

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
26. Juni 2014 (26.06.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/095553 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01L 5/00 (2006.01) **D21F 3/06** (2006.01)
G01L 1/14 (2006.01) **G01B 5/04** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/076338

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Dezember 2013 (12.12.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 224 122.1
21. Dezember 2012 (21.12.2012) DE

(71) Anmelder: **VOITH PATENT GMBH** [DE/DE]; Sankt
Pöltener Str. 43, 89522 Heidenheim (DE).

(72) Erfinder: **EBERHARDT, Robert**; Barbara-Stech-Weg
19, 73479 Ellwangen (DE). **GRASER, Siegfried**;
Bayernweg 23, 89522 Heidenheim (DE). **PROBST-
SCHENDZIELORZ, Stefan**; Bismarckstr. 44, 89129
Langenau (DE). **EHRBRECHT, Bernd**; Am Wald 21,
78089 Unterkirnach (DE). **MERZ, Jürgen**; Im Beifang 20,
78112 St. Georgen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

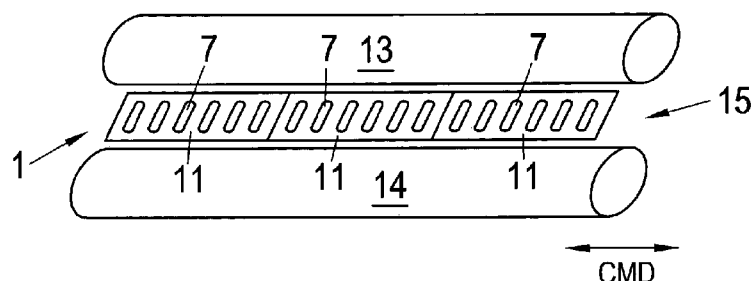
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: DEVICE FOR RECORDING MEASURED VALUES IN A NIP

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUM ERFASSEN VON MESSWERTEN IN EINEM WALZENSPALT

Fig.5



(57) Abstract: The invention relates to a device (1) for recording measured values in a nip (15) between two rolls (13, 14), more particularly in a machine for producing and/or finishing a fibre web such as a paper, cardboard or tissue web, wherein the device (1) can be inserted into the nip (15) and has a plurality of measurement capacitors (7) with capacitor plates (4a, 4b) and a dielectric (5) arranged between the capacitor plates (4a, 4b), wherein the capacitor plates (4a, 4b) are spaced apart from one another by spacers (3a, 3b), wherein at least first spacers (3a) are elastically deformable, and wherein signals that serve to determine the nip width can be generated from a change in the geometry of the measurement capacitors (7) and a resultant change of the capacitance of the measurement capacitors (7). The plurality of measurement capacitors (7) has an active shielding against electric fields.

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung (1) zur Erfassung von Messwerten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



in einem Walzenspalt (15) zwischen zwei Walzen (13, 14) insbesondere in einer Maschine zur Herstellung und/oder Veredelung eine Faserstoffbahn wie einer Papier-, Karton-oder Tissuebahn wird beschrieben, wobei die Vorrichtung (1) in den Walzenspalt (15) einlegbar ist und eine Mehrzahl von Messkondensatoren (7) mit Kondensatorplatten (4a, 4b) und einem zwischen den Kondensatorplatten (4a, 4b) angeordneten Dielektrikum (5) aufweist, wobei die Kondensatorplatten (4a, 4b) durch Abstandshalter (3a, 3b) voneinander beabstandet sind, wobei zumindest erste Abstandshalter (3a) elastisch deformierbar sind, und wobei durch eine Veränderung der Geometrie der Messkondensatoren (7) und eine daraus resultierende Änderung der Kapazität der Messkondensatoren (7) Signale erzeugbar sind, welche der Ermittlung der Nipbreite dienen. Die Mehrzahl von Messkondensatoren (7) weist eine aktive Abschirmung gegenüber elektrischen Feldern auf.

Vorrichtung zum Erfassen von Messwerten in einem Walzenspalt

- 5 Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung, die zur Bestimmung von Messwerten in einem Walzenspalt geeignet ist, insbesondere zwischen zwei Walzen in einer Maschine zur Herstellung und/oder Veredelung einer Faserstoffbahn wie einer Papier-, Karton- oder Tissuebahn, nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.
- 10 Es besteht seit langem Bedarf seitens der Papiermaschinenbetreiber, Möglichkeiten zur Ermittlung von Betriebsparametern zwischen Walzen zu erhalten. Positionen in einer bahnverarbeitenden Maschine, wo zwei Walzen unter Bildung eines Nips aufeinanderlaufen, tragen wesentlich zur Qualität des Endproduktes bei. Laufen in solchen Positionen die Walzen z.B. schräg aufeinander oder ist die Bombierung der
- 15 Walzen nicht korrekt aufeinander abgestimmt, kann die Faserstoffbahn bereichsweise unterschiedliche Dicken oder ein ungleichmäßiges Feuchtequersprofil aufweisen, was die Qualität des Endproduktes erheblich schmälern kann.
- Derartige Positionen befinden sich beispielsweise in der Pressenpartie, wo die
- 20 Faserstoffbahn zwischen Press- oder Saugpresswalzen entwässert wird, in Streichaggregaten, wo die Faserstoffbahn mit einem Strich versehen oder geleimt wird, oder in Glättwerken bzw. Kalandern, wo die Faserstoffbahn Glanz und Glätte für hochwertige Anwendungen erhält.
- 25 Der Stand der Technik kennt eine Vielzahl von Systemen, welche bei laufender oder bei stehender Maschine die Möglichkeit bieten, Messwerte im Walzenspalt aufzunehmen und zu analysieren. Auch die Auswahl an Sensoren, die für derartige Anwendungen in Frage kommen, umfasst eine große Bandbreite an Möglichkeiten. Hier sind in der Vergangenheit insbesondere Dehnmessstreifen, piezoelektrische
- 30 Sensoren und Glasfasersensoren zur Anwendung gelangt.

- 2 -

Beispielsweise ist aus der US 7,305,894 B ein System zur Messung von Parametern in einem Walzenspalt für eine bahnverarbeitende Maschine wie eine Papier- oder Kartonmaschine bekannt, welches eine Sensorleiste und eine dazugehörige Schnittstellenelektronik aufweist. Die Sensoren sind in einer streifenförmigen Matte angeordnet, welche in den Walzenspalt eingelegt wird.

Weiterhin ist aus der US 6,225,814 BA ein Sensor für eine entsprechende Messvorrichtung bekannt, welcher länglich ausgebildet ist und im Wesentlichen eine Widerstandsschaltung aufweist, welche durch den im Walzenspalt herrschenden Druck betätigt wird. Der Sensor wird so in den Walzenspalt eingelegt, dass eine Erstreckungsrichtung des länglichen Sensors mit der Maschinenrichtung zusammenfällt. Je nach Länge des Walzenspalt es wird der Widerstand in dem Sensor größer oder kleiner, woraus ein Rückschluss auf die Ausdehnung des Walzenspalt es in Maschinenrichtung gezogen werden kann.

Nachteilig an den aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen ist insbesondere die Empfindlichkeit der Sensorik in Bezug auf Temperatureinflüsse. Dementsprechend muss stets eine Kalibrierung erfolgen, welche insbesondere in Positionen, an denen eine beheizte Walze gegen eine nicht beheizte Walze läuft, beispielsweise in Kalandern, schwierig ist, da ungleiche Temperaturprofile der Walzen die Messwerte verfälschen können.

Die Elektronik umfasst oft Multiplexingsysteme, die neben der Hardware eine ausgereifte Auswertesoftware benötigen, die ebenfalls mit großem Entwicklungsaufwand und entsprechenden Kosten erstellt werden muss.

Es ist entsprechend Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Bestimmung der Nipbreite in Walzenpressen, Kalandernips und anderen Walzennips in Papiermaschinen und papierverarbeitenden Maschinen bei stehender Maschine anzugeben, welche die bekannten Nachteile des Standes der Technik vermeidet.

Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass die Mehrzahl von Messkondensatoren eine aktive Abschirmung gegenüber elektrischen Feldern aufweist.

Vorteilhaft ist hierbei, dass bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung keine signifikante
5 Temperaturabhängigkeit vorliegt. Ebenso ist ein hohes Maß an Stabilität auch bei hohen Drücken gewährleistet. Durch die aktive Abschirmung ist es möglich, eine nahezu störungsfreie Messanordnung zu erhalten, die durch äußere elektrische Felder unbeeinflusst bleibt. Messergebnisse können somit mit großer Genauigkeit ermittelt werden.

10

Weitere vorteilhafte Aspekte und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass die aktive Abschirmung erste
15 Schirmfolien gebildet ist, welche an den Kondensatorplatten angeordnet sind. Schirmleiterbahnen, welche die Kondensatorplatten zumindest teilweise umfassen und in einer Ebene mit den Kondensatorplatten angeordnet sein können, sorgen für eine Abschirmung gegen seitliche Störfelder.

20

Bevorzugt können zweite Schirmfolien mit der zweiten Kondensatorplatte elektrisch verbunden und auf Masse gelegt sein.

Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass ein Potential auf der ersten Kondensatorplatte und ein Potential auf der ersten Schirmfolie sowie den
25 Schirmleiterbahnen so aufeinander einstellbar sind, dass das Potential auf der ersten Schirmfolie sowie den Schirmleiterbahnen gleich dem Potential der ersten Kondensatorplatte ist. Dadurch können externe Störfelder sehr effektiv ausgeschaltet werden.

30

Bevorzugt können die Mehrzahl von Messkondensatoren mit zumindest einer Schaltung zur Kapazitätserfassung der Mehrzahl von Messkondensatoren in

- 4 -

Abhängigkeit von einer Länge des Walzenspaltes in Maschinenrichtung betrachtet verbunden sein.

Vorzugsweise kann die Schaltung zumindest eine RC-Oszillatorschaltung zur
5 Messung der Kapazität mittels des zyklischen Ladens und Entladens der Mehrzahl von Messkondensatoren aufweisen.

Bevorzugt kann pro Messkondensator eine zugeordnete Schaltung vorgesehen sein.

10 Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann die eine oder mehrere Schaltungen mit zumindest einer Übertragungseinheit verschaltet sein.

Vorzugsweise ist zumindest eine Auswerteeinheit vorgesehen, die kabellos oder über eine Kabelverbindung mit der Übertragungseinheit kommuniziert.

15

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Kondensatorplatten jeweils in Form von Streifen ausgebildet sind, wobei die Streifen jeweils so ausgerichtet sind, dass ihre längere Ausdehnungsrichtung in einer Maschinenrichtung orientiert ist.

20

Alternativ kann vorgesehen sein, dass eine der Kondensatorplatten in Form von Streifen und die andere in Form einer einstückigen Platte ausgebildet ist. Diese Ausführungsform ist besonders einfach anwendbar.

25 Bevorzugt kann die aktive Abschirmung an den streifenförmigen Kondensatorplatten vorgesehen sein.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zumindest eine der Kondensatorplatten auf einem Träger angeordnet ist.

30

Weiterhin bevorzugt können die Kondensatorplatten als Metallfolie aus Aluminium, Messing, Kupfer oder einem anderen geeigneten leitfähigen Material in Form von

leitenden Folien oder in Form von auf die Träger oder auf eine Flexplatine in geeigneter Weise aufgebrachte leitenden Schichten ausgebildet sein.

Die Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Figuren beispielhaft
5 beschrieben. In den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine stark schematisierte seitliche Schnittansicht eines einzelnen Kondensators, welcher zur Anwendung in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung geeignet ist,

10

Fig. 2 eine Aufsicht auf den Kondensator gemäß Fig. 1 in einer schmetterlingsartig aufgeklappten Ansicht,

Fig. 3 eine Aufsicht auf ein Ausführungsbeispiel eines Kondensators mit einer aktiven Abschirmung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer aufgeklappten Ansicht,

15

Fig. 4 eine Aufsicht auf ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Messsegments einer erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung,

20

Fig. 5 eine stark schematisierte perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, die in einem Walzenspalt vor dem Schließen desselben angeordnet ist,

25

Fig. 6 eine Prinzipskizze zur Verformung zweier Walzen unter Last,

Fig. 7 eine vereinfachte Skizze des Aufbaus der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem geschlossenen Walzenspalt und ein dazugehöriges Ersatzschaltbild

30

Fig. 8 eine schematische Darstellung der Lade- und Entladezyklen eines Messkondensators für eine erfindungsgemäße Vorrichtung,

Fig. 9 ein Schaltbild für eine aktive Abschirmung für einen Messkondensator für eine erfindungsgemäße Vorrichtung, und

5 Fig. 10 ein Schaltbild eines RC-Oszillators zur Verwendung in der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

10 In der nachfolgenden Beschreibung wird eine Vorrichtung 1 zur Bestimmung der Breite eines Walzenspalts 15 zwischen zumindest zwei Walzen 13, 14 in Maschinenrichtung - im Folgenden mit MD (machine direction) abgekürzt - gesehen auf Basis eines kapazitiven Messverfahrens anhand bevorzugter Ausführungsformen beschrieben.

15 Ein derartiger Walzenspalt 15 ist in vielen Positionen in einer Maschine zur Herstellung oder Verarbeitung einer Faserstoffbahn zu finden. Dabei können Walzen 13, 14 aus verschiedenen Materialien sowie unterschiedlicher Härten und Oberflächengestaltung gegeneinanderlaufen. Es ist beispielsweise möglich, eine Walze 14 mit einer relativ weichen Oberfläche wie z.B. mit einem Bezug aus Polyurethan und eine harte Walze 13 mit einer keramischen Spritzschicht zu kombinieren. Die harte Walze 13 wird sich nach dem Schließen des Walzenspaltes 20 15 in den Bezug der weicheren Walze 14 eindrücken und dabei deren Bezug verformen. Eine theoretisch linienförmige Berührungszone wird somit zu einer Kontaktfläche ausgeweitet werden. Die Breite der Kontaktfläche in MD hängt dabei von diversen Faktoren wie der Härte der jeweiligen Walzenbezüge und dem Druck ab. Schematische Darstellungen der Verformung sind den Fig. 6 und 7 zu 25 entnehmen, die weiter unten genauer beschrieben sind.

30 Sind die Walzen 13, 14 gegeneinander schräg gestellt, beispielsweise durch schlechte Lagerung in der Maschinenstuhlung, oder ist die Bombierung zumindest einer der Walzen 13, 14 nicht korrekt gewählt, wird sich als Folge davon die Kontaktfläche im Walzenspalt 15 verformen. Dadurch kann es durch ungleichmäßige Linienlast im Walzenspalt 15 zu einer ungleichmäßigen Entwässerung der den

- 7 -

Walzenspalt 15 durchlaufenden Faserstoffbahn kommen, so dass nach einem Pressnip ein ungleichmäßiges Feuchtequerprofil der Faserstoffbahn auftreten kann.

Der Papiermacher hat somit Interesse daran, die in einem Walzenspalt 15 herrschenden Bedingungen zu überwachen. Dies kann sowohl im Betrieb als auch bei Stillstand der Faserbahnmaschine geschehen. Während ersteres mit einem hohen Maß an Entwicklung und kostspieligem technischen Equipment verbunden ist, kann letzteres in relativ einfacher Weise geschehen, wobei trotzdem wichtige Messdaten ermittelt werden können.

Im Folgenden werden beispielhaft Ausführungsbeispiele einer Vorrichtung 1 zur Ermittlung der Breite des Walzenspalts 15 beschrieben, welche zur Anwendung bei Stillstand der Faserbahnmaschine geeignet ist.

Das der Vorrichtung 1 zugrundeliegende Prinzip ist dabei die Messung einer Kapazität zumindest eines Messkondensators 7. In Fig. 1 ist in einer stark schematischen seitlichen Ansicht ein solcher Messkondensator 7 beispielhaft dargestellt.

Der Messkondensator 7 weist im Wesentlichen zwei einander gegenüberliegende Träger 2 auf, welche beispielsweise in Form von Folien ausgebildet sein können. Die Träger 2 sind flexibel und können sich dadurch der Form der Walzen 13, 14 anpassen.

Als Träger 2 können mechanisch robuste Polymerfolien mit ausreichender Flexibilität verwendet werden. Es können auch verstreckte oder hochverstreckte Folien eingesetzt werden. Bevorzugt sind hochverstreckte Folien aus Polyethylenterephthalat (PET) und Polyethylennaphtalat (PEN) sowie Folien aus Polyimid. Die Dicke der Träger 2 liegt bevorzugt im Bereich von 200 bis 500 µm.

Die Träger 2 können in einer bevorzugten Ausführungsform durch erste und zweite Abstandshalter 3a, 3b miteinander verbunden sowie durch diese voneinander

beabstandet sein. In Fig. 1 sind aus Gründen der Übersichtlichkeit zunächst nur die ersten Abstandshalter 3a dargestellt. Die zweiten Abstandshalter 3b werden unter Bezugnahme auf Fig. 2 genauer erläutert.

- 5 Durch die in MD orientierten ersten Abstandshalter 3a wird im nicht komprimierten Zustand des Messkondensators 7 ein Basisabstand zwischen den Trägern 2 definiert und aufrechterhalten. Die ersten Abstandshalter 3a sind elastisch deformierbar und können beispielsweise in Form von Schaumstoffstreifen ausgebildet sein, die einerseits stark komprimiert werden können und andererseits ein starkes
10 Rückstellvermögen aufweisen. Bevorzugt werden Polyurethanweichschäume mit niedriger Dichte verwendet. Die Höhe der ersten Abstandshalter 3a liegt bevorzugt bei 2 bis 10 mm, besonders bevorzugt bei 4 bis 6 mm.

- Die ersten Abstandshalter 3a werden bevorzugt in der Breite von ca. 6 bis 20 mm
15 eingesetzt. Es muss gewährleistet sein, dass der Schaumstoff auf eine Höhe komprimierbar ist, die der Summe der Dicke von Kondensatorplatten 4a, 4b des Messkondensators 7 zuzüglich einer nicht weiter dargestellten Klebeschicht und eines Dielektrikums 5 entspricht.

- 20 Die Träger 2 sind mit einander gegenüberliegenden Kondensatorplatten 4a, 4b ausgestattet. Als Kondensatorplatten 4a, 4b werden bevorzugt Metallfolien z.B. aus Kupfer, Messing oder Aluminium eingesetzt. Auch andere leitfähige nichtmetallische Materialien sind denkbar. Diese werden z.B. mittels dünner Klebefilme auf die Träger 2 aufgebracht. Ebenfalls möglich ist der Einsatz von metallisierten Trägern 2,
25 insbesondere von metallisierten Trägerfolien, oder von Flexplatinen 6.

Des Weiteren ist denkbar, die Kondensatorplatten 4a, 4b ohne Träger 2 anzuwenden. Für eine entsprechende Isolierung gegenüber einer eventuell metallischen Oberfläche einer Walze 13, 14 ist in diesem Fall zu sorgen.

30

Zwischen den Kondensatorplatten 4a, 4b ist ein Dielektrikum 5 angeordnet, welches ebenfalls vorzugsweise folienförmig ausgebildet ist, damit es sich an die

Oberflächenform der Walzen 13, 14 anpassen kann. Als Dielektrikum 5 wird bevorzugt PET, PEN oder Polyimid verwendet. Prinzipiell eignen sich auch andere Werkstoffe. Generell sind Werkstoffe mit einheitlicher Dicke und einer möglichst hohen Dielektrizitätskonstante vorteilhaft, da diese eine höhere Empfindlichkeit des Messkondensators 7 bewirken. Die Dicke des Dielektrikums 5 liegt bevorzugt zwischen 50 und 350 μm , besonders bevorzugt zwischen 120 und 200 μm .

Um den Aufbau des Messkondensators 7 zu vereinfachen, ist es auch möglich, eine der Kondensatorplatten 4a, 4b in Form einer metallbedampften Kunststoffolie auszuführen und die Kondensatorplatte 4a, 4b dann so anzuordnen, dass die Kunststoffolie als Dielektrikum 5 dient und die Metallschicht als Kondensatorplatte 4a, 4b. Das Element wird auf eine der Trägerfolien 2 z.B. aufgeklebt, und zwar mit der metallischen Seite zur Trägerfolie 2 hin. Die Foliendicke entspricht in diesem Fall der Dicke des Dielektrikums 5 zuzüglich der Dicke der Metallschicht.

Zur Abschirmung von äußeren elektrischen Feldern bzw. von die Kapazität verändernden äußeren Einflüssen z.B. sich annähernder oder sich bewegender leitfähiger Körper wie der Walzen 13, 14 befindet sich zumindest auf einem der Träger 2 jeweils eine Schirmfolie 20a, 20b, welche mindestens die Größe der Kondensatorplatten 4a, 4b aufweist oder sich vorzugsweise vollflächig über die Träger 2 erstreckt. Die Schirmfolie 20a, 20b überdeckt in jedem Fall die Kondensatorplatte 4b vollflächig.

Die jeweils sich gegenüberliegenden Schirmfolien 20a, 20b sind elektrisch miteinander verbunden und schirmen den innenliegenden Messkondensator 7, der durch die beiden Kondensatorplatten 4a, 4b gebildet wird, vor äußeren elektrischen Feldern ab. Die leitfähigen Schichten 20a, 20b können beispielsweise in Form von einer dünnen Metallfolie auf den Träger 2 aufgebracht werden. Möglich sind hier Ausführungen von Edelstahlfolien mit z.B. 25 μm Dicke, welche in selbstklebender Ausführung erhältlich sind. Ebenfalls möglich ist der Einsatz von metallisierten Trägern 2, z.B. mit Aluminium bedampften Folien. Die Schirmfolie 20b liegt auf Masse.

Die sich gegenüberliegenden Kondensatorplatten 4a, 4b sind bevorzugt so ausgeführt, dass eine der Kondensatorplatten 4a, 4b geringfügig größer ist als die andere. Dies sollte vorzugsweise sowohl in der Länge als auch in der Breite zutreffen.

5

Die Kondensatorplatten 4a, 4b sind bevorzugt zwischen 1 und 6 cm, besonders bevorzugt zwischen 3 und 5 cm breit. Die Länge beträgt bevorzugt zwischen 12 und 40 cm, besonders bevorzugt zwischen 16 und 30 cm. Ebenso ist es möglich, mehrere Kondensatorplatten 4b, die nebeneinander auf einem der Träger 2 angebracht sein können, miteinander zu verbinden bzw. als eine durchgehende Kondensatorplatte 4a, 4b auszuführen. Die Breiten der Kondensatorplatten 4a, 4b sind dann jeweils entsprechend zu wählen.

10

In Fig. 2 ist zur Verdeutlichung der obigen Beschreibung eine aufgeklappte Ansicht eines Messkondensators 7 dargestellt. Hierbei sind die beiden Kondensatorplatten 4a, 4b in schmetterlingsartiger Weise aufgeklappt und mit ihren jeweils nach innen gerichteten Flächen dem Betrachter zugewandt gezeigt. Es sind die Überlappungen der Kondensatorplatten 4a, 4b mit dem Dielektrikum 5 ersichtlich, wie in Fig. 2 links erkennbar. Das Dielektrikum 5 bedeckt die darunter angeordnete Kondensatorplatte 4a, 4b vollflächig und ragt allseits noch um ein gewisses Übermaß darüber hinaus.

15

20

In Fig. 2 sind weiterhin die oben erwähnten zweiten Abstandshalter 3b erkennbar, welche rechtwinkelig zu den ersten Abstandshaltern 3a angeordnet sind. Die zweiten Abstandshalter 3b sind in Maschinenquerrichtung – im Folgenden als CD (cross machine direction) bezeichnet – orientiert und dienen der Stabilisierung des Messkondensators 7. Beim Schließen des Walzenspaltes 15 und in der Messphase ist es unabdingbar, dass die nicht an der Messung beteiligten Teile des Messkondensators 7 voneinander beabstandet bleiben, wofür die Abstandshalter 3a, 3b sorgen. Die zweiten Abstandshalter 3b können dabei in ihrer Dimension und Gestaltung ähnlich oder identisch zu den ersten Abstandshaltern 3a ausgebildet sein. Alternativ ist es möglich, die zweiten Abstandshalter 3b aus einem Material

25

30

- 11 -

auszubilden, welches nicht oder nicht so stark kompaktierbar ist wie das Material der ersten Abstandshalter 3a.

Grundsätzlich ist es denkbar, die Messkondensatoren 7 auch ohne Abstandshalter 3a und 3b zu betreiben. Die Abstandshalter 3a und 3b sind nicht zwingend notwendig für die Messung, sie erleichtern jedoch die Handhabung erheblich.

Die Vorrichtung 1 ist grundsätzlich - wie vorstehend erwähnt - so aufgebaut, dass mehrere Kondensatoren 7 nebeneinander in CMD angeordnet sind. Um die gesamte axiale Länge der Walzen 13, 14 von bis zu über 10 m abzudecken, wird entweder eine einstückige Vorrichtung 1 in voller Länge oder eine aus mehreren kürzeren Messsegmenten 11 zusammengesetzte Vorrichtung 1 in den Walzenspalt 15 eingebracht. Die Messsegmente 11 können in geeigneter Weise nebeneinander positioniert werden und/oder miteinander mechanisch verbunden sein. In Fig. 5 ist stark schematisiert in einem Walzenspalt 15 zwischen zwei Walzen 13, 14 eine Vorrichtung 1 dargestellt, welche dreiteilig mit jeweils fünf Kondensatoren 7 ausgeführt ist.

Die Vorrichtung 1 bzw. die Messsegmente 11 werden zur Durchführung der Messung im Stillstand der Faserbahnmaschine zwischen die Walzen 13, 14 gelegt. Es kann eine Befestigung auf einer der Walzen 13, 14 mit geeigneten Mitteln wie Klebestreifen, Spanngurten o.ä. erfolgen, damit die Vorrichtung 1 bzw. die bereits zusammenhängenden oder auch noch nicht miteinander verbundenen Messsegmente 11 ihre Position nicht verändern können.

Danach wird der Walzenspalt 15 geschlossen. Dabei passen sich die gegenüberliegenden Träger 2 mit den Kondensatorplatten 4a, 4b in einem Teilbereich der ihnen direkt benachbarten Walzenoberfläche an. Dies ist schematisiert aus Fig. 7 ersichtlich. Dort, wo ein direkter durchgehender Kontakt zwischen den Walzen 13, 14 über die Vorrichtung 1 besteht, liegen die Kondensatorplatten 4a, 4b auf geringstmöglichem Abstand. Zwischen den Kondensatorplatten 4a, 4b befindet sich

nur das Dielektrikum 5, welches eine deutlich höhere Dielektrizitätskonstante als Luft aufweist. Es wird somit im Kontaktbereich die maximale Kapazität erreicht.

Außerhalb des direkten Kontaktbereiches werden die Träger 2 aufgrund der Abstandshalter 3a und 3b auseinandergedrückt und an die Walzenoberfläche angelegt. Hier ist der Abstand der Kondensatorplatten 4a, 4b entsprechend größer. Neben dem Dielektrikum 5 befindet sich Luft zwischen den Kondensatorplatten 4a, 4b. Wiederum angrenzend zu diesen Bereichen, wenn also der Walzenspalt 15 größer wird als der Basisabstand der Träger 2, ist der Abstand der Kondensatorplatten 4a, 4b bedingt durch die spreizende Wirkung der Abstandshalter 3a, 3b maximal. Neben dem Dielektrikum 5 befindet sich ebenfalls Luft zwischen den Kondensatorplatten 4a, 4b. Die an den Kondensatorplatten 4a, 4b gemessene Gesamtkapazität C1 setzt sich aus den Beiträgen der Teilkapazitäten der vorstehend aufgeführten Bereiche zusammen.

In Fig. 7 ist zur Verdeutlichung der diversen zusammenwirkenden Kapazitätsanteile im Messkondensator 7 ein entsprechendes Ersatzschaltbild dargestellt, welches die verschiedenen Bereiche mit unterschiedlicher Beabstandung der Kondensatorplatten 4a, 4b zeigt.

In Abhängigkeit vom Durchmesser der Walzen 13, 14, der geometrischen Größen und der Materialkenngrößen kann aus der gemessenen Kapazität C1 die Länge des direkten Kondensatorkontaktes, welcher die Breite des Walzenspalts 15 in MD beschreibt, berechnet werden.

In Fig. 6 ist das Modell für einen symmetrischen Walzenspalt 15 skizziert, bei dem zwei zueinander parallele Walzen 13, 14 mit identischem Radius und identischer Härte eine rechteckige langgestreckte Kontaktfläche bilden. Diese Anordnung wird im Rahmen des Hertzschen Kontaktmodells als Walzenpressung bezeichnet. Die Breite des Walzenspalts 15 b_{nip} in MD betrachtet hängt über

$$b_{nip} = 2\sqrt{R^2 - (R - l)^2}$$

mit dem einfachen „Überlapp“ / der zwei Walzen zusammen. Für eine asymmetrische Anordnung mit unterschiedlichen Walzenradien kann die Breite des Walzenspalts 15 ebenfalls eindeutig angegeben werden, jedoch muss hierfür das Nipmodell dementsprechend modifiziert werden. Gleiches gilt für Anordnungen mit Walzenbezügen unterschiedlicher Härte, in denen sich die Kontaktfläche des Walzenspaltes 15 an der Geometrie des härteren Walzenbezugs ausrichtet.

Die Berechnung der Kapazität für einen einzelnen Kondensator 7 im Walzenspalt erfolgt anhand des in Fig. 7 unten skizzierten Ersatzschaltbildes. Über die Länge L des Kondensators 7 variiert der Abstand $d(x)$ der zwei Kondensatorplatten 4a, 4b und kann für eine symmetrische Nipanordnung, d.h. für zwei Walzen 13, 14 mit identischem Radius R und identischer Härte, berechnet werden zu

$$d(x) = 2 \left| \max \left(\min \left(\sqrt{R^2 - x^2} - R + l, 0 \right), -D/2 + d_{di}/2 \right) - d_{di}/2 \right|$$

Hierbei beschreibt D den durch den Abstandshalter 3.1, 3.2 vorgegebenen maximalen Abstand der Kondensatorplatten 4a, 4b, x den horizontalen Abstand von der auf die Kontaktfläche projizierten Walzenachse, l den in Fig. 6 erläuterten einfachen „Überlapp“ der zwei Walzen 13, 14 und d_{di} die Dicke des Dielektrikums 5.

Die Gesamtkapazität der Anordnung kann nun anhand des Ersatzschaltbildes als Summe einzelner parallelgeschalteter Kapazitäten $dC(x)$ unterschiedlicher Größe berechnet werden. Die einzelnen „Ersatz-Kondensatoren“ sind teilweise mit einem Dielektrikum 5 gefüllt, teilweise luftgefüllt. Im Bereich der Kontaktfläche sind sie komplett mit einem Dielektrikum 5 gefüllt. Ihre Kapazität berechnet sich gemäß der Reihenschaltung zweier Kapazitäten als

$$dC = \frac{dC_1 \cdot dC_2}{dC_1 + dC_2}$$

wobei dC_1 die Kapazität des mit Dielektrikum 5 gefüllten Kondensatoranteils beschreibt, dC_2 die Kapazität des luftgefüllten Kondensatoranteils und b die Breite der Kondensatorplatte 4 in CMD:

$$dC_1 = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \frac{b \cdot dx}{d_{di}} \quad dC_2 = \varepsilon_0 \frac{b \cdot dx}{d(x) - d_{di}}$$

Hierbei ist ε_0 die elektrische Feldkonstante und ε_r die relative Permittivität des Dielektrikums 5. Die Gesamtkapazität der Vorrichtung 1 berechnet sich somit als

$$C = \int \frac{dC_1 \cdot dC_2}{dC_1 + dC_2} = \varepsilon_0 b \int \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_r (d(x) - d_{di}) + d_{di}} dx$$

Die Kapazität wächst als Funktion der Breite des Walzenspalts 15 monoton an, ist aber über den gesamten Messbereich nicht-linear. Damit kann die Breite des Walzenspalts 15 anhand des vorangestellten Nipmodells und mit Kenntnis der Durchmesser der Walzen 13, 14 sowie der Geometrie der Messkondensatoren 7 eindeutig aus der gemessenen Kapazität berechnet werden.

Nach den vorstehenden Bemerkungen zur allgemeinen Ausführung der Messsensorik wird im Folgenden näher auf den Betrieb derselben und die bevorzugte Ausführung der zugrundeliegenden Elektronik eingegangen.

Nachfolgend wird beispielhaft eine bevorzugte Ausführungsvariante der Vorrichtung 1 zur Bestimmung der Breite eines Walzenspalts 15 beschrieben, welche auf einem kapazitiven Messverfahren mit aktiver Abschirmung – auch als active shielding bezeichnet - basiert. Die Abschirmung dient der Reduktion externer Störfelder, wobei durch eine aktive Beschaltung der Einfluss auf die zu messende Kapazität minimiert wird. Die Messung der Kapazität erfolgt bevorzugt mittels einer RC-Oszillatorschaltung.

Die Messung der Kapazität eines Kondensators 7 erfolgt hierbei über das zyklische Laden und Entladen des Kondensators 7. Hierbei wird die Tatsache ausgenutzt, dass die für die Ladung bzw. Entladung eines Kondensators 7 der Kapazität C über einen Zuleitungswiderstand R_C charakteristische Zeitkonstante τ durch das Produkt aus Zuleitungswiderstand und Kapazität zu $\tau = R_C \cdot C$ gegeben ist. Sowohl die Ladung als auch die Entladung des Kondensators 7 folgt dabei einem Exponentialgesetz, wobei der zeitliche Spannungsverlauf am Kondensator 7 beim Laden mit der Ladespannung

U_0 gegeben ist als $U_C(t) = U_0 \cdot [1 - \exp(-t/\tau)]$, beim Entladen entsprechend als $U_C(t) = U_{\max} \cdot \exp(-t/\tau)$, wobei $U_{\max}$ die Spannung des geladenen Kondensators ist. D.h. sowohl die Lade- als auch die Entladezeit erhöht sich mit wachsendem Zuleitungswiderstand R_C bzw. mit wachsender Kapazität C . Wird die Ladung bzw.

5 Entladung des Kondensators 7 - wie im Folgenden näher beschrieben - zyklisch bei Überschreitung bzw. Unterschreitung von Schwellwertspannungen getriggert, kann am Kondensator 7 eine oszillierende Spannung, wie in Fig. 8 skizziert, gemessen werden. Die Frequenz der Oszillation ist hierbei umgekehrt proportional zur Zeitkonstanten τ und damit zum Wert von $R_C \cdot C$. Bei Kenntnis des

10 Zuleitungswiderstands R_C sowie der Triggerspannungen kann somit die Kapazität aus der Oszillationsfrequenz bzw. Triggerfrequenz berechnet werden.

Grundsätzlich sind auch andere Methoden zur Messung der Kapazität bekannt und mit geeigneter Elektronik für die gegenständliche Erfindung anwendbar. Hier wären

15 folgende Verfahren beispielhaft zu nennen:

1.) Messung der auf- und abfließenden Ladungen bei anliegender Gleichspannung mittels eines Ladungsverstärkers. Dies erlaubt die Messung von schnellen Kapazitätsänderungen.

2.) Amplitudenmodulierte Messung: beim Anlegen einer hochfrequenten

20 Wechselspannung kann der Blindstrom zur Messung der Kapazität herangezogen werden (bei kapazitiven Verbrauchern fließt neben dem durch ohmsche Verbraucher umgesetzten Wirkstrom ebenfalls ein Blindstrom, der keine Leistungsübertragung bewirkt, aber zu einer Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung führt).

3.) Frequenzmodulierte Messung: durch Zusammenschalten der Kapazität C mit

25 einer Induktivität L entsteht ein Schwingkreis, dessen Resonanzfrequenz sich proportional zu $1/\sqrt{LC}$ verhält. Eine Änderung der Kapazität bewirkt eine Verschiebung der Resonanzfrequenz, die einfach gemessen werden kann.

Zur aktiven Abschirmung von äußeren elektrischen Feldern sind erste

30 Kondensatorplatten 4a auf der Rückseite und flächig ausgebildet mit elektrisch leitfähigen flächigen bzw. leiterbahnartigen Schirmstrukturen 20 abgeschirmt, wie in den Fig. 1 bis 4 ersichtlich. Die Schirmstrukturen 20 und die Kondensatorplatten 4a

werden wie in Fig. 9 und 10 gezeigt mit einem geeigneten Operationsverstärker verschaltet.

Das Messprinzip erfasst die Größe eines Kondensators 7, dessen Wert sich in
5 Abhängigkeit von mechanischen Größen, in diesem Fall abhängig von der Breite des Walzenspaltes 15, ändert. Die Kapazität dieses Kondensators 7 ist im Ausgangszustand klein und beträgt ca. 10-100pF. Der Messkondensator (C_m) wird gebildet aus den beiden Kondensatorplatten 4a und 4b.

10 Um die Vorrichtung 1 von äußeren elektrischen Störungen abzukoppeln, ist es zweckmäßig, den Messkondensator 7 gewissermaßen in einen Faraday'schen Käfig zu platzieren. Die Schirmstrukturen 20 bilden dabei zusammen mit dem Messkondensator 7 eine zusätzliche Kapazität C_p . C_p wird gebildet aus der bereits weiter oben erwähnten ersten Schirmfolie 20a und der Kondensatorplatte 4a. Da die
15 zweite Schirmfolie 20b im Bereich von Kondensatorplatte 4b mit dieser elektrisch verbunden wird, entsteht hier kein zusätzlicher Kondensator. Aufbaubedingt ist die Kapazität C_p wertmäßig sehr viel größer als C_m .

Zur seitlichen Abschirmung der Kondensatorplatten 4a, 4b sind weiters
20 Schirmleiterbahnen 21 vorgesehen, welche in einer Ebene mit den Kondensatorplatten 4a, 4b ausgebildet sind und diese zumindest teilweise umfassen.

Um eine gute Messauflösung im Bereich von 100-500fF zu erreichen, ist die hohe Kapazität von C_p sehr hinderlich. Aus diesem Grund wird eine aktive Abschirmung
25 oder Active Shielding eingesetzt, um die Wirkung von C_p zu kompensieren.

Zum besseren Verständnis sollte man sich zunächst die erste Schirmfolie 20a und die Schirmleiterbahnen 21 als nicht angeschlossen denken. In diesem Fall wirkt nur der Messkondensator 7, der aus den Kondensatorplatten 4a und 4b gebildet ist. Eine
30 Schaltung erfasst nun das Potential an Kondensatorplatte 4a. Wenn man dieses nun in idealer Weise auf die Schirmfolie 20a und die Schirmleiterbahn 21 gibt, ändert dies zunächst einmal nichts an dieser Schaltung. Es ist weiterhin nur der Kondensator C_m wirksam. Allerdings ändert sich der Einfluss der äußeren elektrischer Felder auf den

Messkondensator 7. Bei einer idealen Schaltung würden diese äußeren Felder nicht auf die Kondensatorplatte 4a gelangen, da das Potential der Schirmfolie 20a und der Schirmleiterbahnen 21 durch die Schaltung fest auf dem Potential von Kondensatorplatte 4a gehalten werden. Somit kann eine von äußeren elektrischen
5 Feldern weitgehend störungsfreie Messanordnung realisiert werden, ohne den für die Kapazitätsmessung störenden hohen Kapazitätswert C_p mit zu erfassen.

Daraus leiten sich gewisse Forderungen an die oben angesprochene Schaltung ab:

- 10 • Die Schaltung muss einen hohen Eingangswiderstand haben, um nicht das Potential der Kondensatorplatte 4a zu verändern.
- Die Schaltung darf nur eine kleine Eigenkapazität haben, um das Messergebnis nicht zu verfälschen.
- Die Schaltung muss dem Potential an Kondensatorplatte 4a möglichst ohne
15 Zeitverzug folgen, denn sonst bildet sich zwischen Kondensatorplatte 4a und Schirmfolie 20a ein endliches elektrisches Feld und damit wirkt die Schirmkapazität C_p wieder auf das Messergebnis.
- Die Schaltung muss einen niedrigen Ausgangswiderstand haben, damit die störenden äußeren elektrischen Felder nicht das Potential der Schirmfolien 20
20 verändern und damit auf den Messkondensator 7 einwirken können.

An Pin 3 des OPA - Optical parametric amplifier, optisch parametrischer Verstärker - in Fig. 9 wird das Potential der Kondensatorplatte 4a erfasst. Dieses wird über Pin 1 niederohmig an die Schirmfolie 20a und die Schirmleiterbahnen 21 weitergegeben.
25 Damit ist deren Potential festgelegt und äußere Felder, welche auf die Schirmfolie 20a bzw. die Schirmleiterbahnen 21 einwirken, werden durch den niederohmigen Ausgang abgehalten bzw. über entsprechende Ausgleichströme abgeleitet.

Eine „C to f“ Schaltung soll den Kapazitätswert C_m in eine entsprechende Frequenz f
30 umsetzen. Dies geschieht mittels einer RC-Oszillatorschaltung, welche schematisch in Fig. 10 dargestellt ist.

Die RC-Oszillatorschaltung besteht aus zwei Teilen: einer RC-Schaltung (R_m / C_m), welche den eigentlich Frequenz bestimmenden Teil darstellt, und einem Schmitt-Trigger, der aus einem Komparator und drei Widerständen gebildet ist.

- 5 Der Schmitt-Trigger ist ein analoger Komparator mit Mitkopplung. Er arbeitet als Vergleichler für zwei analoge Spannungen und funktioniert als Schwellenwertschalter: bei Überschreiten einer bestimmten im Schmitt-Trigger eingestellten Schwellenspannung nimmt der Ausgang bei der nicht invertierenden Ausführung die maximal mögliche Ausgangsspannung (logisch 1) an, im anderen Fall die minimal
10 mögliche Ausgangsspannung (logisch 0). Bei der invertierenden Ausführung verhält sich der Ausgang umgekehrt. Ausgangsspannungen zwischen dem maximalen und dem minimalen Wert kommen im statischen Betrieb nicht vor. Durch die Mitkopplung besitzt er im Gegensatz zum reinen Komparator unterschiedliche Ein- und Ausschaltschwellen, die um den Hysterese genannten Wert auseinanderliegen.

15

- Überschreitet die Eingangsspannung bei einem invertierenden Schmitt-Trigger die obere Schaltschwelle des Schmitt-Triggers, so kippt seine Ausgangsspannung vom maximalen Spannungswert auf den minimalen Spannungswert. Unterschreitet die Eingangsspannung anschließend die untere Schaltschwelle, so kippt die
20 Ausgangsspannung zurück auf die maximale Ausgangsspannung.

- Der Komparator vergleicht somit die Spannungen an den Eingängen Pin 1 und Pin 3. Ist die Spannung an Pin 3 positiver als an Pin 1, so ist der Ausgang auf VCC - voltage at the common collector, positive Versorgungsspannung - geschaltet. Ist die
25 Spannung an Pin 3 negativer als an Pin 1, so ist der Ausgang auf GND – ground, Erdung - geschaltet.

- Durch die positive Rückkopplung des Ausgangssignals über R3 entstehen zwei unterschiedliche Schaltschwellen. Bei den gewählten Werten betragen diese
30 $0,25 \cdot V_{CC}$ bzw. $0,75 \cdot V_{CC}$.

Beim Start der Messung/Schaltung ist der Kondensator C_m entladen. Die Spannung am Pin 1 beträgt somit 0V, während die Spannung am Pin 3 durch R1 größer als 0V

ist. Damit schaltet der Komparator-Ausgang auf VCC, wodurch die Spannung an Pin 3 nun $0,75 \cdot V_{CC}$ beträgt. Über den Komparator-Ausgang und R_m wird der Kondensator C_m aufgeladen. Übersteigt die Spannung an Pin 1 des Komparators $0,75 \cdot V_{CC}$, so ist die Differenz zwischen Pin 3 und Pin 1 negativ und der Komparator-Ausgang schaltet auf GND = 0V. Damit wird aber auch die Spannung an Pin 3 auf $0,25 \cdot V_{CC}$ gesenkt. Erst wenn der Kondensator C_m auf unter $0,25 \cdot V_{CC}$ entladen wurde, schaltet der Ausgang erneut auf VCC und der Vorgang beginnt erneut.

Eine mögliche Ausführungsform für eine geschirmte Kondensatorplatte 4a kann in Form einer beidseitig mit flächigen Kupferstrukturen beschichteten Flexplatine erzeugt werden, wie in Fig. 3 dargestellt. Auf einer Seite sind die Kondensatorplatten 4 mit den in der Ebene liegenden Schirmleiterbahnen 21 aufgebracht, auf der Rückseite sind die flächigen Schirmstrukturen 20a aufgebracht. Auf der Flexplatine sind Kontaktpads und Zuleitungen zur Kontaktierung der einzelnen Schirmstrukturen 20a und der Kondensatorplatte 4a vorhanden. Die elektronischen Bausteine zur aktiven Abschirmung und der RC-Oszillatorschaltung sind bevorzugt über möglichst kurze, ebenfalls geschirmte Leiterbahnen mit der Kondensatorplatte 4a und den Schirmstrukturen 20a elektrisch verbunden.

Die Kondensatorplatten 4b können segmentiert oder als eine große Kondensatorplatte 4b vollflächig ausgeführt sein, wie in Fig. 4 dargestellt. Bei segmentierter Ausführung sind die segmentierten Kondensatorplatten 4b miteinander elektrisch leitfähig verbunden. Wie in Fig. 9 gezeigt, sind die Kondensatorplatten 4b elektrisch auf Masse geschaltet.

Die Kondensatorplatten 4b können z.B. als Kupfer- oder Messingstreifen oder in vollflächiger Ausführung in Form einer mit Aluminium oder Kupfer beschichteten Trägerfolie 2 ausgeführt sein. Zur sicheren Abschirmung kann eine weitere vollflächige oder segmentierte passive Schirmschicht elektrisch isoliert zur Schicht 20a hinter dieser angebracht sein, welche auf Masse geschaltet ist.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele begrenzt. Insbesondere sind die einzelnen Merkmale miteinander kombinierbar.

Bezugszeichenliste

	1	Vorrichtung
5	2	Träger
	3a	Abstandshalter, elastisch deformierbar
	3b	Abstandshalter, elastisch deformierbar oder fest
	4	Kondensatorplatten
	4a	erste Kondensatorplatte
10	4b	zweite Kondensatorplatte
	5	Dielektrikum
	6	Flexfolie
	7	Messkondensator
	8	Schaltung
15	9	Sende-/Empfangseinheit
	11	Messegment
	12	Zuleitungen
	13	Oberwalze
	14	Unterwalze
20	15	Walzenspalt
	20	Schirmstruktur
	20a	erste Schirmfolie
	20b	zweite Schirmfolie
	21	Schirmleiterbahnen

Patentansprüche

- 5 1. Vorrichtung (1) zur Erfassung von Messwerten in einem Walzenspalt (15) zwischen zwei Walzen (13, 14) insbesondere in einer Maschine zur Herstellung und/oder Veredelung einer Faserstoffbahn wie einer Papier-, Karton- oder Tissuebahn, wobei die Vorrichtung (1) in den Walzenspalt (15) einlegbar ist und eine Mehrzahl von Messkondensatoren (7) mit Kondensatorplatten (4a, 4b) und
10 einem zwischen den Kondensatorplatten (4a, 4b) angeordneten Dielektrikum (5) aufweist, wobei die Kondensatorplatten (4a, 4b) durch Abstandshalter (3a, 3b) voneinander beabstandet sind, wobei zumindest erste Abstandshalter (3a) elastisch deformierbar sind, und wobei durch eine Veränderung der Geometrie der Messkondensatoren (7) und eine daraus resultierende Änderung der Kapazität der
15 Messkondensatoren (7) Signale erzeugbar sind, welche der Ermittlung der Nipbreite dienen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mehrzahl von Messkondensatoren (7) eine aktive Abschirmung gegenüber elektrischen Feldern aufweist.
- 20 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aktive Abschirmung durch erste Schirmfolien (20a) gebildet ist, welche an den Kondensatorplatten (4a) angeordnet sind, sowie durch Schirmleiterbahnen (21), welche in einer Ebene mit den Kondensatorplatten (4a) liegend und diese zumindest teilweise einfassend ausgebildet ist.
- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zweite Schirmfolie (20b) mit der zweiten Kondensatorplatte (4b) elektrisch verbunden und auf Masse gelegt ist.
- 30 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Potential auf der ersten Kondensatorplatte (4a) und ein Potential auf der ersten Schirmfolie (20a) und auf den Schirmleiterbahnen (21) so aufeinander einstellbar sind, dass das Potential auf der ersten Schirmfolie

- 23 -

(20a) und auf den Schirmleiterbahnen (21) gleich dem Potential der ersten Kondensatorplatte (4a) ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mehrzahl von Messkondensatoren (7) mit zumindest einer Schaltung (8) zur Kapazitätserfassung der Mehrzahl von Messkondensatoren (7) in Abhängigkeit von einer Länge des Walzenspaltes in Maschinenrichtung betrachtet verbunden sind.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltung (8) zumindest eine RC-Oszillatorschaltung zur Messung der Kapazität mittels des zyklischen Ladens und Entladens der Mehrzahl von Messkondensatoren (7) aufweist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** pro Messkondensator (7) eine zugeordnete Schaltung (8) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine oder mehrere Schaltungen (8) mit zumindest einer Übertragungseinheit (9) zur Übertragung der Messsignale oder der Messauswertung verschaltet sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Auswerteeinheit vorgesehen ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übertragungseinheit (9) über eine Kabelverbindung oder kabellos mit der zumindest einen Auswerteeinheit kommuniziert.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kondensatorplatten (4a, 4b) jeweils in Form von Streifen ausgebildet sind, wobei die Streifen jeweils so ausgerichtet sind, dass ihre längere Ausdehnungsrichtung in einer Maschinenrichtung (MD) orientiert ist.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Kondensatorplatten (4a) in Form von Streifen und

- 24 -

die andere Kondensatorplatte (4b) in Form einer einstückigen Platte ausgebildet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aktive Abschirmung an den streifenförmigen Kondensatorplatten (4a) vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Kondensatorplatten (4a, 4b) auf einem Träger (2) angeordnet ist.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kondensatorplatten (4a, 4b) als Metallfolie aus Aluminium, Messing, Kupfer oder einem anderen geeigneten leitfähigen Material ausgebildet sind oder in Form von auf die Träger (2) oder eine Flexplatine (6) in geeigneter Weise aufgebrachte leitenden Schichten ausgebildet sind.

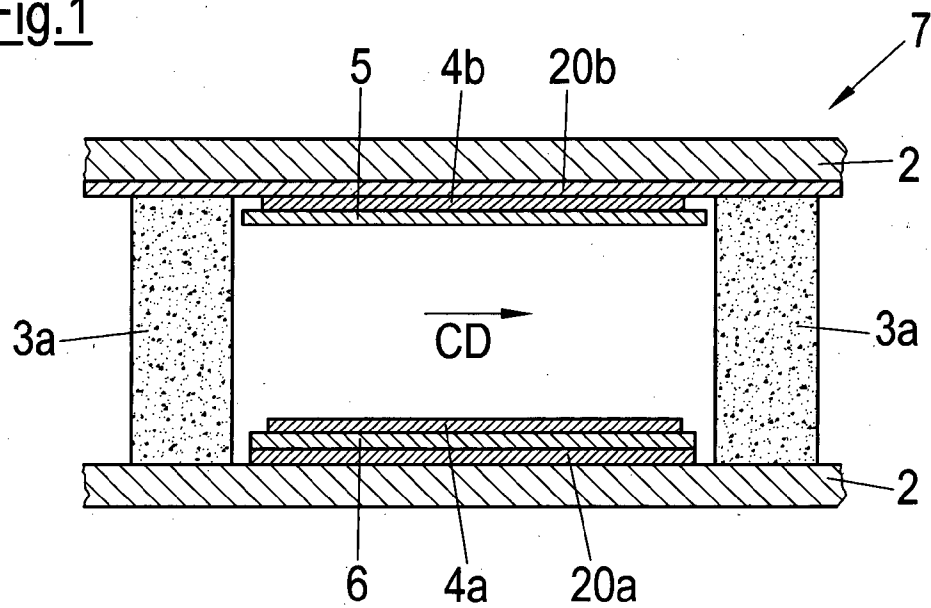
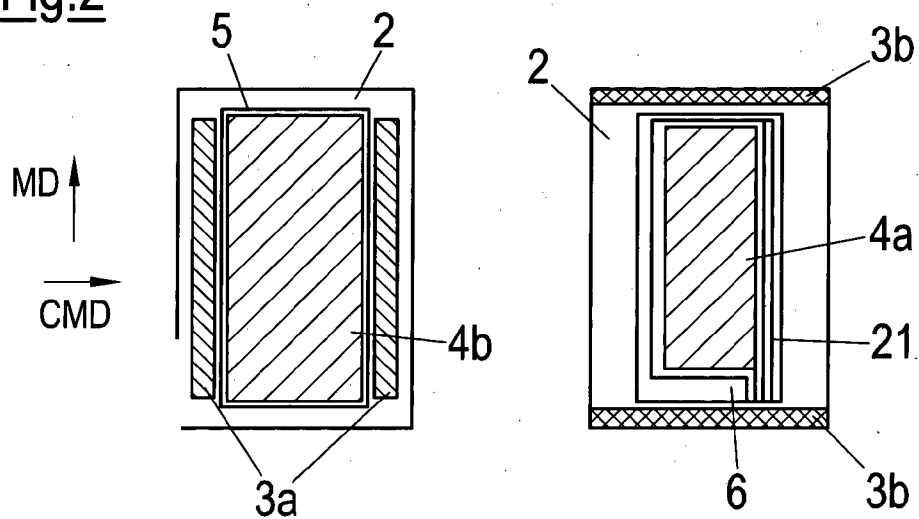
Fig.1Fig.2

Fig.3

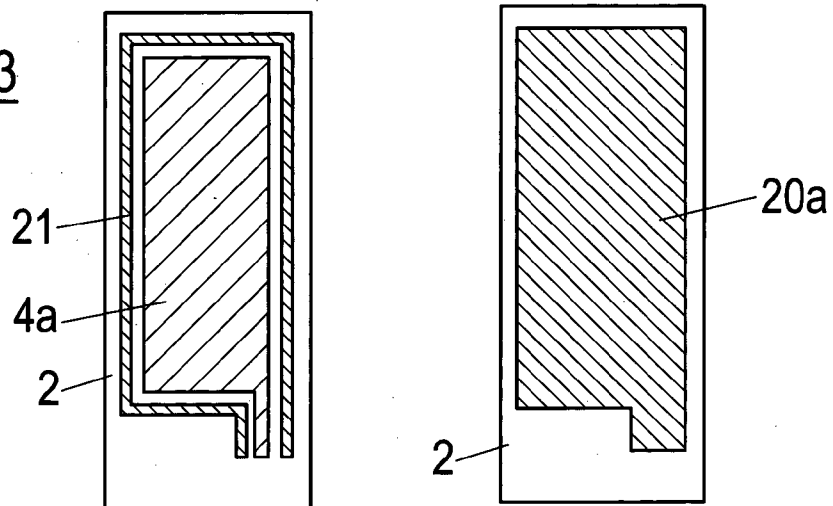


Fig.4

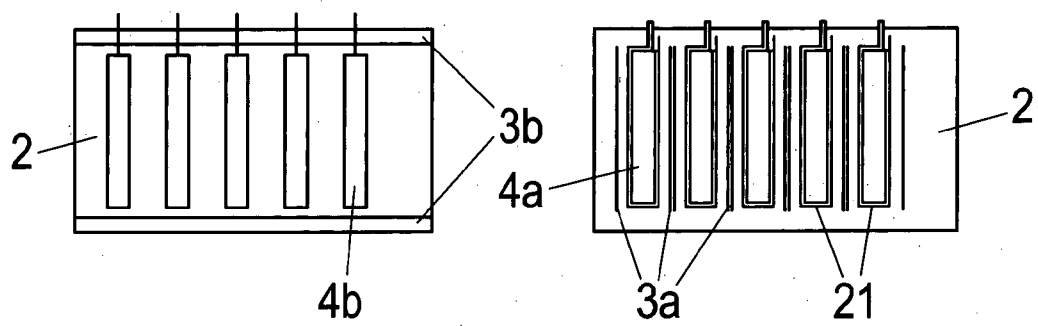


Fig.5

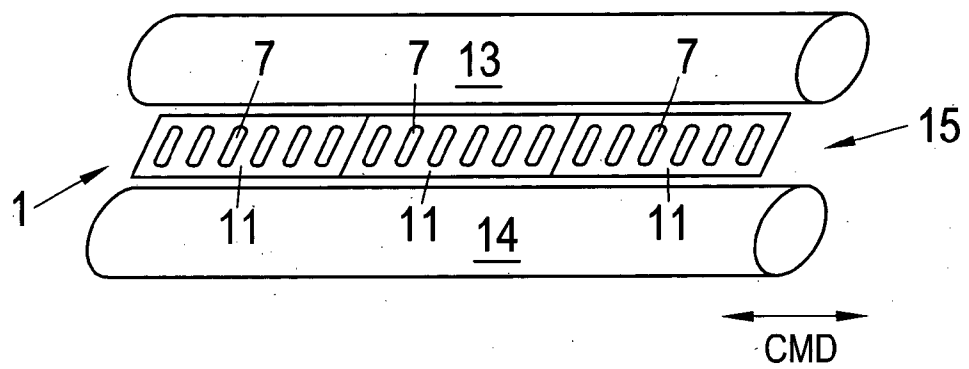


Fig.6

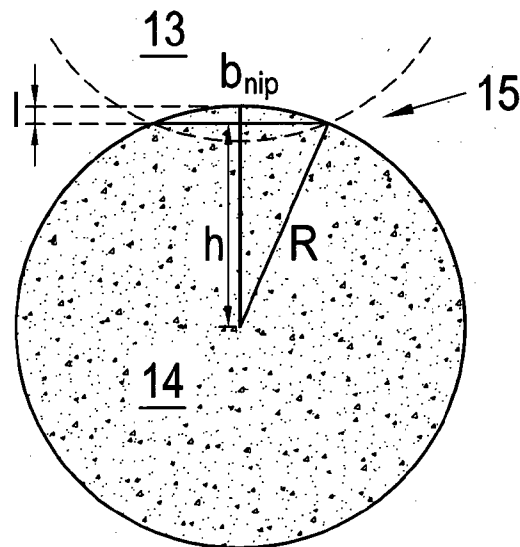


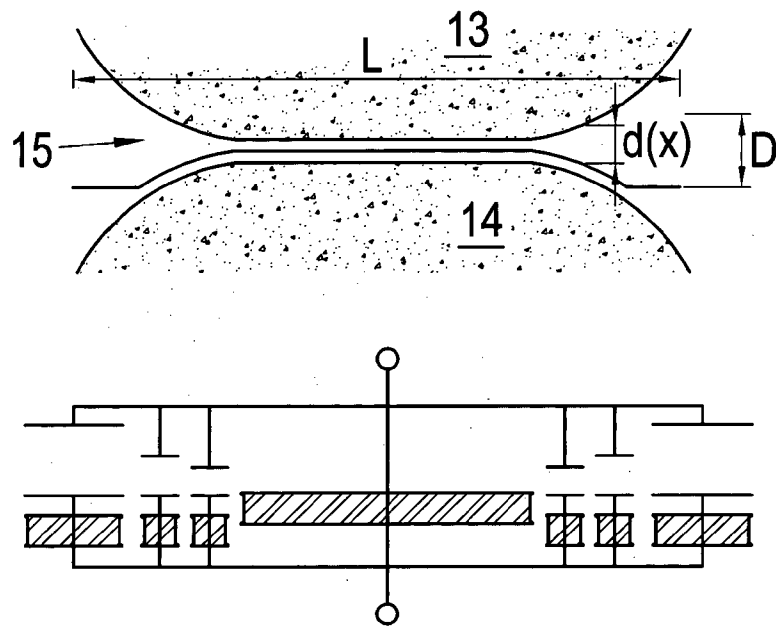
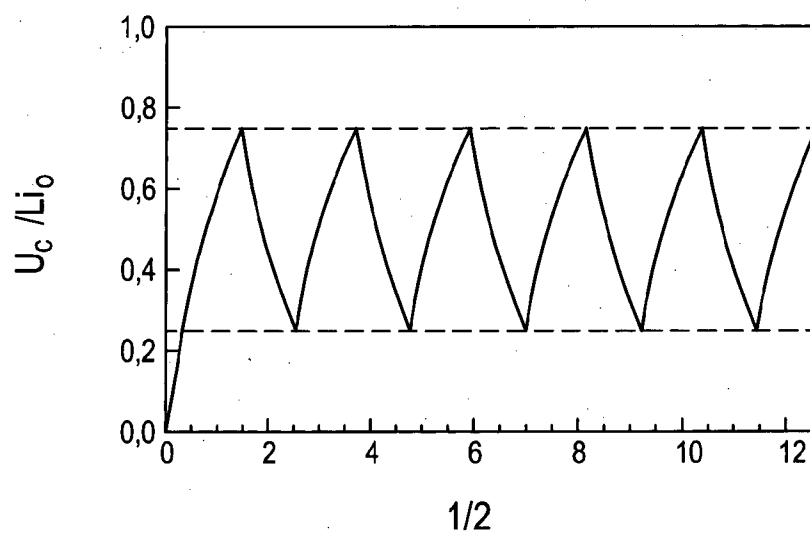
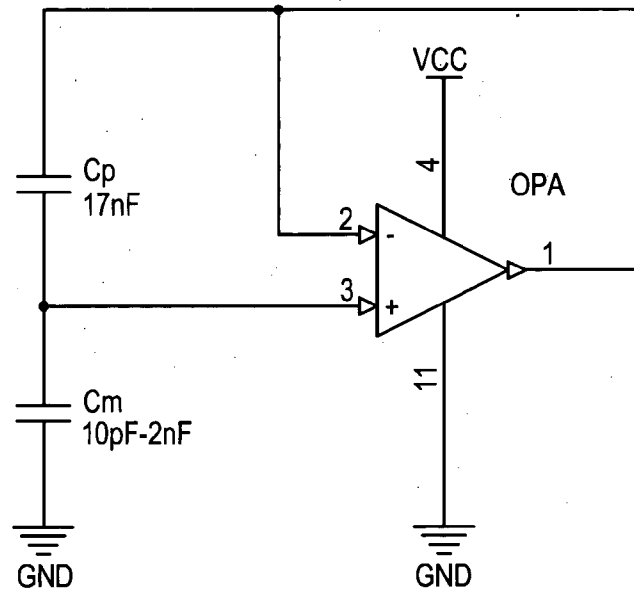
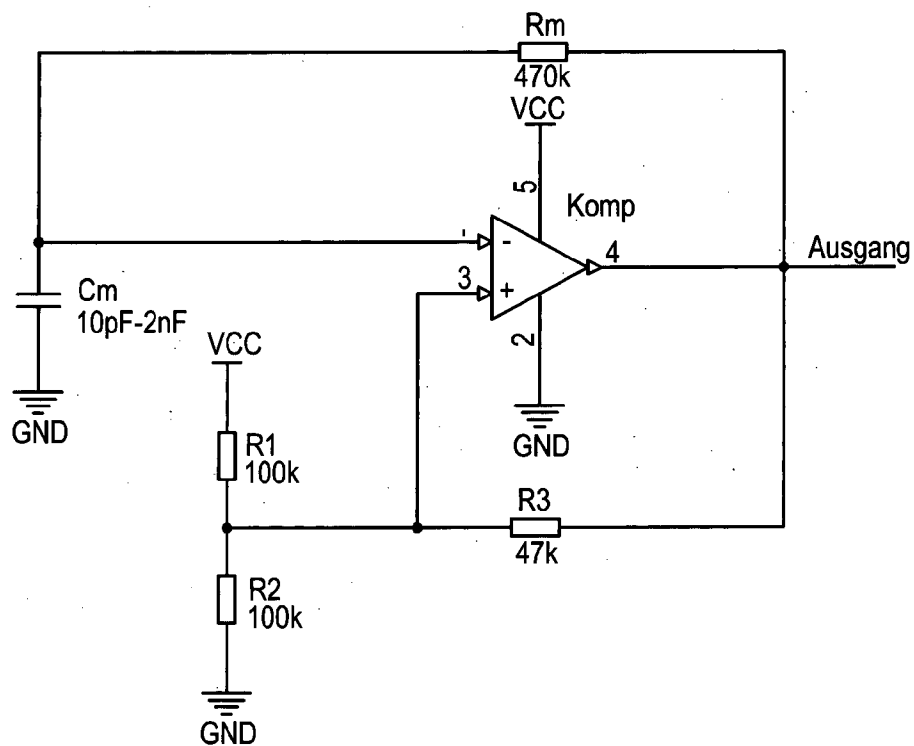
Fig.7Fig.8

Fig.9Fig.10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/076338

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01L5/00 G01L1/14 D21F3/06 G01B5/04 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 225 814 B1 (OREPER BORIS [US] ET AL) 1 May 2001 (2001-05-01) cited in the application figures 1,2 -----	1-14
Y	US 2011/088435 A1 (NIARFEIX FRANCOIS [FR] ET AL) 21 April 2011 (2011-04-21) paragraph [0043] -----	1,2,4-9, 12,14
Y	US 2005/270041 A1 (LIEDER OLIVER H [US] ET AL) 8 December 2005 (2005-12-08) paragraph [0019]; figure 3 -----	3,10,11, 13
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 April 2014		Date of mailing of the international search report 22/04/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Vytlačilová, Lenka

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/076338

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6225814	B1	01-05-2001	NONE

US 2011088435	A1	21-04-2011	EP 1963779 A1 03-09-2008
			FR 2895043 A1 22-06-2007
			US 2011088435 A1 21-04-2011
			WO 2007077307 A1 12-07-2007

US 2005270041	A1	08-12-2005	CN 1704714 A 07-12-2005
			EP 1602892 A1 07-12-2005
			US 2005270041 A1 08-12-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01L5/00 G01L1/14 D21F3/06 G01B5/04 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 225 814 B1 (OREPER BORIS [US] ET AL) 1. Mai 2001 (2001-05-01) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1,2	1-14
Y	US 2011/088435 A1 (NIARFEIX FRANCOIS [FR] ET AL) 21. April 2011 (2011-04-21) Absatz [0043]	1,2,4-9, 12,14
Y	US 2005/270041 A1 (LIEDER OLIVER H [US] ET AL) 8. Dezember 2005 (2005-12-08) Absatz [0019]; Abbildung 3	3,10,11, 13
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. April 2014		22/04/2014
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Vytlačilová, Lenka

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/076338

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6225814	B1	01-05-2001	KEINE

US 2011088435	A1	21-04-2011	EP 1963779 A1 03-09-2008
			FR 2895043 A1 22-06-2007
			US 2011088435 A1 21-04-2011
			WO 2007077307 A1 12-07-2007

US 2005270041	A1	08-12-2005	CN 1704714 A 07-12-2005
			EP 1602892 A1 07-12-2005
			US 2005270041 A1 08-12-2005
