 Millimeter, sind besonders geeignet für Tissuebahnen, die nachfolgend beschrieben werden, in welchen die Weichheit wichtig ist, deren nördliche Weichholz-Kraft-Zellstoffe mit einer mittleren Faserlänge von etwa 2,5 Millimeter bevorzugt werden, wo Festigkeit benötigt wird. Auch anwendbar für die vorliegende Erfindung sind Fasern, die aus wieder aufbereitetem Papier hergeleitet werden, welches irgendeine oder alle der obigen Kategorien sowie weitere nicht faserige Materialien, wie Füllstoffe und Haftmittel, die verwendet wurden, um die ursprüngliche Papierherstellung zu erleichtern, enthalten können.

[0084] Der Papierstoff kann eine Vielfalt von Additiven umfassen, einschließlich, aber nicht beschränkt darauf, Faser-Bindermaterialien, wie naßfeste Bindermaterialien, trockenfeste Bindermaterialien und chemisch weich machende Zusammensetzungen. Geeignete naßfeste Binder umfassen, sind aber nicht beschränkt darauf, Materialien, wie Polyamid-Epichlorhydrinharze, die unter dem Markennamen KYME-NE® 557H von Hercules Inc., Wilmington, Delaware, verkauft werden. Geeignete temporär naßfeste Binder enthalten, sind aber nicht beschränkt darauf, modifizierte Stärkebinder, wie NATIONAL STARCH® 78-0080, vermarktet durch National Starch Chemical Corporation, New York, New York. Geeignete trockenfeste Binder umfassen Materialien; wie Carboxymethylzellulose und kationische Polymere, wie ACCO® 711. Die ACCO®-Familie aus trockenfester Materialien ist erhältlich von American Cyanamid Company aus Wayne, New Jersey.

[0085] Vorzugsweise umfaßt der Papierstoff, der auf dem Formungssieb abgelagert wird, ein Entbindungsmittel, um die Bildung einiger Faser-an-Faser-Bindungen zu unterbinden, wenn die Bahn getrocknet wird. Das Entbindungsmittel führt in Kombination mit der Energie, die der Bahn durch den Trockenkreppprozeß bereitgestellt wird, in einem Bereich der Bahn zu einer Entbauschung. In einer Ausführungsform kann das Entbindungsmittel auf Fasern aufgebracht werden, die eine Zwischenfaserschicht bilden, welche zwischen zwei oder mehreren Schicht positioniert ist. Die Zwischenfaserschicht wirkt als eine Entbindungsschicht zwischen äuße-

- ren Schichten der Fasern. Die Kreppenergie kann deshalb einen Bereich der Bahn entlang der Entbindungsschicht entbausehen. Das Entbausehen der Bahn führt zu Lücken **310** (Fig. 16).
- [0086] Als Ergebnis kann die Bahn so geformt werden, daß sie eine relativ glatte Oberfläche zum Zwecke einer besseren Trocknung auf der Yankee-Trommel hat. Zudem kann die getrocknete Bahn wegen des Rückbausehens an der Kreppklinge auch unterschiedliche Dichteregionen haben, einschließlich einer kontinuierlichen Netzwerkregion mit relativ hoher Dichte und einzelne Regionen relativ geringer Dichte, welche durch den Kreppprozeß erzeugt werden.
- [0087] Geeignete Entbindungsmittel umfassen chemisch weich machende Zusammensetzungen, wie solche, die offenbart sind in US Patent 5,279,767, veröffentlicht am 18. Januar 1994 für Phan et al. Geeignete biologisch abbaubare, chemisch weich machende Zusammensetzungen sind offenbart in US Patent 5,312,522, veröffentlicht am 17. Mai 1994 für Phan et al. Solche chemischen weich machenden Zusammensetzungen können als Entbindungsmittel verwendet werden, um eine Faser-an-Faser-Bindung in ein oder mehreren Schichten der Fasern zu unterbinden, welche die Bahn ausbauen.
- [0088] Ein geeigneter Weichmacher zum Bereitstellen einer Entbindung von Fasern in ein oder mehreren Schichten der Fasern, welche die Bahn **20** bilden, ist ein Papier machendes Additiv, das aufweist Diesterdi(berrührungsfest)tallowdimethylammoniumchlorid. Ein geeigneter Weichmacher ist ADOGEN® Papier machendes Markenadditiv, erhältlich von Witco Company aus Greenwich, CT.
- [0089] Die embryonische Bahn **543** wird vorzugsweise aus einer wäßrigen Dispersion Papier machender Fasern präpariert, obwohl Dispersionen in anderen Flüssigkeiten als Wasser verwendet werden können. Die Fasern werden in der Trägerflüssigkeit dispergiert, so daß sie eine Konsistenz von etwa 0,1 bis etwa 0,3 Prozent aufweisen. Die prozentuale Konsistenz einer Dispersion, eines Breies, einer Bahn oder eines anderen Systems ist als das Hundertfache des Quotienten definiert, der erhalten wird, wenn das Gewicht der Trockenfasern in dem betreffenden System durch das Gesamtgewicht des Systems geteilt wird. Das Fasergewicht wird immer auf der Basis trockener Fasern ausgedrückt.
- [0090] Die embryonische Bahn **543** kann in einem kontinuierlichen Papierherstellungsverfahren geformt werden, wie dies in Fig. 9A gezeigt ist, oder alternativ kann ein Chargenprozeß, wie ein Handschöpfprozeß, geformt werden. Nachdem die Dispersion der Papier machenden Fasern auf dem Formungsband **542** abgelagert worden ist, wird die embryonische Bahn **543** durch Entfernung eines Anteils des wäßrigen Dispersionsmedium durch Techniken, die den Fachleuten des Standes der Technik allgemein bekannt sind, geformt. Die embryonische Bahn ist im wesentlichen monoplanar und wird so geformt, daß sie im wesentlichen glatte, makroskopisch monoplanare erste und zweite Flächen aufweist, und zwar unter Verwendung irgendeines geeigneten Formungsbandes **542**.
- [0091] Unterdruckkästen, Formungsbretter, Hydrofolien und dergleichen, werden verwässert, um Wasser wirksam aus der Dispersion zu entfernen. Die embryonische Bahn **543** bewegt sich mit dem Formungsband **542** um eine Umkehrrolle **502** herum und wird in die Nähe der Bahn-Trägervorrichtung **200** gebracht.
- [0092] Der nächste Schritt bei der Herstellung der Papierstruktur **20** umfaßt ein Überführen der embryonischen Bahn **543** von dem Formungsband **542** zu der Vorrichtung **200** und ein Abstützen der überführten Bahn (mit Bezugszeichen **545** in Fig. 9B bezeichnet) auf der ersten Seite **202** der Vorrichtung **200**. Die embryonische Bahn hat vorzugsweise eine Konsistenz von zwischen etwa 5 und etwa 20 Prozent am Überführungspunkt auf die Vorrichtung **200**.
- [0093] Die Bahn wird auf die Vorrichtung **200** derart überführt, daß die erste Fläche **547** der überführten Bahn **545** auf der Oberfläche **202** der Vorrichtung **200** abgestützt ist und sich an diese anpaßt, wobei Teile der Bahn **545** auf der Oberfläche **260** abgestützt werden und Teile der Bahn auf der Filzoberfläche **230** abgestützt werden. Die zweite Oberfläche **549** der Bahn wird in einer im wesentlichen glatten, makroskopisch monoplanaren Konfiguration gehalten. In Bezug auf Fig. 9B ist der Höhenunterschied zwischen der Oberfläche **260** und der Oberfläche **230** der Bahn-Trägervorrichtung **200** ausreichend klein, daß die zweite Fläche der einbryonischen Bahn im wesentlichen glatt und makroskopisch monoplanar bleibt, wenn die Bahn auf die Vorrichtung **200** überführt wird. Insbesondere sollte die Differenz in der Höhe zwischen der Oberfläche **260** und der Oberfläche **230** kleiner sein als die Dicke der embryonischen Bahn an der Übertragungsstelle.
- [0094] Die Schritte des Übertragens der embryonischen Bahn **543** auf die Vorrichtung **200** können wenigstens teilweise durch Aufbringen einer Fluiddruckdifferenz auf die embryonische Bahn **543** bereit gestellt werden. Zum Beispiel kann die embryonische Bahn **543** von dem Formungsband **542** auf die Vorrichtung **200** durch eine in Fig. 9A gezeigte Vakuumquelle **600** durch Unterdruck überführt werden, wie beispielsweise durch einen Unterdruckschuh oder eine Vakuumrolle. Ein oder mehrere zusätzliche Vakuumquellen **620** können auch stromabwärts der Übertragungsstelle der embryonischen Bahn vorgesehen sein, um eine weitere Entwässerung zu liefern.
- [0095] Die Bahn **545** wird auf der Vorrichtung **200** in der Maschinenrichtung (MD in Fig. Fig. 9A) zu einem Spalt **800** befördert, der zwischen einer Vakuum-Druckrolle **900** und einer harten Oberfläche **875** einer erhitzten Yankee-Trocknertrommel **880** vorgesehen ist. Mit Bezug auf Figw **9C** ist eine Dampfhaube **2800** genau stromaufwärts des Spalts **800** positioniert. Die Dampfhaube **2800** richtet Dampf auf die Oberfläche **549** der

Bahn **545**, wenn die Oberfläche **547** der Bahn **545** über einen ein Vakuum bereit stellenden Bereich **920** der Vakuum-Druckrolle **900** hinweg befördert wird.

[0096] Die Dampfhaube **2800** ist gegenüber einem Abschnitt des ein Vakuum bereit stellenden Bereichs **920** montiert. Der ein Vakuum bereit stellende Bereich **920** zieht den Dampf in die Bahn **545** und in die Filzschicht **220**. Der durch die Dampfhaube **2800** bereit gestellte Dampf erwärmt das Wasser in der Papierbahn **545** und in der Filzschicht **220**, wodurch die Viskosität des Wassers in der Bahn und in der Filzschicht **220** reduziert wird. Demgemäß kann das Wasser in der Bahn und in der Filzschicht **220** leichter durch das Vakuum entfernt werden, daß durch die Rolle **900** bereit gestellt wird.

[0097] Die Dampfhaube **2800** kann etwa 136 g (etwa 0,3 Pfund) eines gesättigten Dampfes pro Pfund Trockenfaser bei einem Druck von weniger als etwa 103,42 kPa (etwa 15 psi) bereit stellen. Der ein Vakuum bereit stellende Bereich **920** liefert ein Vakuum von zwischen etwa 3,39 kPa und etwa 50,79 kPa (zwischen etwa 1 und etwa 15 Inch Mercury) und vorzugsweise von etwa 10,16 kPa und etwa 40,64 kPa (zwischen etwa 3 und etwa 12 Inch Mercury) an der Oberfläche **204**. Eine geeignete Vakuum-Druckrolle **900** ist eine Saugdruckrolle, die hergestellt wird durch Winchester Roll Products. Eine geeignete Dampfhaube **2800** ist ein Modell DSA, hergestellt durch Measurex-Devron Company aus North Vancouver, British Columbia, Kanada.

[0098] Der ein Vakuum bereit stellende Bereich **920** steht in Kommunikation mit einer Vakuumquelle (nicht gezeigt). Der ein Vakuum bereit stellende Bereich **920** ist stationär in Bezug auf die drehende Oberfläche **910** der Rolle **900**. Die Oberfläche kann eine gedrillte oder gerillte Oberfläche sein, durch welche ein Vakuum auf die Oberfläche **204** aufgebracht wird. Die Oberfläche **910** dreht sich in der Richtung, die Fig. 9C gezeigt ist. Der ein Vakuum bereit stellende Bereich **920** liefert ein Vakuum an der Oberfläche **204** der Bahn-Trägervorrichtung **200**, wenn die Bahn und die Vorrichtung **200** durch die Dampfhaube **2800** und durch den Spalt **800** hindurch befördert werden. Obwohl ein einzelner ein Vakuum liefernder Bereich **920** gezeigt ist, kann es in anderen Ausführungsformen wünschenswert sein, ein separates Vakuum bereit stellende Bereiche vorzusehen, die jeweils ein unterschiedliches Vakuum an der Oberfläche **204** bereit stellen, wenn sich die Vorrichtung **200** um die Rolle **900** herum bewegt.

[0099] Der Yankee-Trockner umfaßt typischerweise eine mit Dampf erhitze Stahl- oder Eisentrommel. Mit Bezug auf Fig. 9C wird die Bahn **545** in den Spalt **800** befördert, getragen auf der Vorrichtung **200**, derart, daß die im wesentlichen glatte zweite Fläche **549** der Bahn auf die Oberfläche **875** überführt werden kann. Stromaufwärts des Spaltes, vor der Stelle, an welcher die Bahn auf die Oberfläche **875** überführt wird, bringt eine Düse **890** ein Haftmittel auf die Oberfläche **875** auf.

[0100] Das Haftmittel kann ein Polyvinylalkohol basierendes Haftmittel sein. Alternativ kann das Haftmittel ein CREPTROL® Markenhaftmittel sein, das hergestellt wird durch Hercules Company aus Wilmington, Delaware. Weitere Haftmittel können auch verwendet werden. Im allgemeinen kann für Ausführungsformen, bei welchen die Bahn auf die Yankee-Trommel **880** bei einer Konsistenz von größer als etwa 45 Prozent überführt wird, ein auf Polyvinylalkohol basierendes Krepphaftmittel verwendet werden. Bei Konsistenzen unterhalb von 40 Prozent kann ein Haftmittel, wie das CREPTROL®-Haftmittel verwendet werden.

[0101] Das Haftmittel kann auf die Bahn direkt oder indirekt (wie durch Aufbringung auf die Yankee-Oberfläche **875**) in einer Anzahl von Wegen aufgebracht werden. Zum Beispiel kann das Haftmittel in einer Mikrotröpfchenform auf die Bahn oder auf die Yankee-Oberfläche **875** aufgesprüht werden. Alternativ könnte das Haftmittel auch auf die Oberfläche **875** durch eine Transfenolle oder eine Bürste aufgebracht werden. In noch einer weiteren Ausführungsform könnte das Krepphaftmittel dem Papierstoff am nassen Ende der Papiermaschine zugegeben werden, wie beispielsweise durch Hinzugabe des Haftmittels zu dem Papierstoff im Stoffaufaufkasten **500**. Von etwa 0,91 kg bis etwa 1,81 kg (etwa 2 Pfund bis etwa 4 Pfund) Haftmittel können pro Tonne Papierfasern, die auf der Yankee-Trommel **880** getrocknet werden, aufgebracht werden.

[0102] Wenn die Bahn auf der Vorrichtung **200** durch den Spalt **800** hindurch befördert wird, liefert der ein Vakuum bereit stellende Bereich **920** der Rolle **900** ein Vakuum an der Oberfläche **204** der Bahn-Trägervorrichtung **200**. Wenn die Bahn auf der Vorrichtung **200** durch den Spalt **800** hindurch befördert wird, zwischen der Vakuum-Druckrolle **900** und der Trockneroberfläche **800**, drückt die Bahnmusterungsschicht **250** der Bahn-Trägervorrichtung **200** auch das der Oberfläche **260** entsprechende Muster in die erste Fläche **547** der Bahn **545** ein. Weil die zweite Fläche **549** eine im wesentlichen glatte, makroskopisch monoplanare Fläche, wird im wesentlichen die Gesamtheit der zweiten Oberfläche **549** an der Trockneroberfläche **875** positioniert und an dieser angehaftet, wenn die Bahn durch den Spalt **800** hindurch befördert wird. Wenn die Bahn durch den Spalt hindurch befördert wird, wird die zweite Fläche **549** an der glatten Oberfläche **875** abgestützt, so daß diese in einer im wesentlichen glatten, makroskopisch monoplanaren Konfiguration bleibt. Demgemäß kann ein vorbestimmtes Muster in die erste Fläche **547** der Bahn **545** eingedrückt werden, während die zweite Fläche **549** im wesentlichen glatt bleibt. Die Bahn **545** hat vorzugsweise eine Konsistenz von zwischen etwa 20 Prozent und etwa 60 Prozent, wenn die Bahn **545** zu der Oberfläche **875** geführt wird und das Muster der Oberfläche **260** in die Bahn eingedrückt wird.

[0103] Wenn die Bahn durch den Spalt **800** hindurch befördert wird, wird angenommen, daß die erhitze Oberfläche **875** das Wasser in der Bahn **545** zum Sieden bringen kann. Es wird angenommen, daß das durch die

Vakuum-Druckrolle **900** bereit gestellte Vakuum das siedende Wasser aus der Bahn durch die Bereiche der Filzschicht **220**, welche nicht durch die Bahnmusterungsschicht **250** überdeckt sind, gezogen wird.

[0104] Ohne durch Theorie gebunden zu sein, wird angenommen, daß als Ergebnis dessen, daß im wesentlichen die Gesamtheit der zweiten Fläche **549** an der Yankee-Oberfläche **875** positioniert ist, das Trocknen der Bahn **545** auf der Yankee-Trommel effizienter ist, als es möglich wäre mit einer Bahn, welche nur ausgewählte Bereiche der zweiten Fläche an der Yankee-Trommel liegen hätte. Insbesondere wird angenommen, daß durch das Positionieren der Gesamtheit der zweiten Fläche **549** an der Yankee-Oberfläche **875** das oben beschriebene gemusterte Papier mit sowohl Bausch als auch Glätte und mit einem Basisgewicht von wenigstens etwa 13 g/m^2 (etwa 8 lbs pro 3000 Quadratfuß) und vorzugsweise wenigstens etwa $16,3 \text{ g/m}^2$ (etwa 10 lbs pro 3000 Quadratfuß) auf der Yankee-Trommel **880** von einer Konsistenz von weniger als etwa 50 Prozent und ganz bevorzugt von weniger als etwa 30 Prozent bis zu einer Konsistenz von wenigstens etwa 90 Prozent und ganz bevorzugt wenigstens etwa 95 Prozent getrocknet werden kann, während gleichzeitig Wasser mit einer Wasserentfernungsgeschwindigkeit von wenigstens etwa 11 Tonnen Wasser pro Stunde bei einer Bahngeschwindigkeit von wenigstens etwa $1371,6 \text{ m/min}$ (etwa 4500 Fuß/Minute) und ganz bevorzugt wenigstens etwa $1524,0 \text{ m/min}$ (etwa 5000 Fuß/Minute) geführt wird.

[0105] Insbesondere wird angenommen, daß die vorliegende Erfindung einer Bahn **545** mit einem Basisgewicht von wenigstens 13 g/m^2 (etwa 8 Pfund pro 3000 Quadratfuß) und ganz bevorzugt von wenigstens etwa $16,3 \text{ g/m}^2$ (etwa 10 Pfund pro 3000 Quadratfuß) erlaubt, von einer relativ niedrigen Konsistenz bis zu einer relativ hohen Konsistenz auf der Yankee-Trommel getrocknet zu werden, und zwar bei einer Yankee-Trommelgeschwindigkeit von wenigstens etwa $1371,6 \text{ m/min}$ (etwa 4500 Fuß pro Minute). Insbesondere wird angenommen, daß die vorliegende Erfindung einer Bahn **545** mit den obigen Basisgewicht-Eigenschaften erlaubt, von einer Konsistenz von weniger als etwa 30 Prozent und vorzugsweise weniger als etwa 25 Prozent (wenn die Bahn auf die Trommel **880** überführt wird) bis zu einer Konsistenz von wenigstens etwa 90 Prozent und ganz bevorzugt wenigstens etwa 95 Prozent (wenn die Bahn durch Kreppen von der Trommel entfernt wird) getrocknet wird, und zwar bei einer Bahngeschwindigkeit von wenigstens etwa $1371,6 \text{ m/min}$ (etwa 4500 pro Minute) und ganz bevorzugt wenigstens etwa $1524,0 \text{ m/min}$ (etwa 5000 Fuß pro Minute) und äußerst bevorzugt wenigstens etwa $1828,8 \text{ m/min}$ (etwa 6000 Fuß pro Minute) auf der Yankee-Trommel.

[0106] Im Vergleich wird angenommen, daß die Yankee-Trocknergeschwindigkeit zum Trocknen eines Papiers mit einem kontinuierlichen Netzwerk und diskreten Wölbungen, wie dies offenbart ist in US Patent 4,637,859, und mit einem Basisgewicht von wenigstens $1524,0 \text{ m/min}$ nicht mehr als 3500 ft/min betragen kann, wenn das Papier von einer Konsistenz von etwa 30 Prozent auf etwa 90 Prozent auf der Yankee-Trommel getrocknet werden soll. Typischerweise wird das Papier des in US Patent 4,637,859 gezeigten Typs stromaufwärts der Yankee-Trommel vorgetrocknet, so daß es bei Transfer auf die Yankee-Trommel eine Konsistenz von etwa 60 Prozent bis etwa 70 Prozent hat. Ohne durch Theorie beschränkt zu sein, wird angenommen, daß, falls das Papier des in US Patent 4,637,859 gezeigten Typs mit der Verwendung eines Vortrockners getrocknet wird, die Yankee-Trocknergeschwindigkeit dann auf weniger als $914,4 \text{ m/min}$ (etwa 300 Fuß/min) beschränkt ist.

[0107] Der letzte Schritt beim Herstellen der Papierstruktur **20** umfaßt ein Kreppen der Bahn **545** von der Oberfläche **875** mit einer Abstreichklinge **1000**, wie dies in Fig. 9A gezeigt ist. Ohne durch Theorie beschränkt zu sein, wird angenommen, daß die durch die Abstreichklinge **1000** auf die Bahn **545** aufgebrachte Energie wenigstens einige Bereiche der Bahn, insbesondere solche Bereiche der Bahn, welche nicht durch die Bahnmusterungsoberfläche **260** eingedrückt sind, bauscht oder entdichtet. Demgemäß liefert der Schritt des Kreprens der Bahn von der Oberfläche **875** mit der Abstreichklinge **1000** eine Bahn mit einer ersten, kompaktierten, relativ dünneren Region entsprechend dem Muster, das in die erste Fläche der Bahne eingedrückt ist, und eine zweite relativ dickere Region. Ganz allgemein gilt, daß die Abstreichklinge einen Neigungswinkel von etwa 25 Grad hat und in Bezug auf den Yankee-Trockner so positioniert ist, daß ein Auftreffwinkel von etwa 81 Grad geschaffen ist.

[0108] Die Papierstruktur **20**, die in Fig. 2 gezeigt ist, zeigt eine Vorkürzung aufgrund des Kreprens sowohl in der kontinuierlichen Region **30** als auch in den einzelnen Regionen **50**. Die Krepffrequenz in der Region **30** unterscheidet sich in der Krepffrequenz in den Regionen **50**. Allgemein ist die Krepffrequenz in den Regionen **50** geringer als die Krepffrequenz in dem kontinuierlichen Netzwerk **30**.

[0109] In einer alternativen Ausführungsform kann die Bahn-Trägervorrichtung **200** eine Harz-Musterungsschicht **250** umfassen, welche eine Mehrzahl von diskreten bahnberührenden oberen Oberflächen **260** begrenzt, die mit der entwässernden Filzschicht **220** verbunden sind, wie dies in der Draufsicht von Fig. 8C gezeigt ist. In Fig. 8C liegt die bahnberührende Filzoberfläche **230** in Form eines kontinuierlichen Netzwerks vor, welches die diskreten Oberflächen **260** umgibt. Eine solche Vorrichtung kann verwendet werden, um eine Papierbahn gemäß der vorliegenden Erfindung zu formen, wobei die Papierstruktur eine Mehrzahl von relativ dünneren, diskreten Regionen umfaßt, die über eine relativ dickere kontinuierliche Netzwerkregion verteilt sind.

[0110] In einer weiteren alternativen Ausführungsform in der vorliegenden Erfindung kann die Bahn-Träger-

vorrichtung **200** eine Harzschicht umfassen, die auf einem foraminösen Untergrundelement angeordnet ist, das ein Tuch aus Gewebefilamenten umfaßt. Mit Bezug auf die **Fig. 14A–15C** kann die Vorrichtung **200** eine Harzschicht **250** umfassen, die auf einem Gewebetuch **1220** angeordnet ist. Die Harzschicht **250** hat eine bahnberührende Oberfläche **260** mit einem kontinuierlichen Netzwerk, welche einzelne Öffnungen **270** begrenzt, wie dies in **Fig. 14A** gezeigt ist. Das Gewebetuch **1220** umfaßt Filamente **1242** in Maschinenrichtung und Filamente **1241** in Quermaschinenrichtung.

[0111] In **Fig. 14A** und **14B** wird die erste bahnberührende Oberfläche auf einer ersten Höhe **1231** durch diskrete Strebooberflächen **1230** bereit gestellt, die an Überkreuzungspunkten der Filamente **1241** und **1242** liegen. Die oberen Oberflächen der Filamente **1241** und **1242** können gesandet oder in anderer Weise geschliffen werden, um relativ flache, im wesentlichen ovalförmige Strebooberflächen **1230** zu schaffen (das Detail der ovalen Form ist in **Fig. 14A** nicht gezeigt). Die zweite bahnberührende Oberfläche wird durch die Bahnmusterungsschicht **250** bereit gestellt. Die Bahnmusterungsschicht **250**, welche mit dem Gewebetuch **1220** verbunden ist, hat eine bahnberührende obere Oberfläche **260** auf einer zweiten Höhe **261**.

[0112] Die Differenz zwischen der ersten Höhe **1231** und der zweiten Höhe **261** ist geringer als etwa die Dicke der Papierbahn, wenn das Papier zu der Bahn-Trägervorrichtung **200** überführt wird. Die kontinuierliche Oberfläche **260** und die diskreten Oberflächen **1230** können auf der gleichen Höhe angeordnet sein, so daß die Höhen **1231** und **261** die gleichen sind. Alternativ kann die Oberfläche **260** ein wenig oberhalb der Oberflächen **1230** bzw. können die Oberflächen **1230** ein wenig unterhalb der Oberfläche **260** liegen.

[0113] Die Differenz in der Höhe ist größer als oder gleich 0,0 mil und geringer als etwa 5,0 mil. In einer Ausführungsform beträgt die Differenz in der Höhe weniger als etwa 4,0 mil (0,10 mm), ganz bevorzugt weniger als etwa 2,0 mil (0,05 mm) und äußerst bevorzugt weniger als etwa 1,0 mil (0,025 mm), um eine relativ glatte Oberfläche **24** zu behalten, wie dies unten beschrieben wird.

[0114] Die Bahn-Trägervorrichtung **200**, die in den **Fig. 14A** und **14B** gezeigt ist, kann verwendet werden, um die in den **Fig. 10-13** gezeigte Papierbahn zu formen. Mit Bezug auf **Fig. 10** umfaßt die Papierbahn **20** eine relativ dünnere kontinuierliche Netzwerkregion **30**, die der Oberfläche **260** entspricht, und eine Mehrzahl diskreter, relativ dickerer Regionen **50**, die über die kontinuierliche Netzwerkregion **30** verteilt sind. Die Regionen **50** entsprechen den Öffnungen **270** in der Oberfläche **260**. Jede der relativ dickeren Regionen **50** umgibt wenigstens eine verdichtete Region **70**. Die verdichteten Regionen **70** entsprechen den Oberflächen **1230** des Gewebetuches **1220**.

[0115] Mit Bezug auf **Fig. 11** kann P wenigstens etwa 0,35 mm betragen und vorzugsweise wenigstens etwa 0,44 mm betragen. K kann weniger als etwa 0,20 mm und ganz bevorzugt weniger als etwa 0,10 mm betragen.

[0116] Die **Fig. 15A–15C** zeigen eine Bildung der Bahn **20**, die in **Fig. 10** gezeigt ist, unter Verwendung der Bahn-Trägervorrichtung **200**. Wie oben mit Bezug auf die **Fig. 9A–9C** beschrieben wurde, wird eine embryonische Bahn **543** mit einer und einer zweiten glatten Oberfläche auf einem Formungsdraht **542** geformt und auf die Bahn-Trägervorrichtung **200** überführt. Die Bahn **543** wird mit einem Vakuum auf die Vorrichtung **200** überführt, um eine Bahn **545** zu schaffen, die auf der Vorrichtung **200** abgestützt wird. Wie in **Fig. 15B** gezeigt ist, ist die erste Oberfläche **547** an die Oberfläche **260** und an die Oberflächen **1230** angepaßt und wird die zweite Oberfläche **549** als eine im wesentlichen glatte, makroskopisch monoplanare Oberfläche beibehalten.

[0117] Im Gegensatz zu den **Fig. 9A–9C** werden die Bahn **545** und die Bahn-Trägervorrichtung **200** als nächstes durch eine mit Durchluft trocknende Vorrichtung **650** hindurch befördert, in welcher erhitzte Luft durch die Bahn **545** hindurch gelenkt wird, während die Bahn **545** auf der Vorrichtung **200** abgestützt ist. Die erhitzte Luft wird so gelenkt, daß sie in die Oberfläche **549** eindringt und durch die Bahn **545** und dann durch die Vorrichtung **200** hindurch geht.

[0118] Die mit Durchluft trocknende Vorrichtung **650** kann dazu verwendet werden, die Bahn **545** auf einer Konsistenz von etwa 30 Prozent bis etwa 70 Prozent zu trocknen. Das US Patent 3,303,576 für Sisson, und das US Patent 5,247,930, veröffentlicht für Ensign et al. zeigen geeignete Durchlufttrockner für die Verwendung bei der praktischen Ausführung der vorliegenden Erfindung.

[0119] Die teilweise getrocknete Bahn **545** und die Vorrichtung **200** werden so gelenkt, daß sie durch einen Spalt **800** hindurch gelangen, der zwischen einer Druckrolle **900** und einer Yankee-Trommel **880** geformt ist. Die kontinuierliche Netzwerkoberfläche **260** und die diskreten Oberflächen **1230** werden in die Oberfläche **547** der Bahn **545** eingedrückt, wenn die Bahn durch den Spalt **800** hindurch befördert wird. Ein durch eine Düse **890** geliefertes Haftmittel wird verwendet, um im wesentlichen die Gesamtheit der im wesentlichen glatten Oberfläche **549** an der Oberfläche **875** der erhitzten Yankee-Trommel **880** anzuhafte.

[0120] **Fig. 16** ist eine Darstellung im Querschnitt einer Papierbahn **20**, welche eine Papierbahn gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zeigt, in welcher die Papierbahn drei Faserschichten hat, die mit **301**, **302** und **303** bezeichnet sind. Eine Papierbahn mit einer geschichteten Struktur kann verwendet werden, welche die Papier machende Anlage und die in den **Fig. 8A,B**, und **9A-C** oder alternativ diejenigen, die in den **Fig. 14A,B**, und **15A-C** dargestellt sind, verwendet.

[0121] Obwohl ein einzelnes Formungssieb **542** in **Fig. 9A** gezeigt ist, ist dies so zu verstehen, daß andere Formungssiebkonfigurationen in Kombination mit ein oder mehreren Stoffauflaufkästen verwendet werden

können, wobei jeder Stoffauflaufkasten die Fähigkeit hat, ein oder mehrere Schichten eines Faserstoffes bereit zu stellen, um eine mehrschichtige Bahn zu liefern. Das US Patent 3,994,771, veröffentlicht für Morgan et al. und US Patent 4,330,981, veröffentlicht für Carstens et al., die allgemeine übertragene US Patentanmeldung "Layered Tissue Having Improved Functional Properties", eingereicht am 24. Oktober 1996 in den Namen von Phan und Trokhan, offenbaren eine Schichtung. Verschiedene Typen von Formungssiebkonfigurationen, einschließlich Doppelsiebblattbildner, können verwendet werden. Zudem können verschiedene Typen von Stoffauflaufkasten-Ausbildungen verwendet werden, um eine Bahn mit ein oder mehreren Faserschichten zu schaffen.

[0122] Mit Bezug auf **Fig. 16** können ein oder mehrere Stoffauflaufkästen verwendet werden, um drei Schichten eines Stoffes entsprechend den Schichten **301**, **302** und **303** auf das Formungssieb **542** abzugeben, derart, daß die embryonische Bahn die Schichten **301**, **302** und **303** umfaßt. Die erste Schicht **301** kann relativ lange Papier machende Fasern umfassen, die angrenzend an die erste Oberfläche **22** der Bahn angeordnet sind. Die relativ langen Papier machenden Fasern in der ersten Schicht **301** können Weichholzfaser umfassen, wie Northern Softwood Fasern mit einer mittleren Faserlänge von etwa 3 Millimetern oder mehr. Die zweite Schicht **302** kann relativ kurze Papier machende Fasern umfassen, die angrenzend an die zweite Oberfläche **24** der Bahn angeordnet sind. Die relativ kurzen Papier machenden Fasern in der zweiten Schicht **302** können Harzholzfaser umfassen, wie Eukalyptus-Fasern, mit einer mit einer mittleren Faserlänge von etwa 1,5 Millimeter oder weniger.

[0123] Die dritte Schicht **303** ist zwischen der ersten und der zweiten Schicht **301** und **302** angeordnet. Die dritte Schicht kann eine Entbindungsschicht sein, die dadurch gekennzeichnet ist, daß sie Lückenräume **310** aufweist, die im wesentlichen faserfrei sind. Solche Lückenräume sind in der Mikrophotographie der **Fig. 3** und **11** gezeigt.

[0124] Insbesondere können die Lückenräume in den relativ dickeren Regionen **50** liegen. Die dritte Schicht kann ein Entbindungsmittel umfassen, wie ADOGEN®-Markenadditiv, um Faser-an-Faser-Bindungen in der dritten **303** zu verringern, wodurch das Öffnen der Faserstruktur in der Schicht **303** erleichtert wird, um die Lückenräume **310** zu bilden. Die dritte Schicht **303** kann Weichholzfaser, Harzholzfaser oder eine Kombination aus Hartholz- und Weichholzfaser umfassen.

[0125] In noch einer weiteren Ausführungsform können die Schichten **301** und **302** jeweils relativ kurze Hartholzfaser umfassen, und kann die dritte Schicht **303** relativ lange Weichholzfaser umfassen. Zum Beispiel können die Schichten **301** und **302** jeweils vorherrschend aus Eukalyptus-Fasern gebildet werden und kann die dritte Schicht **303** aus relativ langen Northern Softwood-Fasern gebildet werden.

[0126] Alternativ können andere Verfahren verwendet werden, um eine Entbauschung der Bahn oder eine Entbindung der Fasern zwischen äußeren Schicht der Bahn zu erleichtern. US Patent 4,225,382 für Kearney et al. offenbart mehrschichtige Bahnen, die aus gut gebundenen Schicht gebildet werden, welche durch eine innere Schicht getrennt sind.

BEISPIELE

[0127] Alle Prozentangaben sind Gewichtsprozent basierend auf dem trocknen Fasergewicht, es sei denn, daß dies anders angegeben ist.

Beispiel 1:

[0128] Diese Beispiele liefern eine dreischichtige Tissuebahn, die mit der in den **Fig. 14A,B** und **15A-C** gezeigten Papier machenden Vorrichtung hergestellt wurde.

[0129] Ein 3 Gew.% wäßriger Brei aus NSK wird in einem herkömmlichen Repulper hergestellt. Eine 2 Gew.% wäßrige Lösung des temporär naßfesten Harzes (das heißt, National Starch 78-0080, vermarktet durch National Starch and Chemical Corporation aus New York, NY), wird dem NSK-Vorratsrohr mit einer Rate von 0,2 Gew.% der trocknen Fasern (das Verhältnis des Gewichts des naßfesten Harzes zu dem trocknen Fasergewicht beträgt 0,002) hinzu gegeben. Der NSK-Brei wird auf etwa 0,2 Prozent Konsistenz an der Fächerpumpe verdünnt. Zweitens wird ein 3 Gew.% wäßriger Brei aus Eukalyptusfasern in einem herkömmlichen Repulper hergestellt. Eine 2 Gew.% wäßrige Lösung des Entbinders (das heißt, ADOGEN® 442) wird dem Eukalyptus-Vorratsrohr mit einer Rate von 0,1 Gew.% der trocknen Fasern hinzu gegeben. Der Eukalyptusbrei wird auf etwa 0,2% Konsistenz an der Fächerpumpe verdünnt.

[0130] Drei einzeln behandelte Stoffströme (Strom 1 = 100% NSK; Strom 2 = 100% Eukalyptus; Strom 3 = 100% Eukalyptus) werden durch den Stoffauflaufkasten getrennt gehalten und auf ein Fourdrinier-Sieb abgelagert, um eine dreischichtige embryonische Bahn mit zwei äußeren Eukalyptusschichten und einer mittleren NSK-Schicht zu bilden: Eine Entwässerung erfolgt durch das Fourdriniersieb hindurch und wird durch einen Deflektor und durch Unterdruckkästen unterstützt. Der Fourdrinier-Draht ist eine 5-fachige, Satin-Webartkonfiguration mit 110 Monofilamenten pro Inch in Maschinenrichtung bzw. 95 Monofilamenten pro Inch in Querma-

schinenrichtung.

[0131] Die embryonische nasse Bahn wird von dem Fourdrinier-Sieb bei einer Faserkonsistenz von etwa 8% an der Überführungsstelle vakuumunterstützt auf die Bahn-Trägervorrichtung **200** mit einem foraminösen Untergrundelement, das ein Gewebetuch **1220** und eine Bahnmusterungsschicht **250** aus einem lichtempfindlichen Harz umfaßt, überführt. Eine Druckdifferenz von etwa 54,18 kPa (etwa 16 Inch Mercury) wird verwendet, um die Bahn auf die Bahn-Trägervorrichtung **200** zu überführen. Das foraminöse Untergrundelement ist eine 5-fachige, Satin-Webartkonfiguration mit **68** Monofilamenten pro Inch in Maschinenrichtung und **51** Monofilamenten pro Inch in Quermaschinenrichtung, wobei die Filamente in Maschinenrichtung einen Durchmesser von etwa 0,22 mm haben und die Filamente in Quermaschinenrichtung einen Durchmesser von etwa 0,29 mm haben. Ein solches foraminöses Untergrundelement wird hergestellt durch Appleton Wire Company, Appleton, Wisconsin.

[0132] Die Bahnmusterungsschicht **250** hat eine bahnberührende kontinuierliche Netzwerkoberfläche **260** mit einer vorspringenden Fläche, welche zwischen etwa 30 und etwa 40 Prozent der Vorsprungsfläche der Vorrichtung **200** beträgt. Die Differenz zwischen der Höhe **1231** der bahnberührenden Oberfläche des foraminösen Untergrundelements und der Höhe **261** der bahnberührenden kontinuierlichen Netzwerkoberfläche **260** beträgt etwa 0,001 Inch (0,0254 mm).

[0133] Die Bahn wird auf die Vorrichtung **200** überführt, um eine Bahn **545** zu schaffen, die auf der Vorrichtung **200** abgestützt ist und eine im wesentlichen glatte zweite Oberfläche **549** aufweist, die in Fig. 15B gezeigt ist. Ferner wird eine Entwässerung durch eine vakuumunterstützte Drainage und durch eine Durchlufttrocknung herbei geführt, wie dies durch die Vorrichtungen **600**, **620**, und **650** dargestellt ist, bis die Bahn eine Faserkonsistenz von etwa 65% hat.

[0134] Eine Überführung auf den Yankee-Trockner am Spalt **800** wird mit einer Druckrolle **900** bewirkt. Die Oberfläche **250** und die Oberflächen **1230** werden auf die erste Oberfläche **547** der Bahn **545** eingedrückt, um eine gemusterte Oberfläche **547** zu schaffen. Im wesentlichen die Gesamtheit der zweiten Oberfläche **549** ist an der Oberfläche **875** der Yankee-Trocknertrommel **880** angehaftet, und zwar unter Verwendung eines auf Polyvinylalkohol basierenden Krepphaftmittels. Der Spaltdruck im Spalt **800** beträgt wenigstens etwa 7143,9 kg/m (etwa 400 pli).

[0135] Die Bahnkonsistenz wird erhöht auf zwischen etwa 90% und 100% bevor die Bahn von der Oberfläche **875** mit einer Abstreifklinge **1000** trocken gekreppt wird. Die Abstreifklinge hat einen Neigungswinkel von etwa 25 Grad und ist in Bezug auf den Yankee-Trockner so positioniert, daß ein Auftreffwinkel von etwa 81 Grad geschaffen wird; der Yankee-Trockner wird mit etwa 8000 fpm (Fuß pro Minute) (etwa 244 Meter pro Minute) betrieben. Die trockne Bahn wird bei einer Geschwindigkeit von 650 fpm (200 Meter pro Minute) in eine Rolle geformt.

[0136] Die gemäß dem obigen Verfahren hergestellte Bahn wird in ein dreischichtiges, einlagiges Toiletten-Tissuepapier konvertiert. Das einlagige Toiletten-Tissuepapier hat ein Basisgewicht von etwa 28,48 g/m² (etwa 17,5 Pfund pro 3000 Quadratfuß), enthält etwa 0,02 Gew.% des temporär naßfesten Harzes und etwa 0,01 Gew.% des Entbinders.

[0137] Es ist wichtig, daß das resultierende einlagige Tissuepapier weich ist, absorbierend ist und geeignet für die Verwendung als Toilettentissue ist. Die einlagige Tissuebahn hat die folgenden Eigenschaften:

Basisgewicht:	17,5 lb/3000 sq ft. (28,5 g/m ²)
Makrodicke:	0,35 mm (13,6 mil (0,0136 Inch))
Fülldichte:	0,08 g/cm ³
Oberflächenglätte der Oberfläche 22:	890
Oberflächenglätte der Oberfläche 24	1070
Glättenverhältnis:	1,20

Beispiel 2:

[0138] Dieses Beispiel liefert eine zweischichtige Tissuebahn, die mit der in den Fig. 14A,B, und 15A-C gezeigten Papier machenden Vorrichtung hergestellt wurde.

[0139] Ein 3 Gew.% wäßriger Brei aus NSK wird in einem herkömmlichen Repulper hergestellt. Eine 2% Lösung eines temporär naßfesten Harzes (z. B. PAREZ® 750, vermarktet durch American Cyanamid Company aus Stamford, Ct.) wird dem NSK-Vonatsrohr mit einer Rate von 0,2 Gew.% der trockenen Fasern hinzu gegeben. Der NSK-Brei wird auf etwa 0,2% Konsistenz an der Fächerpumpe verdünnt. Zweitens wird ein 3 Gew.% wäßriger Brei aus Eukalyptusfasern in einem herkömmlichen Repulper hergestellt. Eine 2% Lösung des Entbinders (das heißt, ADOGEN® 442, vermarktet durch Witco Corporation aus Dublin, OH), wird dem Eukalyptus-Vonatsrohr bei einer Rate von 0,1 Gew.% der trockenen Fasern hinzu gegeben. Der Eukalyptusbrei wird auf etwa 0,2 Gew.% Konsistenz an der Fächerpumpe verdünnt.

[0140] Die zwei Stoffströme (Strom 1 = 100% NSK/Strom 2 = 100% Eukalyptus) werden im Stoffauflaulcas-

ten gemischt und auf einem Fourdrinier-Sieb **542** abgelagert, um eine embryonische Bahn zu bilden, die NSK- und Eukalyptus-Fasern enthält. Eine Entwässerung erfolgt durch den Fourdrinier-Draht hindurch und wird durch einen Deflektor und durch Vakuumkästen unterstützt. Der Fourdrinier-Draht ist eine 5-fachige, Seiden-Webart-konfiguration mit 110 Monofilamenten pro Inch in Maschinenrichtung bzw. 95 Monofilamenten pro Inch in Quermaschinenrichtung.

[0141] Die embryonische nasse Bahn wird von dem Fourdrinier-Draht mit einer Faserkonsistenz von etwa 8% an der Übertragungsstelle auf eine Bahn-Trägervorrichtung **200** überführt, die ein Gewebetuch **1220** und eine Bahnmusterungsschicht **250** mit einer kontinuierlichen Netzwerkoberfläche **260** umfaßt.

[0142] Die embryonische nasse Bahn wird von dem Fourdrinier-Draht mit einer Faserkonsistenz von etwa 8% an der Übertragungsstelle auf die Vorrichtung **200** überführt, um eine Bahn **545** mit einer im wesentlichen glatten, makroskopisch monoplanaren Oberfläche **549** und mit einer Oberfläche **547** zu schaffen, welche sich an die Oberfläche **1230** und an die Oberfläche **260** anschmiegt. Eine Druckdifferenz von etwa 54,18 kPa (etwa 16 Inch Mercury) wird verwendet, um die Bahn auf die Vorrichtung **200** zu überführen. Das Gewebetuch **1220** ist eine 3-fachige Seiden-Webartkonfiguration mit 79 Monofilamenten pro 2,54 cm (pro Inch) in Maschinenrichtung und mit 67 Monofilamenten pro 2,54 cm (pro Inch) in Quermaschinenrichtung, wobei die Filamente in Maschinenrichtung einen Durchmesser von etwa 0,18 mm haben und die Filamente in Quermaschinenrichtung einen Durchmesser von etwa 0,21 mm haben. Ein solches foraminöses Untergrundelement wird hergestellt durch Appleton Wire Company, Appleton, Wisconsin.

[0143] Die Bahnmusterungsschicht **250** hat eine bahnberührende obere Oberfläche **260** mit einer Vorsprungsfläche, welche zwischen etwa 30 und 40 Prozent der Vorsprungsfläche der Vorrichtung **200** beträgt. Die Differenz zwischen der Höhe **1231** der bahnberührenden Oberfläche **1230** und der Höhe **261** der Oberfläche **260** beträgt etwa 1 mil (0,001 Inch, 0,0254 mm).

[0144] Eine weitere Entwässerung der Bahn **545** wird herbei geführt durch eine vakuuunterstützte Drainage und durch Durchlufttrocknung, wie dies durch die Vorrichtungen **600**, **620** und **650** dargestellt ist, bis die Bahn eine Faserkonsistenz von etwa 65% hat. Eine Überführung auf den Yankee-Trockner wird an dem Spalt **800** bewirkt, der zwischen einer Druckrolle **900** und der Yankee-Trocknertrommel **880** ausgebildet ist.

[0145] Die Oberfläche **250** und die Oberflächen **1230** werden auf die erste Oberfläche **547** der Bahn **545** eingedrückt, um eine gemusterte Oberfläche **547** zu schaffen. Im wesentlichen die Gesamtheit der zweiten Oberfläche **549** ist an der Oberfläche **875** der Yankee-Trocknertrommel **880** angehaftet, und zwar unter Verwendung eines auf Polyvinylalkohol basierenden Krepphaftmittels. Der Spaltdruck im Spalt **800** beträgt wenigstens etwa 7143,19 kg/m (etwa 400 pli).

[0146] Die Bahnkonsistenz wird auf zwischen etwa 90% und 100% erhöht, bevor die Bahn mit einer Abstreifklinge **1000** trocken gekreppt wird. Die Abstreifklinge hat einen Neigungswinkel von etwa 25 Grad und ist in Bezug auf den Yankee-Trockner so positioniert, daß ein Auftreffwinkel von etwa 81 Grad geschaffen wird; der Yankee-Trockner wird bei etwa 800 fpm (Fuß pro Minute) (etwa 244 Meter pro Minute) betrieben. Die trockene Bahn wird bei einer Geschwindigkeit von 650 fpm (200 Meter pro Minute) in eine Rolle geformt.

[0147] Die Bahn wird konvertiert, um ein zweilagiges Badezimmer-Tissuepapier zu schaffen. Jede Lage hat ein Basisgewicht von etwa 20,83 g/m² (etwa 12,8 Pfund pro 3000 Quadratfuß) und enthält etwa 0,02% des temporär naßfesten Harzes und etwa 0,01% des Entbindungsmittels.

[0148] Das resultierende zweilagige Tissuepapier ist weich, absorbierende und geeignet für die Verwendung als Badezimmer-tissue. Jede Lage hat die Folgenden Eigenschaften:

Basisgewicht:	12,8 lb/3000 sq ft. (20,8 g/m ²)
Makrodicke:	0,29 mm (11,4 mil)
Füllichte:	0,07 g/cm ³
Oberflächenglätte der Oberfläche 22:	850
Oberflächenglätte der Oberfläche 24	1006
Glättenverhältnis:	1,18

Beispiel 3:

[0149] Dieses Beispiel liefert ein zweilagiges Tissuepapier, wobei jede Lage drei Schichten hat und jede Lage mit der Papier machenden Vorrichtung des in den Fig. 8A,B, und 9A-C gezeigten Typs hergestellt wurde.

[0150] Ein 3 Gew.% wäßriger Brei aus Northern Softwood Kraft (NSK)-Fasern wird unter Verwendung eines herkömmlichen Repulpers hergestellt. Eine 2% Lösung des temporär naßfesten Harzes (das heißt, National Starch 78-0080, vermarktet durch National Starch and Chemical Corporation aus New York, New York), wird dem NSK-Vonatsrohr mit einer Rate von 0,2 Gew.% der trockenen Fasern hinzu gegeben. Der NSK-Brei wird auf etwa 0,2% Konsistenz an der Fächerpumpe verdünnt. Zweitens wird ein 3 Gew.% wäßriger Brei aus Eukalyptusfasern unter Verwendung eines herkömmlichen Repulpers hergestellt. Eine 2% Lösung des Entbinders (das heißt, ADOGEN® 442, vermarktet durch Witco Corporation aus Dublin, OH) wird einem der Euka-

lyptus-Vorratsrohre mit einer Rate von 0,1 Gew.% der Trocknerfasern hinzu gegeben. Der Eukalyptusbrei wird auf etwa 0,2% Konsistenz an der Fächerpumpe verdünnt.

[0151] Drei einzeln behandelte Stoffströme (Strom 1 = 100% NSK; Strom 2 = 100 Eukalyptus beschichtet mit Entbinder; Strom = 100% Eukalyptus) werden durch den Stoffauflaufkasten separat gehalten und einem Fourdrinier-Draht abgelagert, um eine dreischichtige embryonische Bahn zu bilden, die eine äußere Eukalyptusschicht, eine entbundene Eukalyptusschicht und eine NSK-Schicht enthält. Eine Entwässerung erfolgt durch den Fourdrinier-Draht durch und wird durch einen Deflektor und durch Unterdruckkästen unterstützt. Der Fourdrinier-Draht ist eine 5-fachige, Satin-Webartkonfiguration mit 110 Monofilamenten pro Inch in Maschinenrichtung bzw. 95 Monofilamenten pro Inch in Quermaschinenrichtung.

[0152] Die embryonische nasse Bahn wird von dem Fourdrinier-Draht bei einer Faserkonsistenz von etwa 8% an der Übertragungsstelle auf eine Bahn-Trägervorrichtung **200** übertragen, welche eine entwässernde Filzschicht **220** und eine Bahnmusterungsschicht aus lichtempfindlichem Harz aufweist.

[0153] Das entwässernde Filz **220** ist ein Amflex **2** Preßfilz, hergestellt durch Appleton Mills aus Appleton, Wisconsin. Das Filz **220** umfaßt eine Masse aus Polyesterfasern. Die Masse hat eine Oberflächentex von 0,33, eine Substrattex von 1,11 bis 1,67 (ein Oberflächendenier von 3, ein Substratdenier von 10-15). Die Filzschicht **220** hat ein Basisgewicht von 1436 g/m², eine Dicke von etwa 3 Millimeter und eine Luftdurchlässigkeit von etwa 0,84 bis etwa 1,12 Standard m³/min (etwa 30 bis etwa 40 scfm).

[0154] Die Bahnmusterungsschicht **250** umfaßt eine bahnberührende Oberfläche **260** aus einem kontinuierlichen Netzwerk mit einer Vorsprungsfläche von etwa 30 bis etwa 40 Prozent der Vorsprungsfläche der Bahn-Trägervorrichtung **200**. Die Differenz zwischen der Höhe **261** der Oberfläche **260** und der Höhe **231** der Filzoberfläche **230** beträgt etwa 0,005 Inch (0,127 Millimeter).

[0155] Die embryonische Bahn wird auf die Vorrichtung **200** überführt, um eine Bahn **545** zu schaffen, die auf der Vorrichtung **200** abgestützt ist und eine makroskopisch monoplanare, im wesentlichen glatte Oberfläche **549** hat. Die Überführung wird an der Vakuum-Überführungsstelle mit einer Druckdifferenz von etwa 67,73 kPa (etwa 20 Inch Mercury) geschaffen.

[0156] Eine weitere Entwässerung wird durch eine vakuumunterstützte Drainage herbei geführt, wie beispielsweise durch die Vorrichtung **620**, bis die Bahn eine Faserkonsistenz von etwa 25% hat. Die Bahn **545** wird dann an die Dampfplaupe **2880** befördert und in den Spalt **800**, der zwischen der Unterdruckrolle **900** und der Yankee-Trocknertrommel **880** geformt ist.

[0157] Die Oberfläche **260** in die Oberfläche **547** der Bahn **545** am Spalt **800** eingedrückt, indem die Bahn **545** und die Bahn-Trägervorrichtung **200** zwischen der Vakuum-Druckrolle **900** und der Yankee-Trocknertrommel **880** mit einem Spaltdruck von etwa 7143, 19 kg/m (etwa 400 pli) gepreßt wird. Ein Krepphaftmittel wird verwendet, um die Bahn an den Yankee-Trockner anzuhafte. Die Faserkonsistenz wird bis auf etwa 90% erhöht, bevor die Bahn mit einer Abstreifklinge trocken gekreppt wird. Die Abstreifklinge hat einen Neigungswinkel von etwa 25 Grad und ist mit Bezug auf den Yankee-Trockner so positioniert, daß ein Auftreffwinkel von etwa 81 Grad geschaffen wird; der Yankee-Trockner wird mit einer Geschwindigkeit von 800 fpm (Fuß pro Minute) (etwa 244 Meter pro Minute) betrieben. Die trockene Bahn wird mit einer Geschwindigkeit von 198 m/min (650 fpm) in einer Rolle geformt.

[0158] Die Bahn wird in eine zweilagiges Badezimmer-Gesichtstissuepapier konvertiert, wobei jede Lage drei Faserschichten umfaßt. Das zweilagige Toiletentissuepapier enthält etwa 1,0% des temporär naßfesten Harzes und etwa 0,1% des Entbinders.

[0159] Jede Lage hat die folgenden Eigenschaften:

Basisgewicht:	9,8 lb/3000 sq ft. (15,9 g/m ²)
Makrodicke:	0,15 mm (6 mil)
Fülldicke:	0,10 g/cm ³
Oberflächenglätte der Oberfläche 22:	740
Oberflächenglätte der Oberfläche 24	960
Glättenverhältnis:	1,30

Beispiel 4:

[0160] Dieses Beispiel liefert eine Tissuebahn, die mit der Papier machenden Vorrichtung des in den Fig. 8A,B, und 9A-C gezeigten Typs hergestellt wurde.

[0161] Ein 3 Gew.% wäßriger Brei aus Northern Softwood Kraft wird in einem herkömmlichen Repulper hergestellt. Eine 2% Lösung des temporär naßfesten Harzes (PA-REZ® 750) wird dem NSK-Vonatsrohr mit einer Rate von 0,2 Gew.% der trockenen Fasern hinzu gegeben. Der NSK-Brei wird auf etwa 0,2% Konsistenz an der Fächerpumpe verdünnt. Zweitens wird ein 3 Gew.% wäßriger Brei aus Eukalyptusfasern unter Verwendung eines herkömmlichen Repulpers hergestellt. Eine 2% Lösung des Entbinders (ADOGEN® 442) wird dem Eukalyptus-Vonatsrohr mit einer Rate von 0,1 Gew.% der trockenen Fasern hinzu gegeben. Der Eukalyptusbrei

wird auf etwa 0,2% Konsistenz an der Fächerpumpe verdünnt.

[0162] Die zwei einzeln behandelten Stoffströme (Strom 1 = 100% NSK; Strom 2 = 100% Eukalyptus) werden durch den Stoffaufaufkasten gemischt und auf einem Fourdrinier-Sieb abgelagert, um eine einschichtige Bahn aus NSK-Fasern und beschichteten Eukalyptusfasern zu schaffen, wobei die Eukalyptusfasern mit dem Entbinder beschichtet sind. Eine Entwässerung erfolgt durch das Fourdrinier-Sieb hindurch und wird durch einen Deflektor und durch Vakuümkästen unterstützt. Der Fourdrinierdraht ist eine 5-fachige, Satin-Webartkonfiguration mit 110 Monofilamenten pro 2,54 cm (pro Inch) in Maschinenrichtung bzw. 95 Monofilamenten pro 2,54 cm (pro Inch) in Quermaschinenrichtung.

[0163] Die embryonische nasse Bahn wird von dem Fourdrinierdraht bei einer Faserkonsistenz von etwa 8% an der Übertragungsstelle auf eine Bahn-Trägervorrichtung **200** übertragen, die eine entwässernde Filzschicht **220** und eine Bahnmusterungsschicht **250** aus einem lichtempfindlichen Harz aufweist.

[0164] Der entwässernde Filz **220** ist ein Amflex **2** Preßfilz, hergestellt durch Appleton Mills, aus Appleton, Wisconsin. Die Bahnmusterungsschicht **250** umfaßt eine kontinuierliche bahnberührende Oberfläche **260**. Die Bahnmusterungsschicht **250** hat eine Vorsprungsfläche gleich etwa 35 Prozent der Vorsprungsfläche der Bahn-Trägervorrichtung **200**. Die Differenz in der Höhe zwischen der oberen bahnberührenden Oberfläche **260** und der ersten Filzoberfläche **230** beträgt etwa 0,05 Inch (0,127 Millimeter).

[0165] Die embryonische Bahn wird auf die Bahn-Trägervorrichtung **200** überführt und in einen ersten Ablenkschritt abgelenkt, um eine im wesentlichen monoplanare Bahn **545** zu bilden. Die Überführung wird an der Vakuum-Überführungsstelle mit einer Druckdifferenz von etwa 67,73 kPa (etwa 20 Inch Mercury) geschaffen. Eine weitere Entwässerung wird durch eine vakuumunterstützte Drainage herbei geführt, bis die Bahn eine Faserkonsistenz von etwa 25% hat. Die Bahn **545** wird durch die Bahn-Trägervorrichtung **200** an die Dampfhaube **2800** befördert und in den Spalt **800** hinein, der zwischen der Vakuum-Druckrolle **900** und der Yankee-Trommel **880** gebildet ist. Die Bahn **545** wird dann an der Kompaktionsoberfläche **875** der Yankee-Trocknertrommel **880** mit einem Kompressionsdruck von wenigstens etwa 7143,19 kg/m (etwa 400 pli) kompaktiert. Ein auf Polyvinylalkohol basierendes Krepphaftmittel wird verwendet, um die kompaktierte Bahn an den Yankee-Trockner anzuhafte. Die Faserkonsistenz wird auf wenigstens etwa 90% erhöht, bevor die Bahn von der Oberfläche der Trocknertrommel **880** mit einer Abstreifklinge trocken gekreppt wird. Die Abstreifklinge hat einen Neigungswinkel von etwa 25 Grad und ist mit Bezug auf den Yankee-Trockner so positioniert, daß ein Auftreffwinkel von etwa 81 Grad geschaffen wird; der Yankee-Trockner wird mit etwa 800 fpm (Fuß pro Minute) (etwa 244 Meter pro Minute) betrieben. Die trockne Bahn wird mit einer Geschwindigkeit von 650 fpm (200 Meter pro Minute) in eine Rolle geformt.

[0166] Die Bahn wird konvertiert, um ein einschichtiges, zweilagiges Badezimmer-Tissuepapier zu schaffen. Jede Lage des zweilagigen Badezimmer-Tissuepapiers hat ein Basisgewicht von etwa 20,51 g/m² (etwa 12,6 Pfund pro 3000 Quadratfuß) und enthält etwa 0,2 Gew.% des temporären naßfesten Harzes und etwa 0,1 Gew.% des Entbinders.

[0167] Das resultierende zweilagige Tissuepapier ist weich, absorbierend und ist für die Verwendung als Badezimmer-Tissue geeignet.

[0168] Die Tissuebahn hat die folgenden Eigenschaften:

Basisgewicht:	12,6 lb/3000 sq ft. (20,5 g/m ²)
Makrodicke:	0,22 mm (8,8 mil)
Füllichte:	0,092 g/cm ³
Oberflächenglätte der Oberfläche 22:	890
Oberflächenglätte der Oberfläche 24	1050
Glättenverhältnis:	1,18

PROPHETISCHES BEISPIEL

[0169] Das folgende prophetische Beispiel stellt ein Verfahren dar, ein zweilagiges Tissuepapier unter Verwendung einer Papiermachenden Einrichtung von im Handel üblicher Größe des in den Fig. 8A,B, und 9A-C gezeigten Typs herzustellen.

[0170] Ein 3 Gew.% wäßriger Brei aus Northern Softwood Kraft wird in einem herkömmlichen Repulper hergestellt. Eine 2% Lösung des temporär naßfesten Harzes (das heißt, PAREZ® 750, vermarktet durch American Cyanamid Corporation aus Stanford, CT) wird dem NSK-Vonatsrohr mit einer Rate von 0,2 Gew.% der trockenen Fasern hinzu gegeben. Der NSK-Brei wird auf etwa 0,2% Konsistenz an einer Fächerpumpe verdünnt. Zweitens wird ein 3 Gew.% wäßriger Brei aus Eukalyptusfasern unter Verwendung eines herkömmlichen Repulpers hergestellt. Eine 2% Lösung des Entbinders (das heißt, ADOGEN® 442, vermarktet durch Witco Corporation aus Dublin, OH) wird dem Eukalyptus-Vonatsrohr mit einer Rate von 0,1 Gew.% der trockenen Fasern hinzu gegeben. Der Eukalyptusbrei wird auf etwa 0,2% Konsistenz an der Fächerpumpe verdünnt.

[0171] Die zwei einzeln behandelten Stoffströme (Strom 1 = 100% NSK; Strom 2 = 100% Eukalyptus) werden

durch den Stoffauflaufkasten gemischt und auf einem Fourdrinier-Sieb abgelagert, um eine einschichtige Bahn aus NSK-Fasern und Eukalyptusfasern zu formen, wobei die Eukalyptus-Fasern mit Entbinder beschichtet sind. Eine Entwässerung erfolgt durch den Fourdrinier-Draht hindurch und wird durch einen Deflektor und durch Unterdruckkästen unterstützt. Der Fourdrinier-Draht ist eine 5-fachige, Satin-Webartkonfiguration mit 110 Monofilamenten pro 2,54 cm (pro Inch) in Maschinenrichtung bzw. 95 Monofilamenten pro 2,54 cm (pro Inch) in Quermaschinenrichtung.

[0172] Die embryonische nasse Bahn wird von dem Fourdrinier-Draht bei einer Faserkonsistenz von etwa 10% an der Überführungsstelle auf die Bahn-Trägervorrichtung **200** überführt, welche eine entwässernde Filzschicht **220** und eine Bahnmusterungsschicht **250** aus lichtempfindlichem Harz aufweist.

[0173] Das entwässernde Filz **220** ist ein Amflex 2 Preßfilz, hergestellt durch Appleton Mills, aus Appleton, Wisconsin. Die Bahnmusterungsschicht **250** umfaßt eine kontinuierliche Bahnmusterungsschicht **250** mit etwa 69 bilateral versetzten, oval geformten Öffnungen **270** pro 6,45 cm² (pro Quadratinch) der bahnberührenden Oberfläche **220**. Die Bahnmusterungsschicht **250** hat eine Vorsprungsfläche gleich etwa 35 Prozent der Vorsprungsfläche der Bahn-Trägervorrichtung **200**. Die Differenz in der Höhe zwischen der oberen bahnberührenden Oberfläche **260** und der ersten Filzoberfläche **230** beträgt etwa 0,005 (0,127 Millimeter).

[0174] Die embryonische Bahn wird auf die Bahn-Trägervorrichtung **200** überführt, um eine im wesentlichen monoplanare Bahn **545** zu schaffen. Die Überführung wird an der Vakuum-Überführungsstelle mit einer Druckdifferenz von etwa 67,73 kPa (etwa 20 Inch Mercury) ausgeführt. Eine weitere Entwässerung wird durch eine vakuumunterstützte Drainage herbei geführt, bis die Bahn eine Faserkonsistenz von etwa 30% hat. Die Bahn **545** wird durch die Bahn-Trägervorrichtung **200** zu dem Spalt **800** befördert. Die Vakuum-Druckrolle **900** hat eine Kompressionsoberfläche **910** mit einer Härte von etwa 60 P & J. Die Bahn **545** wird dann gegen die Kompaktionsoberfläche **875** der Yankee-Trocknertrommel **880** kompaktiert, indem die Bahn **545** und Bahn-Trägervorrichtung **200** zwischen der Kompressionsoberfläche **910** und der Oberfläche der Yankee-Trocknertrommel **880** mit einem Kompressionsdruck von wenigstens etwa 400 pli gepreßt wird. Ein auf Polyvinylalkohol basierendes Krepphaftmittel wird verwendet, um die kompaktierte Bahn an den Yankee-Trockner anzuhaften. Die Faserkonsistenz wird auf wenigstens etwa 90% erhöht, bevor die Bahn von der Oberfläche der Trocknertrommel **880** mit einer Abstreifklinge trocken gekreppt wird. Die Abstreifklinge hat einen Neigungswinkel von etwa 20 Grad und ist mit Bezug auf den Yankee-Trockner so positioniert, daß ein Auftreffwinkel von etwa 76 Grad geschaffen ist; der Yankee-Trockner wird bei etwa 450 fpm (Fuß pro Minute) (etwa 1372 Meter pro Minute) betrieben. Die trockne Bahn wird bei einer Geschwindigkeit von 3690 fpm (1125 Meter pro Minute) in einer Rolle geformt.

[0175] Die Bahn wird konvertiert, um ein zweilagiges Badezimmer-Tissuepapier zu schaffen. Jede Lage des zweilagigen Badezimmer-Tissuepapiers kann ein Basisgewicht von etwa 20,3 g/m² (etwa 12,5 Pfund pro 3000 Quadratfuß) haben und enthält etwa 0,2 Gew.% des temporär naßfesten Harzes und von etwa 0,1 Gew.% des Entbinders. Das resultierende zweilagige Tissuepapier ist weich, absorbierend und ist für die Verwendung als Badezimmertissue geeignet.

ANALYTISCHE VERFAHREN

Die Messung der Dicke und der Höhe der Papiermerkmale:

[0176] Die Lage der Ebene **23** der Region **30**, die Dicke der Region **30** und die Dicke der Region **50** werden unter Verwendung von Mikrophotographien der microtom erfaßten Querschnitte der Papierbahn bestimmt. Ein Beispiel einer solchen Mikrophotographie ist in **Fig. 3** gezeigt, in welcher die Lage der Ebene **23** zusammen mit der Dicke P der Region **50** und der Dicke K der Region **30** angegeben ist.

[0177] Zehn Proben, von denen jede etwa 2,54 mal 5,1 Zentimeter (1 Inch mal 2 Inch) werden zufällig aus einem Flächengebilde oder einer Rolle eines Tissuepapiers ausgewählt. Falls aus einem einzelnen Blatt nicht zehn Proben erhalten werden können, dann können zusätzliche Blätter, die unter den gleichen Bedingungen (vorzugsweise von der gleichen Mutterrolle) hergestellt wurde, verwendet werden.

[0178] Microtome für jede Probe werden hergestellt, indem jede Probe auf einem steifen Kartonhalter gestapelt wird. Der Kartonhalter wird in eine Siliziumform gestellt. Die Papierprobe wird in ein Harz eingetaucht, wie beispielsweise ein Merigraph Photopolymer, hergestellt durch Hercules, Inc.

[0179] Die Probe wird gehärtet, um das Harzgemisch hart werden zu lassen. Die Probe wird aus der Siliziumform entnommen. Vor dem Eintauchen des Photopolymers wird die Probe mit einer Bezugsstelle markiert, um genau zu bestimmen, wo die Microtomschnitte zu machen sind. Vorzugsweise wird der gleich Referenzpunkt sowohl in der Draufsicht (z. B. **Fig. 4**) als auch in den verschiedenen Schnittansichten (z. B. **Fig. 3**) der Probe der Bahn **20** verwendet.

[0180] Die Probe in ein Microtommodell **860**, verkauft durch die American Optical Company aus Buffalo, New York, gestellt und nivelliert. Der Rand der Probe wird von der Probe in Schnitten durch das Microtom entfernt, bis eine glatte Oberfläche erscheint.

[0181] Eine ausreichende Anzahl von Scheiben werden von der Probe entfernt, so daß die verschiedenen Regionen der Papierbahn (z. B. 30 und 50) genau rekonstruiert werden können. Für die hier beschriebene Ausführungsform werden Scheiben mit einer Dicke von etwa 60 Micron pro Scheibe von der glatten Oberfläche abgenommen. Mehrere Scheiben können erforderlich sein, so daß die Dicke P und und K festgestellt werden kann.

[0182] Eine Probenscheibe wird unter Verwendung von Öl und einem Deckglas auf einen Objektträger montiert. Der Träger und die Probe werden in einem Licht-Transmissionsmikroskop montiert und bei einer Vergrößerung 40X beobachtet. Die Mikrophotographien werden entlang der Scheiben genommen und die einzelnen Mikrophotographien werden in Reihen angeordnet, um das Profil der Scheibe zu rekonstruieren. Die Dicken und die Höhen können aus dem rekonstruierten Profil hergestellt werden, wie dies in **Fig. 3** dargestellt ist, welche eine Mikrophotographie eines Querschnitts einer Papierstruktur des in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Typs ist.

[0183] Die Dicken werden unter Verwendung eines Hewlett Packard ScanJet IIC Flachbettscanner erhalten, mit welchem die Mikrophotographie gescannt und in einem Bilddateiformat auf einem Personalcomputer gespeichert wird. Die Hewlett Packard-Scan-Software ist DeskScan II Version 1.6. Der Scannereinstellungen sind Schwarz/Weiß-Photo. Der Phat ist LaserWriter NR, NTX. Die Helligkeit- und Kontrasteinstellungen betragen 125. Der Maßstab beträgt 100%. Die Datei wird gescannt und in einem Bilddateiformat auf einem Macintosh IICi Computer gespeichert. Die Bilddatei wird mit einem geeigneten Photobildsoftwarepaket oder einem CAD-Programm, wie beispielsweise PowerDraw Version 6.0, erhältlich von Engineered Software aus North Carolina, geöffnet.

[0184] Mit Bezug auf **Fig. 3** werden die Dicken der Region **30** und **50** durch Kreise angegeben, die einen Durchmesser haben, der jeweils mit K und P bezeichnet ist. Zuerst wird der größte Kreis, der in der Region **50**, die zu untersuchen ist, umschrieben werden kann, unter Verwendung der PowerDraw-Software gezogen. Der Durchmesser dieses Kreises wird mit P markiert. Die Dicke P der Region **50** ist der Durchmesser dieses Kreises, multipliziert mit den geeigneten Maßstabsfaktoren (der Maßstabsfaktor ist die Vergrößerung der Mikrophotographie multipliziert mit der Vergrößerung des gescannten Bildes).

[0185] Als Nächstes können die kleinsten Kreise, die in den Bereichen der Region **30** auf beiden Seiten der Region **50** umschrieben werden können, gezogen. Die Durchmesser dieser Kreise werden mit K markiert. Die Dicke K der Region **30** angrenzend an die Region **50** ist der Mittelwert der zwei Durchmesser, multipliziert mit dem oben erwähnten Maßstabsfaktor.

[0186] Die Ebene der Region **30** angrenzend an die Region **50** wird ortsmäßig bestimmt, indem eine Linie, welche die Zentren der zwei Kreise mit dem Durchmesser K verbindet, gezogen wird, wie dies in **Fig. 3** gezeigt ist.

[0187] Für jede der zehn Proben werden alle Auftritt einer relativ dickeren Region **50**, die zwischen relativ dünneren Bereichen an die Region **30** angeordnet ist, untersucht. Für jeden Fall, in welchem eine relativ dünnere Region **30** auf beiden Seiten einer relativ dickeren Region **50** identifiziert wird, wird die Linie gezogen, welche die Ebene **23** repräsentiert. Falls diese Linie die Region **50** in wenigstens 25 Prozent der Ereignisse schneidet, dann wird das Papier, von welchem die Proben genommen wurden, so bezeichnet, daß es relativ dickere Regionen hat, die in der Ebene der relativ dicken Region angeordnet sind, gemäß der vorliegenden Erfindung. Falls z. B. die zehn Proben **50** Ereignisse einer relativ dünneren Region **30** auf beiden Seiten einer relativ dickeren Region **50** ergeben, dann werden die relativ dickeren Regionen **50** als in der Ebene der relativ dünneren Region **30** angeordnet bezeichnet, falls, und nur dann, falls die gezogene Linie, welche die Ebene **23** repräsentiert, die dickere Region **50** in wenigstens 13 der 50 Ereignisse schneidet.

Oberflächenglätte:

[0188] Die Oberfläche einer Seite einer Papierbahn wird gemessen basierend auf dem Verfahren zum Messen einer physiologischen Oberflächenglätte (PSS), wie es festgelegt wurde in der International Paper Physics Conference, 1991, TAPPI Buch **1**, Artikel unter der Bezeichnung "Methods for the Measurement of the Mechanical Properties of Tissue Paper" durch Ampulski et al., gefunden auf Seite 19. Die PSS-Messung, wie sie hier verwendet wird, ist die Punkt-um-Punkt-Summe von Amplitudenwerten, wie in dem obigen Artikel beschrieben ist. Die Meßverfahren, die in dem Artikel angegeben sind, sind auch ganz allgemein beschrieben in den US Patenten 4,959,125, veröffentlicht für Spindel und 5,059,282, veröffentlicht für Ampulski et al.

[0189] Für Zwecke des Testens der Papierproben der vorliegenden Erfindung wird das Verfahren zum Messen PSS in dem obigen Artikel verwendet, um die Oberflächenglätte mit den folgenden Verfahrensmodifikationen zu messen:

[0190] Anstelle des Importierens von digitalisierten Datenpaaren (Amplituden und Zeit) in die SAS-Software für 10 Proben, wie dies in dem obigen Artikel beschrieben ist, wird die Oberflächenglättmessung durch Annahme, Digitalisieren und statistische Verarbeitung von Daten für die 10 Proben unter Verwendung von LABVIEW Markensoftware, erhältlich von National Instruments aus Austin, Texas, durchgeführt. Jedes Amplituden-

spektrum wird unter Verwendung des "Amplitude and Phase Spectrum vi" Moduls in dem LABVIEW Softwarepaket generiert, wobei "Amp Spectrum Mag Vrms" als das Ausgangsspektrum ausgewählt wird. Ein Ausgangsspektrum wird für jede der 10 Proben erhalten.

[0191] Jedes Ausgangsspektrum wird dann unter Verwendung der folgenden Gewichtungsfaktoren in LABVIEW geglättet; 0,000246, 0,000485, 0,00756, 00622997. Diese Gewichtungsfaktoren werden ausgewählt, um die Glättung zu imitieren, die durch die Faktoren 0,0039, 0,0077, 0,120, 1,0 bereit gestellt werden, die in dem obigen Artikel für das SAS-Programm spezifiziert wurden.

[0192] Nach dem Glätten wird jedes Spektrum unter Verwendung der Frequenzfilter, die in dem obigen Artikel spezifiziert wurden, gefiltert. Der Wert der PSS in Micron wird dann berechnet, wie dies in dem oben erwähnten Artikel beschrieben ist, und zwar für jedes einzeln gefilterte Spektrum. Die Oberflächenglätte der Seite einer Papierbahn ist der Mittelwert von 10 PSS-Werten, gemessen von den 10 Proben, die von der gleichen Seite der Papierbahn genommen wurden. Ebenso kann die Oberflächenglätte der entgegen gesetzten Seite der Papierbahn gemessen werden. Das Glätteverhältnis wird erhalten, indem der höhere Wert der Oberflächenglätte, entsprechend der textuierteren Seite der Papierbahn, durch den geringeren Wert der Oberflächenglätte, entsprechend der glatteren Seite der Papierbahn, geteilt wird.

Basisgewicht:

Das Basisgewicht wird gemessen gemäß dem folgenden Verfahren.

[0193] Das zu messende Papier wird bei 21,67-23,89°C (71-75 Grad Fahrenheit) bei 48 bis 52 Prozent relativer Feuchtigkeit für ein Minimum von 2 Stunden konditioniert. Das konditionierte Papier wird geschnitten, um Proben bereit zu stellen, die 8,89 cm mal 8,89 cm (3,5 Inch mal 3,5 Inch) messen. Die Proben werden geschnitten, sechs Proben gleichzeitig, wobei ein geeigneter Druckplattenschneider, wie ein Thwing-Albert Alfa Hydraulic Pressure Sample Cutter, Modell 240-10 verwendet wird. Die zwei aus sechs Proben werden dann zu einem 12-lagigen Stapel kombiniert und für wenigstens 15 zusätzliche Minuten bei 21,67 bis 23,89°C (71 bis 75°F) und 48 bis 52 Prozent Luftfeuchtigkeit konditioniert.

[0194] Der 12-lagige Stapel wird dann gewogen auf einer kalibrierten Analysewaage. Die Waage wird in dem gleichen Raum gehalten, in welchem die Proben konditioniert wurden. Eine geeignete Waage wird hergestellt durch Sartorius Instrument Company, Modell A200S. Die Gewicht ist das Gewicht in Gramm eines 12-lagigen Stapels des Papiers, wobei jede Lage eine Fläche von 79,01 cm² (12,25 Quadratinch) hat.

[0195] Das Basisgewicht der Papierbahn (Gewicht pro Einheitsfläche einer einzelnen Lage) wird berechnet in Einheiten von 1,6275 g/m² (Pfund pro 3000 Quadratfuß) unter Verwendung der folgenden Gleichung:

Gewicht von einem 12-lagen Stapel (g) × 3000 × 144 sq inch pro sq ft.
(453,6 g/lb) × (12 Lagen) × 79,01 cm² pro Lage (12,25 sq. in. pro Lage), oder
einfacher: Basisgewicht (lb/3000 ft²) = Gewicht eines 12-lagigen Stapels (g) × 6,48

Makrodicke oder trockene Dicke:

[0196] Die Makrodicke oder trockene Dicke wird gemessen unter Verwendung des Verfahrens zum Messen einer trockenen Dicke, das offenbart ist in US Patent 4,469,735, veröffentlicht am 04. September 1984 für Trokhan.

Fülldicke:

[0197] Die Fülldicke ist das Basisgewicht der Bahn, geteilt durch die Makrodicke der Bahn.

Absorptionskapazität:

[0198] Die Absorptionskapazität einer Bahn wird gemessen unter Verwendung des Horizontal Absorbative Capacity Test, der offenbart ist im oben erwähnten US Patent 4,469,735.

Messung der Höhen der Bahn-Haltevorrichtung:

[0199] Die Höhendifferenz zwischen der Höhe **231** der ersten Filzoberfläche und der Höhe **261** der bahnberührenden Oberfläche **260** wird gemessen unter Verwendung des folgenden Verfahrens. Die Bahn-Haltevorrichtung ist auf einer flachen horizontalen Oberfläche abgestützt, mit der Bahnmusterrungsschicht nach oben gerichtet. Ein Stift mit einer kreisförmigen Kontaktfläche von etwa 1,3 Quadratmillimeter und einer vertikalen Länge von etwa 3 Millimeter ist auf einem Meßteil von Federal Products (Modell 432B-81 verstärkermodifiziert zur Verwendung mit einem EMD-4320 W1 Abreiß-Meßfühler) montiert, der von der Federal Products Company

aus Providence, Rhode Island, hergestellt wird. Das Gerät wird kalibriert, indem die Spannungsdifferenz zwischen zwei Präzisions-Abstandstücken bekannter Dicke, welche eine bekannte Höhendifferenz liefern, bestimmt wird. Das Gerät wird bei einer Höhe ein wenig geringer als der ersten Filzoberfläche **230** auf Null gestellt, um eine unbeschränkte Bewegungsbahn des Stiftes sicher zu stellen. Der Stift wird über der Höhe von Interesse plaziert und abgesenkt, um die Messung durchzuführen. Der Stift übt einen Druck von etwa 0,24 Gramm/Quadratmillimeter am Meßpunkt aus. Wenigstens drei Messungen werden an jeder Höhe durchgeführt. Die Messungen an jeder Höhe werden gemittelt. Die Differenz zwischen den Mittelwerten ist die berechnete Höhendifferenz.

[0200] Das gleiche Verfahren wird verwendet, um die Differenz zwischen den Höhen **1231** und **261** zu messen, die in **Fig. 14B** dargestellt sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bildung einer Papier-Bahn (**20**), umfassend die Schritte:

- Bereitstellen einer wässrigen Dispersion aus Papier-Herstellungs-Fasern,
- Bereitstellen eines porösen Formgebungs-Elements (**542**),
- Bilden einer unentwickelten Bahn (**543**) aus den Papier-Herstellungs-Fasern auf dem porösen Formgebungs-Element (**542**), wobei die unentwickelte Bahn (**543**) im Wesentlichen glatte, makroskopisch monoplanare erste und zweite Flächen (**547**, **549**) aufweist,
- Bereitstellen einer Bahn-Träger-Vorrichtung (**200**) mit einer Bahnzugewandten Seite (**202**), welche eine erste Bahn-berührende Oberfläche (**230**, **1230**) und eine zweite Bahn-berührende und -profilierende Oberfläche (**260**) aufweist, wobei jeder Unterschied in der Höhe zwischen den ersten und zweiten Bahn-berührenden Oberflächen kleiner als die Dicke der unentwickelten Bahn ist,
- Bereitstellen einer erwärmten Trocknungs-Oberfläche (**875**),
- Überführen der unentwickelten Bahn (**543**) von dem porösen Formgebungs-Element (**542**) zu der Bahn-Träger-Vorrichtung (**200**), wobei die erste Fläche (**547**) der überführten Bahn (**545**) auf der Bahnzugewandten Seite (**202**) der Bahn-Träger-Vorrichtung (**200**) getragen wird und an diese angepasst wird, wobei Teile der ersten Fläche (**547**) der überführten Bahn (**545**) auf den ersten Bahn-berührenden Oberflächen (**230**, **1230**) getragen werden, und Teile der ersten Fläche (**547**) der überführten Bahn (**545**) auf den zweiten Bahnberührenden Oberflächen (**260**) der Bahn-Träger-Vorrichtung (**200**) getragen werden,
- Überführen der Bahn (**545**) von der Bahn-Träger-Vorrichtung (**200**) zu der erwärmten Trocknungs-Oberfläche (**875**), derart, dass die der zweiten Bahn-berührenden Oberfläche (**260**) entsprechende Profilierung auf die erste Fläche (**547**) der Bahn (**545**) übertragen wird, während die zweite Fläche (**549**) der Bahn (**545**) im Wesentlichen glatt und makroskopisch monoplanar bleibt, wodurch es im Wesentlichen der ganzen makroskopisch monoplanaren zweiten Fläche (**549**) der Bahn (**545**) gestattet wird, an die erwärmte Trocknungs-Oberfläche (**875**) gebracht zu werden,
- und dann Trocknen der Bahn (**545**) auf der erwärmten Trocknungs-Oberfläche (**875**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bahn (**545**) von der Bahn-Träger-Vorrichtung (**200**) zu der erwärmten Trocknungs-Oberfläche (**875**) durch einen Walzenspalt überführt wird, der zwischen der erwärmten Trocknungs-Oberfläche (**875**) und einer Vakuum-Druckrolle (**900**) vorgesehen ist, welche einen Vakuum-Bildungs-Abschnitt (**920**) aufweist, und in welchem eine Dampf-Haube (**2800**) derart oberhalb des Walzenspalts (**800**) vorgesehen ist, dass die Dampf-Haube (**2800**) Dampf auf die zweite Fläche (**549**) der Bahn (**545**) leitet, während die erste Fläche (**547**) der Bahn (**545**) über den Vakuum-Bildungs-Abschnitt (**920**) geführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bahn (**545**) und die Bahn-Träger-Vorrichtung (**200**) durch eine kontinuierliche Lufttrocknungs-Vorrichtung (**650**) geführt werden, in welcher erwärmte Luft durch die Bahn (**545**) geleitet wird, während die Bahn (**545**) auf der Vorrichtung (**200**) getragen wird, und in welcher die Bahn (**545**) von der Bahn-Träger-Vorrichtung (**200**) zu der erwärmten Trocknungs-Oberfläche (**875**) durch einen Walzenspalt (**800**) überführt wird, der zwischen der erwärmten Trocknungs-Oberfläche (**875**) und einer Druckrolle (**900**) vorgesehen ist.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass dieses ferner den Schritt des Verbindens von im Wesentlichen der ganzen zweiten Fläche der Bahn (**545**) mit der erwärmten Trocknungs-Oberfläche (**875**).

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bahn (**545**), die eine Flächenmasse von mindestens ungefähr 13g/m² (8 Pfund je 3000 Quadratfuß) aufweist und welche eine Konsistenz von weniger als ungefähr 50% aufweist, wenn die Bahn (**545**) zu der erwärmten Trocknungs-Oberfläche

(**875**) überführt wird, auf eine Konsistenz von mindestens ungefähr 90% bei einer Bahn-Geschwindigkeit von mindestens ungefähr 1371,6 m/min (ungefähr 4000 Fuss pro Minute) getrocknet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknung bei einer Wasser-Beseitigungs-Rate von mindestens 11 Tonnen Wasser pro Stunde verrichtet wird.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass dieses ferner den Schritt des Kreppens der Bahn (**545**) von der Oberfläche (**875**) mit einer Rakel aufweist.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die gebildete Papier-Bahn (**20**) einen relativ dünneren Bereich (**30**) und einen relativ dickeren Bereich (**50**) aufweist, wobei der relativ dickere Bereich (**50**) in der Ebene des relativ dünneren Bereichs (**30**) angeordnet ist.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

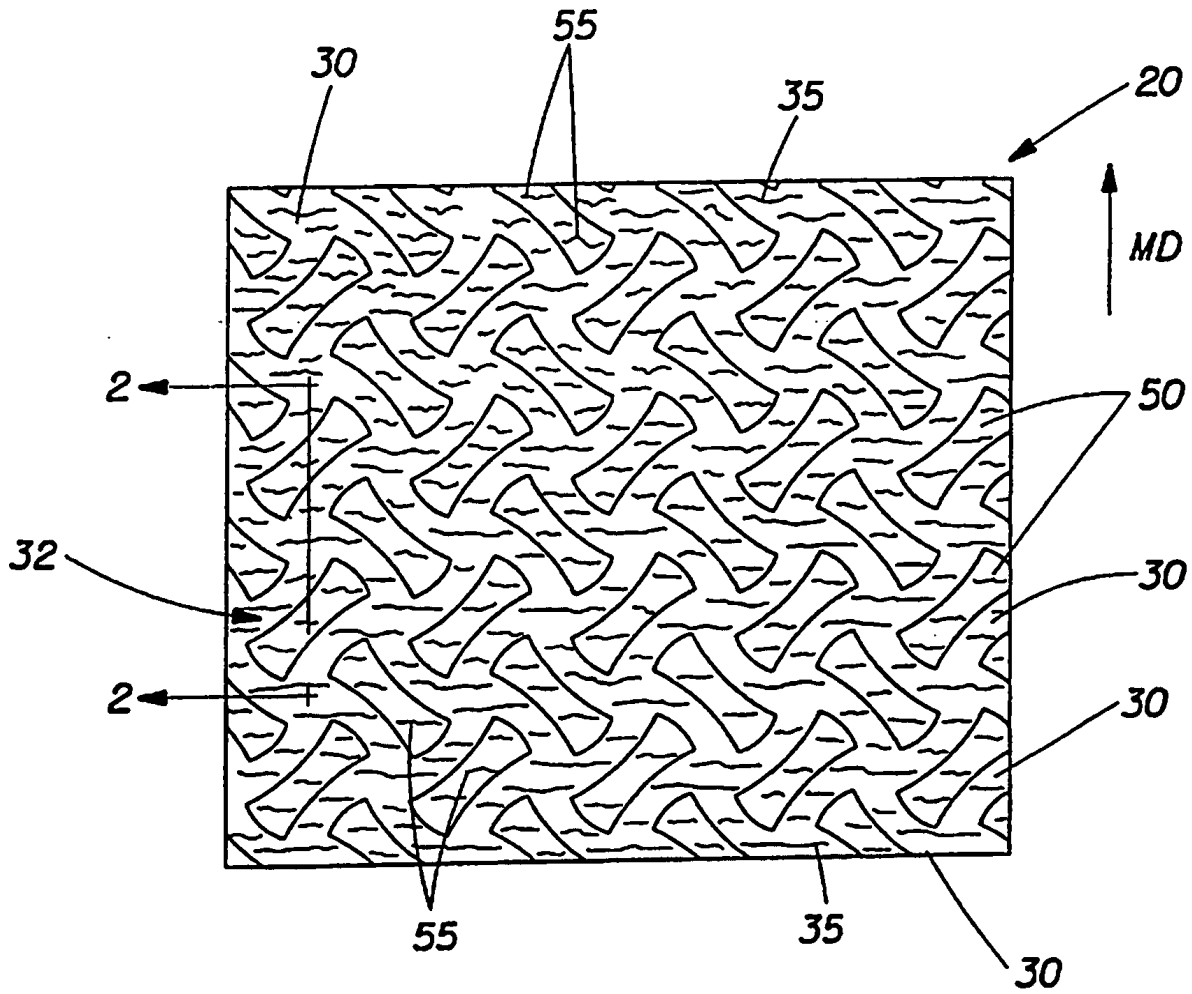


Fig. 1

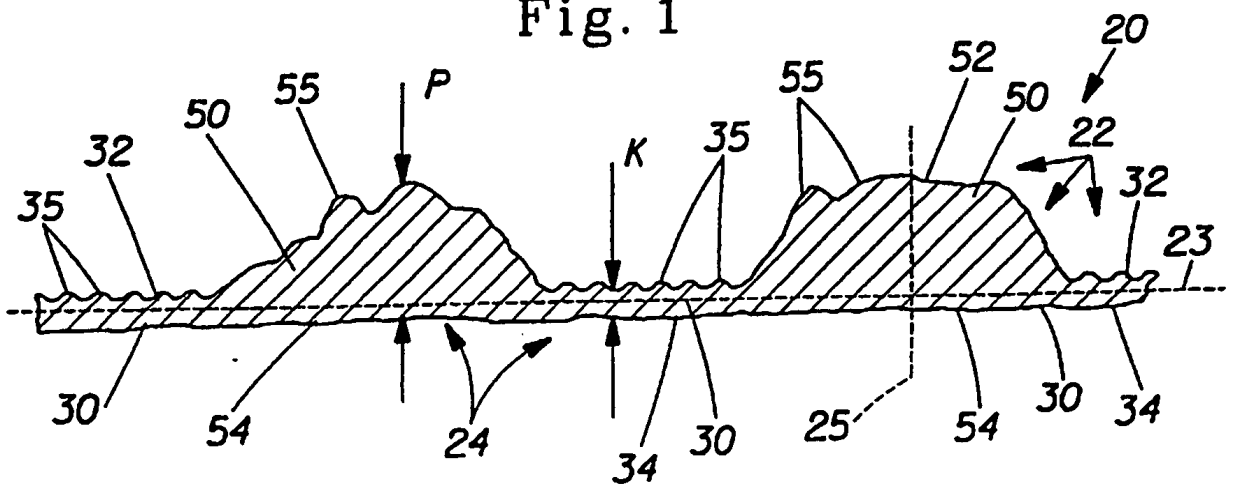


Fig. 2

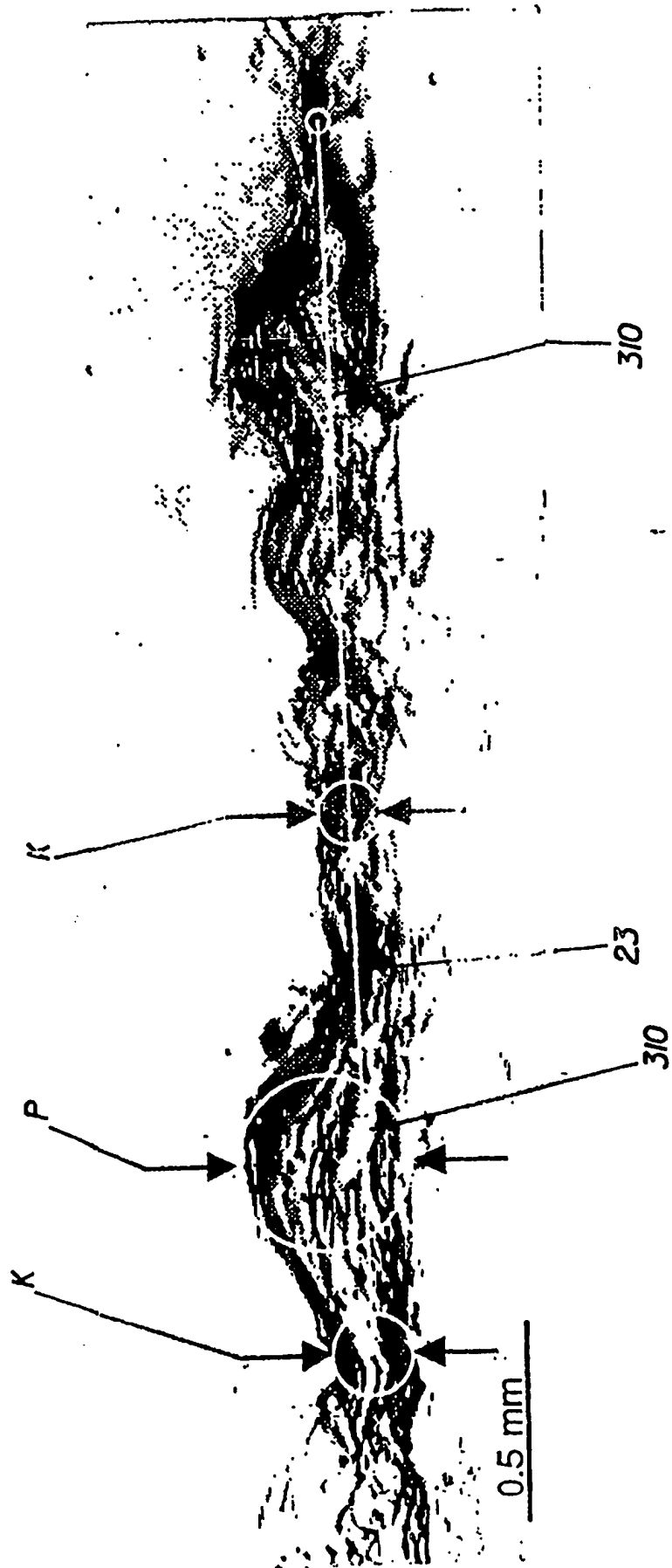


Fig. 3

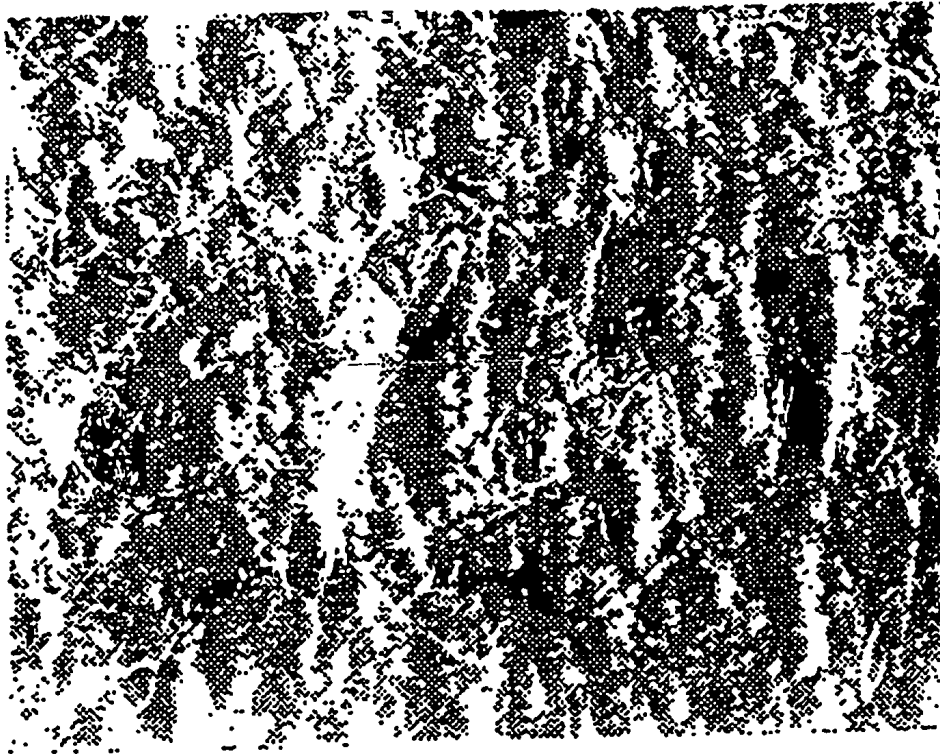


Fig. 5



Fig. 4

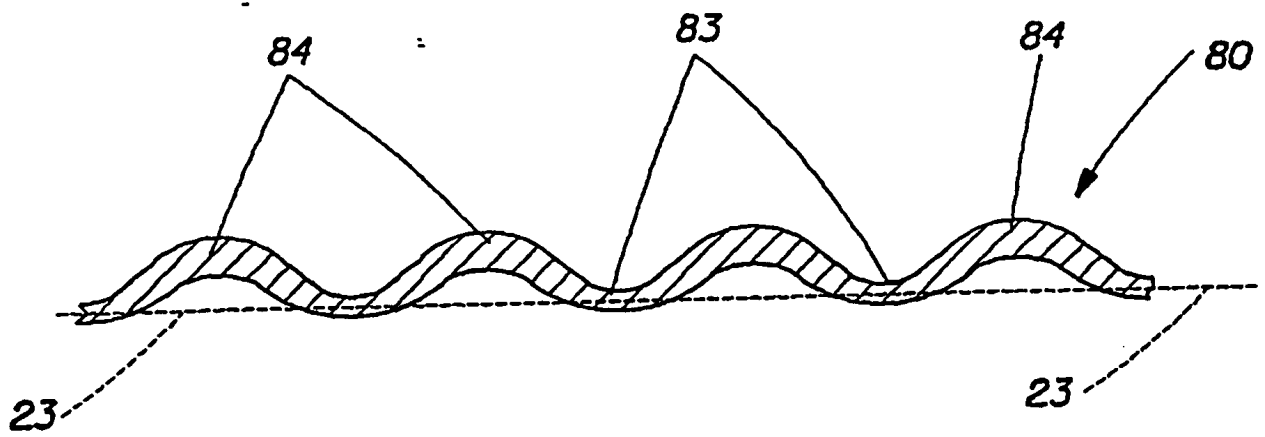


Fig. 6

Stand der Technik

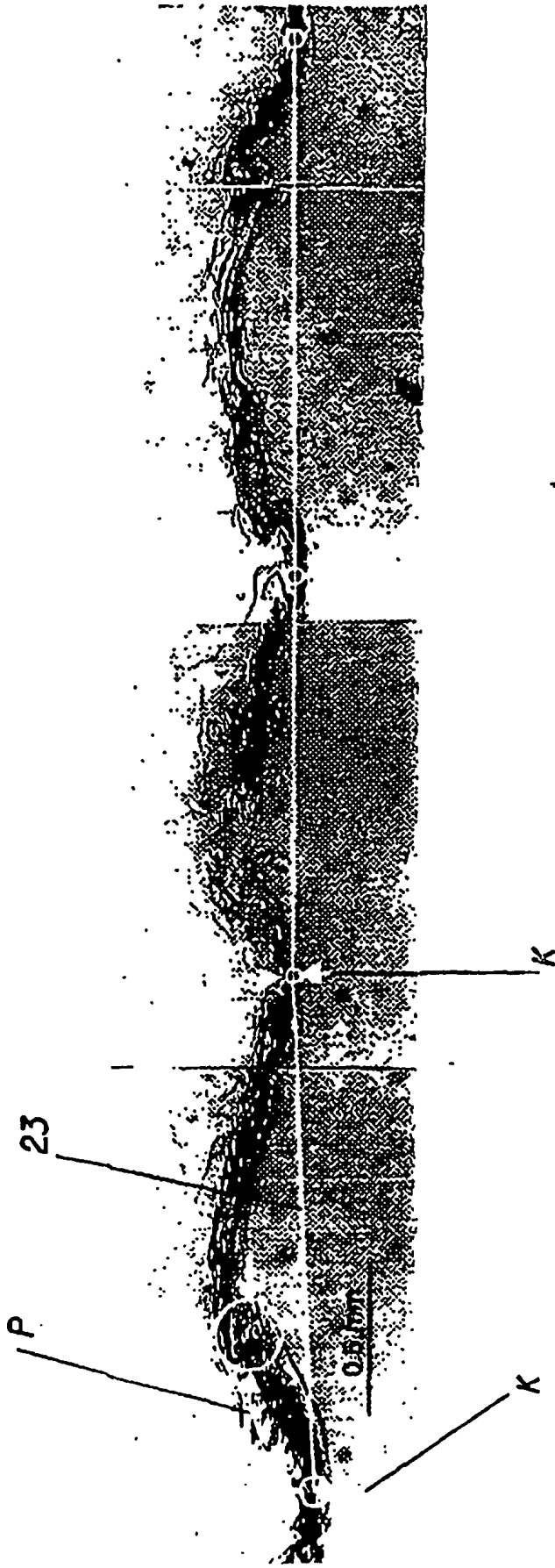


Fig. 7A

Stand der Technik



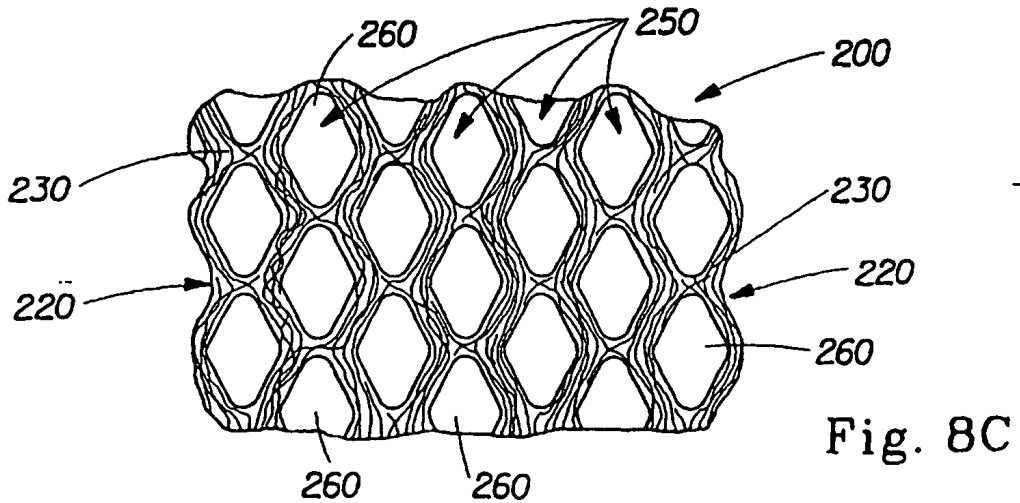
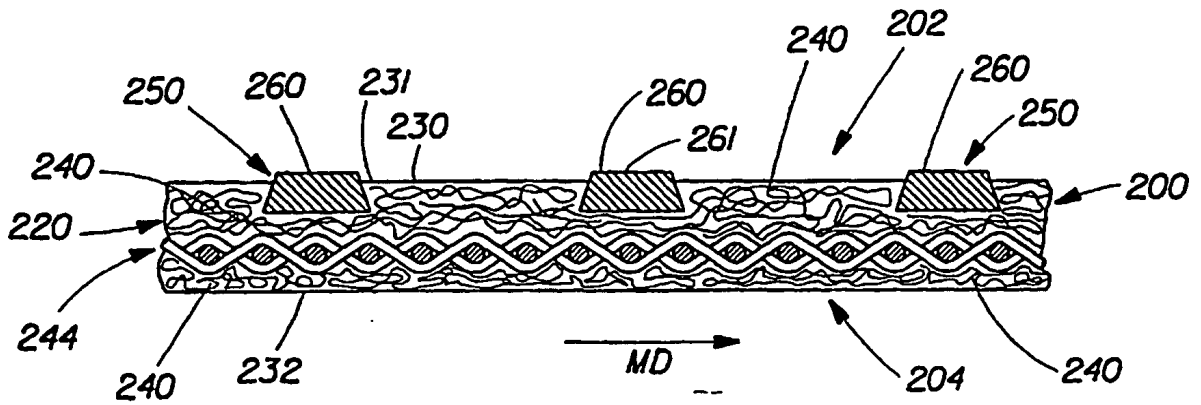
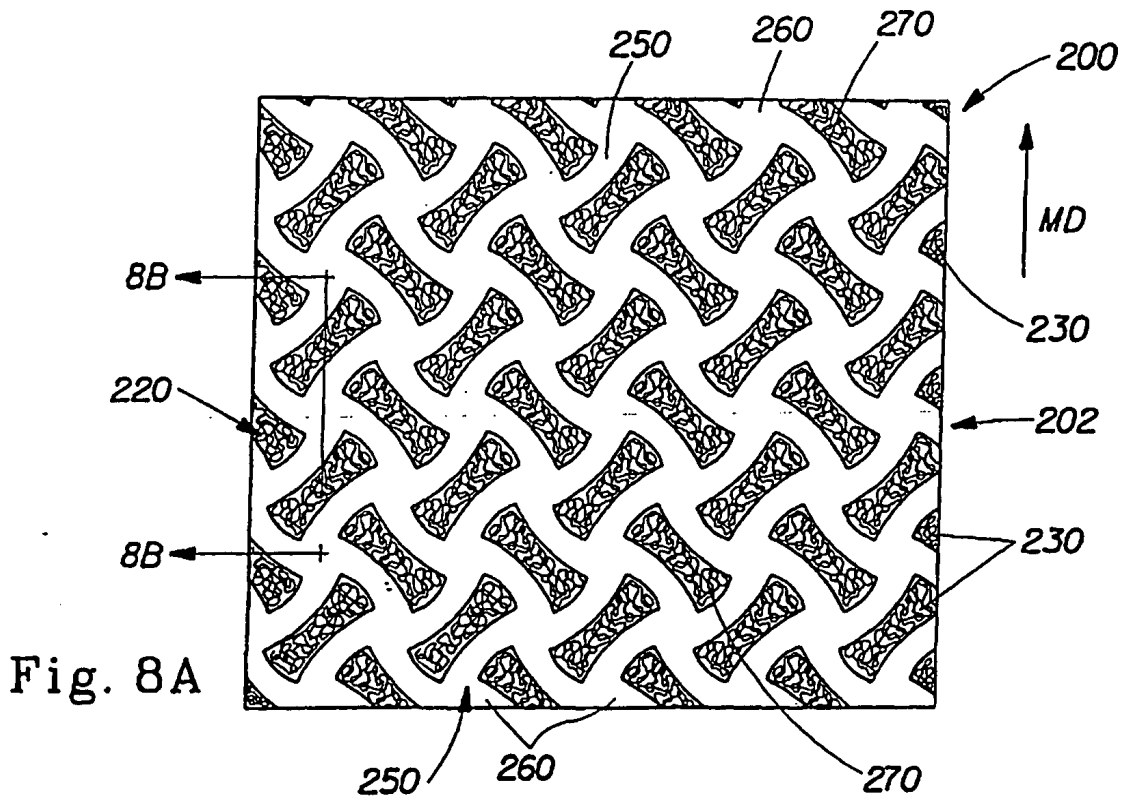
Fig. 7C

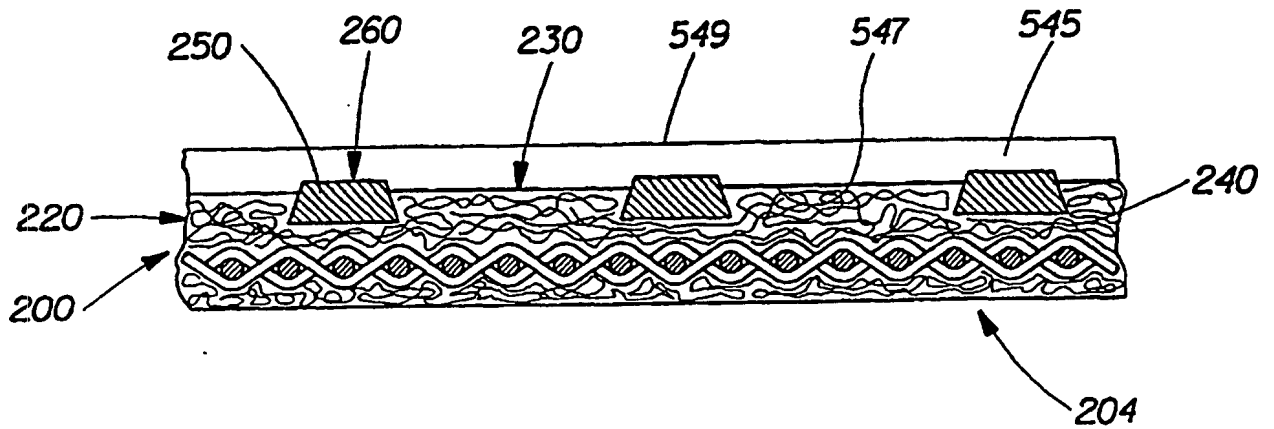
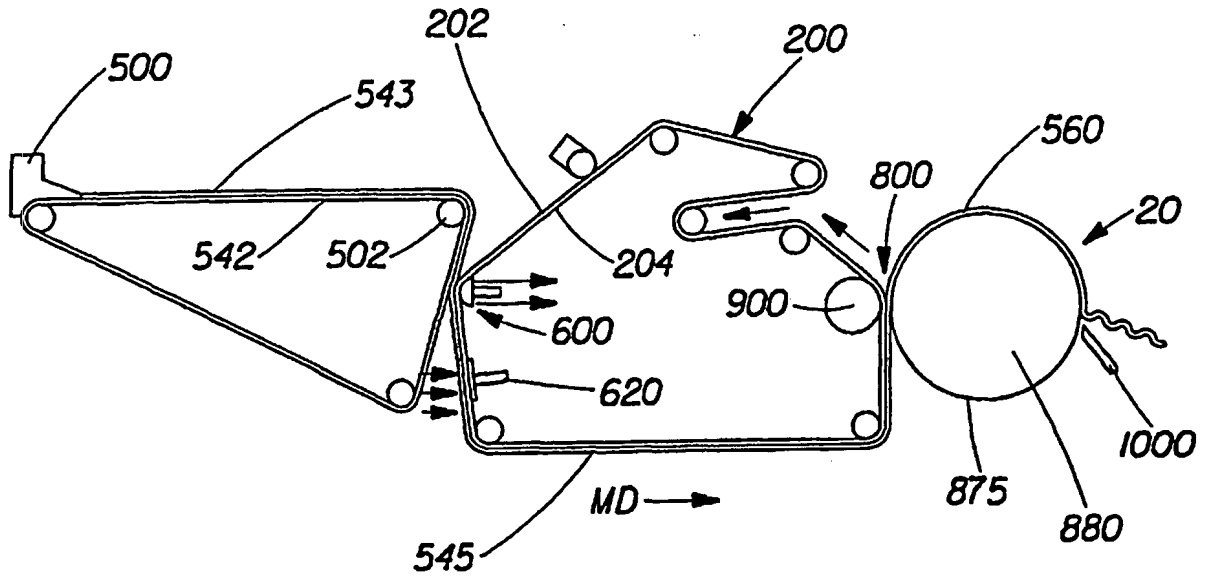
Stand der Technik



Fig. 7B

Stand der Technik





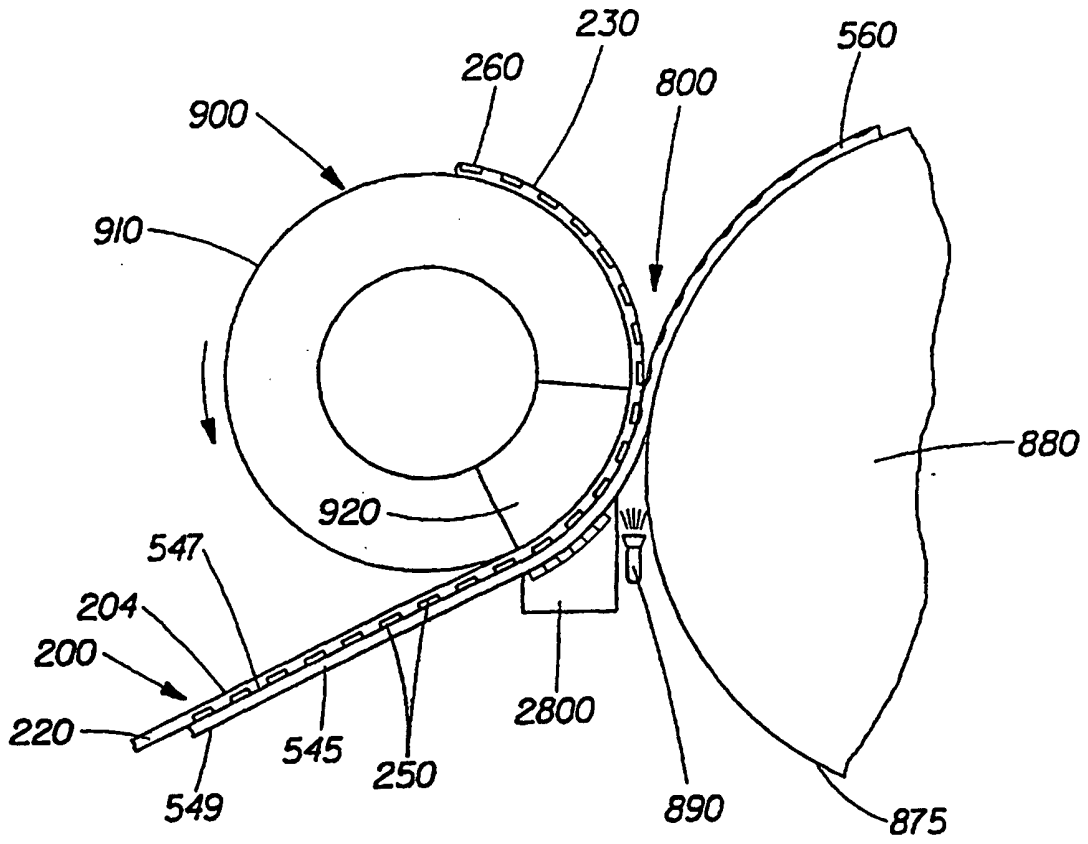


Fig. 9C

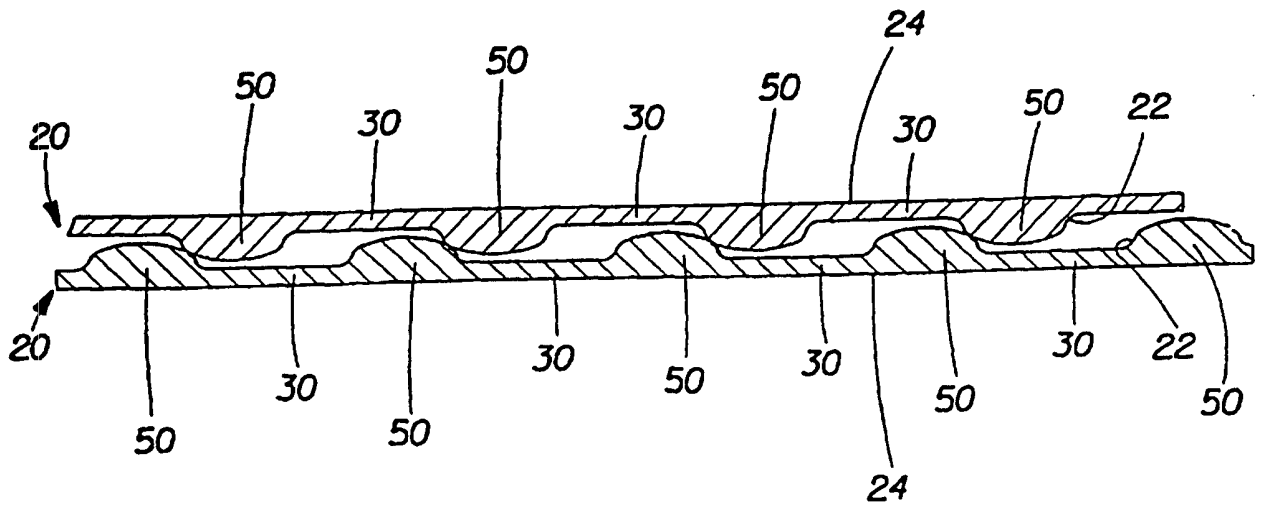


Fig. 9D

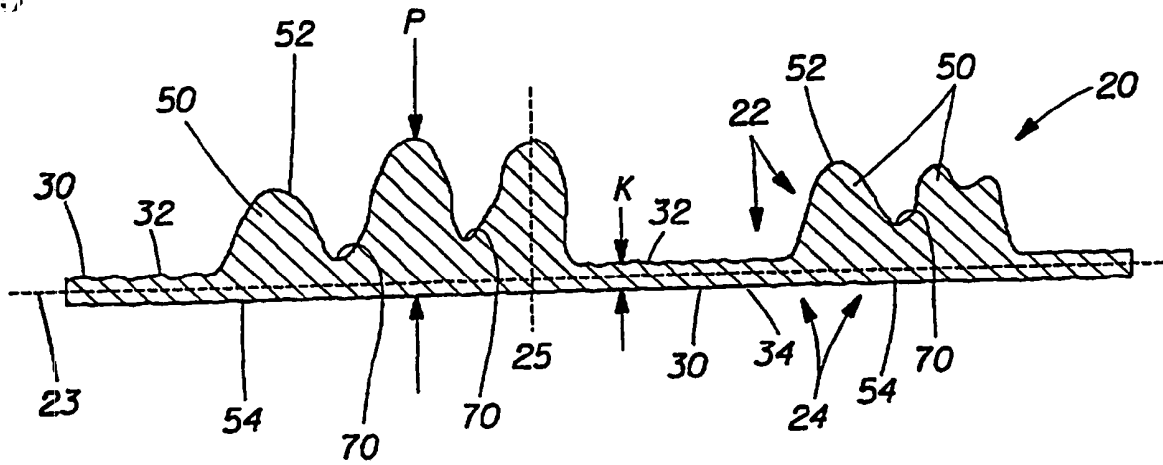


Fig. 10

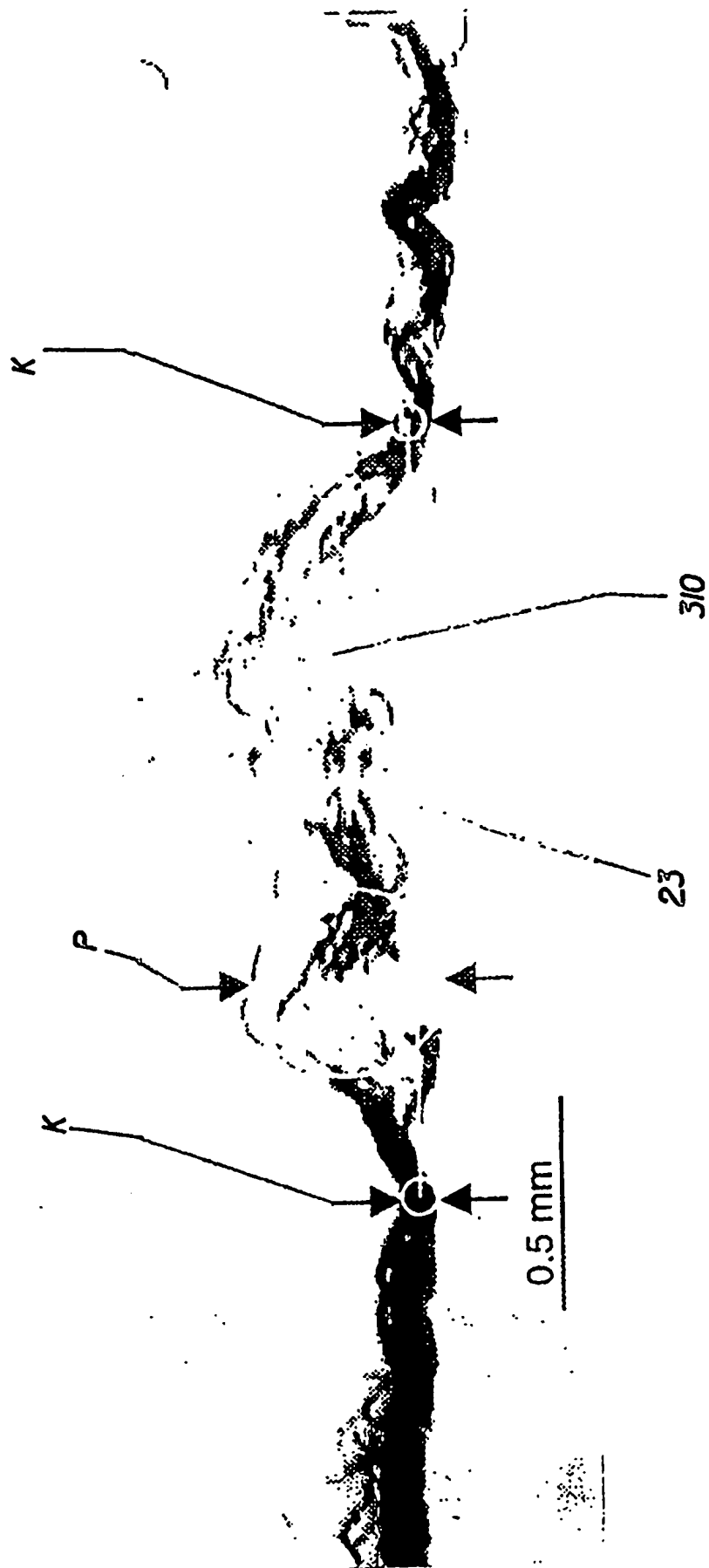


Fig. 11

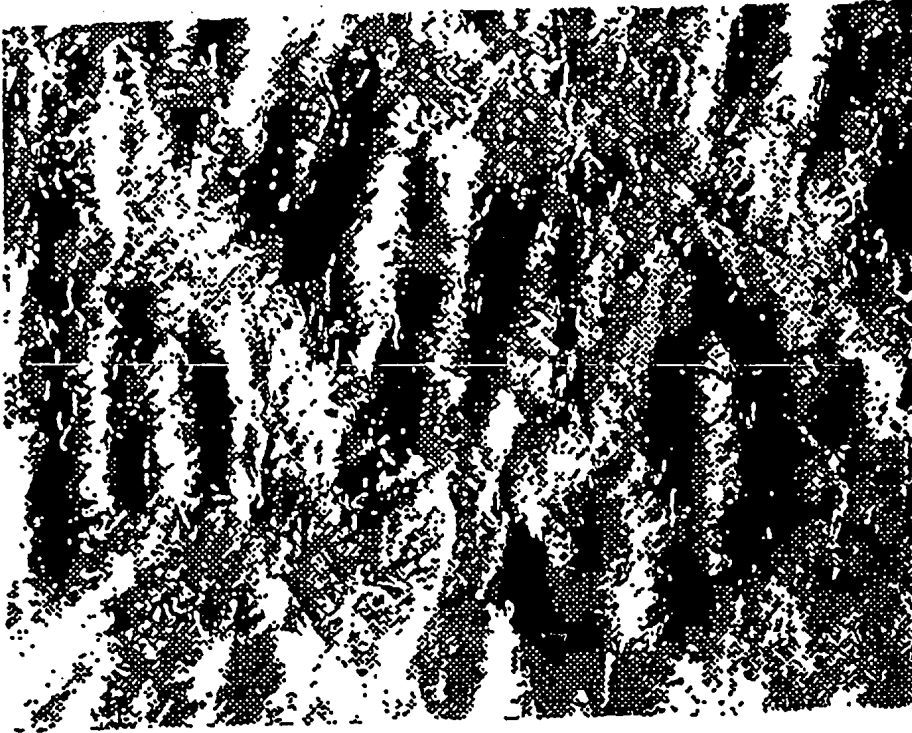


Fig. 13



Fig. 12

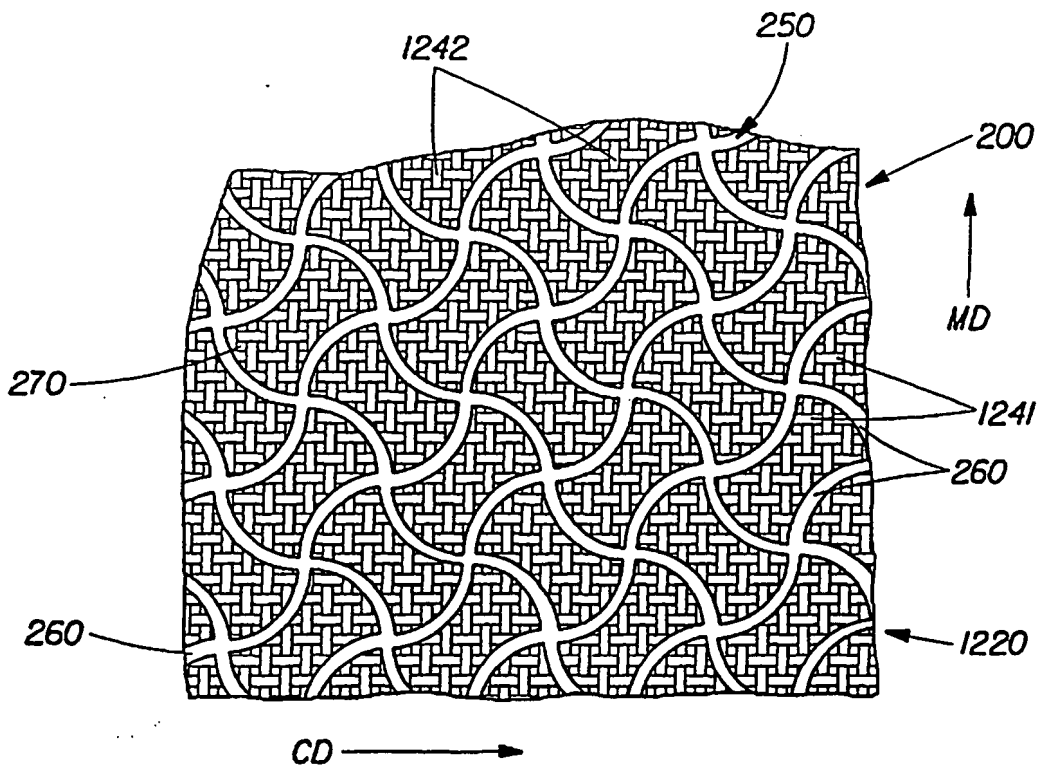


Fig. 14 A

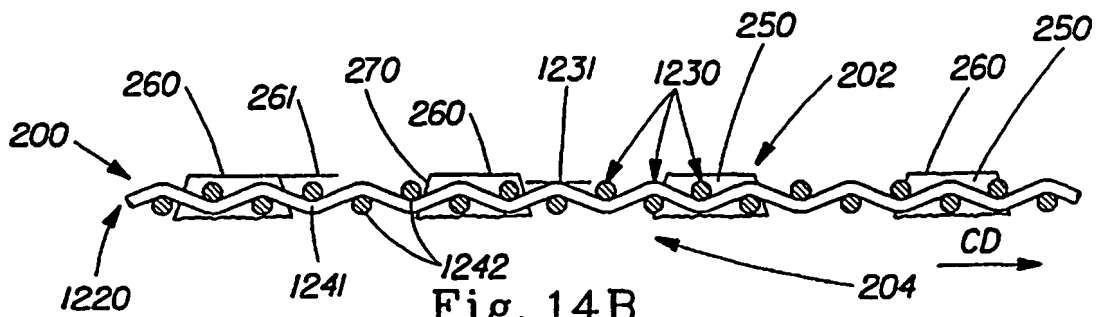


Fig. 14 B

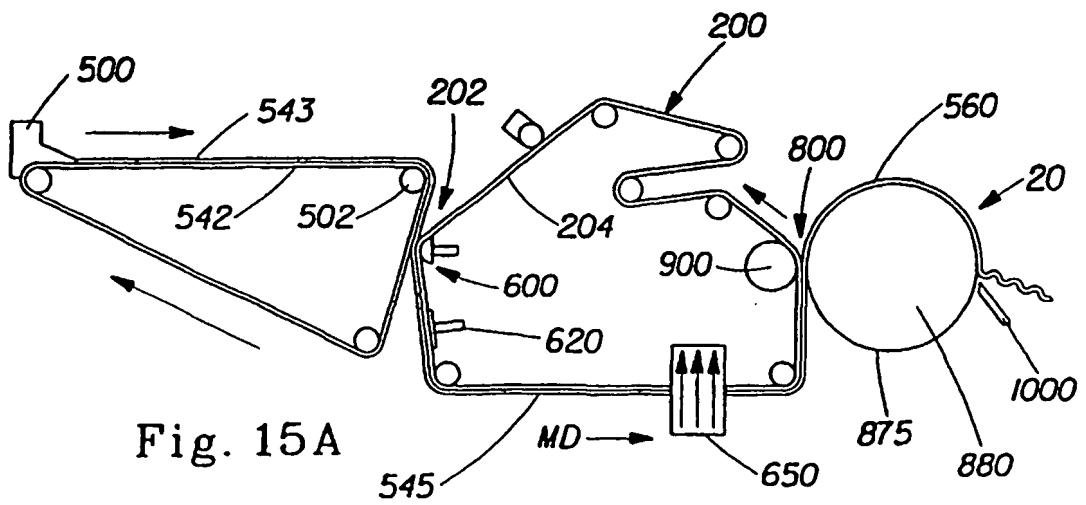


Fig. 15 A

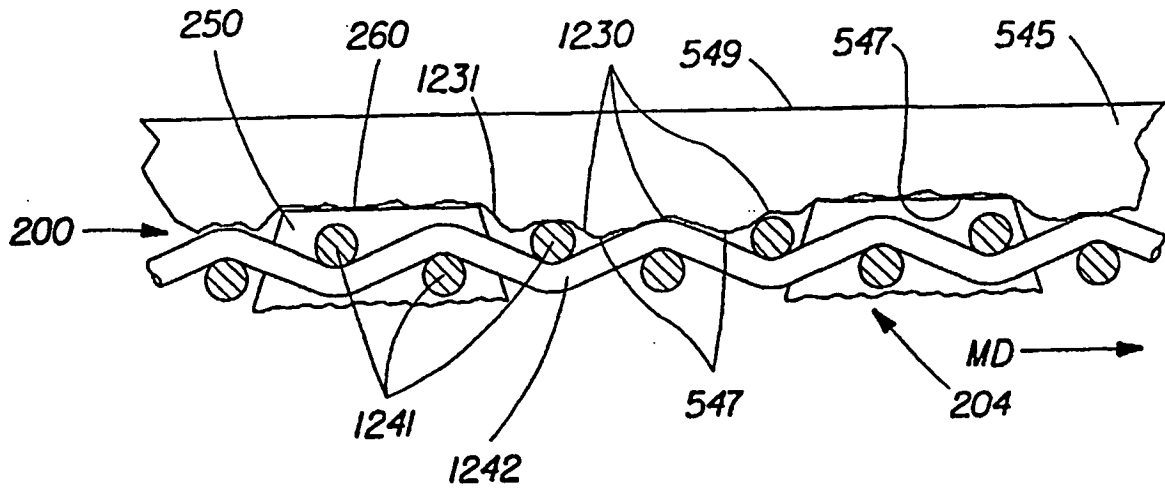


Fig. 15B

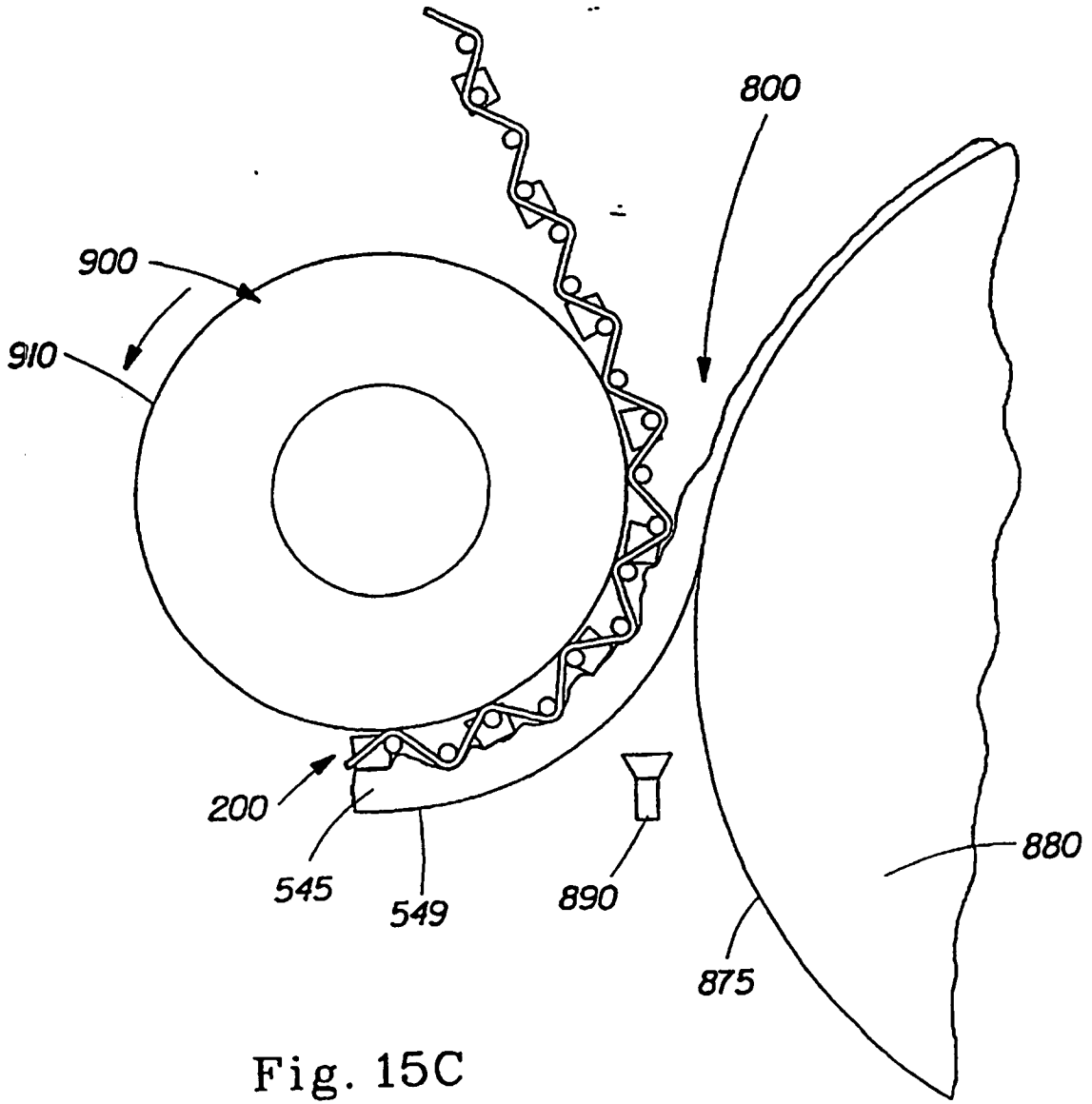


Fig. 15C

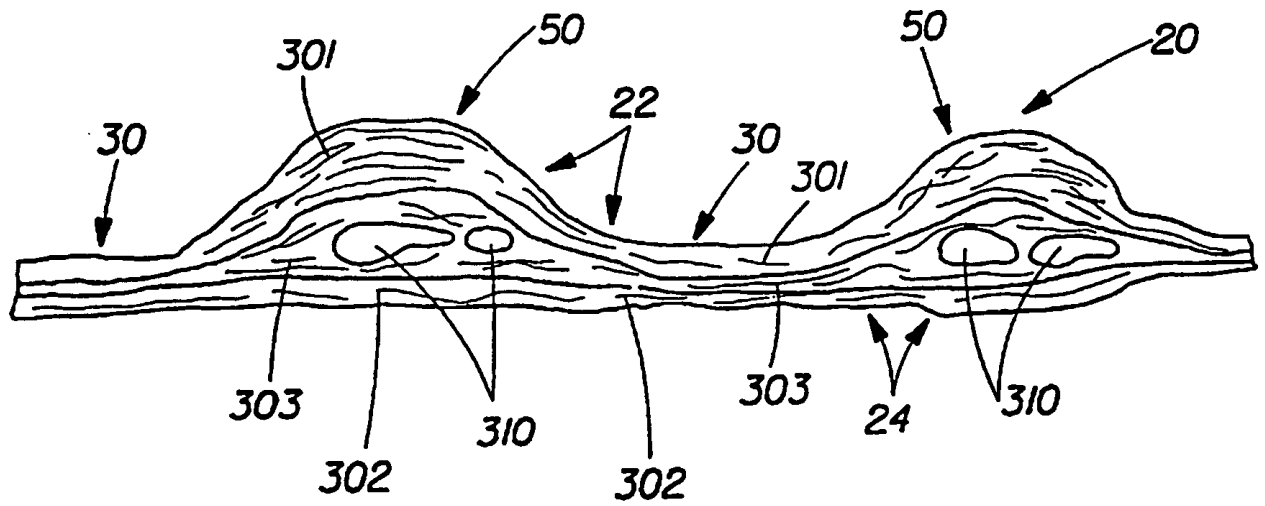


Fig. 16