

(19)



(11)

EP 2 345 761 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.07.2011 Patentblatt 2011/29

(51) Int Cl.:
D21F 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10011180.6**

(22) Anmeldetag: **08.05.2001**

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

(72) Erfinder: **Ronnenberg, Dieter
89555 Steinheim (DE)**

(30) Priorität: **08.05.2000 DE 10022110**

(74) Vertreter: **Wallinger, Michael
Wallinger Ricker Schlotter Foerstl
Patent- und Rechtsanwälte
Zweibrückenstrasse 5-7
80331 München (DE)**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
01943037.0 / 1 287 200

(71) Anmelder: **Ronnenberg, Dieter
89555 Steinheim (DE)**

Bemerkungen:

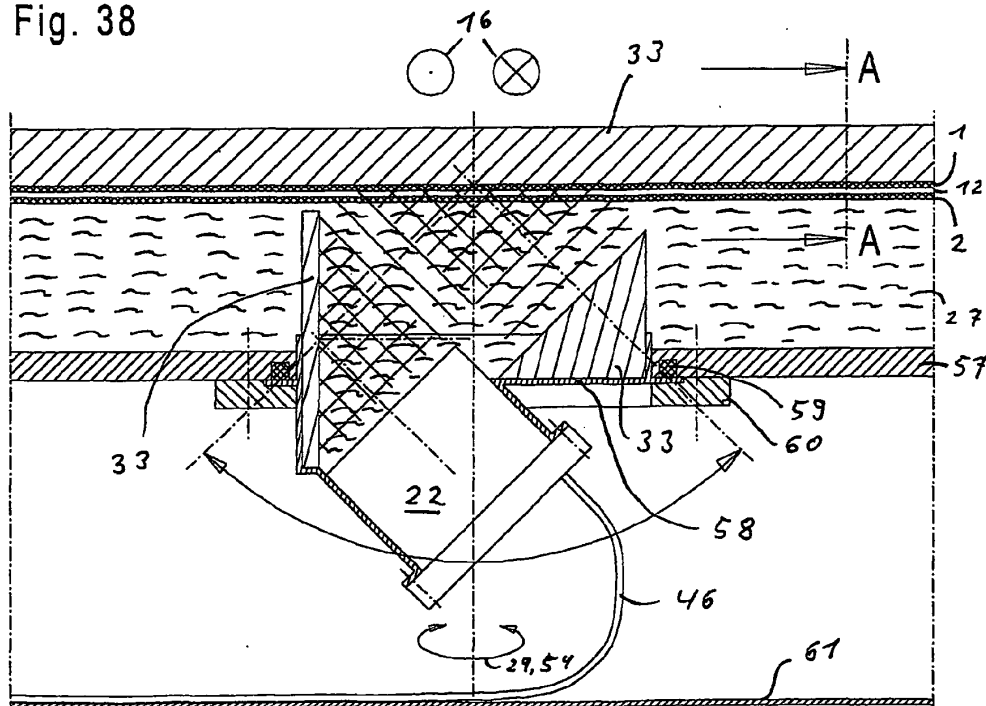
Diese Anmeldung ist am 28-09-2010 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung einer Faserstoffbahn oder einer Suspensionsschicht**

(57) Bei einem Verfahren oder einer Vorrichtung zur Bearbeitung einer Faserstoffbahn oder einer Fasern enthaltenden Suspensionsschicht (12) bei der Herstellung einer Faserstoffbahn wird die Faserorientierung in der

Suspensionsschicht oder in der Faserstoffbahn durch wenigstens ein Schallfeld (25) beeinflusst, dem die Suspensionsschicht (12) oder die Faserstoffbahn ausgesetzt wird.

Fig. 38



EP 2 345 761 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung für die Bearbeitung einer Faserstoffbahn oder einer Suspensionsschicht, insbesondere in einer Papier-, Karton- oder Streichmaschine oder Leimpresse, insbesondere zur Beeinflussung eines Bahneigenschafts-Profils und das auf diese Weise gewonnene Papier bzw. der auf diese Weise gewonnene Karton, gemäss den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Da die vorliegende Erfindung sowohl für Papier-, als auch für Kartonmaschinen einsetzbar ist, wird aus sprachlicher Vereinfachung nachfolgend nur von Papiermaschinen gesprochen. Der Übergang von einer Suspensionsschicht zu einer Faserstoffbahn im Former einer Papiermaschine, wird in der Fachwelt mit dem sogenannten Immobilitätspunkt bezeichnet. Dieses ist der Punkt, von dem an sich die Fasern nach bisheriger Auffassung der Fachwelt in ihrer Lage in der Faserstoffbahn nicht mehr ändern. Weil dieser Punkt aber örtlich nicht genau zu bestimmen ist und weil mittels der vorliegenden Erfindung der Immobilitätspunkt in Richtung Pressenpartie verschiebbar ist, wird auch hier nachfolgend aus Vereinfachungsgründen nur von einer Faserstoffbahn gesprochen. Diese sprachlichen Vereinbarung gelten selbstverständlich nicht für die Patentansprüche und die Zusammenfassung dieser Unterlagen.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind vielfältig Papiermaschinen und deren Baugruppen bekannt. Als Beispiele sollen die Schriften EP 0489094 A1 und EP 0627523 A1 genannt werden. In diesen genannten Schriften werden speziell Former beschrieben. Diesen Formern ist gemeinsam, dass ein, von einem Stoffauflauf aus kommende, maschinenbreiter Suspensionsstrahl zwischen zwei Siebbändern des Formers eingespritzt wird. Im Former übernehmen dann verschiedene Entwässerungselemente das Entwässern des Suspensionsstrahles, so dass am Ende des Formers eine zusammenhängende Faserstoffbahn entstanden ist. Diese Faserstoffbahn weist aber noch eine derart geringe Festigkeit auf, dass eine Abnahmesaugwalze der nachfolgenden Pressenpartie die Bahn ohne sogenannten "freien Zug" behutsam übernehmen muss.

[0004] Die zwei wesentlichsten Eigenschaften einer Faserstoffbahn am Ende der Papiermaschine, sind ein gleichmäßiges Flächengewichts- und ein Faserorientierungs-Querprofil. Seit der Erfindung des sektionalen (d. h. in Zonen unterteilte Arbeitsbreite), Stoffdichte geregelten Stoffauflaufes, lassen sich diese Querprofile unabhängig voneinander im Stoffauflauf einstellen. Dieses ist unter anderem im Sonderdruck p2971 "Faserorientierungs-Querprofil" der Firma Voith Sulzer Papiertechnik veröffentlicht. Dennoch gibt es auch bei Verwendung dieser Stoffaufläufe oftmals ein Faserorientierungs-Querprofil, welches fehlerhaft ist.

[0005] Bei Stoffaufläufen, die nicht sektional stoffdichtegeregelt sind, ist die annähernde, richtige Einstellung

der gewünschten Flächengewichts- und Faserorientierungs-Querprofile noch wesentlich schwieriger, wie jeder Fachmann aus Erfahrung weiß.

[0006] Die Entwässerung einer Faserstoffbahn im Former erfolgt im wesentlichen durch eine Formierwalze und quer zur Sieblaufrichtung angeordnete, maschinenbreite, nachfolgende Entwässerungsleisten. Zum Teil erfolgt die Entwässerung aber auch mittels maschinenbreiter Schleppklingen, Foils oder sogenannter Skimmer. Bei Langsiebpapiermaschinen kamen früher hierfür auch Registerwalzen zum Einsatz. Trotz der Erfindung des sektionalen, Stoffdichte geregelten Stoffauflaufes, ergibt sich dennoch ein entscheidendes Problem der Papierherstellung : Weil die Entwässerungsstrecke von der Stoffauflaufdüse bis zu dem Immobilitätspunkt mehrere Meter beträgt und weil der Suspensionsstrahl hoch turbulent ist, erfährt die Faserorientierung bei der Entwässerung im Former erhebliche Störungen, die wieder zur Verschlechterung des Faserorientierungs-Querprofils führen.

[0007] Ein weiterer Nachteil im Stand der Technik besteht nun auch darin, dass das Faserorientierungs-Querprofil im Former nur noch geringfügig beeinflusst werden kann. Diese Beeinflussung erfolgt beispielsweise durch über die Breite der Maschine betrachtet unterschiedliches Anpressen der Entwässerungselemente. Da im Stand der Technik die Entwässerungselemente im wesentlichen starre Elemente sind, werden selbst bei einem punktförmigen Anpressen der Entwässerungselemente an das Sieb auch Nachbarregionen dieses Punktes mit angepresst. Dadurch ergibt sich eine quasi "ausstrahlende" Wirkung der Entwässerungselemente. Insgesamt kann dann der tatsächlich angepresste Bereich des Entwässerungselementes bis zu 1 Meter betragen. Durch dieses unterschiedliche Anpressen der Entwässerungselemente kommt es dann zu Querströmungen (d. h. quer zur Sieblaufrichtung) innerhalb der Faserstoffbahn.

[0008] Dieses bringt wieder die Nachteile - wie in der zitierten Schrift p2971 beschrieben - der abhängigen Wechselwirkung zwischen Flächengewichts-, Faserorientierungs- und Trockengehalts-Querprofil.

[0009] Jedes Mal, wenn das Sieb eines Formers über ein Entwässerungselement läuft, entstehen Druckimpulse auf die Faserstoffbahn. Dieses wird beispielsweise in der Firmenschrift p3025e "High Technology Components for Cost Effective Paper Machine Upgrading" von Voith Sulzer Paper Technology, Seiten 4 und 5, beschrieben. Ein weiterer Nachteil im Stand der Technik besteht nun darin, dass die Anzahl der Impulse mit der Anzahl der Entwässerungselemente übereinstimmt und dass dadurch die Anzahl der Impulse begrenzt ist. Außerdem stellt der Impuls selbst einen technologischen Nachteil dar: Aus der Fourier-Mathematik ist bekannt, dass ein Impuls durch Superposition von verschiedenen Sinus- und Cosinusfunktionen, die ganzzahlige Vielfache einer Grundfrequenz sind, nachgebildet werden kann. Die Impulsform wird durch die hydrodynamischen Gegebenheiten

ten zwischen Entwässerungselement und Sieb bestimmt. Ändern sich nun diese hydrodynamischen Gegebenheiten geringfügig (beispielsweise durch Veränderung des Wasserkeiles zwischen Entwässerungselement und Sieb), so kann es sein, dass beispielsweise der für eine bessere Faserorientierung (oder Retention) verantwortliche Frequenzanteil, nicht mehr vorhanden ist. Impulsform-Änderungen wirken sich dabei vor allen Dingen in den höheren Frequenzanteilen aus, wobei gerade diese höheren Frequenzen besonders energiereich und damit vorteilhaft sind.

[0010] Ein weiterer Nachteil im Stand der Technik besteht darin, dass die Impulse im wesentlichen immer nur senkrecht auf der Faserstoffbahn bzw. des Siebes stehen. Außerdem lassen sich die Impulse - über die Breite der Maschine betrachtet - nur über das unterschiedliche Anpressen der Entwässerungselemente teilweise beeinflussen, welches wieder die oben genannten Nachteile der "ausstrahlenden Wirkung" mit sich bringt.

[0011] Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren, eine Vorrichtung und ein Papier zu finden, welche die genannten Nachteile des Standes der Technik reduziert oder sogar vermeidet.

[0012] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren, eine Vorrichtung oder ein Erzeugnis nach einem der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Die Unteransprüche beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren für die Bearbeitung einer Faserstoffbahn oder einer Suspensionsschicht in einer Papier-, Karton- oder Streichmaschine oder Leimpresse zur Beeinflussung eines Bahneigenschafts-Profiles vorgesehen, bei dem zur Beeinflussung des Bahneigenschafts-Profiles, mindestens ein sektionales, gerichtetes Schallfeld verwendet wird. Der Begriff "sektionales Schallfeld" bedeutet hierbei, dass das Schallfeld vorzugsweise schmaler ist als die Breite der Faserstoffbahn oder der Suspensionsschicht, und dass das Schallfeld vorzugsweise unter einem definierten Winkel auf Bestandteile der Faserstoffbahn oder Suspensionsschicht einwirkt.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem das Bahneigenschafts-Profil ein senkrecht zur Ebene der Faserstoffbahn oder der Suspensionsschicht stehendes Profil - also ein sogenanntes Z-Profil - ist.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsbeispiele kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem das Bahneigenschafts-Profil ein Querprofil ist, d.h. ein Profil, das quer zur Maschinenaufrichtung und in der Ebene der Faserstoffbahn oder Suspensionsschicht liegt.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merk-

malen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem das von einem Sender erzeugte Schallfeld mittels eines flüssigen Übertragungsmediums übertragen wird.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem mindestens ein weiteres sektionales, gerichtetes Schallfeld auf eine Sektion der Bestandteile einer Faserstoffbahn oder Suspensionsschicht einwirkt, wobei dieses weitere Schallfeld - in Maschinenaufrichtung betrachtet - zum ersten Schallfeld versetzt sein kann.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem das erste Schallfeld und das zweite Schallfeld gleichzeitig auf die Bestandteile einer Faserstoffbahn oder Suspensionsschicht einwirken und dabei - zumindest teilweise - miteinander interferieren.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem das zweite Schallfeld, durch Reflexion - von mindestens einem Teil - des ersten Schallfeldes erzeugt wird.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem auf die Bestandteile der Faserstoffbahn oder der Suspensionsschicht eine stehende Welle einwirkt.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem die stehende Welle aus mindestens einem Schallfeld und aus - mindestens einem Teil - seiner Reflexion besteht.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem die Richtung des Schallfeldes mittels Brechung an seinem Übergang von fester zu flüssiger Materie abgelenkt wird.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem mittels mindestens eines Schallfeldes die Schichtung der Bestandteile der Faserstoffbahn bzw. einer Suspensionsschicht in Z-Richtung beeinflusst wird.

[0024] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem mittels mindestens eines Schallfeldes die Ausrichtung von Bestandteilen der Faserstoffbahn bzw. einer Suspensionss-

schicht zu den Raum-Achsen beeinflusst wird.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem mittels mindestens eines Schallfeldes die Faserorientierung - also die Fasern in der Ebene einer Faserstoffbahn bzw. einer Suspensionsschicht - beeinflusst wird.

[0026] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem mittels mindestens eines Schallfeldes der Trockengehalt einer Faserstoffbahn bzw. einer Suspensionsschicht beeinflusst wird.

[0027] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem mittels mindestens eines Schallfeldes das Reißlängenverhältnis einer Faserstoffbahn bzw. einer Suspensionsschicht beeinflusst wird.

[0028] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem mittels mindestens eines Schallfeldes die Flokation einer Faserstoffbahn bzw. einer Suspensionsschicht beeinflusst wird.

[0029] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem mittels mindestens eines Schallfeldes die Schichthöhe eines Farbauftrages auf einer Faserstoffbahn bzw. einer Suspensionsschicht beeinflusst wird.

[0030] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem mittels mindestens eines Schallfeldes die Schichthöhe eines Leimauftrages auf einer Faserstoffbahn bzw. einer Suspensionsschicht beeinflusst wird.

[0031] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem mittels mindestens eines Schallfeldes mindestens zwei aufeinander liegende Faserstoffbahnen bzw. Suspensionsschichten miteinander verwoben werden.

[0032] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem mindestens ein Schallfeld intermittierend betrieben ist.

[0033] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden

können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem die Schwingungen des mindestens einen Schallfeldes durch Superposition von mindestens zwei überlagerten Schwingungen verschiedener Frequenzen gebildet werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Verfahren vorgesehen, bei dem die Frequenz des Schallfeldes mehr als 20000 Hertz beträgt.

[0034] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung für die Bearbeitung einer Faserstoffbahn oder einer Suspensionsschicht, insbesondere in einer Papier-, Karton- oder Streichmaschine oder Leimpresse zur Beeinflussung eines Bahneigenenschafts-Profiles vorgesehen, bei der mindestens ein vorzugsweise sektionaler Sender ein Schallfeld erzeugt, und bei der zwischen dem Sender und den Bestandteilen der Faserstoffbahn oder der Suspensionsschicht ein flüssiges Übertragungsmedium angeordnet ist.

[0035] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der Sender in einer Siebpartie (Former) angeordnet ist.

[0036] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der Sender in einer Pressenpartie angeordnet ist, wobei die Oberfläche des Senders direkt auf einen Pressfilz oder auf die Faserstoffbahn - zum Austreiben oder zum Erwärmen von Wasser - gerichtet ist.

[0037] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der Sender in einer Trockenpartie angeordnet ist, wobei die Oberfläche des Senders direkt auf die Faserstoffbahn - zum Erwärmen des Wassers in der Faserstoff - gerichtet ist.

[0038] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der Sender in einer Streichmaschine angeordnet ist.

[0039] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der Sender in einer Leimpresse angeordnet ist.

[0040] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der Sender über eine Zufuhrleitung für Übertragungsmedium verfügt.

[0041] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der Sender über eine Abzugsleitung für ein Übertragungsmedium verfügt, wobei vorzugsweise die Abzugsleitung am höchsten Punkt des Übertragungsmediums am Sender angebracht ist.

[0042] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der dem Sender mindestens ein Reflektor zugeordnet ist.

[0043] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der Reflektor im wesentlichen eben gestaltet ist.

[0044] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der Reflektor konkav gewölbt - vorzugsweise parabolisch - gestaltet ist.

[0045] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der Reflektor sägezahnförmig gestaltet ist.

[0046] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der Reflektor in Form - mindestens - eines Hohl-Tripel-Spiegels gestaltet ist.

[0047] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der mindestens eine Hohl-Tripel-Spiegel aus einzelnen Lamellen aufgebaut ist.

[0048] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der das Gehäuse des Senders, an dem der Faserstoffbahn bzw. dem Sieb zugewandten Ende, mit einem Gleitbelag versehen ist.

[0049] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der das Schallfeld mittels eines Motors - vorzugsweise eines Schrittmotors - bewegt wird.

[0050] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der meh-

rere Schallfelder mittels Kanälen eines - vorzugsweise sternförmigen - Schreibkopfes auf die Faserstoffbahn oder Suspensionsschicht aufgebracht werden.

[0051] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der - mindestens eine - Sender auf einer Traverse montiert ist, die sich vorzugsweise quer durch die Maschine erstreckt.

[0052] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei der der - mindestens eine - Sender auf einer drehbaren Montagescheibe angebracht und auf einen Schwenkwinkel einstellbar ist und diese Montagescheibe an der Traverse angebracht ist.

[0053] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Papier oder ein Karton, hergestellt mit einem Verfahren oder mit einer Vorrichtung nach mindestens einer der beschriebenen oder weiterer Ausführungsformen der Erfindung vorgesehen, wobei vorzugsweise mindestens ein Bahneigenschafts-Profil mittels mindestens eines sektionalen, gerichteten Schallfeldes beeinflusst wird.

[0054] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Papier oder ein Karton, hergestellt mit einem Verfahren oder mit einer Vorrichtung nach mindestens einer der beschriebenen oder weiterer Ausführungsformen der Erfindung vorgesehen, wobei die Faserstoffbahn bzw. die Suspensionsschicht mindestens eine durch mindestens ein Schallfeld erzeugte Signatur enthält.

[0055] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Papier oder ein Karton, hergestellt mit einem Verfahren oder mit einer Vorrichtung nach mindestens einer der beschriebenen oder weiterer Ausführungsformen der Erfindung vorgesehen, wobei die Faserstoffbahn bzw. die Suspensionsschicht magnetisierbare Teilchen enthält.

[0056] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merkmalen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Papier oder ein Karton, hergestellt mit einem Verfahren oder mit einer Vorrichtung nach mindestens einer der beschriebenen oder weiterer Ausführungsformen der Erfindung vorgesehen, wobei die Faserstoffbahn bzw. die Suspensionsschicht volumenelastische Teilchen enthält.

[0057] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, deren Merkmale auch vorteilhaft mit Merk-

malen anderer Ausführungsformen kombiniert werden können, ist ein Papier oder ein Karton, hergestellt mit einem Verfahren oder mit einer Vorrichtung nach mindestens einer der beschriebenen oder weiterer Ausführungsformen der Erfindung vorgesehen, wobei ein in der Faserstoffbahn bzw. ein in der Suspensionsschicht befindlicher Metallstreifen mittels mindestens eines Schallfeldes in seiner Lage fixiert wird.

[0058] Wie schon beschrieben, gibt es nach Verlassen des Suspensionsstrahles aus dem Stoffauflauf nur noch eine geringfügige und unzureichende Einflussnahmemöglichkeit auf das Flächengewichts- und/oder Faserorientierungs-Querprofil durch die Entwässerungselemente. Generell besteht das Problem darin, dass die Faserstoffbahn zwischen zwei Sieben eingeschlossen ist. Da sich die Siebe bewegen, kann man nicht durch diese "hindurch greifen", um z. B. die Faserorientierung zu beeinflussen. Der führer- und triebseitige Spalt zwischen den Sieben bietet auch keine Möglichkeit beispielsweise auf die Faserorientierung Einfluss zu nehmen, da sonst von diesem Spalt aus, mindestens über die halbe Maschinenbreite in die Faserstoffbahn hinein gewirkt werden müsste. Dieses ist bei Maschinenbreiten von bis zu 10 Metern und bei einem Siebabstand von nur wenigen Millimetern aus heutiger Sicht nicht beherrschbar, zumal die Bereiche der Faserstoffbahn, die näher zur Führer oder Triebseite liegen, den Zugriff auf weiter zur Maschinenmitte hin liegende Bereiche versperren.

[0059] Der Erfinder suchte deshalb nach einem Konstruktionselement, welches es ihm gestattet, durch mindestens eines der Siebe "hindurch zu greifen". Dieses Werkzeug müsste in der Lage sein, durch die sich bewegenden Siebmaschen in den Bereich zwischen den Sieben hineinzuwirken, ohne selbst in den Maschen platziert zu sein. Da für den rauen Einsatz innerhalb einer Papiermaschine kein derart feines, körperliches Werkzeug in Frage kommt, kam der Erfinder auf die Idee, eine gerichtete Energie durch die Siebmaschen zu schicken. Da offene elektrische Energie wegen der Feuchtigkeit nicht praktikabel ist, fiel die Entscheidung zu Gunsten von Schall.

[0060] Zwar werden die Wellenfronten der Schallwellen durch die Fäden des Siebes zerstört, jedoch bilden sich in den Maschen des Siebes Elementarwellen aus, die gemäss dem Prinzip von Huyghens aber nach dem Durchdringen der Maschen, wieder zu Wellenfronten miteinander interferieren.

[0061] Die Einflussnahme auf die Faserstoffbahn mittels eines Schallfeldes bringt einen elementaren Vorteil gegenüber dem Stand der Technik : Das Schallfeld kann direkt an der zu beeinflussenden Stelle der Faserstoffbahn, auf der der Faserstoffbahn abgewandten Seite des Siebes platziert werden. Der Abstand zu den Fasern zwischen den Sieboberflächen beträgt so weniger als einen Millimeter (bei einer Siebdicke von beispielsweise 0,7 Millimetern) und nicht mehrere Meter wie bisher. Wie gezeigt wurde, stellt das Sieb selbst kein nennenswertes Hindernis dar. Ein weiterer Vorteil des Schallfeldes ge-

gen über den Entwässerungsleisten besteht darin, dass hier auch keine quer zur Maschinenlaufrichtung "ausstrahlende Wirkung" vorhanden ist.

[0062] Aus der Physik sind die Kundtschen Staubfiguren und die Chladnischen Klangfiguren bekannt. Bei diesen Figuren erfahren Partikel mittels Schwingungen eine Ausrichtung auf einer waagerechten Ebene (Partikel Anhäufungen in der Senkrechten können wegen der Relation zur waagerechten Ebene vernachlässigt werden). Eine Ausrichtung der Partikel um eine ihrer Körperachsen wie es z. B. für eine Beeinflussung der Faserorientierung erforderlich wäre ist von diesen Figuren jedoch nicht bekannt. Ferner lassen sich die Formen der oben genannten Figuren nicht zur Faserstoffbahn-Beeinflussung anwenden, weil von einer Faserstoffbahn Homogenität in der Ebene erwartet wird.

[0063] Da bei den heutigen Faserstoffbahn-Breiten von bis zu 10 Metern eine einzige Schallquelle nicht ausreichen würde, käme es bei der Verwendung von mindestens zwei in Relation zur Maschinenbreiteneckförmigen Schallquellen, zu Interferenz-Hyperbeln, die ein homogenes Schallfeld unmöglich machen würden.

[0064] Es stellte sich dann die Frage, wie muss die Form eines Schallfeldes beschaffen sein, um nun beispielsweise die Faserorientierung beeinflussen zu können. Außerdem stellte sich die Frage : Schüttelt ein, die Faserstoffbahn durchdringendes, Schallfeld die Fasern evtl. nur auf, so wie die Federn eines Kopfkissens aufgeschüttelt werden, oder erfahren die Fasern durch die Richtung des Schallfeldes evtl. eine bestimmte Orientierung ? Durch den Artikel "Das Ultraschallfeld als Kaltgasfalle" aus "Spektrum der Wissenschaft" vom Januar 2000 (deutsche Ausgabe) erfuhr der Erfinder von der Möglichkeit, Eiskristalle mittels eines Ultraschallfeldes schweben zu lassen. In dem Aspekt, dass mit Hilfe dieser Einrichtung Teilchen zum Schweben gebracht werden können, sah der Erfinder eine Teillösung zu den auf einer Ebene liegenden Partikeln der Kundtschen Staubfiguren bzw. der Chladnischen Klangfiguren. Der Ultraschall ist bei der "Kaltgasfalle" nicht zwingend notwendig, jedoch bot er sich - weil er besonders energiereich ist - als Hilfsmittel an.

[0065] Beim Studium einer Grundlagen-Literatur (Physik und Technik des Ultraschalls, Autor Heinrich Kuttruff, S. Hirzel Verlag, Stuttgart, Ausgabe 1988) entdeckte der Erfinder auf Seite 169 eine Abhandlung über die sogenannte Pohlman-Zelle. Diese Pohlman-Zelle (Zitat)"... ist ein flaches Gefäß mit durchsichtigen Wänden; die dem einfallenden Schall zugewandte Wand ist eine dünne Folie und damit schalldurchlässig. In dieser Zelle befindet sich eine Flüssigkeit, in der zahlreiche kleine und dünne Metallblättchen suspendiert sind. Im Ruhezustand sind diese Blättchen regellos orientiert. Werden sie aber von einer Schallwelle getroffen, so stellen sie sich senkrecht zur Schalleinfallrichtung..."

[0066] Auch hier gilt, dass der Ultraschall nicht zwingend erforderlich ist, aber wegen seinen hohen Energiedichte hilfreich ist. Die beschriebene Ausrichtung der

Plättchen kommt durch die aus der Physik bekannten "Effekte 2. Ordnung" zustande.

[0067] Aus produktionstechnischen Gründen wird in einer Papiermaschine die Faserhaupttrichtung meistens in Maschinenlaufrichtung gewünscht, weil dadurch in dieser Richtung dann eine erhöhte Zugfestigkeit des Papiers vorhanden ist und dadurch die Gefahr der Bahnabrisse reduziert wird. Will man nun den Effekt der Pohlman-Zelle für eine Faserausrichtung (Fasern = Holzschliff und Zellstoff) z. B. in Maschinenlaufrichtung ausnutzen, so muss die Ausbreitungsrichtung des Schallfeldes quer zur Maschinenlaufrichtung und zugleich in einem möglichst spitzen Winkel zum Sieb ausgerichtet werden. Durch diese Ausrichtung des Schallfeldes richten sich die Fasern der Faserstoffbahn zumindest zum Teil in einer Ebene aus, die zum einen in Maschinenlaufrichtung weist und zum anderen schräg zwischen den Sieben steht.

[0068] In dieser Ebene können die Fasern aber im Extremfall mit ihrem einen Ende zu dem einen Sieb und mit ihrem anderen Ende zum anderen Sieb hin weisen und sind damit nicht in Maschinenlaufrichtung. Deshalb tragen sie zunächst nicht zur Festigkeitssteigerung - zur sogenannten Reißlänge - bei. Hier aber erkannte der Erfinder, dass durch die allmähliche Annäherung der Siebe im weiteren Entwässerungsverlauf und der damit verbundenen Entwässerungsströmung in Richtung Sieb-Außenfläche, diese Fasern in oder entgegen Maschinenlaufrichtung bei Beibehaltung ihrer Lage in der durch das Schallfeld erzeugten Ebene umgelegt werden.

[0069] Auch wenn sich Fasern zusammen mit den Sieben bei ihrem sich Vorbeibewegen an dem Schallfeld evtl. nur unmerklich in die zur Ausbreitungsrichtung des Schallfeldes rechtwinklig liegende Ebene bewegen, so erfahren die Fasern dennoch einen Drehimpuls, der sie auch nach Verlassen des Schallfeldes die gewünschte Drehung weiter vollziehen lässt.

[0070] Zur Vollständigkeit sei erwähnt, dass im Bereich des Formers z. T. die Faserhaupttrichtung bewusst z. B. in den Randbereichen der Faserstoffbahn in einem spitzen Winkel zur Maschinenlaufrichtung gewünscht wird. Durch den weiteren Entwässerungs- und Trocknungsprozess der Faserstoffbahn erfahren die Fasern beispielsweise eine Schrumpfung, so dass am Ende der Papiermaschine schließlich die Faserhaupttrichtung im wesentlichen parallel zur Maschinenlaufrichtung ist. Das gewünschte Faserorientierungs-Querprofil am Ende des Formers ist also keineswegs ein mit der Null-Linie identischer Graph.

[0071] Zusätzlich, zu der schon beschriebenen Möglichkeit zur Ausrichtung von Fasern mittels eines Schallfeldes, gibt es aber auch noch die Alternative, die Fasern zwei Schallfeldern auszusetzen. Diese zwei Schallfelder wirken entweder in Maschinenlaufrichtung betrachtet nacheinander auf die Fasern ein oder diese Schallfelder treffen gleichzeitig auf die Fasern eines Faserstoffbahn-Breitenabschnittes (sektionale Breite). Wichtig ist bei diesem Erfindungsgedanken, dass die Fasern schließlich

keine Blättchen wie bei der zitierten Pohlman Zelle sind. Die Fasern sind eher mit stabförmigen Körpern vergleichbar. Deshalb können sich Fasern sowohl parallel zu der Ebene der Wellenfronten eines ersten Schallfeldes, als auch zu der Ebene der Wellenfronten eines zweiten Schallfeldes ausrichten. Die Fasern liegen dann parallel zur Schnittlinie dieser zwei Schallfelder und erzeugen dadurch eine neue Faserhaupttrichtung. Ist die Faserhaupttrichtung in Maschinenlaufrichtung gewünscht, so muss die Schnittlinie der Schallfelder in Maschinenlaufrichtung weisen, welches durch entsprechendes Schwenken der Schallfelder um ihre senkrecht zur Faserstoffbahn stehenden Achse erfolgt.

[0072] Die Beeinflussung einer Faserstoffbahn mittels mindestens eines gerichteten Schallfeldes hat aber auch noch einen weiteren Vorteil : Hat das Schallfeld die Faserstoffbahn und ein ggf. weiteres, zweites Sieb durchdrungen, so wird Siebwasser durch die Außenfläche des zweiten Siebes gedrückt. Ein in Maschinenlaufrichtung nachfolgender Skimmer kann dann dieses Oberflächenwasser abschöpfen. Dieses Anheben von Flüssigkeiten wird in der Physik auch als Levitation bezeichnet. Steht ein Schallfeld hierbei senkrecht auf der Faserstoffbahn, so ist der Effekt der Levitation am stärksten.

[0073] Durch ein gerichtetes Schallfeld kann man aber auch schon miteinander verhakt Fasern wieder voneinander trennen, weil die die Faserstoffbahn durchdringenden Wellenfronten Fasern mitreißen, aber spätestens auf der Innenfläche des zweiten Siebes wieder ablegen. Durch diesen Effekt kann der Immobilitätspunkt in der Entwässerungsstrecke eines Formers, weiter in Richtung Pressenpartie verschoben werden.

[0074] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass beim Aufeinanderlegen von mehreren einzelnen Faserstoffbahnen zu einer mehrlagigen Faserstoffbahn, diese mittels eines gerichteten Schallfeldes miteinander "verwebt" werden können.

[0075] Ein anderer Vorteil der Erfindung ist durch die Entkoppelung der Beeinflussung der Faserorientierung und des Flächengewichtes im Stoffauflauf gegeben. Mit anderen Worten : Mittels der Erfindung kann die Faserorientierung allein durch gerichtete Schallfelder bewerkstelligt werden, während der Stoffauflauf lediglich für das gewünschte Flächengewichts-Querprofil zuständig ist. Es versteht sich aber, dass auch bei Verwendung eines Stoffdichte geregelten, sektionalen Stoffauflaufes, die Faserorientierung im nachfolgenden Former mittels der vorliegenden Erfindung verbessert werden kann.

[0076] Aber nicht nur Fasern lassen sich in ihrer Ausrichtung mittels eines gerichteten Schallfeldes beeinflussen : Farbpartikel haben im allgemeinen keine Kugelform. Das in der Papierfabrikation verwendete Kaolin hat sogar eine blättchenförmige Struktur.

[0077] Auf Grund des bisher Ausgeführten, wird deutlich, dass auch Farbpartikel ausgerichtet werden können.

[0078] Wenn diese Farbpartikel oder auch beispielsweise feine Metallblättchen der Fasersuspension beige-

mischt werden, so erfahren sie durch parallel zur Faserstoffbahn-Oberfläche liegende Wellenfronten eines Schallfeldes, eine ebenfalls parallele Ausrichtung dieser Partikel zur Oberfläche der Faserstoffbahn. Wirkt bei dieser Ausgestaltung der Erfindung das mindestens eine Schallfeld nicht über die gesamte Breite der Faserstoffbahn, so kann hier eine farbliche Signatur eingebracht werden, die z. B. durch das Papier hindurchscheint. Wird zusätzlich das Schallfeld oszillierend und intermittierend betrieben, so kann sogar eine linien- und/oder rasterförmige Signatur gestaltet werden.

[0079] Dieses hat den Vorteil, dass beispielsweise Dokumentenpapiere und auch Papiergeld mit einer Signatur versehen werden können, die in dem Papier liegt, nicht aufgedruckt ist und damit besonders fälschungssicher ist. Aber auch Fasern lassen sich so ausrichten und mit einer Signatur versehen, die dann beispielsweise mit Hilfe einer speziellen Lampe gelesen und überprüft werden können. Diese Methode des Lesens funktioniert dann nach dem Prinzip der Licht-Reflexion und/oder Licht-Transmission.

[0080] Auch Farbpartikel in der Farbwanne einer Streichmaschine oder Farbpartikel auf der Faserstoffbahn in einer Streichmaschine können parallel zur Faserstoffbahn-Oberfläche mittels der Erfindung ausgerichtet werden. Dieses hat den Vorteil, dass die regellosten Farbblättchen schichtweise angeordnet werden und dadurch beim Auftragen oder beim Abrakeln besser gegeneinander gleiten können; d. h. die Scherkräfte in der Streichfarbe werden mittels der Erfindung reduziert. Durch dieses Gleiten kommt es nicht zum gegenseitigen Verhaken oder Blockieren der Farbpartikel, welches sonst zu einer höheren und vor allen Dingen unregelmäßigen Auftragsstärke führt. Als positiver Nebeneffekt kann ein Schallfeld in der Farbwanne einer Streichmaschine auch Farbkumpen auflösen und/oder gelöste Gase in der Streichfarbe entfernen.

[0081] Ein weiterer, sehr wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schallfeldes in Flüssigkeit etwa 1500 m/s beträgt, während die Arbeitsgeschwindigkeit einer modernen Papiermaschinen nur bei etwa 30 m/s liegt. Wird beispielsweise ein Schallfeld von etwa 100 mm Breite und einer Frequenz von 20.000 Hz verwendet, so erfahren die Fasern bei ihrem Überstreichen dieses Schallfeldes insgesamt 67 Schwingungen.

[0082] Gegenüber den bisherigen Former-Konstruktionen mit ihrer nur sehr begrenzten Gesamtzahl von Leisten (Entwässerungselemente) stellt ein erfindungsgemäßes Schallfeld eine wesentlich höhere Anzahl von Impulsen dar, wobei die Impulse/Schwingungen eines Schallfeldes nicht nur die Entwässerung beeinflussen, sondern auch noch die Faserorientierung gezielt beeinflussen. Dieser eben genannte Vorteil wird noch verstärkt, wenn die Frequenz beispielsweise noch deutlich höher gewählt wird. Da die erfindungsgemäße Vorrichtung - in Maschinenlaufrichtung betrachtet - sehr schmal ist, kann sie beispielsweise zwischen zwei Leisten oder

anstelle von nur wenigen Leisten (Entwässerungselementen) eingesetzt werden. Damit bleibt mindestens eine wesentliche Anzahl der Leisten für den Entwässerungsprozess erhalten.

5 **[0083]** Die erfindungsgemäßen Schallfelder werden durch elektrisch betriebene Sender erzeugt. Die Sender bestehen aus einer Antriebseinheit und einem Gehäuse. Der Antrieb erfolgt entweder mittels Spule, Anker und Membran oder Piezo-Elementen oder funktioniert nach
10 dem magnetostriktiven oder kapazitiven Prinzip. Die das Schallfeld abgebende Oberfläche der Antriebseinheit übt dabei einen im wesentlichen parallelen Hub aus. Da die Sender elektrisch betrieben sind, lassen sich die Ansteuerungen für die Antriebseinheiten mit den Mitteln der
15 Elektrotechnik und Elektronik vielfältig gestalten. Über eine zentrale Ansteuerungseinheit lassen sich für jede Antriebseinheit individuell Schwingungen einstellen. Durch Überlagerung von Schwingungen können auch beliebige periodische Impulse erzeugt werden.

20 **[0084]** Die Schwingungen werden beispielsweise in der Ansteuerungseinheit in ihrer Amplitude, Phasenlage, Frequenz und Energie definiert. Damit nicht für jede Antriebseinheit ein separates Kabel gelegt werden muss, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Ansteuerung über
25 einen zentralen Steuerungs-Bus erfolgt. Da auf einer Papiermaschine die Fabrikation verschiedener Papiersorten erfolgt und die Produktionsparameter sehr vielfältig sind, ist es vorteilhaft, wenn die Parameter der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer Datenbank der Ansteuerungseinheit gespeichert werden. Bei erneuter Pro-
30 duktion einer Papiersorte werden diese Parameter dann wieder abgerufen. Dieses spart Zeit für die erneute Findung der Parameter und senkt damit die Produktionskosten. Außerdem ist es vorteilhaft, wenn die Ansteuerungseinheit mit einem Online-Messsystem - beispielsweise einem sogenannten Messrahmen - gekoppelt ist.

35 **[0085]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche und werden nachstehend anhand der in den Figuren 9 bis 43 dargestellten Ausführungsbeispiele beschrieben. Die Figuren
40 1 bis 8 zeigen erläuternden Stand der Technik.

Figur 1 : Ausführungsbeispiel eines Formers;

Figur 2 : Weiteres Ausführungsbeispiel eines Formers;

Figur 3 : Former-Ausschnitt mit Entwässerungselementen (Leisten und Klingen);

Figur 4 : Entwässerungselement Foil;

Figur 5 : Entwässerungselement Registerwalze;

50 Figur 6 : Graph eines Faserorientierungs-Querprofiles;

Figur 7 : Ausschnitt und Draufsicht aus einer Faserstoffbahn mit eingezeichneten Faserhauptrichtungen;

55 Figur 8 : Vergrößerter Ausschnitt aus Figur 7;

Figur 9 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit einem dazu senkrechten Schallfeld;

Figur 10 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoff

bahn mit einem dazu schrägen Schallfeld;
 Figur 11 : Schnitt A-A aus Figur 10;
 Figur 12 : Schnitt A-A aus Figur 10 zu einem späteren Zeitpunkt als in Figur 11;
 Figur 13 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit zwei schrägen Schallfeldern in Maschinenlaufrichtung hintereinander an geordnet;
 Figur 14 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit zwei schrägen Schallfeldern direkt miteinander interferierend;
 Figur 15 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit zwei schrägen Schallfeldern direkt miteinander interferierend, aber wechselseitig angeordnet;
 Figur 16 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit zwei schrägen Schallfeldern direkt miteinander interferierend und mit Schallfeld-Duplizierern;
 Figur 17 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit einem Ursprungs-Schallfeld direkt miteinander interferierend und mehreren Schallfeld-Duplizierern;
 Figur 18 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit keilförmigem Ursprungs Schallfeld und divergierendem Reflektor;
 Figur 19 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit kegelförmigem Ursprungs Schallfeld und rotierendem, divergierendem Reflektor;
 Figur 20 : Wie Figur 19, jedoch reflektiertes Schallfeld senkrecht auf Faserstoffbahn;
 Figur 21 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit rotierender Lochblende;
 Figur 22 : Ausschnitt aus einer Faserstoffbahn mit verschiedenen Signaturen;
 Figur 23 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit trapezförmigem Schallfeld;
 Figur 24 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit Anordnung für stehende Wellen;
 Figur 25 : Graph eines Faserorientierungs-Querprofiles;
 Figur 26 : Ausschnitt aus einer Faserstoffbahn;
 Figur 27 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit keilförmigem Wasserspalt zwischen schrägem Sender und erstem Sieb;
 Figur 28 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit keilförmigem Wasserspalt zwischen senkrechtem Sender und erstem Sieb;
 Figur 29 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn mit parallelem Wasserspalt zwischen senkrechtem Sender und erstem Sieb;
 Figur 30 : Draufsicht auf Faserstoffbahn mit Vorrichtung zum Zeichnen einer Signatur;
 Figur 31 Schnitt A-A aus Figur 30;
 Figur 32 : Schnitt durch "Fresnel"-Reflektor;
 Figur 33 : Draufsicht zu Figur 32;
 Figur 34 : Schnitt durch Tripel-Prismen-Reflektor;
 Figur 35 : Ausschnitt von Ansicht A aus Figur 34;

Figur 36 : Detailansicht aus Figur 35;
 Figur 37 Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn, Sender und zwei Reflektoren;
 Figur 38 : Querschnitt durch Siebe und Faserstoffbahn, Sender und drei Reflektoren;
 Figur 39 : Schnitt A-A aus den Figuren 37 und 38;
 Figur 40 : Alternativer Schnitt A-A aus den Figuren 37 und 38;
 Figur 41 : Streichaggregat einer Streichmaschine;
 Figur 42 : Ausschnitt A aus Figur 41;
 Figur 43 : Ausschnitt B aus Figur 41;

[0086] In der Figur 1 wird eine Former-Variante aus der bereits zitierten Schrift EP 0489 094 A1 gezeigt.

[0087] Der aus dem Stoffauflauf 3 kommende Suspensionsstrahl wird von den zwei Sieben 1 und 2 eingeschlossen und zunächst in einem ersten Entwässerungsabschnitt I mittels eines gekrümmten Entwässerungselementes (hier Formierschuh) entwässert. Der nachfolgende Entwässerungsabschnitt II ist durch teilweise feststehende und teilweise nachgiebige Leisten 5 gekennzeichnet. Der abschließende Entwässerungsabschnitt III verfügt über mindestens ein stationäres Entwässerungselement (z. B. Formierschuh, Saugkasten oder Flachsauger). Der Formierschuh 4 besteht ebenfalls aus Leisten, die aber im Gegensatz zu den Leisten 5, fester Bestandteil des Formierschuhes 4 sind.

[0088] Bei dem Former der Figur 2 handelt es sich um ein Ausführungsbeispiel aus der Schrift EP 0627 523 A1.

[0089] Das erste Entwässerungselement nach dem Stoffauflauf 3 ist hier eine Formierwalze 10, der ein Formierschuh 4 folgt. In einer weiteren Einheit sind Doppelleisten 9 und einfache Leisten 5 angebracht.

[0090] Die Entwässerung in dieser Doppelsiebzone endet mit einem Saugkasten 8 und einer Saugwalze 7.

[0091] Mit der Figur 3 wird die Anordnung von Federblechen 11 und Leisten 5 in einer Doppelsiebzone eines Formers veranschaulicht (Fig. 6 aus EP 0516 601 A1).

[0092] Die Leisten 5 weisen an ihren dem Sieb 1 zugewandten Enden Keramikbeläge auf, die mittels einer Schwalbenschwanz-Passung fixiert sind. Die Federbleche 11 bewirken ähnlich wie die Leisten 5 Druckimpulse auf die Siebe 1 und 2 bzw. auf die dazwischen liegende Faserstoffbahn 12 bei deren Bewegung in Maschinenlaufrichtung 15.

[0093] Das in Figur 4 dargestellte Foil streift mit Hilfe einer vorgezogenen Nase das Siebwasser ab, welches einen Druckimpuls auf die Faserstoffbahn 12 ausübt.

[0094] Bei dem weiteren Weg des Siebes 2 gelangt dieser Siebabschnitt in dem sich öffnenden Keil zwischen Foil 13 und Sieb 2. Der Siebaußenfläche anhaftendes Siebwasser bewirkt dann durch die weitere Bewegung des Siebes eine Sogwirkung auf die Faserstoffbahn 12.

[0095] In dem Beispiel der Figur 5 wird das relativ alte Entwässerungsprinzip der Entwässerungs-Impulserzeugung durch Registerwalzen 14 gezeigt. Dabei war im allgemeinen nur auf der Unterseite der Faserstoffbahn ein Sieb 2 angeordnet. Bei dem in Maschinenlaufrichtung

15 betrachtet sich verjüngenden Zwickel zwischen Registerwalze 14 und Sieb 2 entsteht ein Druckimpuls. Auf der anderen Seite der Registerwalze 14 ist ein sich öffnender Zwickel, der saugend auf die Faserstoffbahn 12 wirkt.

[0096] Den Ausführungsbeispielen in den Figuren 1 bis 5 zum Stand der Technik, ist gemeinsam, dass die Anzahl der Impulse für die Entwässerung und die Faserorientierung bzw. Formation sehr begrenzt ist und eine individuelle Einstellbarkeit der Leistenanpressung für Breitenabschnitte (sektionale Einstellbarkeit) der Papiermaschine nur unzureichend gegeben ist.

[0097] Die Figuren 6 bis 8 müssen im Zusammenhang betrachtet werden. Die Figur 6 zeigt einen Graphen mit einem gemessenen 17 und einem gewünschten 18 Faserorientierungs-Querprofil. Der Buchstabe A steht hier beispielsweise für die Führerseite einer Papiermaschine und der Buchstabe B steht dementsprechend für die Triebseite. Auf der linken, senkrechten Achse ist der Winkel der Faserhaupttrichtung zur Maschinenaufrichtung 15 aufgetragen. In der Figur 7 ist der zu dem Graphen der Figur 6 zugehörige Ausschnitt der Faserstoffbahn 12 dargestellt. Die durchgezogen gezeichneten Faserhaupttrichtungen 20 entsprechen dem Graphen 17; die gestrichelt gezeichneten Faserhaupttrichtungen 20 entsprechen dem Graphen 18. Die Längen der Faserhaupttrichtungen 20 sollen den Betrag der jeweiligen Reißlänge wiedergeben, die in diesem Beispiel für jede Faserhaupttrichtung 20 gleich lang bzw. gleich groß gewählt wurde. Die Figur 8 zeigt quasi den mikroskopisch vergrößerten Ausschnitt aus der Figur 7. Die Fasern 21 sind zwar nicht alle in eine Richtung der Faserhaupttrichtung 20 ausgerichtet, aber es lässt sich erkennen, dass dennoch die Mehrzahl der Fasern in der Richtung der Faserhaupttrichtung 20 liegen. Würden jetzt noch mehrere Fasern in Faserhaupttrichtung 20 ausgerichtet werden, so würde sich die Reißlänge in dieser Richtung zu Lasten der quer dazu befindlichen Reißlänge erhöhen. Ein Reißlängenverhältnis aus Reißlänge längs (=RL) durch Reißlänge quer (RQ) würde sich also, durch eine weitere Verlagerung von Fasern 21 in Faserhaupttrichtung 20, erhöhen.

[0098] Mit der Figur 9 wird ein Grundgedanke der Erfindung dargestellt. Zur besseren Darstellung der Erfindung sind in der Figur 9 (und teilweise auch nachfolgend) die Siebe 1 und 2 und die Faserstoffbahn 12, gegenüber den anderen Bauteilen, stark vergrößert dargestellt. Die zwischen den Sieben 1 und 2 eingeschlossene Faserstoffbahn 12 wird von einem senkrecht zu der Siebebene stehenden Schallfeld 25 durchdrungen. Das Schallfeld 25 wird von einem Sender 22 erzeugt, der aus einer Antriebseinheit 23 und einem Gehäuse 24 besteht. In diesem Ausführungsbeispiel ist, zwischen dem Gehäuse 24, der Siebaußenfläche des Siebes 2 und der dem Sieb 2 zugewandten Oberfläche der Antriebseinheit 23, das Übertragungsmedium 27 eingeschlossen. Von der Oberfläche der Antriebseinheit 23 gehen in diesem Ausführungsbeispiel ebene Wellenfronten 26 des Schallfeldes 25 aus. Nach dem bereits erläuterten Prinzip der Pohl-

man-Zelle richten sich die Fasern 21 parallel zu der Oberfläche der Antriebseinheit 23 aus.

[0099] Bevor die Fasern in das Schallfeld 25 gelangen (in der Figur links dargestellt), sind sie regellos. In dem Schallfeld 25 richten sich die Fasern 21 parallel zu den Ebenen der Wellenfronten 26 aus. Die punktförmig gezeichneten Fasern 21 im Schallfeld 25 - und auch rechts davon - stellen Fasern dar, die zwar "stabförmig" sind, aber senkrecht zur Bildebene liegen. Die senkrechte Anordnung des Schallfeldes 25 bewirkt einen Schalldruck, der Siebwasser aus der Faserstoffbahn austreibt und an die Oberfläche des Siebes 1 transportiert. Dieses Oberflächenwasser 31 kann dann durch einen Skimmer 6 abgeschöpft werden. Trotz der Durchlässigkeit eines Siebes, gegenüber einem Schallfeld 25, stellt es dennoch einen Widerstand dar. Je durchlässiger das Sieb in diesem Ausführungsbeispiel ausgeführt ist, desto mehr Oberflächenwasser 31 wird erzeugt.

[0100] Das flüssige Übertragungsmedium 27 ist dem Siebwasser in der Zusammensetzung und Beschaffenheit sehr ähnlich; weil die Möglichkeit des sich miteinander Vermischens besteht, ist es sinnvoll, wenn das Übertragungsmedium 27 selber aus Siebwasser oder auch aus Klarwasser besteht. Das Übertragungsmedium 27 ist insofern wichtig für die Erfindung, weil dadurch eine gute akusto-mechanische Koppelung zwischen der Antriebseinheit 23 und der Faserstoffbahn 12 erfolgt. Wäre beispielsweise zumindest zum Teil ein Luftpolster zwischen der Antriebseinheit 23 und der Faserstoffbahn 12 vorhanden, so würde die Energie der Antriebseinheit 23 nur im geringen Masse auf die Faserstoffbahn 12 übertragen werden.

[0101] Ein Luftpolster in den Siebmaschen ist in der Entwässerungsstrecke eines Formers nicht zu erwarten, weil die Maschen der Siebe hier mit Siebwasser gefüllt sind.

[0102] Im Gegensatz zu der Figur 9, ist in der Figur 10 der Sender 22 um den Winkel 30 gegen die Ebenen der Faserstoffbahn 12 geneigt. Die Fasern 21 richten sich hier nicht parallel zu den Sieben 1 und 2 aus, sondern sie sind parallel zu der Schnittebene A-A.

[0103] Die Figur 11 zeigt die Schnittebene A-A und die Ausrichtung aller Fasern in dieser Ebene. Hat sich die Schnittebene A-A weiter in Maschinenaufrichtung 15 bewegt und die Siebe 1 und 2 haben sich weiter einander genähert, so nehmen schließlich alle Fasern 21 eine Ausrichtung quer zur Maschinenaufrichtung 15 ein. Da diese Ausrichtung meistens nicht gewünscht ist, kann man durch Ändern des Schwenkwinkels 29 des Senders 22, eine andere Ausrichtung der Fasern 21 - bezogen auf die Maschinenaufrichtung 15 - eingestellt werden. Durch die Neigung des Senders 22 gegen die Faserstoffbahn 12 wird der Effekt des Siebwasser-Austreibens verringert, aber dennoch wäre auch in der Figur 10 eine Anordnung eines Skimmers 6 denkbar.

[0104] Durch die Anordnung eines geneigten Senders 22 in der Figur 10, ist eine Ausrichtung der Fasern 21 möglich, die auf das Faserorientierungs-Querprofil eine

Auswirkung hat.

[0105] Mit der Figur 13 wird ein weiterer Grundgedanke der Erfindung gezeigt. In Maschinenlaufrichtung 15 betrachtet, wird die Faserstoffbahn 12 nacheinander von zwei Schallfeldern 25 beeinflusst. Wenn sich die Fasern 21 zunächst nach dem linken Schallfeld 25 ausrichten, so werden beim Durchlaufen der Fasern 21 des rechten Schallfeldes 25, diejenigen Fasern 21 ausgerichtet, die zum rechten Schallfeld 25 quer liegen. Spätestens nach Durchlaufen der Faserstoffbahn 12 durch das rechte Schallfeld 25 sind alle Fasern quer zur Maschinenlaufrichtung 15 ausgerichtet. Die Ausrichtung der Fasern 21 mit zwei sich kreuzenden Schallfeldern 25 ist dann besonders wirkungsvoll, wenn die Schallfelder 25 zueinander im rechten Winkel stehen. Da meistens eine Faserausrichtung in Maschinenlaufrichtung 15 gewünscht wird, ist das in Maschinenlaufrichtung 15 nacheinander erfolgende Einwirken zweier Schallfelder 25 noch nicht die konstruktiv günstigste Lösung. Wäre in der Figur 13 die Maschinenlaufrichtung senkrecht zur Bildebene, so würden sich die Schallfelder 25 nicht kreuzen.

[0106] In der Figur 14 sind zwei Schallfelder 25 derart angeordnet, dass sie sich in der Faserstoffbahn 12 schneiden. Die eingezeichnete Maschinenlaufrichtung 16 (senkrecht zur Bildebene; Pfeil in oder aus der Bildebene heraus) macht deutlich, dass nun die Fasern mit der Maschinenlaufrichtung 16 parallel sind. Auch hier gilt wieder, dass eine besonders wirkungsvolle Ausrichtung der Fasern 21 dann erfolgt, wenn die Schallfelder 25 im rechten Winkel zueinander stehen.

[0107] Die sich in der Faserstoffbahn 12 kreuzenden Schallfelder 25 müssen aber nicht von einer Seite der Faserstoffbahn 12 her einwirken. Mit der Figur 15 wird eine Lösung gezeigt, bei der die Schallfelder 25 von je einer Seite der Faserstoffbahn 12 her, auf diese einwirken. Diese Anordnung ist aber konstruktiv noch nicht zufriedenstellend, weil bei einer Änderung der gewünschten Faserausrichtung, möglichst beide Schallfelder 25 synchron um einen Schwenkwinkel 29 geschwenkt werden müssen. Dieses erfordert beiderseits der Faserstoffbahn 12 je einen Verstellmechanismus.

[0108] Eine bessere Lösung wird in der Figur 16 gezeigt.

[0109] Hier wirken ebenfalls zwei sich kreuzende Schallfelder 25 auf die Faserstoffbahn 12 ein. Das erste Schallfeld 25 wird direkt durch einen Sender 22 erzeugt. In diesem Schallfeld 25 ist ein sogenannter Duplizierer 32 angeordnet. Dieser Duplizierer 32 besteht aus einer vorzugsweise ebenen Wand. Die Form des zweiten Schallfeldes 25 entsteht nach den Reflexionsgesetzen für Schall auf der Oberfläche der Duplizierer-Wand. Die Neigung des Duplizierers 32 gegenüber dem ersten Schallfeld 25 ist so gewählt, dass beide Schallfelder sich in der Faserstoffbahn 12 kreuzen (der Winkel der Duplizierer Wand zur Mittellinie des ersten Schallfeldes ist halb so groß wie der Winkel zwischen den Schallfelder-Mittellinien). Der Vorteil dieser Konstruktion besteht darin, dass nur noch ein Sender 22 benötigt wird, dennoch

aber zwei Schallfelder 25 vorhanden sind und im Falle eines Schwenken des Senders 22 auf einen anderen Schwenkwinkel 29, nur ein Schwenkmechanismus benötigt wird.

[0110] Auch in der Figur 17 gibt es sich kreuzende Schallfelder 25, die mittels Duplizierer 32 erzeugt wurden. Der Unterschied zu Figur 16 besteht darin, dass nur ein Sender 22 (in diesem Falle senkrecht auf der Faserstoffbahn 12 stehend) und mehrere Duplizierer die Schallfelder 25 erzeugen. Durch das senkrecht stehende Schallfeld 25 wird zugleich auch der Effekt der Levitation gefördert. Wegen der hier verwendeten Vielzahl von Duplizierern 32 kann aus Gründen der Geometrie der Abstand von der Oberfläche der Antriebseinheit 23 - zu der ihr zugewandten Oberfläche des Siebes 2 - sehr kurz gestaltet werden. Durch geeignete Wahl der Parameter a, b, c für die Duplizierer 32, lassen sich die Breite und der Ablenkwinkel der duplizierten Schallfelder 25 beeinflussen bzw. lassen sich dadurch die "freien Durchgänge" für das nicht abgelenkte Schallfeld 25 bestimmen. Die gestrichelt, senkrecht gezeichneten Linien stellen weitere Sender 22 dar, die in Maschinenlaufrichtung 16 betrachtet beispielsweise hinter der Bildebene angeordnet sind. Die anderen gestrichelt gezeichneten Linien stellen Schallfelder 25 und Duplizierer 32 dieser weiteren Sender 22 dar. Zusätzlich könnte der Sender 22 auch um eine Sieb-Normale schwenkbar sein. In einer weiteren Ausgestaltung kann der Sender 22 - allein oder zusammen mit seinen Duplizierern 32 - auch zur Ebene der Faserstoffbahn 12 geneigt sein.

[0111] Die Wellenfronten 26 müssen im Rahmen der Erfindung aber nicht immer eben sein. Bei der Figur 18 sind die Wellenfronten 26 schalenförmig. Dieses wird durch eine rinnenförmige Oberfläche der Antriebseinheit 23 erzielt. Dadurch laufen die Wellenfronten 26 auf einen Brennpunkt zu. Hier befindet sich ein Reflektor 34 mit einer vorzugsweisen Parallel-Kompensation. Wenn der Reflektor 34 zweidimensional annähernd parabolförmig ausgestaltet ist und der Brennpunkt der schalenförmigen Wellenfronten 26 mit dem Brennpunkt des Reflektors 34 zusammenfällt, dann werden ebene Wellenfronten 26 in der gezeigten Weise auf die Faserstoffbahn gelenkt. Bei der angegebenen Maschinenlaufrichtung 15 ergibt sich dann eine Faserorientierung quer zu dieser. Wenn zusätzlich ein Reflektor 33 - beispielsweise als ebenes Gebilde - verwendet wird, so würde das vom Reflektor 34 kommende Schallfeld zur Faserstoffbahn 12 zurückgeworfen werden und eine weitere Ausrichtung der Fasern 21 gemäss der Figur 13 bewirken. Die rinnenförmige Antriebseinheit 23 hat den Vorteil, dass die Energie eines gegebenenfalls schwachen, schalenförmigen Schallfeldes gebündelt wird. Weil die schalenförmigen Wellenfronten 26 - zumindest nahe dem Brennpunkt - keine eindeutige Ausrichtung der Fasern 21 bewirken können, eignet sich ein derartiges Schallfeld ohne einen Reflektor 34 weniger gut zum Ausrichten von Fasern 21. Diese schalenförmigen Wellenfronten 26 sind aber geeignet, um beispielsweise Siebwasser aus der Faserstoffbahn

12 auszutreiben oder die Faserstoffbahn 12 zu erwärmen, um beispielsweise ihren Entwässerungs und/oder Trocknungsprozess zu unterstützen.

[0112] In der Figur 19 ist die Oberfläche der Antriebseinheit 23 hohlkugelförmig gestaltet, wodurch das Schallfeld 25 kugelschalenförmig wird. Der Reflektor 34 ist vorteilhafterweise dreidimensional parabol förmig gestaltet, damit das reflektierte Schallfeld im wesentlichen ebene Wellenfronten 26 aufweist. Der Reflektor 34 ist mittels Halterungen 37 mit einem ringförmigen Motor-Läufer 38 verbunden.

[0113] Der ringförmigen Motor-Läufer 38 wird von Führungen 39 im Gehäuse 24 des Senders 22 geführt. Außen am Gehäuse 24 ist ein ringförmiger Motor-Ständer 35 angebracht. Vorteilhafterweise ist dieser Motor ein Schrittmotor. Über das Anschlusskabel 36 kann dann der Schrittmotor mittels der Schrittfrequenz, der Steuerung der Laufrichtung und der Anzahl der Schritte in der entsprechenden Laufrichtung gesteuert werden. So sind verschiedene Drehzahlen, Vor- und Rückwärtslauf, Schwenkbewegungen (ggf. nur um Bruchteile eines Winkelgrades) oder auch bestimmte Winkelpositionen möglich. Das die Faserstoffbahn 12 treffende Schallfeld 25 ist somit nicht mehr ortsfest und kann dann zusammen mit der Bewegung der Faserstoffbahn 12 in Maschinenlaufrichtung 15 oder 16 "schreiben". Fasern, Farbpartikel oder Blättchen - beispielsweise aus Metall - erfahren durch das Schallfeld in der Faserstoffbahn 12 eine definierte Ausrichtung, die dann bei der weiteren Annäherung der Siebe 1 und 2 im weiteren Entwässerungsprozess, als Signatur 40 im fertigen Papier zu sehen sind.

[0114] Bei magnetisierbaren Metallteilchen kann auch eine magnetische Signatur erzeugt werden.

[0115] Die Signatur kann auch mit Teichen erfolgen, die volumenelastisch sind. Dieses hat den Vorteil, dass eine beispielsweise erhabene Signatur, die durch die Oberflächenpressung der Trockenzylinder oder der Glättwalzen geglättet wurde, sich anschließend wieder aufrichten kann.

[0116] Im Rahmen der Erfindung kann auch ein durchlaufender Metallstreifen, wie beispielsweise bei Banknoten, in seiner Lage gehalten werden. Auch kann dieser Metallstreifen erfindungsgemäß an einem Verdrillen um seine Längsachse gehindert werden.

[0117] Ein optionaler Reflektor 33 kann hierbei das Schallfeld in die Faserstoffbahn zurückwerfen.

[0118] Hiermit wird je nach Dimensionierung des sich in der Faserstoffbahn 12 befindlichen Schallfeldes, entweder eine parallele Signatur 40 erzeugt oder bei sich kreuzenden Schallfeldern, die Signatur intensiver ausgeprägt. Wenn das von der Antriebseinheit 23 kommende Schallfeld 25 intermittierend betrieben wird, so kann man über eine Steuerungslogik in Abhängigkeit von der Maschinenlaufrichtung 15 bzw. 16, der dazugehörigen Geschwindigkeit die Bewegungen und die Geschwindigkeit des Motorläufers 38 und des Betriebes der Antriebseinheit eine Signatur 40 (als definiertes Muster oder definierten Schriftzug) in das Papier hineinschreiben.

[0119] Im Unterschied zur Figur 19, ist in der Figur 20 das Schallfeld 25 senkrecht zu der Faserstoffbahn 12. Dieses ist möglich, weil das von der Antriebseinheit 23 kommende Schallfeld mittels einer Umlenkung 41 in den Reflektor 34 geleitet werden kann. Das senkrechte Schallfeld bewirkt nun ein zur Faserstoffbahn-Oberfläche paralleles Ausrichten der Fasern und der ggf. vorhandenen Farbpartikel bzw.

[0120] Metallblättchen, ohne dass die nachfolgende Annäherung der Siebe 1 und 2 erforderlich ist. Durch eine optional Verwendung eines Reflektors 33 und einer abgestimmten Schall-Wellenlänge, kann sogar das Schallfeld in der Faserstoffbahn, als stehende Welle gestaltet werden. Eine stehende Welle hat grundsätzlich die konstruktive Gestaltungsmöglichkeit, dass sich in den Wellenbäuchen die schwerere Materie ansammelt. Abseits der Wellenbäuche konzentriert sich dann die leichtere Materie. Dadurch ergibt sich eine gezielte Schichtenbildung, die zusammen mit dem "Schreiben" mittels eines Schallfeldes 25, eine dreidimensionale Signatur-Möglichkeit schafft, die auch nach dem Trocknen des Papiers erhalten bleibt und damit sogar fühlbar wird. Das menschliche Tastvermögen ist schon bereits bei Unebenheiten von einem hundertstel Millimeter gegeben. Ist bei der beschriebenen Schichtenbildung beispielsweise das Siebwasser die leichtere Materie, so wird es den Sieben zugeführt und kann diese leichter verlassen. Auch kann diese Methode dazu dienen, dass kleinste - die Maschen der Siebe verstopfende - Fasern sich dort losreißen und sich zum Wellenbauch hin bewegen. Auf diese Weise ist sogar eine Siebreinigung möglich. Es versteht sich, dass der Einsatz von stehenden Wellen auch ohne ein "schreibendes" Schallfeld eingesetzt werden kann. Dieses wird bei späteren Figuren noch behandelt.

[0121] In der Figur 21 wird eine weitere Variante zu den Figuren 19 und 20. Hier nun trifft das von der Antriebseinheit 23 her kommende - in diesem Beispiel ebene - Schallfeld 25 direkt auf die Faserstoffbahn 12. Um ein schmales Schallfeld zum "Schreiben" zu erhalten, ist in dem Motor-Läufer 38 eine Lochblende 42 - beispielsweise mit nur einem exzentrischen Loch - angeordnet. Die Figur 21 soll dieses Ausführungsbeispiel nur exemplarisch zeigen. Der hier gezeigte, relativ lange Weg von der Oberfläche der Antriebseinheit 23 zur Faserstoffbahn 12, kann konstruktiv noch verkürzt werden.

[0122] Die Figur 22 zeigt verschiedene Signaturen 40. Die Signatur im Beispiel a) wurde mittels eines kreisenden Schallfeldes 25 und der Bewegung der Faserstoffbahn 12 erzeugt. Im Beispiel b) führte das Schallfeld 25 unterschiedliche Schwenkbewegungen aus, die mit der Bewegung der Faserstoffbahn 12 überlagert wurden. Beim Beispiel c) schließlich kreiste das Schallfeld 25, welches wiederum mit der translatorischen Bewegung überlagert wurde, jedoch war das Schallfeld im intermittierenden Betrieb, so dass ein "Schreiben mit Absetzen mit einem fiktiven Schreibstift" möglich war. Selbstverständlich sind auch noch andere Figuren im Rahmen der

vorliegenden Erfindung möglich, so z. B. Lissajous-Figuren, Zykloiden, Epizykloiden, Lemniskaten usw.

[0123] In der Beschreibung der Figur 18 wurde darauf eingegangen, dass schalenförmige Wellenfronten 26 - zumindest nahe dem Brennpunkt - für eine Ausrichtung der Fasern 21 nicht gut geeignet sind. In der Figur 23 wird ein Schallfeld 25 mit schalenförmigen Wellenfronten 26 gezeigt. Die die Faserstoffbahn 12 durchdringenden Wellenfronten 26 entsprechen etwa aus dem mittleren Abschnitt eines Schallfeldes 25 zwischen der Oberfläche der Antriebseinheit 23 und dem Brennpunkt des Schallfeldes 25. In diesem Abschnitt sind die Wellenfronten 26 ausreichend eben, so dass zusätzlich zur Levitation in einer Faserstoffbahn 12, auch eine begrenzte Faserorientierung möglich ist. Entstemmen die die Faserstoffbahn 12 durchdringenden Wellenfronten 26, aus einem Abschnitt des Schallfeldes 25, der noch näher zur Oberfläche der Antriebseinheit 23 liegt, so sind sie in einem noch besseren Masse für die Faserorientierung zu verwenden. Wird der Sender 22 gegen die Ebene der Faserstoffbahn 12 bzw. der Siebe 1 und 2 geneigt, so lässt sich sogar das Faserorientierungs-Querprofil einer Faserstoffbahn 12 beeinflussen.

[0124] Mit der Figur 24 soll nun näher auf die Ausgestaltung der Erfindung in einer hier geneigten Entwässerungsstrecke eines Formers eingegangen werden.

[0125] In diesem Ausführungsbeispiel sind im linken Bereich der Faserstoffbahn 12 zwei sich gegenüberliegende Sender 22 angeordnet. Die zwischen den Antriebseinheiten 23 dieser Sender 22 vorhandenen Übertragungsmedien 27, sind mit Zufuhr- 43 und Abzugsleitungen 44 versehen. Die Gehäuse 24 der Sender 22 sind zur Grenzfläche der Siebe 1 und 2, mit Gleitbelägen 45 (vorzugsweise aus Keramik) versehen. Der Gleitbelag 45 ist in seinem Inneren mit einer Öffnung versehen, damit das Übertragungsmedium 27 und damit auch die Wellenfronten 26, in schwingungsmechanischer Verbindung mit der Faserstoffbahn 12 stehen. Durch die Bewegung der Siebe 1 und 2 in Maschinenlaufrichtung 15, wird ggf. das Übertragungsmedium 27 mitgerissen. Um diesen Verlust von Übertragungsmedium 27 zu kompensieren, sind die Zufuhrleitungen 43 vorhanden. Da in dem aktuellen Ausführungsbeispiel die Sender 22 derart betrieben werden, dass sich zwischen ihnen eine stehende Welle 49 ausbildet und deshalb Siebwasser aus der der Faserstoffbahn 12 abgewandten Seite der Siebe 1 und 2 austreten kann, müssen die Räume mit dem Übertragungsmedium 27, auch mit einer Abzugsleitung 44 versehen sein, damit es nicht zum Stau von Siebwasser bzw. Übertragungsmedium 27 bzw. Wasser kommt. Weil es im Rahmen der Erfindung, beim Arbeiten mit Schallfeldern 25, besonders im hochfrequenten Bereich, zu Luftblaschenbildung im Übertragungsmedium 27 kommen kann, ist es wichtig, dass die Abzugsleitung 44 am höchsten Punkt des Übertragungsmediums 27 liegt, damit die Luftblaschen abgeführt werden können. Bei einem gleichzeitigen Vorhandensein einer Zufuhrleitung 43 und einer Abzugsleitung 44 ist ein kontinuierlicher

Austausch des Übertragungsmedium 27 möglich. Dieses ist von Vorteil, weil das Übertragungsmedium 27 auch als Kühlung der Antriebseinheit 23, der Gleitbeläge 45 und der Siebe 1 und 2 dient. Außerdem ist ein möglicherweise, allmählich sich verschmutzendes Übertragungsmedium 27, dadurch immer wieder erneuerbar.

[0126] Bei gleichzeitigem Einsatz von Zufuhr- 43 und Abzugsleitungen 44 sollte darauf geachtet werden, dass im Übertragungsmedium 27 kein Überdruck gegenüber der Faserstoffbahn 12 entsteht, weil sonst das Übertragungsmedium 27 in die Faserstoffbahn 12 gedrückt wird. Bei der oberen Anordnung in der Figur 24, ist dem Sender 22 ein Reflektor 33 mit einem Sensor 47 zugeordnet. Dieser Sensor 47 ist mit einer Sensor-Messleitung 48 ausgestattet. Diese Messleitung 48 gestattet es, über einen Regelkreis, diesen Sender 22 in seiner Frequenz derart einzustellen, dass die gewünschte Wellenform - hier stehende Welle 49 - erzeugt wird. Die Gleitbeläge 45 des Reflektors 33 und der Sender 22 sind - den Sieben 1 und 2 zugewandt - mit einem Radius oder einer keilförmigen Fase versehen, so dass geringe Mengen von Oberflächenwasser 31 einen Wasserfilm erzeugen.

[0127] Dadurch kommt es zu keiner trockenen Reibung zwischen den Gleitbelägen 45 und den Sieben 1 und 2.

[0128] Die Figuren 25 und 26 müssen gemeinsam betrachtet werden. Schon bei den Figuren 6 und 7 wurden die Zusammenhänge der Beeinflussung des Faserorientierungs-Querprofiles dargelegt. Die Figur 25 zeigt ein gewünschtes Faserorientierungs-Querprofil 18.

[0129] Die Figur 26 veranschaulicht einen Ausschnitt aus einer Faserstoffbahn 12 mit den darunter angeordneten Schallfeldern 25. Die Ellipsenform der Schallfelder 25 ergibt sich, weil runde Schallfelder geneigt auf die Faserstoffbahn 12 fallen. Die gestrichelte Linie, die mit dem kleineren Durchmesser der Ellipse deckungsgleich ist, zeigt die Schnittlinie der Wellenfronten 26 mit der Faserstoffbahn 12 und damit zugleich die eingestellte Faserhaupttrichtung 20. Wenn aus Platzgründen die Schallfelder 25 - und damit die Sender 22 - sich nicht quer zur Maschinenlaufrichtung 15, nebeneinander anordnen lassen, so ist auch ohne Nachteil für ein einzustellendes Faserorientierungs-Querprofil, die Anordnung der Schallfelder 25 bzw. der Sender 22 auch in zwei Reihen möglich. Diese zweireihige Anordnung empfiehlt sich in Verbindung mit einer Überdeckung 51 der Schallfelder 25 sogar, weil damit nahezu alle Fasern 21 der Faserstoffbahn 12 ungefähr gleich langen Zeitabschnitten bzw. gleich großen Energiemengen, bei ihrem Überstreichen der Schallfelder 25, ausgesetzt sind. Wenn zwischen dem Former und der Pressenpartie einer Papiermaschine an jeder Längsseite der Faserstoffbahn 12 je ein Randstreifen 50 abgetrennt wird, ist ein Einsatz von Schallfeldern bis zum äußersten Rand einer Faserstoffbahn 12 nicht erforderlich.

[0130] In den Figuren 27,28 und 29 soll die Maschinenlaufrichtung senkrecht zur Bildebene sein. In diesen Figuren handelt es sich um Sender die beispielsweise

magnetostraktiv betrieben werden. Das Übertragungsmedium 27 ist in diesen Ausführungsbeispielen nur als Flüssigkeitsfilm vorhanden. In den Figuren 27 und 28 ist ein keilförmiger Spalt zwischen der Senderoberfläche und dem Sieb 2 vorhanden. Außerdem ist die Senderoberfläche zur Schwingungsrichtung 52 geneigt. Wenn die Wellenfronten 26 die Senderoberfläche verlassen, so werden sie durch den Übergang vom dichteren zum dünneren Medium (=flüssiges Übertragungsmedium 27) in der gezeigten Weise abgelenkt. Dieses stellt eine Brechung eines Schallfeldes 25 dar. Ein durch die Bewegung der Siebe 1, 2 und der Faserstoffbahn 12 bedingter Verlust an Übertragungsmedium 27 wird durch Oberflächenwasser 31 ausgeglichen.

[0131] Mit den Figuren 30 und 31 wird ein Schreibkopf 53 zum Schreiben bzw. Zeichnen von Signaturen 40 gezeigt. Dieser Schreibkopf 53 ist eine alternative Vorrichtung zu den Vorrichtungen aus den Figuren 19 bis 21. Diese Vorrichtung hat den Vorteil, dass - abgesehen von den Antriebseinheiten 23 - keine beweglichen Teile erforderlich sind. In der Figur 30 wird die Draufsicht auf den Schreibkopf 53 - ohne Sieb 1 - gezeigt. Die Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Sender 22 - evtl. auch in Ebenen übereinander - sternförmig um den zu beschreibenden Bereich einer Faserstoffbahn 12 angeordnet sind. Diese sternförmige Anordnung gestattet es, dass Schallfelder 25 kompakt um den zu beschreibenden Bereich einer Faserstoffbahn 12 angeordnet werden können. Die Schallfelder 25 werden mittels Kanäle 55 in den zu beschreibenden Bereich geleitet. Durch das Überstreichen der Faserstoffbahn 12 dieses Schreibkopfes 53, entstehen zeilenförmige Bereiche, für die jeweils mindestens ein Sender 22 die Schreibeinheit erledigt. Durch eine geeignete Steuerung - ähnlich der Steuerung für einen Nadel- oder Tintenstrahldrucker - kann aus einzelnen Schallfeld-Aktivitäten, insgesamt eine Figur oder ein Zeichen oder eine andersartige Signatur erzeugt werden. Die Durchmesser der Kanäle 55 sind evtl. nur wenige Millimeter groß. Hieraus resultiert, dass die Faserstoffbahn 12 bei ihrem Überstreichen der Kanäle 55 nur Bruchteile einer Sekunde über diesen Kanälen 55 verweilt, diese Bereiche der Faserstoffbahn 12 aber durch eine entsprechende Frequenz der Schallfelder 25 - vorzugsweise im Ultraschallbereich - ausreichend mit Wellenfronten 26 beaufschlagt werden können.

[0132] Mit der Figur 31 soll der Weg der Schallfelder 25 von den Sendern 22 zur Faserstoffbahn 12 aus der Figur 30 deutlicher hervorgehoben werden. Die Kanäle 55 erfahren mittels der Reflektoren 33 eine Umlenkung. Die Oberfläche des Schreibkopfes 53 ist zum Sieb 2 entweder beabstandet (wobei dieser Spalt mit Oberflächenwasser 31 benetzt ist) oder diese Oberfläche ist mit einem Gleitbelag 45 versehen. Um die Energie, die durch das Sieb 1 möglicherweise austretenden Schallfelder 25 zurückzugewinnen, kann ein ebener Reflektor 33 hier angeordnet werden. Bei geeigneter Abstimmung der Wellenlänge kann man sogar stehende Wellen 49 zwi-

schen Reflektor 33 und der Oberfläche der Antriebseinheit 23 - und damit auch in der Faserstoffbahn 12 - erzeugen.

[0133] Die Figur 32 zeigt einen Reflektor 33, der ein, zu den Sieboberflächen bzw. zur Faserstoffbahn 12, geneigtes Schallfeld 25 in sich zurückwerfen soll.

[0134] Hierfür ist erforderlich, dass die reflektierenden Flächen des Reflektors 33 zu den Wellenfronten 26 parallel sind. Durch den gezeigten sägeförmigen Querschnitt kann der Reflektor 33 sehr flach gebaut werden. Hier wurde gewissermaßen das Prinzip der flachen Fresnel-Linse angewendet. Die angedeutete, strichpunktierete Form des Reflektors 33 hat einen einfachen Aufbau aber baut mehr in die Höhe und ist deshalb ggf. konstruktiv nicht geeignet.

[0135] Die Draufsicht zu der Figur 32 wird in der Figur 33 gezeigt. Der unvollständig dargestellte Sender 22 liegt hier unterhalb der Siebe und der Faserstoffbahn 12. Im Zentrum der Figur 33 ist eine Ellipse zu sehen. Dieses ist die Schnittfläche des Schallfeldes 25 mit der Ebene der Siebe bzw. der Faserstoffbahn 12. Die senkrechten, gestrichelten Linien, zeigen die Kanten der Rippen des sägeförmigen Reflektors 33. Damit der Raum zwischen dem Sieb 1 und der reflektierenden Oberfläche gefüllt, gespült und/oder gekühlt werden kann, verfügt der Reflektor 33 über eine Zufuhr- 43 und eine Abzugsleitung 44 für das Übertragungsmedium. Ist für eine Korrektur des Faserorientierungs-Querprofils ein anderer Schwenkwinkel 29 des Schallfeldes 25 erforderlich und man will die Reflexion des Schallfeldes 25 in sich, beibehalten, so ist auch eine synchrone Änderung des Schwenkwinkels des Reflektors 54 erforderlich.

[0136] Eine weitere Ausführungsform des Reflektors 33 wird mit den Figuren 34 bis 36 gezeigt. Hier besteht die reflektierende Oberfläche aus mehreren, zusammengesetzten Tripel-Spiegeln. Diese Tripel-Spiegel sind aus der Optik bekannt und reflektieren einen Lichtstrahl auf den drei senkrecht zueinander stehenden Spiegelflächen nach dreimaliger Reflexion wieder zu seinem Ursprung zurück. Diese Reflexion gilt auch für die Wellenfronten 26 eines Schallfeldes 25.

[0137] Dieser Tripel-Spiegel-Reflektor hat gegenüber dem sägeförmigen Reflektor den entscheidenden Vorteil, dass bei einem Schwenken des Schallfeldes 25, ein gleichzeitiges Verschwenken des Reflektors nicht erforderlich ist. Dieses spart die Verstellmimik und ist zudem von der Handhabung her leichter und schneller zu bedienen. Wenn eine Zufuhrleitung 43 für das Übertragungsmedium in der gezeigten Weise angebracht wird und Kanäle 55 das Übertragungsmedium 27 in die äußerste Ecke eines jeden Tripel Spiegels leiten, so kann es in den Ecken nicht zu dem hier besonders leicht auftretenden Festsetzen von Faserresten oder Schmutz kommen.

[0138] Die Figur 35 stellt die Ansicht A aus der Figur 34 dar. Hier wird auch der lamellenartige Aufbau der Tripel-Spiegel-Anordnung sichtbar. Dieser lamellenartige Aufbau ist deshalb von großem Vorteil, weil mit einem

zerspanenden oder einem schleifenden Werkzeug nicht die Ecken eines "hohlen" Tripel Spiegels bearbeitet werden können. Mittels Fixiermöglichkeiten 56 - beispielsweise Spanschrauben - können so aus vielen Lamellen, große Tripel-Spiegel-Platten montiert werden. Die Figur 36 zeigt Lamellen in der Einzelschau, wobei die erste (obere) Lamelle das gleiche Muster an Flächen aufweist, wie die letzte. Wenn man sich die dritte Lamelle um 180 Grad in der Papierebene gedreht vorstellt, so stellt man fest, dass auch diese mit der ersten und der letzten Lamelle identisch ist.

[0139] Mit den Figuren 37 und 38 erfolgt eine annähernd realistische Wiedergabe der Größenverhältnisse der Siebe 1, 2 bzw. der Faserstoffbahn 12, zu den anderen Bauteilen. Bisher wurden in den Figuren - aus Gründen der Veranschaulichung - die Siebe und die Faserstoffbahn vergrößert dargestellt.

[0140] In der Figur 37 sind zwei Schallfelder 25 - die von nur einem Sender erzeugt werden - zueinander gekreuzt. Der eingezeichnete Winkel ist vorzugsweise ein rechter Winkel. Nachdem das Schallfeld 25 die Oberfläche des Senders 22 verlassen hat, wird es nach Durchdringen der Siebe 1, 2 und der Faserstoffbahn 12 an dem waagerechten Reflektor 13 zum geneigten Reflektor 33 hin reflektiert. Schon jetzt sind zwei sich kreuzende Schallfelder 25 in der Faserstoffbahn 12 vorhanden. Dadurch richten sich die Fasern 21 in Maschinenlaufrichtung 16 aus. Um das reflektierte Schallfeld energetisch weiter nutzen zu können, ist der geneigte Reflektor derart ausgerichtet, dass er das reflektierte Schallfeld wieder in sich zurückwirft. Damit gelangt das Schallfeld erneut zum waagerechten Reflektor 33 und von da aus zur Oberfläche des Senders 22. Durch eine geeignete Auswahl der Wellenlänge und der Abstandsmasse, kann sogar eine stehende Welle erzeugt werden, deren Wellenbauch in der Ebene der Faserstoffbahn liegt.

[0141] Der Raum zwischen dem Sieb 2 und der vorzugsweise über die ganze Maschinenbreite sich erstreckenden Traverse 57 ist mit dem Übertragungsmedium 27 gefüllt. Der Sender 22 und der geneigte Reflektor 33 sind vorteilhafterweise auf einer Montage-Scheibe 58 angeordnet. Dadurch fallen der Schwenkwinkel 29 des Senders und der Schwenkwinkel 54 des hier geneigten Reflektors 33 zusammen und somit ist nur eine Verstellmimik erforderlich. Die Traverse 57 dient in diesem Beispiel als Montage-Ebene, an oder auf der die anderen Bauteile angeordnet werden. Die Montage-Scheibe 58 ist mittels eines Halteringes 60 an der Traverse 57 drehbar gelagert. Eine Dichtung 59 verhindert ein Durchsickern des Übertragungsmediums 27 in den unteren Teil des Gehäuses 61, der wegen der elektrischen Leitungen 46 trocken bleiben soll. Zwischen dem runden Kranz der Montage-Scheibe 58 der beispielsweise mit einer Verzahnung versehen ist und beispielsweise dem Haltering 60, kann ein Stellmotor für die Schwenkwinkel 29,54 angebracht sein.

[0142] Die in der Figur 38 gezeigte Vorrichtung soll eine verbesserte Variante zu der Vorrichtung aus der Fi-

gur 37 zeigen. In der Figur 37 ist der Durchmesser des Halteringes 60 etwa dreimal so groß, wie die Breite der gekreuzten Schallfelder in der Faserstoffbahn 12. Dadurch müssten auf der Traverse 57 in Maschinenlaufrichtung 16 betrachtet mindestens drei hintereinander liegende Reihen von Montage Scheiben 58 angeordnet sein, die dann quer zur Maschinenlaufrichtung 16 zueinander versetzt sein müssen, damit die gesamte Breite einer Faserstoffbahn 12 mit gekreuzten Schallfeldern abgedeckt werden kann. Durch die Verwendung eines weiteren Reflektors 33 hier senkrecht gezeichnet wird eine andere Positionierung des Senders 22 möglich, so dass der Durchmesser des Halteringes 60 deutlich reduziert werden kann. Bei einer gewünschten Überdeckung 51 (siehe bei Figur 26), genügt bei der Vorrichtung der Figur 38 insgesamt eine zweireihige Anordnung der gekreuzten Schallfelder. Eine zweireihige Anordnung lässt sich damit eher zwischen Leisten 5 eines Formers einbauen. Obwohl in der Figur 38 die gezeigte Entfernung (Verlauf der strich punktierten Linie = mittlerer Wellenstrahl) vom geneigten zum waagerechten Reflektor anders ist, als die Entfernung von waagerechten Reflektor zur Oberfläche des Senders 22, kann dennoch ein Wellenbauch in der Ebene der Faserstoffbahn positioniert werden, indem für die Gesamtstrecke mehrere Wellenbäuche (= stehende Wellen) erzeugt werden und einer dieser Wellenbäuche in die Ebene der Faserstoffbahn 12 gelegt wird.

[0143] Der in den Figuren 37 und 38 angedeutete Schnitt A - A kann in den Varianten der Figuren 39 und 40 ausgeführt werden. Der Verlauf der Schallfelder 25 in den Figuren 37 und 38 wurde mit dem Reflektor der Figur 39 gezeigt. Um den Verlauf des einfallenden Schallfeldes 25 zu dem reflektierten Schallfeld 25 besser hervorzuheben, wurde von einem geringfügigen Schwenkwinkel 29 des Senders bzw. wurde von einem geringfügigen Schwenkwinkel 54 des Reflektors ausgegangen.

[0144] Durch die Aussparung beim Reflektor 33 der Figur 40 kommt es zur Verlagerung der Reflexionsebene. Damit die Reflexion eines Schallfeldes mit möglichst wenig Energieverlust vonstatten geht, muss diese Aussparung mit Übertragungsmedium 27 gefüllt sein.

[0145] Weil Schallfelder 25 Siebwasser aus die Siebe 1, 2 bzw. die Faserstoffbahn 12 austreiben können, ist der Reflektor 33 mit einer Aussparung und einer Abzugsleitung 44 vorteilhaft, weil dann das Siebwasser abfließen kann. Zusätzlich stellen die das Sieb 1 berührenden Flächen, zwei Leisten 5 bzw. eine Doppelleiste 9 mit den bekannten Vorteilen dar. Je nach den hydrodynamischen Gegebenheiten erfolgt evtl. auch eine Ergänzung des Übertragungsmediums 27 über die Zufuhrleitung 43. Da über die Breite der Papiermaschine eventuell eine Vielzahl dieser Zufuhr- 43 und Abzugsleitungen 44 vorhanden sind, können diese Öffnungen 43 und 44 auch zum Spülen der Aussparung und zum Kühlen des Reflektors 33 verwendet werden.

[0146] Es soll an dieser Stelle auch erwähnt sein, dass Siebe mit engen Maschen - je nach Energie des Schallfeldes - derart dicht sein können, dass sie auch die Funk-

tion eines ebenen Reflektors erfüllen können.

[0147] Mit den Figuren 41 bis 43 soll ein weiteres Anwendungsgebiet von gerichteten Schallfelder gezeigt werden. Es wurde schon erläutert, dass nicht nur Fasern, sondern auch Zusätze der Papierfabrikation durch gerichtete Schallfelder ausgerichtet werden können. In den Figuren 41 bis 43 handelt es sich um die Anwendung in einer Streichmaschine, aber die beschriebene Lösung kann auch beim sogenannten Leimen einer Faserstoffbahn benutzt werden.

[0148] In der Figur 41 dreht sich die Gegenwalze 62 einer Streichmaschine in die angegebenen Richtung. Die Faserstoffbahn 12, die teilweise die Gegenwalze 62 umschlingt, wird dabei mitbewegt. In einer Farbwanne 64 taucht eine Auftragswalze 63 teilweise in die Streichfarbe ein. In dem Nip zwischen Auftragswalze 63 und der Gegenwalze 62 läuft die Faserstoffbahn 12 hindurch und übernimmt dabei von der Auftragswalze 63 die Streichfarbe. Im weiteren Verlauf der Drehung der Gegenwalze 62, wird überschüssige Streichfarbe mittels eines Rakels 67 von der Faserstoffbahn 12 abgestreift. Die Rakel 67 kann dabei sowohl als Klinge, als auch als Roll-Rakel ausgebildet sein.

[0149] Wenn - wie in der Figur 41 dargestellt - ein Sender 22 zwischen der Rakel 67 und der Auftragswalze 63 angeordnet wird, so erfahren die Farbpartikel eine parallele Ausrichtung zu den Wellenfronten (die Streichfarbe ist hierbei das Übertragungsmedium 27 für die Wellenfronten). Wegen des großen Durchmessers der Gegenwalze 62 sind die Partikel dann auch quasi parallel zu deren Oberfläche und zur Oberfläche der Faserstoffbahn 12. Farbpartikel, die eine blättchenförmige Grundform haben wie beispielsweise Kaolin sind bei dieser parallelen Ausrichtung dann in Schichten angeordnet. Wenn dann die Rakel die überschüssige Farbe abstreifen will, so gleiten die zueinander parallelen Farbblättchen besser gegeneinander. Die Scherkräfte in der Streichfarbe werden dadurch deutlich heruntersetzt. Dadurch kann unter Umständen ein Farbauftrag von der Höhe nur eines Farbblättchens realisiert werden. Dieses spart Streichfarbe und technischen Aufwand für die Trocknung bzw. Energie für die Trocknung. Die Farbpartikel können aber auch schon in der Farbwanne 64 unterhalb der Oberfläche des Farbbades 65 und in der Nähe der Auftragswalze 63 mittels eines Senders 22 ausgerichtet werden, so dass der Sender 22 zwischen Auftragswalze 63 und Rakel 67 gegebenenfalls entfallen kann. Der Sender 22 in der Farbwanne 64 hat zudem den Vorteil, dass Farbklumpen aufgelöst werden können und/oder die Streichfarbe entgast werden kann.

[0150] Die Gegenwalze 62 und die Auftragswalze 63 stellen für die hier gezeigten Sender 22 in gewisser Weise einen Reflektor dar. Wenn die Oberflächen der Sender 22 zudem noch konkav gewölbt sind und außerdem noch den gleichen Krümmungsmittelpunkt haben, wie die ihnen zugeordneten Walzen, so kann man auch hier trotz der gewölbten Oberflächen, stehende Wellen erzeugen.

[0151] Die Figur 42 zeigt die Vergrößerung der Ansicht

A und die Figur 43 zeigt die Vergrößerung der Ansicht B aus der Figur 41. Diese Figuren bedürfen keiner weiteren Erklärung, da sie - vor allen Dingen in Verbindung mit der Bezugszeichenliste - selbsterklärend sind.

[0152] In der folgenden Bezugszeichenliste, die ausdrücklich Bestandteil der Beschreibung der vorliegenden Erfindung ist, wird die Bedeutung der in der Beschreibung und in den Figuren verwendeten Bezugszeichen erklärt:

| | |
|----|--|
| 5 | |
| 10 | 1 Sieb |
| | 2 Sieb |
| | 3 Stoffauflauf |
| | 4 Gekrümmter Formierschuh |
| 15 | 5 Leiste |
| | 6 Skimmer |
| | 7 Saugwalze |
| | 8 Saugkasten |
| | 9 Doppelleiste |
| 20 | 10 Formierwalze |
| | 11 Federblech |
| | 12 Faserstoffbahn/Suspensionsschicht |
| | 13 Foil |
| | 14 Registerwalze |
| 25 | 15 Maschinenlaufrichtung in der Bildebene |
| | 16 Maschinenlaufrichtung senkrecht zur Bildebene |
| | 17 gemessenes Faserorientierungs-Querprofil |
| | 18 gewünschtes Faserorientierungs-Querprofil |
| | 19 Winkel der Faserhaupttrichtung |
| 30 | 20 Faserhaupttrichtung |
| | 21 Faser |
| | 22 Sender |
| | 23 Antriebseinheit |
| | 24 Gehäuse |
| 35 | 25 Schallfeld |
| | 26 Wellenfront |
| | 27 Übertragungsmedium |
| | 28 Ausbreitungsrichtung des Schallfeldes |
| | 29 Schwenkwinkel des Senders |
| 40 | 30 Neigung des Senders zur Sieb-Normalen |
| | 31 Oberflächenwasser |
| | 32 Duplizierer |
| | 33 Reflektor |
| | 34 Reflektor mit Parallel-Kompensation |
| 45 | 35 Ringförmiger Motor-Ständer |
| | 36 Anschlusskabel |
| | 37 Halterung |
| | 38 Ringförmiger Motor-Läufer |
| | 39 Führung für Motor-Läufer |
| 50 | 40 Signatur |
| | 41 Umlenkung |
| | 42 Lochblende |
| | 43 Zufuhrleitung für Übertragungsmedium |
| | 44 Abzugsleitung für Übertragungsmedium |
| 55 | 45 Gleitbelag |
| | 46 Elektrischer Anschluss |
| | 47 Sensor |
| | 48 Sensor-Messleitung |

49 Stehende Welle
 50 Randstreifen
 51 Überdeckung
 52 Schwingungsrichtung
 53 Schreibkopf
 54 Schwenkwinkel des Reflektors
 55 Kanal
 56 Fixierungsmöglichkeit
 57 Traverse
 58 Montage-Scheibe
 59 Dichtung
 60 Haltering
 61 Gehäuse
 62 Gegenwalze
 63 Auftragswalze
 64 Farbwanne
 65 Oberfläche des Farbbades
 66 Farbauftrag
 67 Rakel

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung
 - a) einer Faserstoffbahn oder
 - b) einer Fasern enthaltenden Suspensionsschicht (12) bei der Herstellung einer Faserstoffbahn,

bei dem die Faserorientierung in der Suspensionsschicht oder in der Faserstoffbahn durch wenigstens ein Schallfeld (25) beeinflusst wird, dem die Suspensionsschicht oder die Faserstoffbahn ausgesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem mindestens ein gerichtetes Schallfeld (25) verwendet wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mindestens ein sektoriales Schallfeld (25) verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem wenigstens ein Schallfeld (25) unter einem definierten Winkel auf Bestandteile der Faserstoffbahn oder Suspensionsschicht (12) einwirkt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein Bahneigenschaftsprofil einer Faserstoffbahn beeinflusst wird.
6. Verfahren zur Beeinflussung eines Bahneigenschaftsprofils bei der Bearbeitung einer Faserstoffbahn oder einer Suspensionsschicht (12) in einer Papier-, Karton- oder Streichmaschine oder Leimpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Faserstoffbahn oder die Suspensionsschicht außer den Fasern noch weitere nicht kugelförmige Partikel, vorzugsweise Farbpartikel, enthält, deren Ausrichtung durch das wenigstens ein Schallfeld in der Suspensionsschicht oder in der Faserstoffbahn beeinflusst wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Fasern und/oder weitere nicht kugelförmige Partikel wenigstens teilweise parallel zu den Wellenfronten des wenigstens einen Schallfeldes ausgerichtet werden.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Ausbreitungsrichtung wenigstens eines Schallfeldes quer zur Laufrichtung der Faserstoffbahn ausgerichtet ist.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Ausbreitungsrichtung wenigstens eines Schallfeldes in einem spitzen Winkel einem Sieb ausgerichtet ist, über das die Faserstoffbahn oder die Suspensionsschicht läuft.
11. Vorrichtung zur Bearbeitung einer Faserstoffbahn oder einer Suspensionsschicht (12) nach einem Verfahren gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11 für die Bearbeitung einer Faserstoffbahn oder einer Suspensionsschicht, insbesondere in einer Papier-, Karton- oder Streichmaschine oder Leimpresse, vorzugsweise zur Beeinflussung eines Bahneigenschaftsprofils, bei der mindestens ein vorzugsweise sektionaler Sender (22) vorgesehen ist, der ein Schallfeld (25) erzeugt, und die derart ausgestaltet ist, dass zwischen dem Sender (22) und den Bestandteilen der Faserstoffbahn oder der Suspensionsschicht (12) ein flüssiges Übertragungsmedium (27) angeordnet ist oder angeordnet werden kann.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, bei der mindestens ein Sender (22) vorgesehen ist, der ein gerichtetes Schallfeld (25) erzeugt.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei der wenigstens einem Sender (22) mindestens ein Reflektor (33) zugeordnet ist.
15. Papier oder Karton, hergestellt mit einem Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche oder mit einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche.

Fig. 1

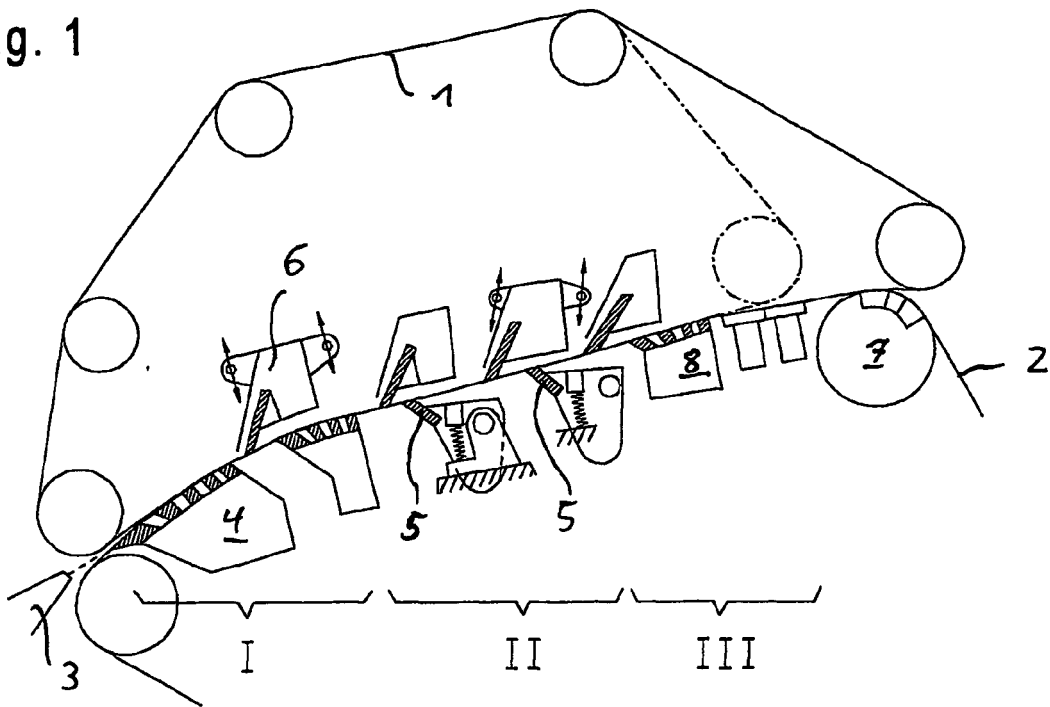


Fig. 2

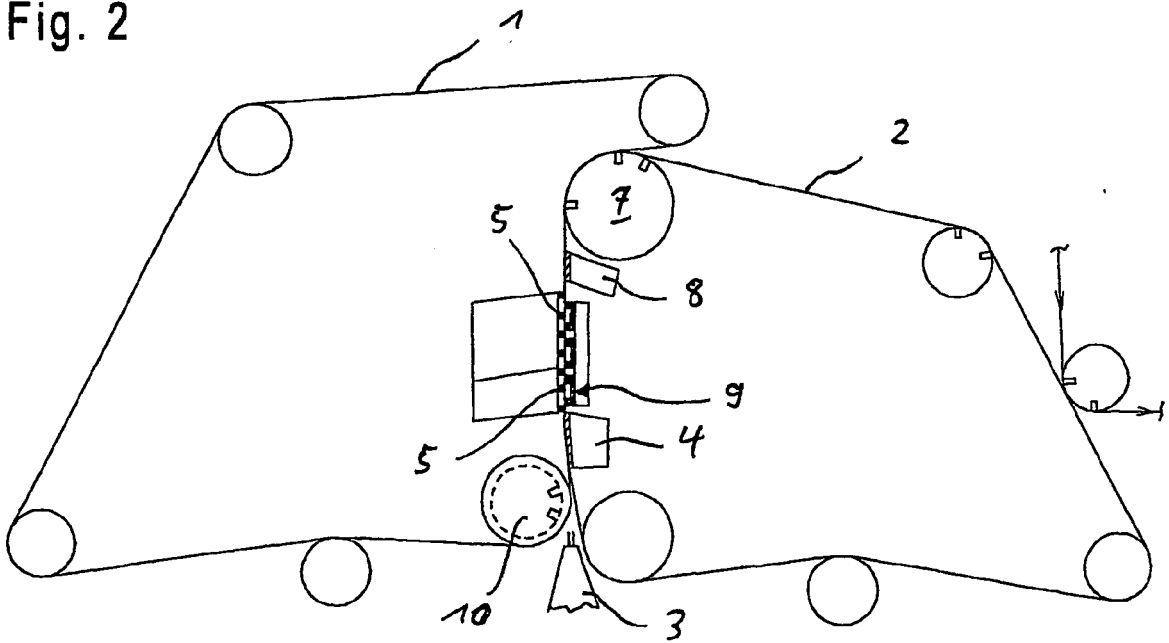


Fig. 3

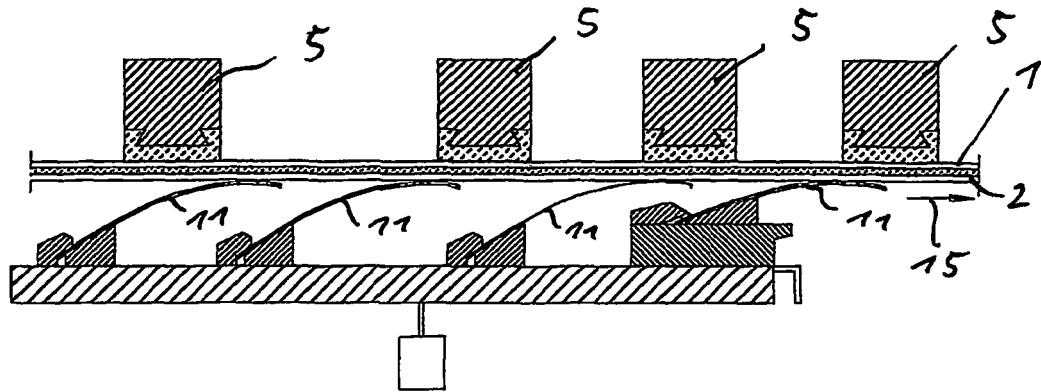


Fig. 4

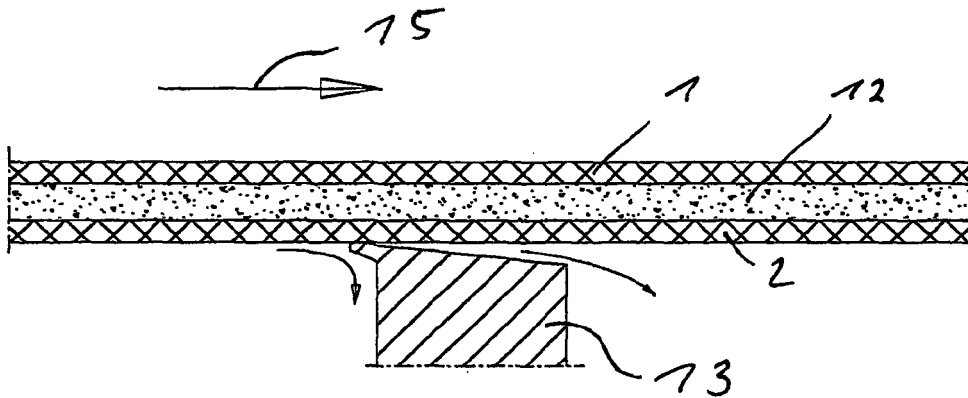


Fig. 5

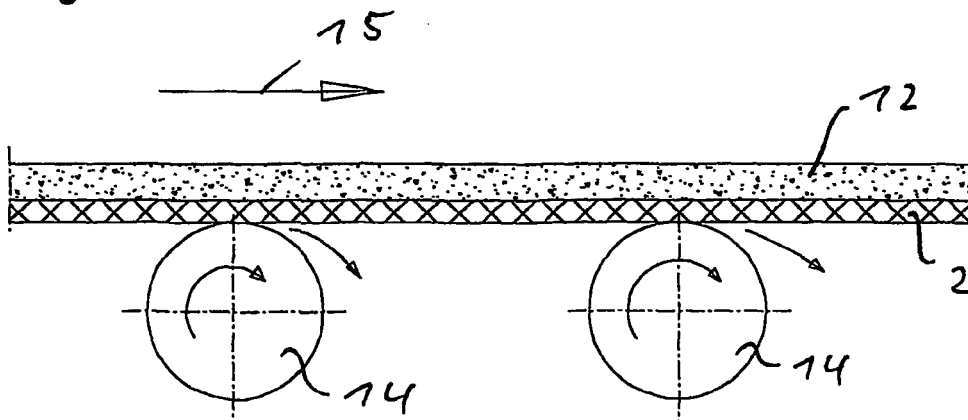


Fig. 6

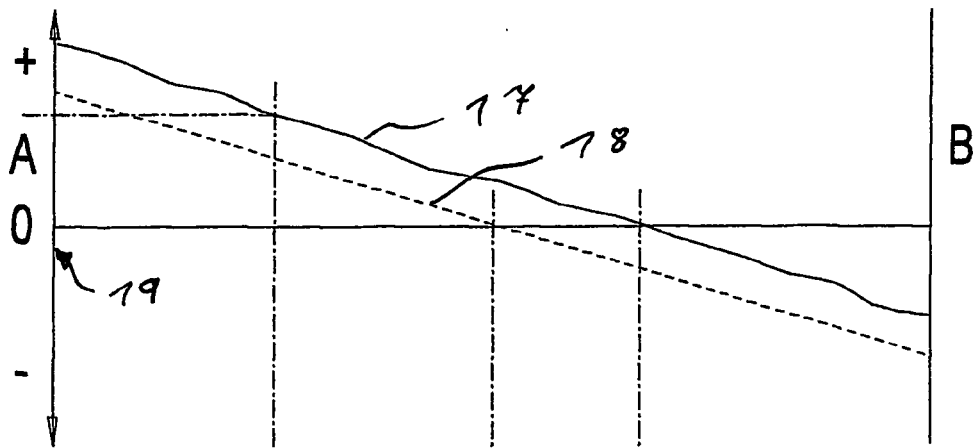


Fig. 7

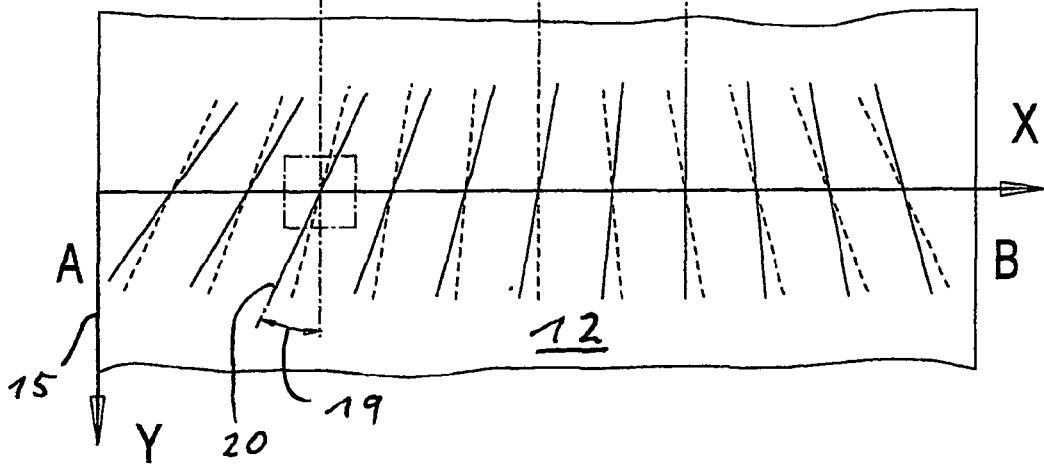


Fig. 8

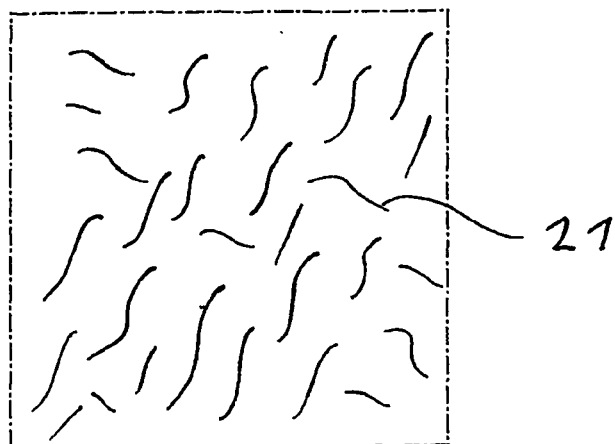


Fig. 9

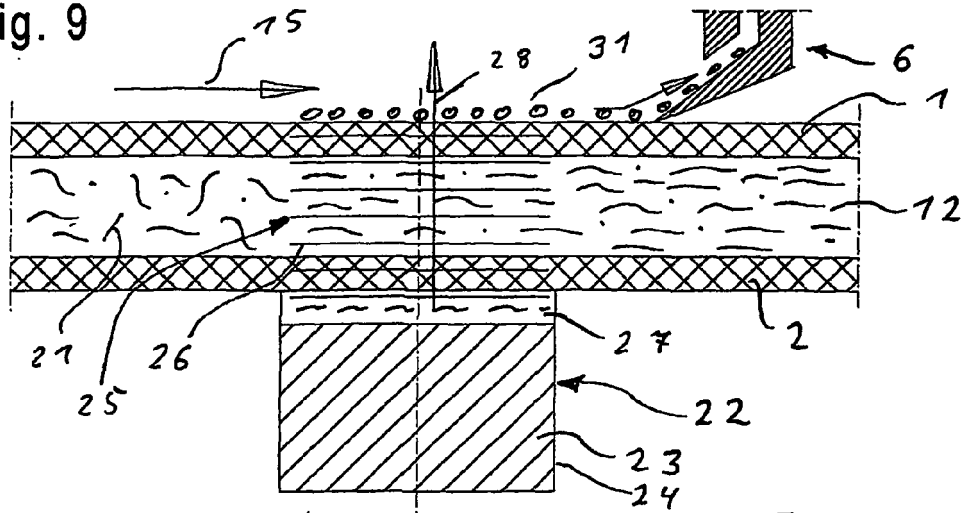


Fig. 10

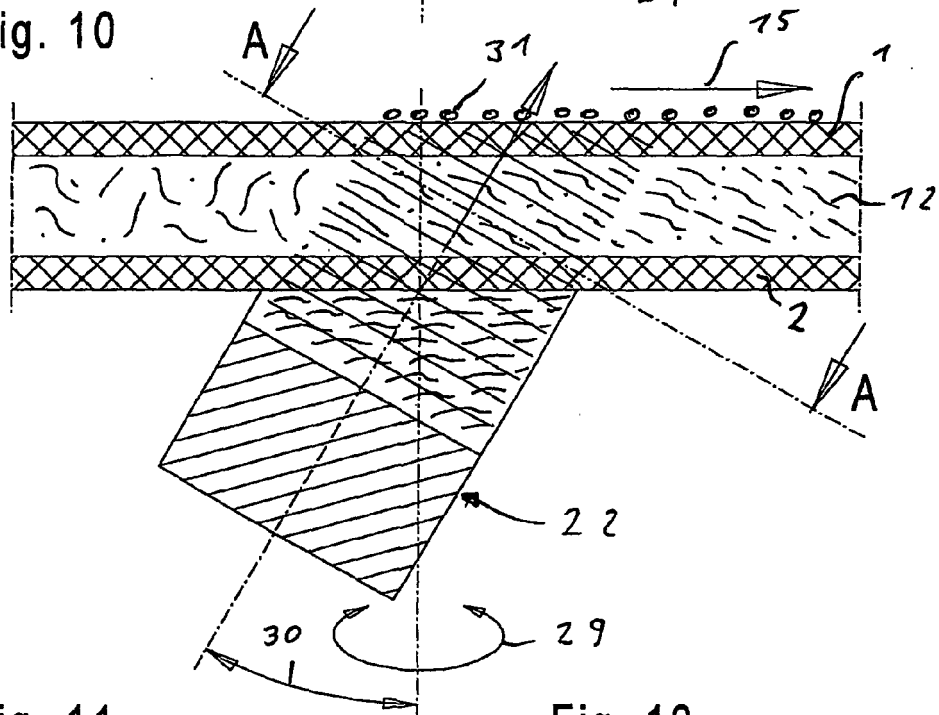


Fig. 11

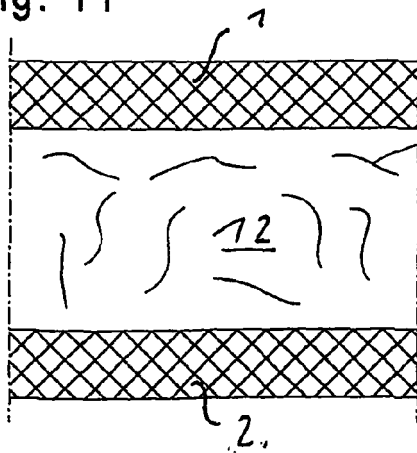


Fig. 12

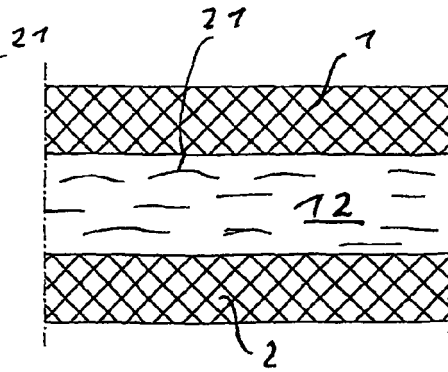


Fig. 13

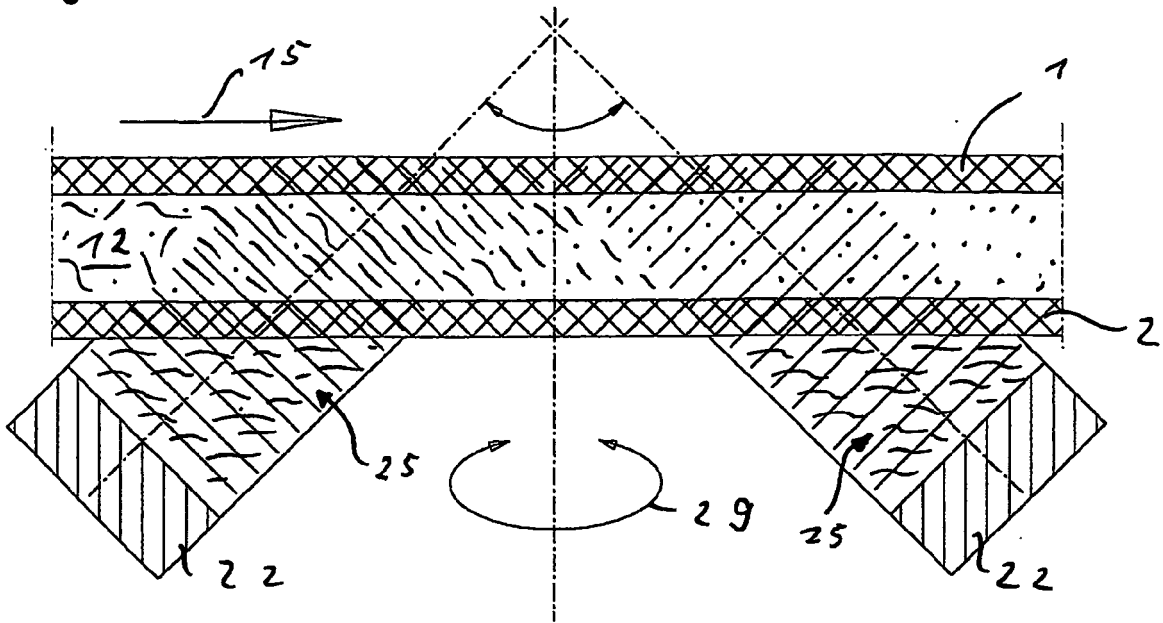


Fig. 14

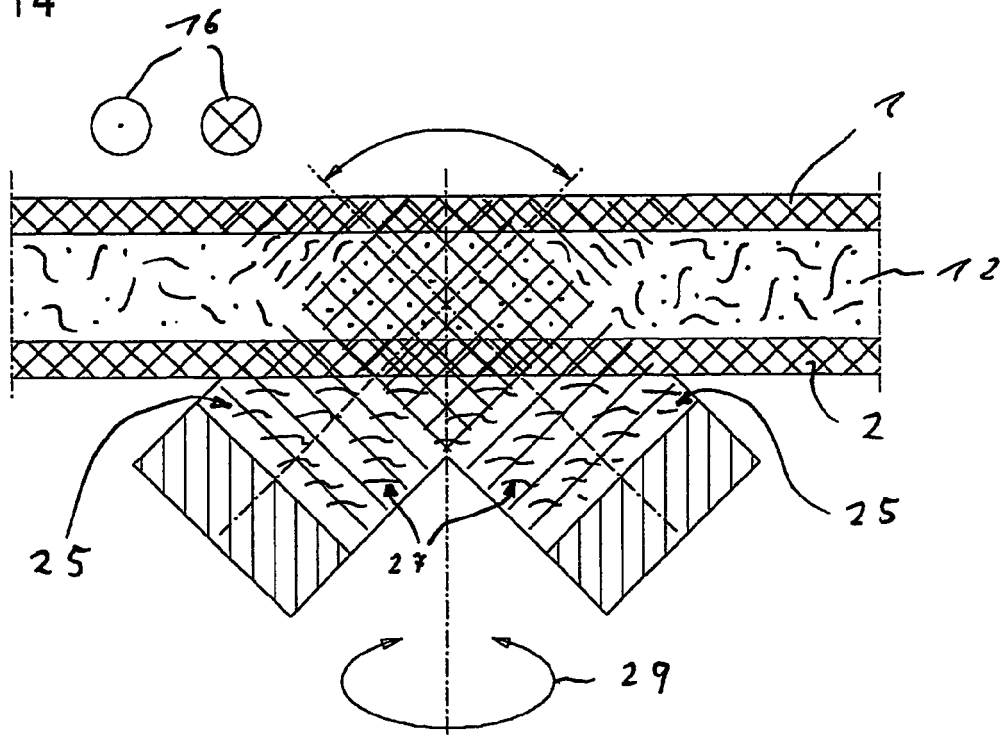


Fig. 15

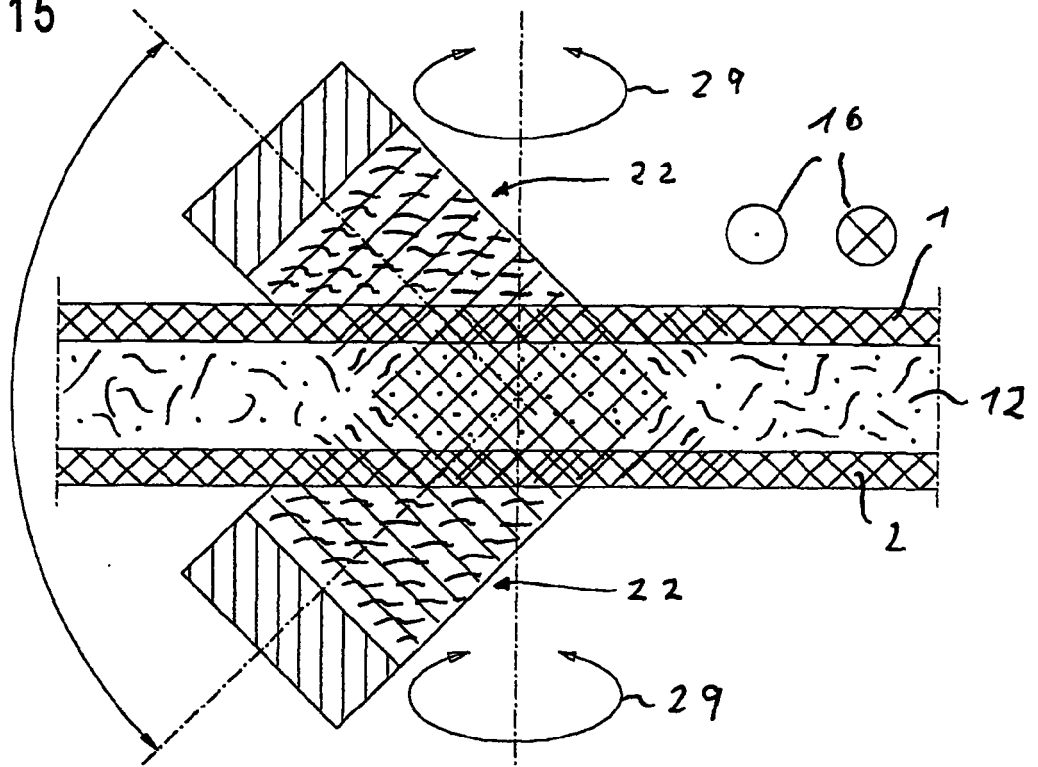


Fig. 16

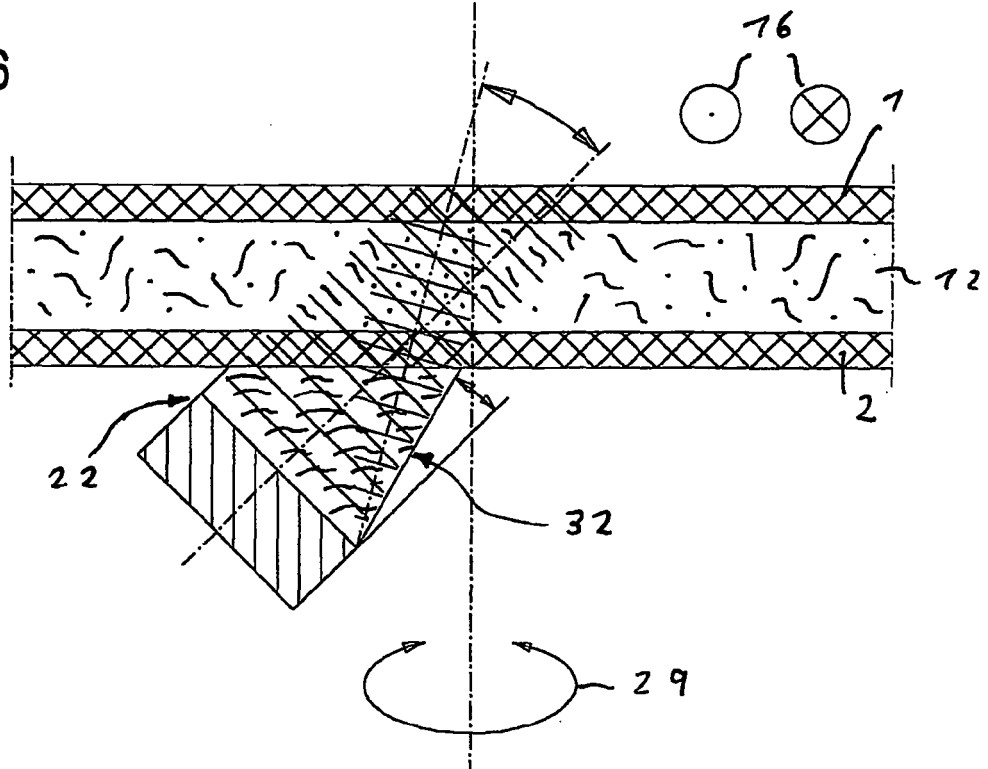


Fig. 19

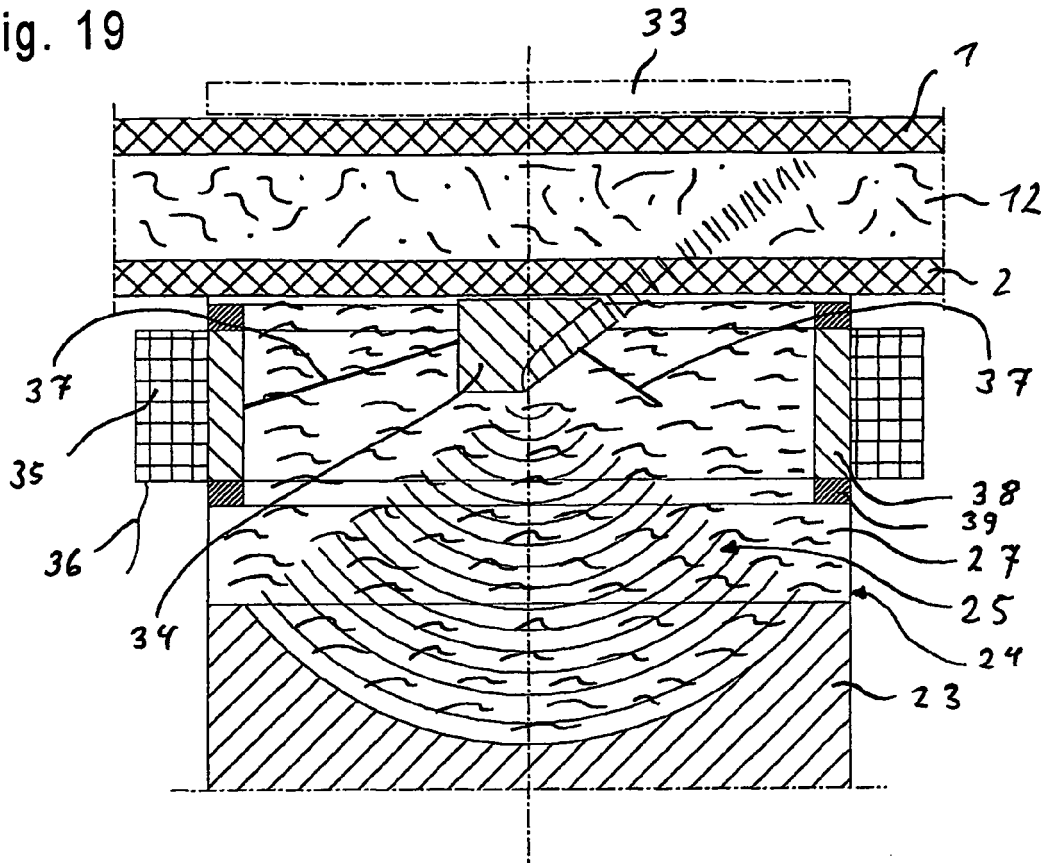


Fig. 20

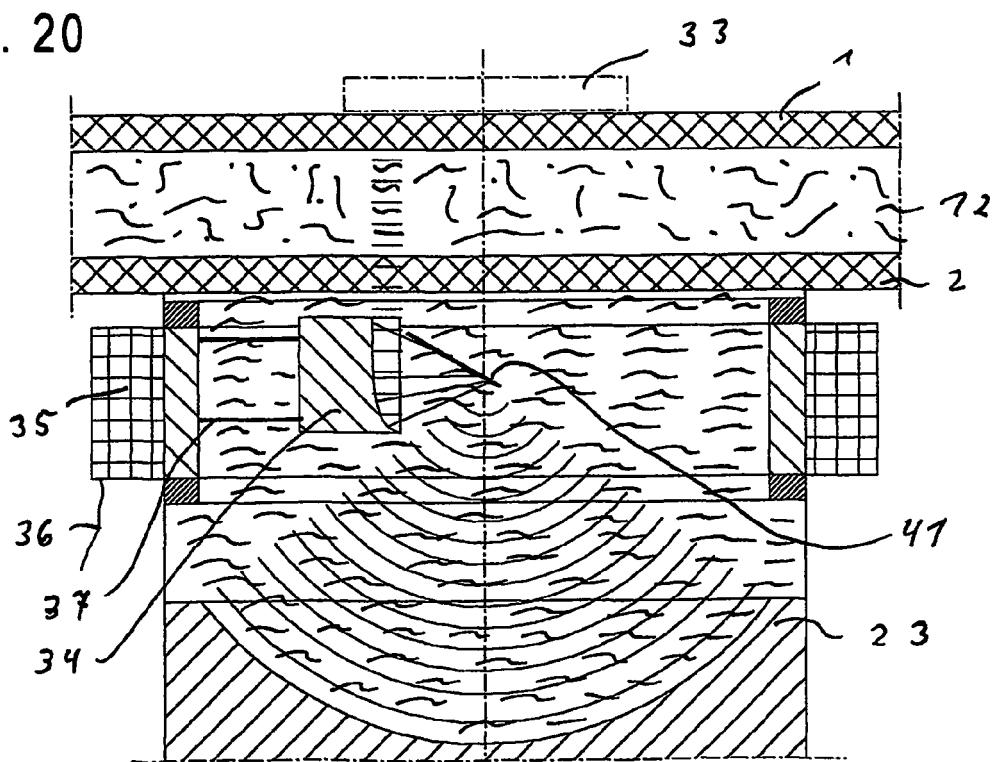


Fig. 21

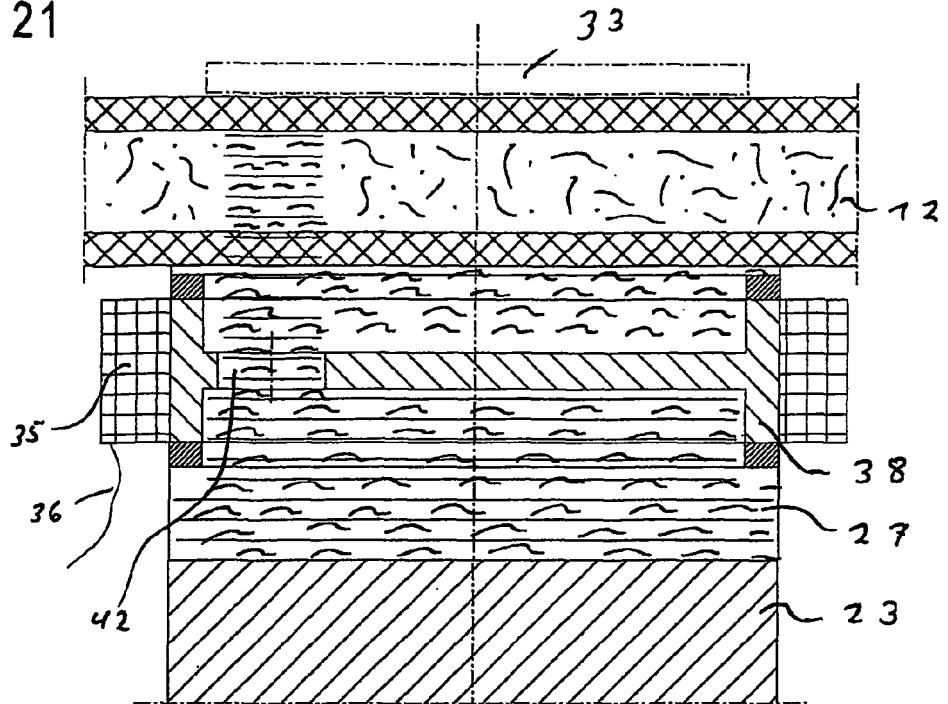


Fig. 22

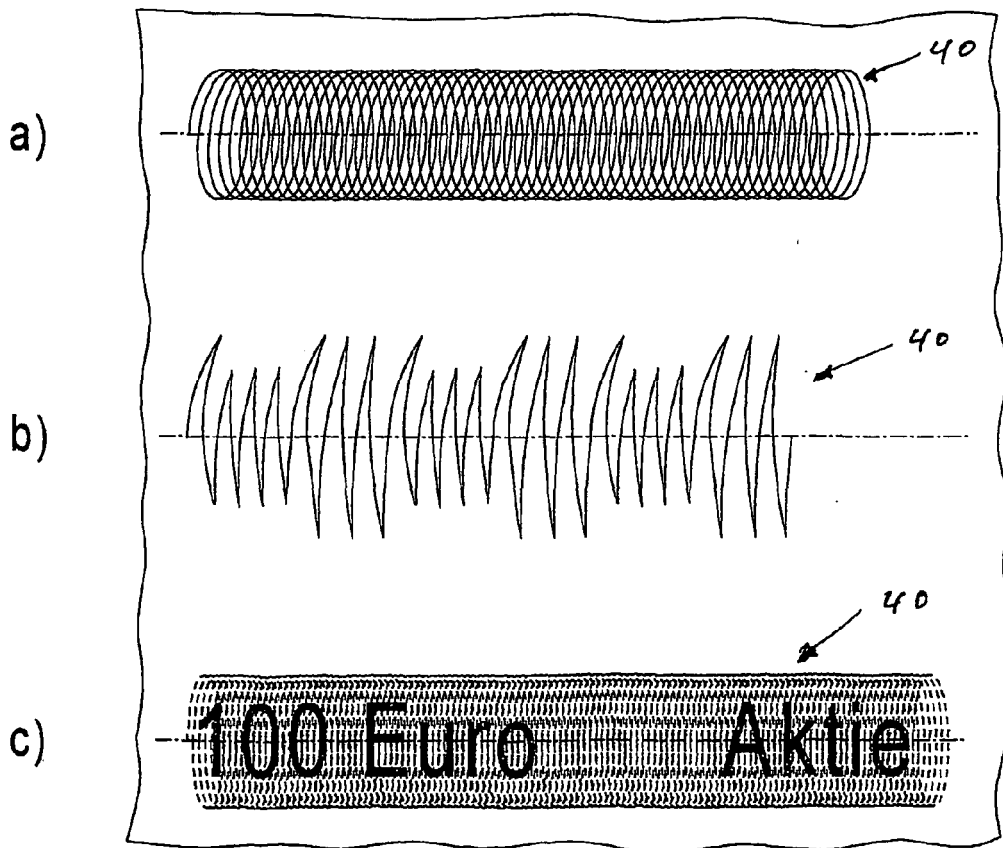


Fig. 23

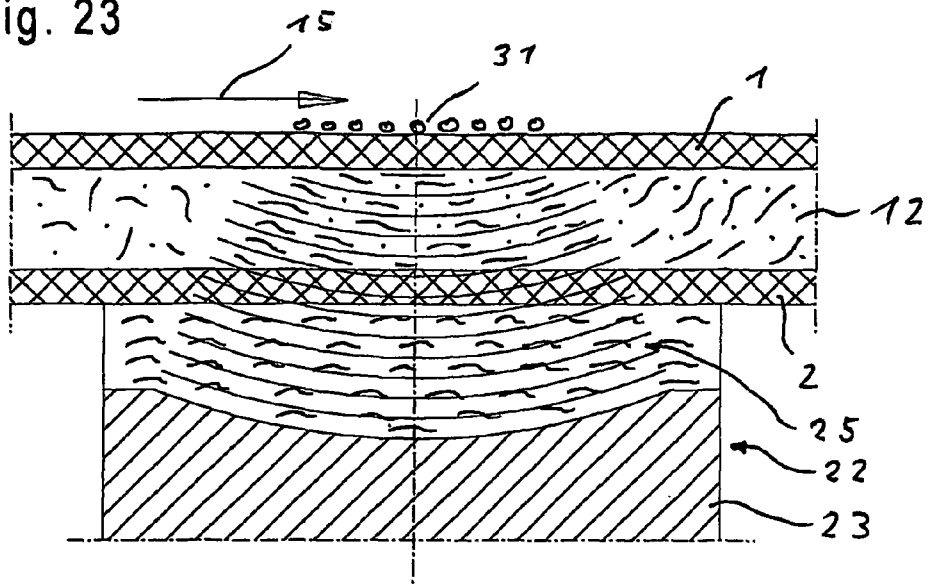


Fig. 24

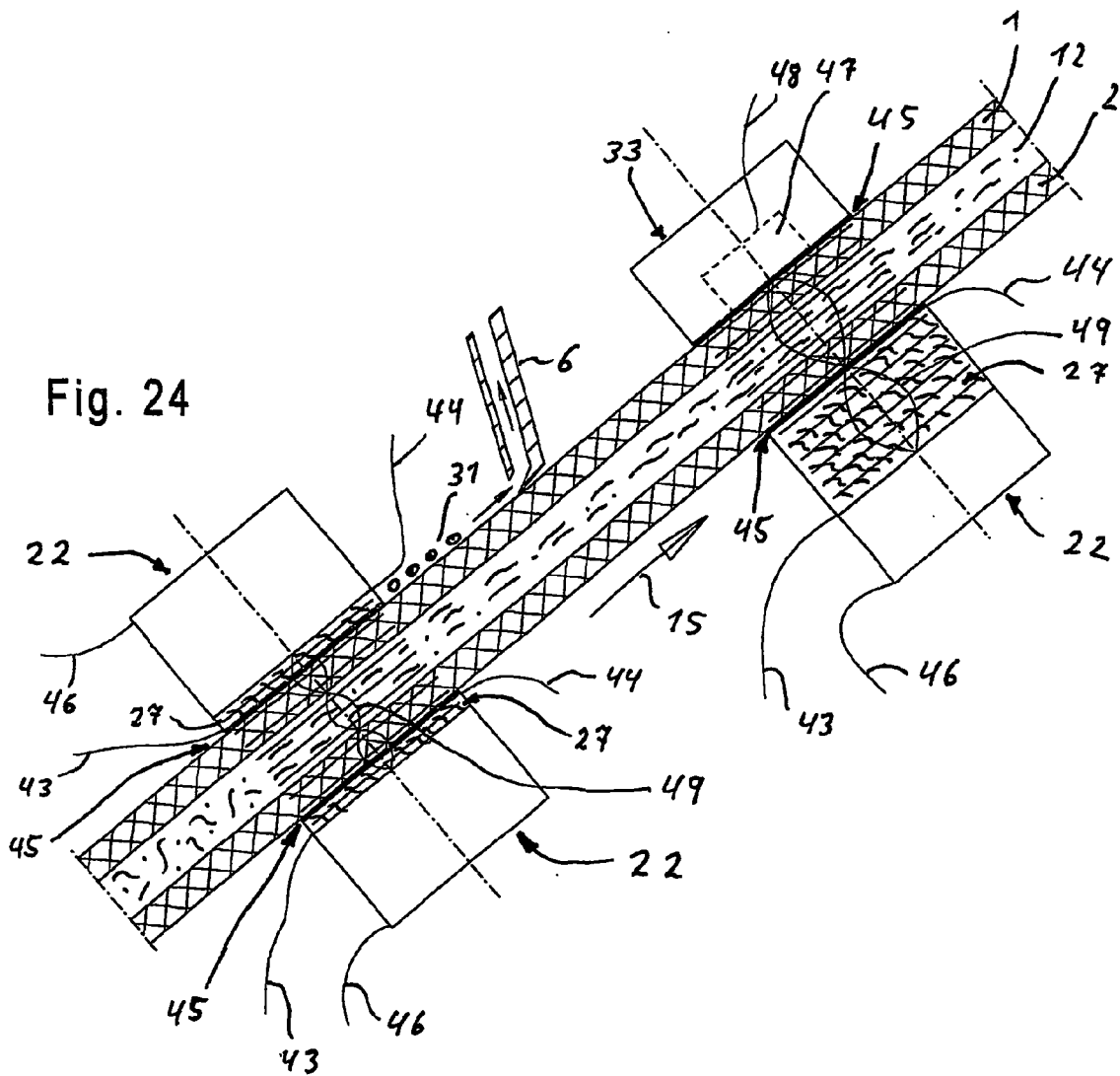


Fig. 25

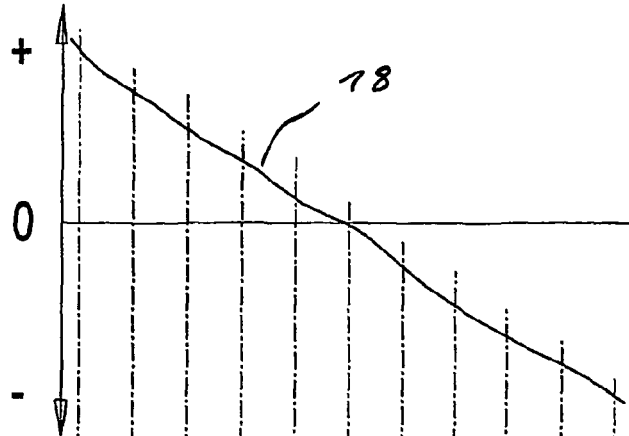


Fig. 26

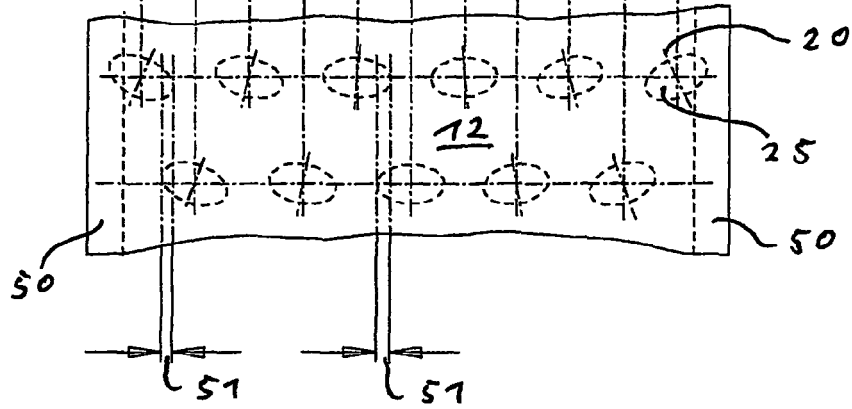


Fig. 27

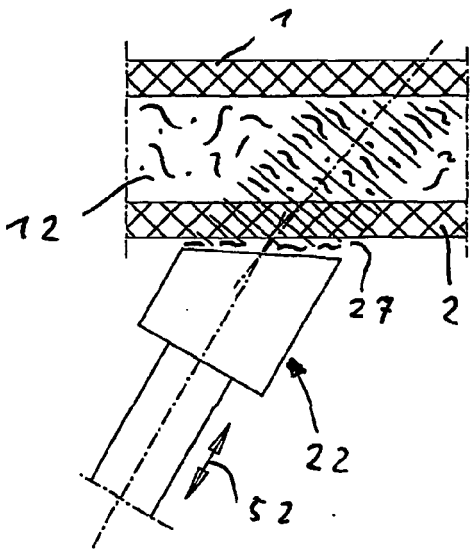


Fig. 28

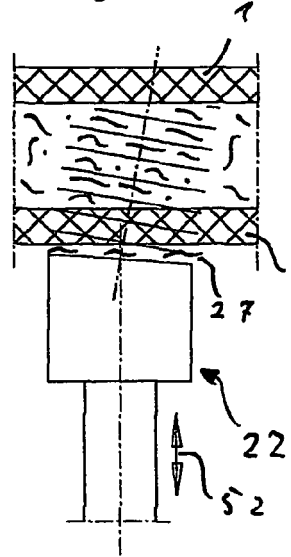


Fig. 29

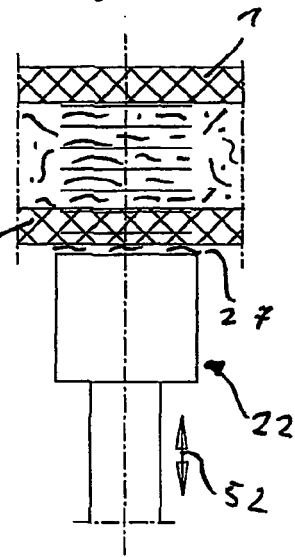


Fig. 30

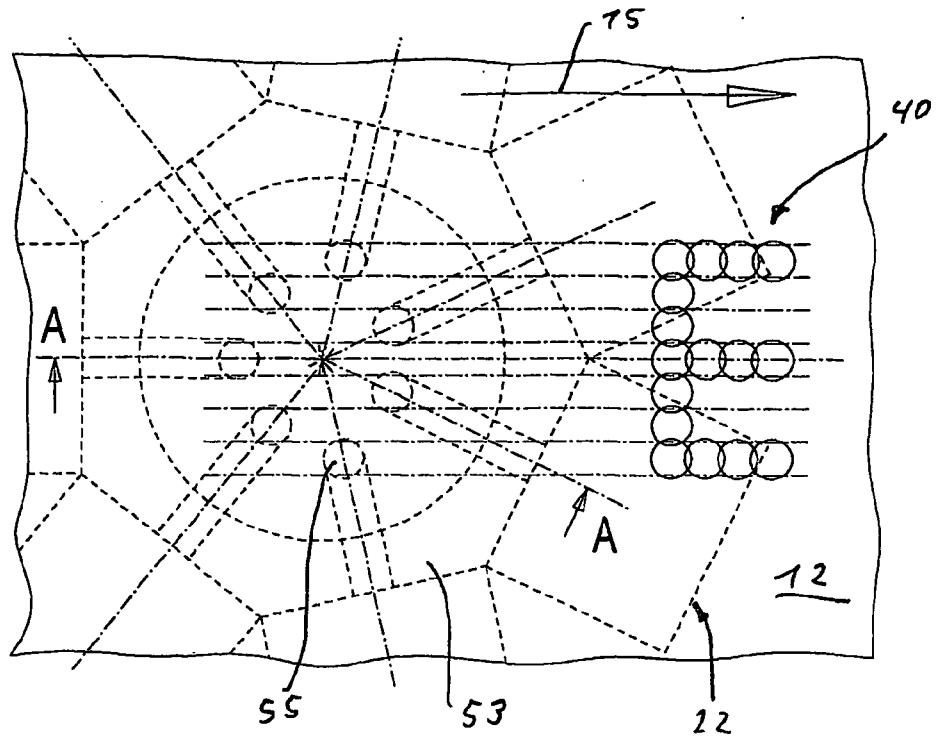


Fig. 31

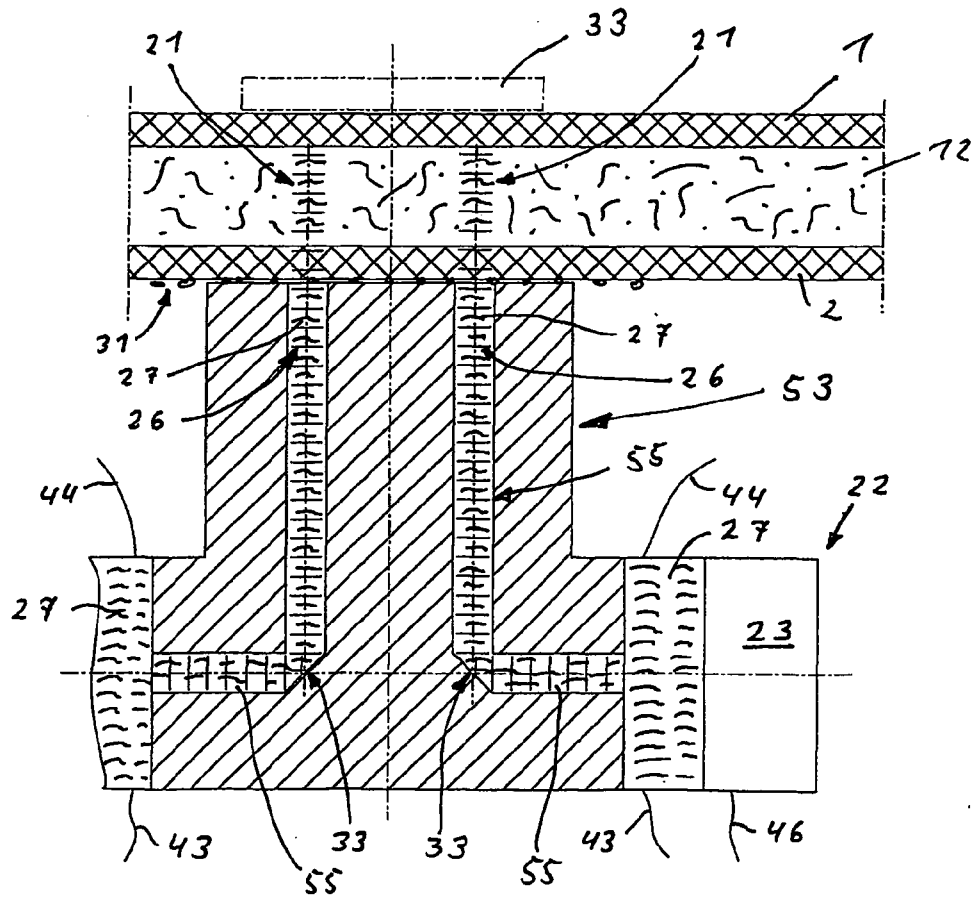


Fig. 32

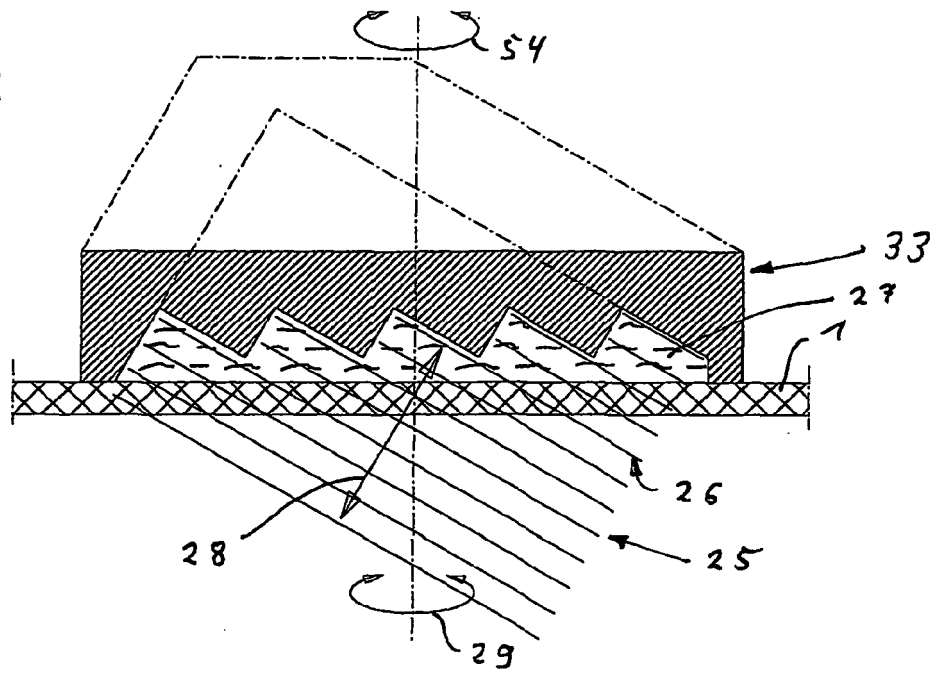


Fig. 33

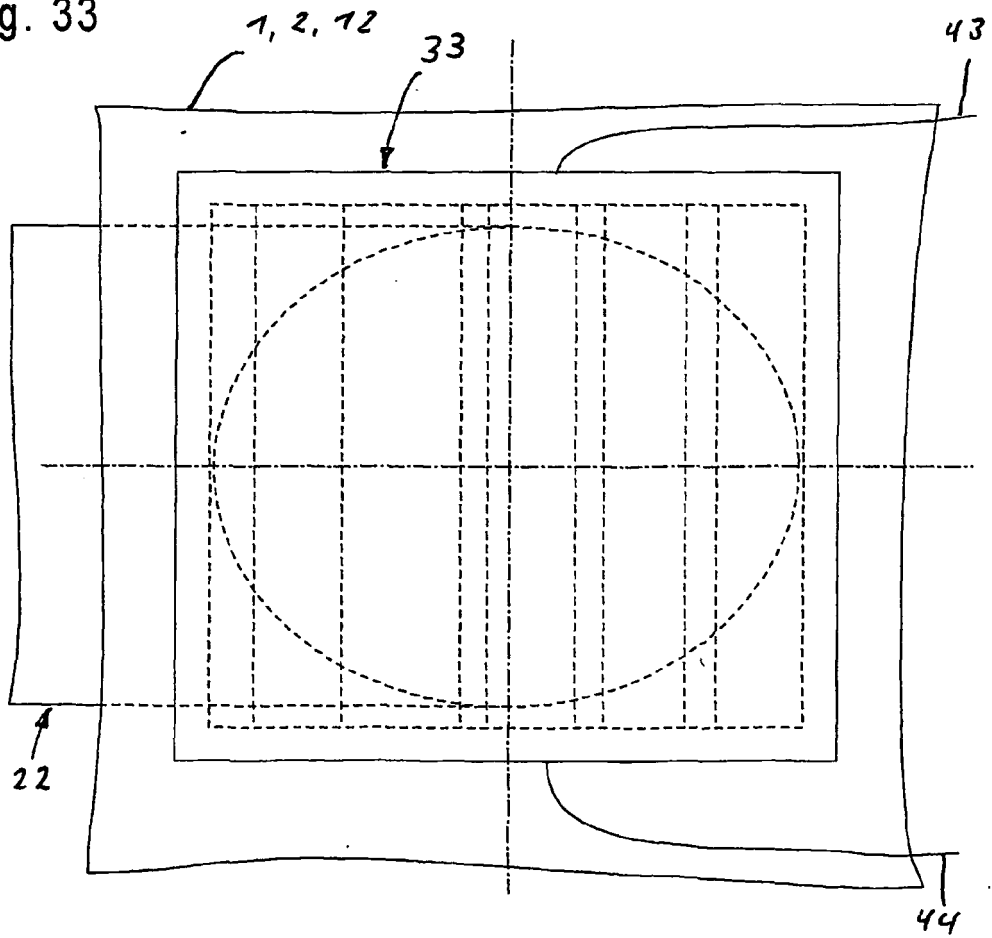


Fig. 34

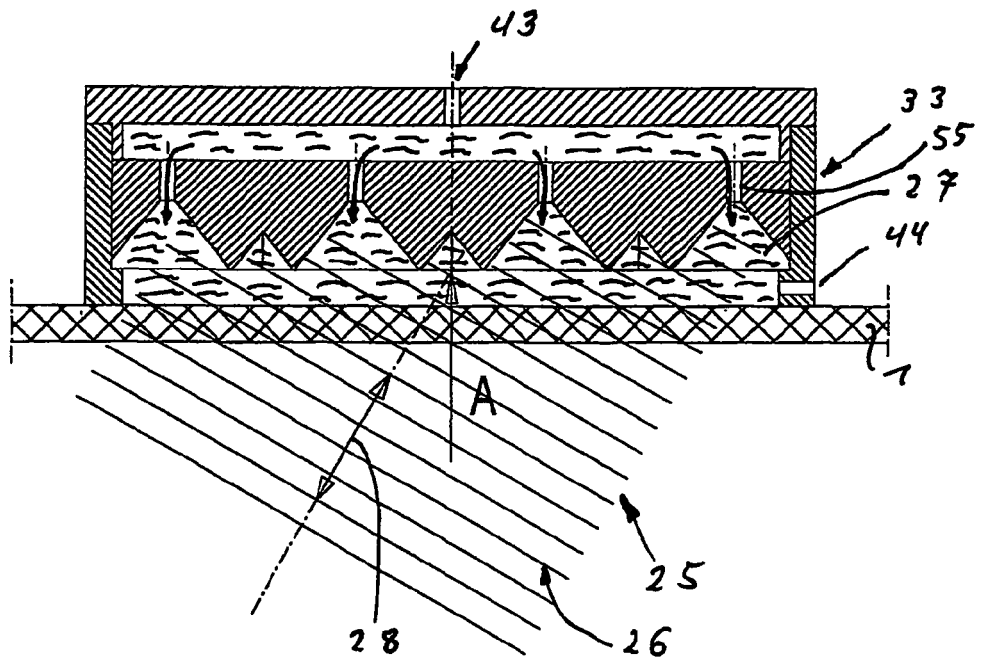


Fig. 35

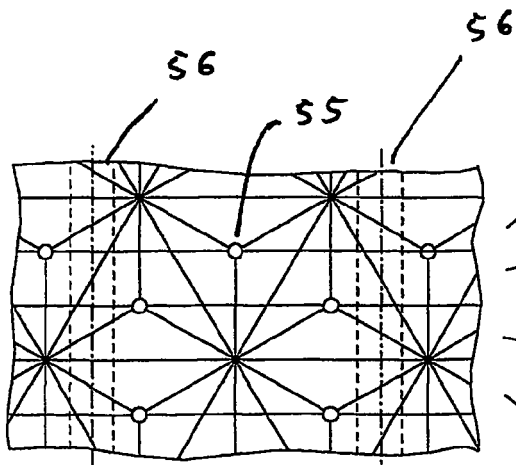


Fig. 36

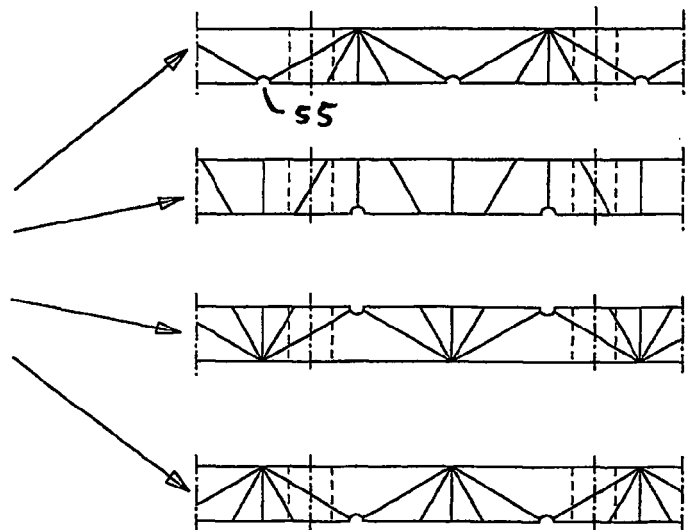


Fig. 37

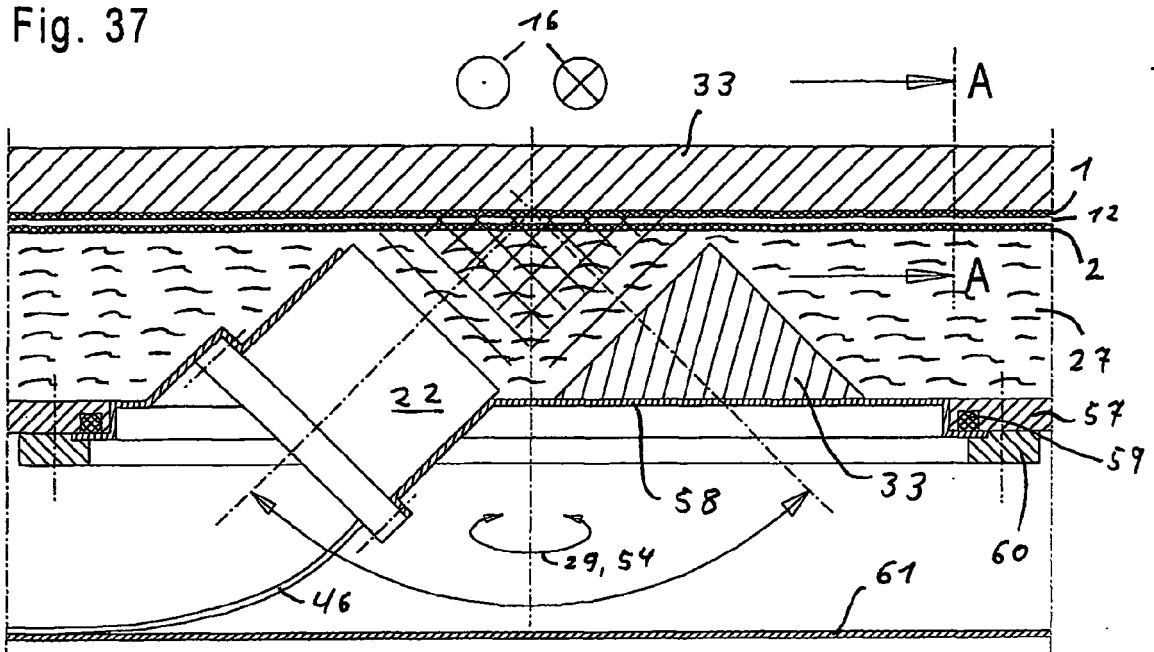


Fig. 38

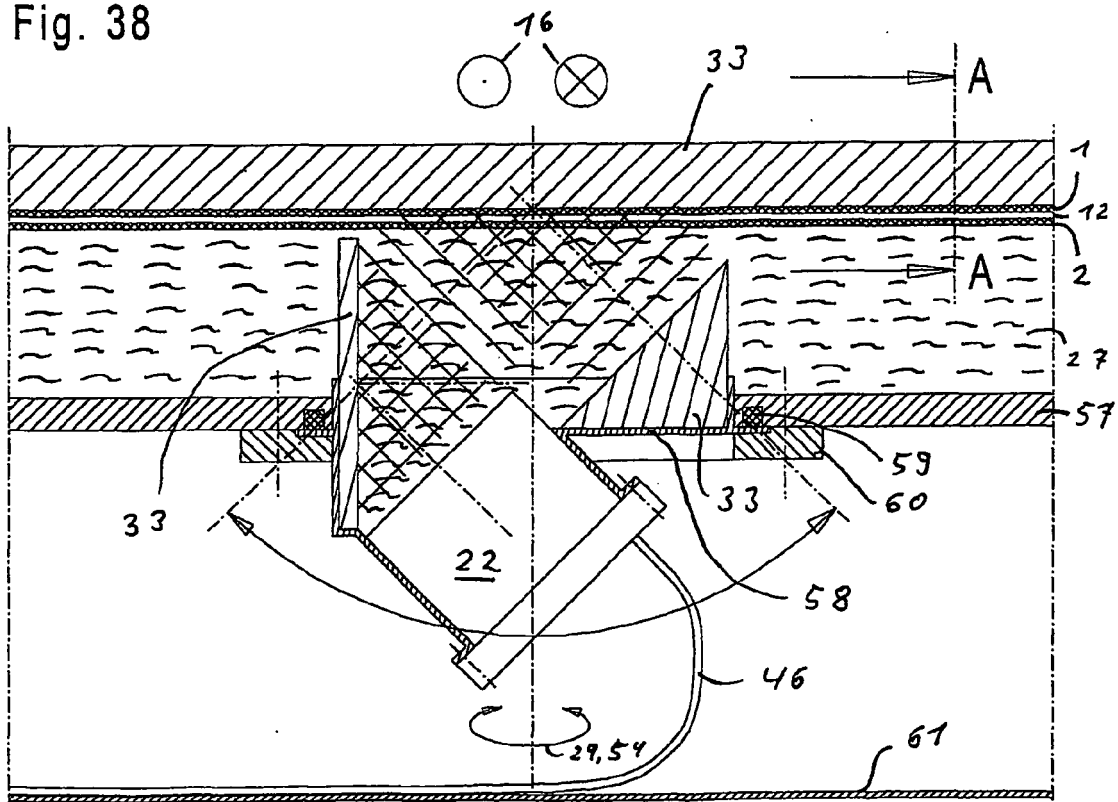


Fig. 39

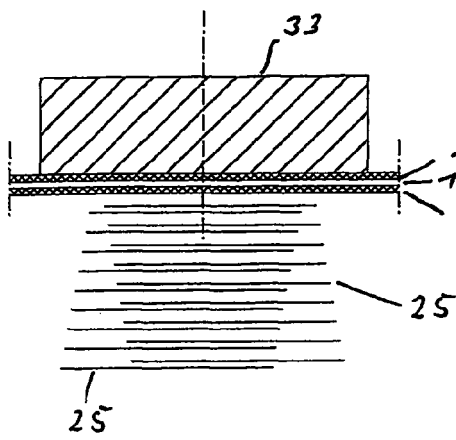


Fig. 40

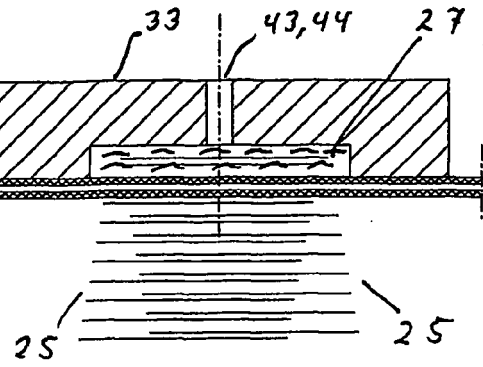


Fig. 41

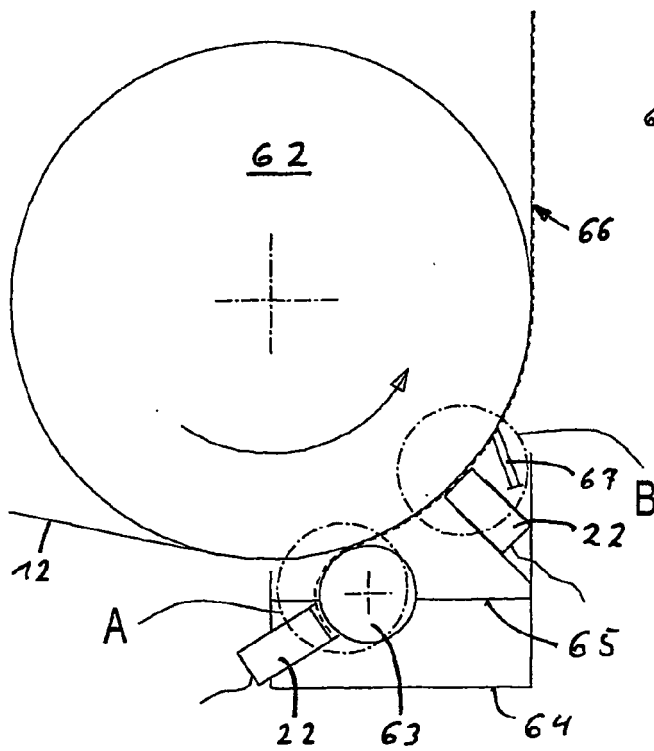


Fig. 42

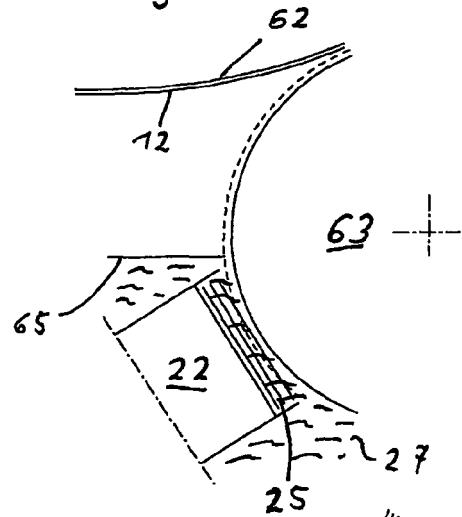
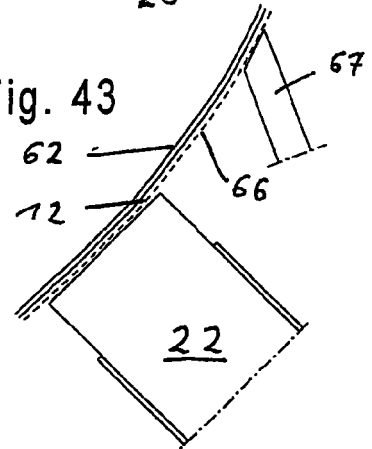


Fig. 43



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0489094 A1 [0003] [0086]
- EP 0627523 A1 [0003] [0088]
- EP 0516601 A1 [0091]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **Heinrich Kuttruff, S.** Physik und Technik des Ultraschalls. Hirzel Verlag, 1988 [0065]