

(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 2014/095056 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G07D 7/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/003831

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Dezember 2013 (18.12.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 025 090.8
20. Dezember 2012 (20.12.2012) DE

(71) Anmelder: **GIESECKE & DEVRIENT GMBH**
[DE/DE]; Prinzregentenstrasse 159, 81677 München (DE).

(72) Erfinder: **MOOSLER, Hans-Uwe**; Aaröstrasse 50, 81929 München (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, DE, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: SENSOR FOR CHECKING VALUE DOCUMENTS

(54) Bezeichnung : SENSOR ZUR PRÜFUNG VON WERTDOKUMENTEN

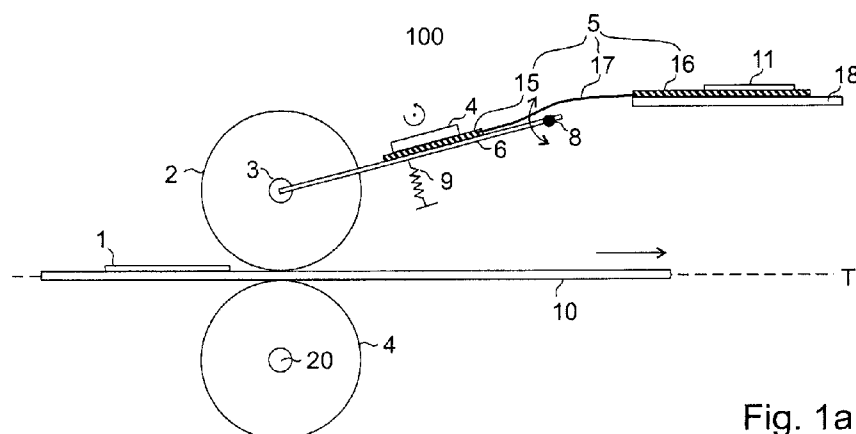


Fig. 1a

(57) Abstract: The invention relates to a sensor for checking the thickness or thickness differences of a value document by contacting the value document, the value document being transported between a feeling roller and a counter element. According to the invention, a microelectromechanical (MEMS) sensor element is used to detect the deflection of the feeling roller. For this purpose, the sensor comprises a circuit board, on which the MEMS sensor element is fastened and which is connected to the feeling roller in such a way that the motion of the MEMS sensor element corresponds to the motion of the feeling roller. Because the microelectromechanical sensor components are protected inside the MEMS sensor element by a housing of the MEMS sensor element, the function of the microelectromechanical sensor components cannot be impaired by soiling.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Sensor zur berührenden Prüfung der Dicke oder von Dickenunterschieden eines Wertdokuments, das zwischen einer Abtastrolle und einem Gegenelement hindurchtransportiert

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/095056 A1



wird. Erfindungsge- maß wird ein mikroelektromechanisches (MEMS-)Sensorelement dazu verwendet, die Auslenkung der Abtastrolle zu detektieren. Der Sensor weist hierzu eine Leiterplatte auf, auf der das MEMS-Sensorelement befestigt ist, und die mit der Abtastrolle verbunden ist, so dass die Bewegung des MEMS-Sensorelements der Bewegung der Abtastrolle entspricht. Da die mikroelekt- romechanischen Sensor komponenten im Inneren des MEMS-Sensorelements durch ein Gehäuse des MEMS-Sensorelements geschützt sind, kann deren Funktion nicht durch Verschmutzungen beeinträchtigt werden.

Sensor zur Prüfung von Werdokumenten

Die Erfindung betrifft einen Sensor zur Prüfung von Werdokumenten, insbesondere zur berührenden Prüfung der Dicke eines Werdokuments von oder von Dickenunterschieden eines Werdokuments.

5

Solche Sensoren können insbesondere zur Dickenprüfung von Banknoten eingesetzt werden, lassen sich aber auch zur Prüfung der Dicke von anderen Werdokumenten einsetzen, z.B. von Schecks, Tickets, Gutscheinen, etc..

- 10 Bekannt sind bisher verschiedene Systeme, mit denen die Dicke von Banknoten berührend gemessen wird. Diese Systeme basieren in aller Regel auf einem gemeinsamen Grundprinzip mit an Gegenrollen angefederten Abtastrollen. Die Abtast- und Gegenrollen bilden einen Spalt zum Hindurchführen der Banknoten, wobei die Spaltweite des Spalts auf Null oder einen Wert
- 15 eingestellt wird, der zumindest kleiner als die Banknotendicke ist. Aufgrund der durch diesen Spalt hindurchbewegten Banknoten werden die Abtastrollen ausgelenkt. Die Auslenkung der jeweiligen Abtastrolle dient als Maß für die Dicke bzw. für die Dickenunterschiede der betreffenden Banknote.

- 20 Bisher werden bei der berührenden Dickenmessung z.B. kapazitive Sensorelemente eingesetzt, bei denen eine Elektrode mit der Abtastrolle mitbewegt wird und deren Gegenelektrode ortsfest ist, so dass die Kapazität des Kondensators ein Maß für die Auslenkung der Abtastrolle ist. Bei diesen Sensoren ist es nachteilig, dass sie verschmutzungsempfindlich sind. Denn
- 25 wenn sich im Zwischenraum zwischen den beiden Elektroden Verschmutzung anlagert, verändert sich die Kapazität des Sensors, so dass das Messsignal des Sensors verfälscht wird.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Sensor zur berührenden Prüfung der Dicke oder von Dickenunterschieden von Wertdokumenten anzugeben, der weniger verschmutzungsempfindlich ist.

- 5 Diese Aufgabe wird durch eine Messvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. In davon abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Erfindungsgemäß wird ein mikroelektromechanisches (MEMS) Sensorelement dazu verwendet, die Auslenkung der Abtastrolle zu detektieren. Der
10 Sensor weist hierzu eine Leiterplatte auf, die mit der bewegbaren Welle der Abtastrolle derart verbunden ist, dass durch das Auslenken der Abtastrolle ein bewegbarer Abschnitt der Leiterplatte mit der Abtastrolle mitbewegt wird. Durch das Auslenken der Abtastrolle, das ein zwischen der Abtastrolle
15 und dem Gegenelement hindurch transportiertes Wertdokument verursacht, wird die Leiterplatte zumindest abschnittsweise mit der Abtastrolle mitbewegt. Das MEMS-Sensorelement ist auf dem bewegbaren Abschnitt der Leiterplatte, der mit der Abtastrolle mitbewegt wird, angeordnet und ist derart ausgebildet, dass es die Bewegung der Leiterplatte, die durch das Auslenken
20 der Abtastrolle verursacht wird, detektieren kann. Die Bewegung des MEMS-Sensorelements entspricht der Bewegung der Abtastrolle.

Zumindest der bewegbare Abschnitt der Leiterplatte ist mit der bewegbaren Welle starr verbunden. Die Leiterplatte kann dabei so angeordnet sein, dass
25 die gesamte Leiterplatte mit der Abtastrolle starr verbunden ist und durch das Auslenken der Abtastrolle mit der Abtastrolle mitbewegt wird. Alternativ ist nur der bewegbare Abschnitt der Leiterplatte, in dem das MEMS-Sensorelement angeordnet ist, mit der Abtastrolle starr verbunden und wird durch das Auslenken der Abtastrolle mit der Abtastrolle mitbewegt.

Das MEMS-Sensorelement ist zu Detektion der Bewegung der Leiterplatte ausgebildet, z.B. der Beschleunigung und/oder der Drehrate der Leiterplatte. Es können aber auch MEMS-Sensorelemente verwendet werden, die andere Bewegungsparameter detektieren. Anhand des Messsignals des MEMS-Sensorelements kann die Dicke oder können Dickenunterschiede des Wertdokuments geprüft werden, das zwischen der Abtastrolle und dem Gegen-
5 element hindurch transportiert wird. Dies kann zur Dickenprüfung des Wertdokuments an sich oder zur Prüfung auf Klebestreifen oder auf Mehrfachabzug (wenn mehrere Wertdokumente aufeinander liegend transportiert
10 werden) verwendet werden.

Bei den bekannten Sensoren wird ein mit der Abtastrolle mitbewegtes Sensorelement relativ zu einem ortsfesten Sensorelement-Gegenstück bewegt,
15 das an einer anderen Stelle des Sensors befestigt ist, an der es nicht mit der Abtastrolle mitbewegt wird. Und anhand deren Relativbewegung wird auf die Bewegung der Abtastrolle geschlossen. Im Gegensatz dazu wird bei dem erfindungsgemäßen Sensor die Bewegung des MEMS-Sensorelements nicht relativ zu einem ortsfesten Gegenstück-Sensorelement detektiert, das an ei-
20 ner anderen Stelle des Sensors befestigt ist. Sondern sämtliche Bestandteile des MEMS-Sensorelements sind auf der Leiterplatte, insbesondere auf dem bewegbaren Abschnitt der Leiterplatte, angeordnet. Zur Detektion der Auslenkung der Leiterplatte, insbesondere der Auslenkung des bewegbaren Abschnitts der Leiterplatte, werden mikroelektromechanische Elemente ver-
25 wendet, die im Inneren des MEMS-Sensorelements ausgebildet sind. Das MEMS-Sensorelement verwendet z.B. mikromechanisch ausgebildete Feder-Masse-Systeme, die im Innere des MEMS-Sensorelements ausgebildet sind.

Da die mikroelektromechanischen Sensorkomponenten im Inneren des MEMS-Sensorelements durch das Gehäuse des MEMS-Sensorelements geschützt sind, wird deren Funktion durch Verschmutzung nicht beeinträchtigt. Durch das MEMS-Sensorelement wird erreicht, dass der Sensor eine

5 berührende Prüfung der Dicke oder von Dickenunterschieden eines Wertdokuments durchführen kann, die unempfindlich ist gegenüber Verschmutzungen, z.B. gegenüber Staub, der durch die Wertdokumente in den Sensor eingebracht wird. Da außerdem die mechanische Trägheit des Sensors gering ist, ist dieser für relativ hohe Transportgeschwindigkeiten des Wertdoku-

10 ments einsetzbar.

Das MEMS-Sensorelement kann einen MEMS-Beschleunigungssensor aufweisen, der die Beschleunigung der Leiterplatte, insbesondere die Beschleunigung des bewegbaren Abschnitts der Leiterplatte, detektiert, die durch das

15 Auslenken der Abtastrolle verursacht wird. Beispielsweise ist dieser zur Detektion der Beschleunigung in allen drei Raumrichtungen ausgebildet. Alternativ oder zusätzlich kann das MEMS-Sensorelement einen MEMS-Drehratensensor aufweisen, der die Drehrate der Leiterplatte um eine Drehachse, insbesondere die Drehrate eines bewegbaren Abschnitts der Leiter-

20 platte um eine Drehachse, detektiert, die durch das Auslenken der Abtastrolle verursacht wird. Der MEMS-Drehratensensor wird dazu so angeordnet, dass durch das Auslenken der Abtastrolle eine Drehung des MEMS-Drehratensensors um eine Drehachse verursacht wird. Der Drehratensensor ist z.B. ein gyroskopisches MEMS-Sensorelement, das die Detektion der

25 Drehrate um eine oder mehrere Drehachsen im Raum erlaubt.

Der MEMS-Drehratensensor bzw. der MEMS-Beschleunigungssensor detektiert z.B. die Auslenkung kleiner Testmassen in Abhängigkeit von der Drehrate bzw. Beschleunigung des MEMS-Sensorelements. Der Sensor kann so-

wohl einen MEMS-Beschleunigungssensor als auch einen MEMS-Drehratensensor aufweisen. Diese können getrennt voneinander oder in einem MEMS-Sensorelement miteinander integriert ausgebildet sein.

- 5 Die Abtastrolle des Sensors ist auf einer bewegbaren Welle gelagert und wird gegen ein Gegenelement angedrückt. Die Abtastrolle und das Gegenelement sind so angeordnet, dass zwischen der Abtastrolle und dem Gegenelement ein Transportpfad des Werdokuments ausgebildet ist, auf dem das Werdokument entlang seiner Transportrichtung durch den Sensor hindurch
- 10 transportiert wird. Durch das Werdokument, wenn dieses sich zwischen Gegenelement und Abtastrolle befindet, ist die Abtastrolle von einer Ruhelage in eine ausgelenkte Lage auslenkbar. Beim Hindurchtransportieren des Werdokuments zwischen der Abtastrolle und dem Gegenelement bewirkt das Werdokument ein Auslenken der Abtastrolle relativ zu dem Gegenelement
- 15 entgegen einer Rückstellkraft, die z.B. durch eine Feder ausgeübt wird. Z.B. greift die Feder an der Leiterplatte oder an dem (nachfolgend beschriebenen) Hebelarm an.

- In einer ersten Variante des Sensors berührt die Abtastkrolle das Gegenelement
- 20 in der Ruhelage. Dabei liegt die Abtastrolle in der Ruhelage auf dem Gegenelement auf und ist gegen das Gegenelement angedrückt. Zum Beispiel wird die bewegbare Welle der Abtastrolle durch die Feder an das Gegenelement angedrückt.

- 25 In einer zweiten Variante berührt die Abtastkrolle das Gegenelement in der Ruhelage nicht. Die Abtastrolle und das Gegenelement sind dann so angeordnet, dass zwischen der Abtastrolle und dem Gegenelement auch in der Ruhelage der Abtastrolle ein Abstand gebildet ist. Dazu wird z.B. die bewegbare Welle der Abtastrolle gegen einen entsprechenden Anschlag vorge-

spannt. Der Abstand ist geringer oder etwa gleich der Dicke des Werdokuments, so dass das Werdokument selbst nur eine geringe bzw. keine Auslenkung bewirkt, aber Fremdkörper auf dem Werdokument, z.B. Klebestreifen, eine deutliche Auslenkung bewirken.

5

Das Gegenelement kann z.B. als Gegenrolle ausgebildet sein, die auf einer ortsfesten Welle gelagert ist. Die bewegbare Welle des Abtastrolle und die ortsfeste Welle der Gegenrolle können synchron zueinander angetrieben sein. Die Abtastrolle und/oder die Gegenrollen können aber auch freilaufende Rollen sein. Das Gegenelement kann auch anders realisiert sein, z.B. durch einen entlang der Transportrichtung des Werdokuments bewegbaren Riemen oder durch eine ortsfeste Gegenfläche gebildet sein.

Insbesondere weist der Sensor eine Auswerteeinrichtung auf, mit der er verbunden ist, oder eine Auswerteelektronik. Die Auswerteeinrichtung bzw. Auswerteelektronik ist dazu ausgebildet, das Werdokument auf das Vorhandensein von Klebestreifen und/oder auf Eigenschaften von Klebestreifen des Werdokuments anhand des Messsignals des MEMS-Sensorelements zu prüfen. Die Auswerteeinrichtung bzw. Auswerteelektronik ist z.B. dazu ausgebildet, zur Prüfung auf Klebestreifen, die durch den MEMS-Drehratensensor detektierte Drehrate und/oder die durch den MEMS-Beschleunigungssensor detektierte Beschleunigung auszuwerten.

Der MEMS-Bewegungssensor, insbesondere der MEMS-Drehratensensor oder der MEMS-Beschleunigungssensor, liefert vor allem an den Kanten des Werdokuments bzw. eines Klebestreifen einen Messsignal-Peak. Da auch eine große Knitterfalte des Werdokuments einen ähnlichen Messsignal-Peak liefern kann, ist es bevorzugt, zur Prüfung des Werdokuments auf Klebestreifen das Messsignal des MEMS-Sensorelements über eine bestimmte

Zeitspanne aufzuintegrieren, z.B. aufzusummieren. Die aufintegrierte Zeitspanne ist so gewählt, dass sich das Werdokument während dieser Zeitspanne zwischen der Abtastrolle und dem Gegenelement befindet und relativ zu dem Sensor transportiert wird. Das Messsignal kann dazu über einen
5 Teil des Werdokuments oder über das gesamte Werdokument hinweg aufintegriert werden. Da sich etwaige Knitterfalten des Werdokuments durch das Aufintegrieren, insbesondere Aufsummieren, herausmitteln, ist es besonders vorteilhaft, die Prüfung des Werdokuments auf Klebestreifen anhand des zeitlich aufintegrierten Messsignals durchzuführen. So wird er-
10 reicht, dass störende Messsignale von Knitterfalten im Vergleich zu dem Messsignal des Klebestreifens unterdrückt werden.

Das aufintegrierte Messsignal des MEMS-Drehratensensors liefert ein Dickenprofil des Werdokuments entlang der Transportrichtung. Im Fall des
15 MEMS-Beschleunigungssensors kann ein Dickenprofil des Werdokuments durch zweimaliges zeitliches Aufintegrieren des Messsignals des MEMS-Beschleunigungssensors erzeugt werden. Zur Prüfung auf Klebestreifen wird das aufintegrierte Messsignal, welches das Dickenprofil des Werdokuments repräsentiert, z.B. mit einer Schwelle verglichen, die geringer ge-
20 wählt ist als die Dicke üblicher Klebestreifen. Zum Beispiel wird das Vorhandensein eines Klebestreifens bejaht, falls das aufintegrierte Messsignal diese Schwelle über eine bestimmte Mindestlänge entlang des Werdokuments übersteigt.

25 Beim Auswerten des Messsignals kann aus dem Verlauf des Messsignals, das der MEMS-Drehratensensor und/oder der MEMS-Beschleunigungssensor als Funktion der Zeit detektieren, ein Dickenprofil des Werdokuments als Funktion des Orts auf dem Werdokument bestimmt werden. Bei einem mehrspurigen Sensor, der eine Vielzahl von Messspuren quer zur Transport-

richtung des Werdokuments aufweist, kann aus den Dickenprofilen der verschiedenen Messspuren eine zweidimensionale Dickenverteilung des Werdokuments ermittelt werden. Auf Grundlage der zweidimensionalen Dickenverteilung können Klebestreifen noch besser erkannt werden.

5

In manchen Ausführungsbeispielen sind die bewegbare Welle der Abtastrolle und der bewegbarer Abschnitt der Leiterplatte an einem um eine Drehachse drehbar gelagerten Hebelarm befestigt, der sowohl mit der bewegbaren Welle der Abtastrolle, als auch mit dem bewegbaren Abschnitt der Leiterplatte starr verbunden ist. Der bewegbare Abschnitt der Leiterplatte erstreckt sich dabei parallel zu dem Hebelarm. Der Hebelarm bildet einen spitzen Winkel mit der Transportebene des Werdokuments. Das MEMS-Sensorelement ist in einer Variante so angeordnet, dass es - entlang des Hebelarms betrachtet - auf derselben Seite der Drehachse angeordnet ist, auf der auch die Abtastrolle angeordnet ist. In einer anderen Variante ist das MEMS-Sensorelement so angeordnet, dass es auf der anderen Seite der Drehachse angeordnet ist, auf der auch die Abtastrolle angeordnet ist, so dass sich die Drehachse entlang des Hebelarms zwischen dem MEMS-Sensorelement und der Abtastrolle befindet.

20

In einer bevorzugten Variante weist die Leiterplatte sowohl einen ortsfesten Abschnitt auf, der durch das Auslenken der Abtastrolle nicht bewegt wird, als auch einen bewegbaren Abschnitt, in dem das MEMS-Sensorelement befestigt ist. Der bewegbare Abschnitt der Leiterplatte ist mit der bewegbaren Welle der Abtastrolle derart starr verbunden ist, dass durch das Auslenken der Abtastrolle, die ein zwischen der Abtastrolle und dem Gegenelement hindurch transportiertes Werdokument verursacht, auch der bewegbare Abschnitt der Leiterplatte bewegt wird. Die Bewegung des bewegbaren Abschnitts der Leiterplatte entspricht dabei der Bewegung der Abtastrolle.

25

Durch diese Aufteilung der Leiterplatte in einen bewegten und einen ortsfesten Abschnitt wird erreicht, dass mit dem Auslenken der Abtastrolle nur das MEMS-Sensorelement und der bewegbare Abschnitt der Leiterplatte mitbewegt werden müssen, während der ortsfeste Abschnitt der Leiterplatte nicht mitbewegt werden muss. Da so die durch das Werdokument zu bewegend
5 Masse des Sensors gering gehalten wird, ist auch die mechanische Trägheit des Sensors gering. Der Sensor weist daher eine größere Messbandbreite auf und kann so für größere Transportgeschwindigkeiten des Werdokuments eingesetzt werden als bisherigen Sensoren zur berührenden Prüfung von
10 Werdokumenten.

Alternativ ist die Leiterplatte, insbesondere der bewegbare Abschnitt der Leiterplatte, nicht an einem Hebelarm befestigt, sondern ist an der bewegbaren Welle der Abtastrolle befestigt und starr mit dieser verbunden.

15

Das MEMS-Sensorelement weist eine oder mehrere elektrische Verbindungen zu einer oder mehreren Leiterbahnen der Leiterplatte auf, um das Messsignal des MEMS-Sensorelements abzugreifen und zu einer Auswerteelektronik oder zu einer Auswerteeinrichtung zu übertragen. Die Leiterbahnen
20 sind insbesondere im bewegbaren Abschnitt der Leiterplatte ausgebildet.

In dem ortsfesten Abschnitt der Leiterplatte kann die Auswerteelektronik des Sensors angeordnet sein, die zur Auswertung des durch das MEMS-Sensorelement detektierten Messsignals verwendet wird, oder eine Schnittstelle zu einer Auswerteeinrichtung des Sensors, die außerhalb der Leiterplatte oder außerhalb des Sensors angeordnet ist und zur Auswertung des durch das MEMS-Sensorelement detektierten Messsignals ausgebildet ist.
25 Die Auswerteelektronik bzw. die Schnittstelle kann alternativ aber auch auf dem bewegbaren Abschnitt der Leiterplatte angeordnet sein.

- Bevorzugt ist der das MEMS-Sensorelement aufweisende bewegbare Abschnitt der Leiterplatte über einen flexiblen Abschnitt der Leiterplatte mit dem ortsfesten Abschnitt der Leiterplatte verbunden. Die Leiterplatte ist dazu zumindest teilweise mechanisch flexibel ausgebildet. Zum Beispiel ist die Leiterplatte eine flexible Leiterplatte. Oder die Leiterplatte ist eine starr-flexible Leiterplatte, die einen oder mehrere starre und einen oder mehrere flexible Abschnitte aufweist. Der bewegbare Abschnitt der Leiterplatte, der das MEMS-Sensorelement aufweist, kann starr oder flexibel ausgebildet sein.
- Durch die (zumindest teilweise) Flexibilität der Leiterplatte wird erstens eine Bewegung des bewegbaren Abschnitts der Leiterplatte relativ zu dem ortsfesten Abschnitt der Leiterplatte ermöglicht. Und zweitens wird dadurch erreicht, dass für das (mitbewegte) MEMS-Sensorelement und für die (ortsfeste) Auswerteelektronik dieselbe Leiterplatte verwendet werden kann.
- Dadurch werden Steckverbindungen eingespart, die im Fall einer Anordnung von Sensorelement und Auswertelektronik auf verschiedener Leiterplatten nötig wären. So wird eine kompaktere Bauform des Sensors erzielt.

- Zum Beispiel weist der Sensor zwei oder mehr Messspuren quer zur Transportrichtung des Wertdokuments auf, die die jeweils ein MEMS-Sensorelement aufweisen. Diese Messspuren sind gleich aufgebaut, wie oben beschrieben. Jede Messspur enthält jeweils eine Abtastrolle, die auf einer bewegbaren Welle angeordnet ist, und durch ein Wertdokument von einer Ruhelage in eine ausgelenkte Lage auslenkbar ist, und ein MEMS-Sensorelement, das auf einem bewegbaren Abschnitt der Leiterplatte angeordnet ist. Das Gegenelement kann ein allen Messspuren gemeinsames Gegenelement sein. In der Leiterplatte können z.B. mehrere bewegbare Abschnitte ausgebildet sein, die quer zur Transportrichtung des Wertdokuments nebeneinander angeordnet sind. Die MEMS-Sensorelemente der ver-

5
10
15
schiedenen Messspuren sind bevorzugt in verschiedenen bewegbaren Abschnitten derselben Leiterplatte angeordnet, die individuell unabhängig voneinander bewegbar sind. In einer speziellen Variante werden die mehreren bewegbaren Abschnitte der Leiterplatte durch parallel zueinander angeordnete Zungen der Leiterplatte gebildet, die individuell und unabhängig voneinander bewegbar sind. Dabei ist das MEMS-Sensorelement jeder Messspur jeweils auf einer der Zungen der Leiterplatte befestigt. Insbesondere ist jedes der MEMS-Sensorelemente über elektrische Leiterbahnen der Leiterplatte mit der Auswerteelektronik verbunden, die in dem ortsfesten Abschnitt der Leiterplatte angeordnet ist und die dazu ausgebildet ist, die Messsignale aller Messspuren auszuwerten. Alternativ ist jedes der MEMS-Sensorelemente über elektrische Leiterbahnen der Leiterplatte mit einer Schnittstelle verbunden, die in dem ortsfesten Abschnitt der Leiterplatte angeordnet ist und die die Leiterplatte mit einer Auswerteeinrichtung verbindet, die dazu ausgebildet ist, die Messsignale aller Messspuren auszuwerten.

20
25
Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Bearbeitung von Wertdokumenten, wie z.B. eine Wertdokumentsortiervorrichtung. Die Vorrichtung weist eine Transporteinrichtung zum Transportieren eines Wertdokuments entlang des Transportpfads auf und den erfindungsgemäßen Sensor zur berührenden Prüfung der Dicke oder von Dickenunterschieden des Wertdokuments sowie ggf. weitere Sensoren. Die Transporteinrichtung der Vorrichtung umfasst z.B. Rollen und/oder Riemen, durch die das Wertdokument durch die Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung transportiert wird.

Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand der folgenden Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a ein erstes Ausführungsbeispiel des Sensors,

Fig. 1b-c ein Beispiel für das Messsignal M und das aufintegrierte Messsignal S des Sensors gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel bei der Detektion eines Klebestreifens,

Fig. 2a ein zweites Ausführungsbeispiel des Sensors,

5 Fig. 2b ein drittes Ausführungsbeispiel des Sensors,

Fig. 3a ein Beispiel für MEMS-Sensorelemente auf einer flexiblen Leiterplatte,

Fig. 3b ein weiteres Beispiel für MEMS-Sensorelemente auf einer starr-flexiblen Leiterplatte.

10

In Figur 1a ist ein erstes Ausführungsbeispiel des Sensors 100 gezeigt. Ein Werdokument 10 wird entlang eines Transportpfads T zwischen einer Abtastrolle 2 und einer feststehenden Gegenrolle 4 hindurch transportiert. Die Gegenrolle 4 ist auf eine ortsfesten Welle 20 und die Abtastrolle auf einer bewegbaren Welle 3 gelagert. Die Abtastrolle 2 wird mittels einer Feder 9 an die Gegenrolle 4 herangezogen, so dass die Abtastrolle 2 in der Ruhelage, wenn sich kein Werdokument zwischen den beiden Rollen 2 und 4 befindet, die Gegenrolle 4 berührt. Durch das Werdokument 10 wird die Abtastrolle von der Gegenrolle 4, entgegen der Federkraft, weggedrückt. Die bewegbare Welle 3 der Abtastrolle 2 ist mit einem Hebelarm 6 starr verbunden, der um die Drehachse 8 drehbar gelagert ist. Figur 1a zeigt die Abtastrolle 2 in einer ausgelenkten Lage, in die sich der Hebelarm 6 – ausgehend von der Ruhelage – im Uhrzeigersinn um die Drehachse 8 gedreht hat. Auf dem Hebelarm 6 ist ein bewegbarer Abschnitt 15 einer Leiterplatte 5 befestigt, auf dem ein MEMS-Sensorelement 4 befestigt ist. Die Leiterplatte 5 besteht aus dem bewegbaren Abschnitt 15, einem flexiblen Abschnitt 17 und einem ortsfesten Abschnitt 16, der beim Auslenken der Abtastrolle 2 nicht mitbewegt wird und der auf einem ortsfesten Halter 18 befestigt ist. Der flexible Abschnitt 17 der Leiterplatte befindet sich im Bereich der Drehachse 8 des Hebelarms 6.

15

20

25

- Der bewegbare Abschnitt 15 selbst ist zwar starr ausgebildet, kann aber - aufgrund der Flexibilität des flexiblen Abschnitts 17 - relativ zu dem ortsfesten Abschnitt 16 bewegt werden. Im ortsfesten Abschnitt 16 ist eine Auswerteelektronik 11 angeordnet, die über Leiterbahnen 14 (nicht gezeigt) mit dem MEMS-Sensorelement 4 elektrisch verbunden sind. Die Leiterbahnen 14 führen von dem MEMS-Sensorelement über den bewegbaren Abschnitt 15 und über den flexiblen Abschnitt 17 der Leiterplatte bis zum ortsfesten Abschnitt 16 und zur dort vorhandenen Auswerteelektronik, vgl. dazu auch Fig. 3b.
- Das MEMS-Sensorelement 4 kann ein MEMS-Beschleunigungssensor sein, im Folgenden wird jedoch beispielhaft angenommen, dass es sich bei dem MEMS-Sensorelement um einen MEMS-Drehratensensor handelt. Das Messsignal des MEMS-Drehratensensor ist proportional zur Drehrate des MEMS-Sensorelements 4 um die Drehachse 8. Während der Drehung im Uhrzeigersinn liefert der MEMS-Drehratensensor 4 ein positives Messsignal, während der Drehung im Gegenuhrzeigersinn der MEMS-Drehratensensor 4 ein negatives Messsignal. Bei einer Drehrate von Null liefert er ein verschwindendes Messsignal. In Figur 1b ist das Messsignal M des MEMS-Drehratensensors 4 als Funktion der Zeit t gezeigt, wenn der Klebestreifen 1 des Werdokuments 10 durch den Sensor 100 detektiert wird. Während der vordere Teil des Werdokuments 10 durch den Sensor 100 transportiert wird, ist die Abtastrolle 2 etwa konstant ausgelenkt und das Messsignal ist etwa Null. Während die Abtastrolle 2 durch die vorauslaufende Kante des Klebestreifens 1 nach oben ausgelenkt wird, wird ein positives Messsignal detektiert. Das Maximum dieses Messsignal-Peaks liefert den Zeitpunkt t₁ der vorauslaufenden Klebestreifenkante. Solange die Abtastrolle durch den Klebestreifen etwa konstant nach oben gedrückt wird, ist das Messsignal wieder etwa Null. Erst wenn die Abtastrolle 2 an der nachlaufenden Kante des Klebestreifens 1 wieder in die vorherige Lage zurückkehrt, wird ein negatives

Messsignal detektiert. Das Minimum dieses Messsignal-Peaks liefert den Zeitpunkt t_2 der nachlaufenden Klebestreifenkante.

In Figur 1c ist das aufintegrierte Messsignal S skizziert, das sich durch zeitliches Aufintegrieren des Messsignals M aus Figur 1b ergibt. Das aufintegrierte Messsignal S entspricht dem detektierten Dickenprofil des Werdokuments 10 bzw. des Klebestreifens 1. Außerhalb des Klebestreifens entspricht das aufintegrierte Messsignal S der Dicke D des Werdokuments 10. Im Bereich des Klebestreifens 1 ist das aufintegrierte Messsignal S deutlich größer als D. Das Vorhandensein eines Klebestreifens wird z.B. bejaht, falls das aufintegrierte Messsignal S über einen bestimmten Mindestzeitraum hinweg (entsprechend einer bestimmten Mindestlänge des Klebestreifens entlang der Transportrichtung, z.B. mehrere mm) eine Schwelle T_h übersteigt. Der Mindestzeitraum hängt natürlich von der Transportgeschwindigkeit des Werdokuments 10 ab. Bei dem gezeigten Beispiel wird die Schwelle T_h während des Zeitraums $t_1 \dots t_2$ überschritten (der größer ist als der Mindestzeitraum), so dass das Vorhandensein eines Klebestreifens bei diesem Werdokument 10 bejaht wird. Anhand der Transportgeschwindigkeit des Werdokuments 10 kann aus der Differenz $t_2 - t_1$ die Länge des Klebestreifens 1 entlang der Transportrichtung berechnet werden. Die Differenz zwischen dem aufintegrierten Messsignal S und der Dicke D ergibt die Dicke des Klebestreifens 1.

In Figur 2a ist ein zweites Ausführungsbeispiel des Sensors 100 dargestellt, wobei für entsprechende Komponenten dieselben Bezugszeichen verwendet sind wie im ersten Ausführungsbeispiel. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel ist hier jedoch das MEMS-Sensorelement nicht auf derjenigen Seite des Hebels 6 angeordnet, auf der auch die bewegbare Welle 3 der Abtastrolle 2 liegt, sondern auf der gegenüberliegenden Seite der Drehachse 8. Die Feder 9 ist eine Druckfeder, die den Hebel 6 nach oben drückt und ent-

sprechend die Abtastrolle 2 an die Gegenrolle 4 nach unten drückt. Die Leiterplatte 5 ist hier eine durchgehend flexible Leiterplatte, deren bewegbarer Abschnitt 15 auf dem Hebelarm 6 befestigt ist.

- 5 Die Drehachse 8 befindet sich, entlang des Hebels 6 betrachtet, zwischen der bewegbaren Welle 3 der Abtastrolle 2 und dem MEMS-Sensorelement 4. Der Abstand, den das MEMS-Sensorelement 4 von der Drehachse 8 hat, ist größer als der Abstand der bewegbaren Welle 3 zur Drehachse 8. Dadurch wirkt für das MEMS-Sensorelement 4 ein größerer Hebel als im ersten Ausführungsbeispiel. Bei gleicher Auslenkung der Abtastrolle ist die von dem
- 10 MEMS-Sensorelement 4 zurückgelegte Strecke daher deutlich größer. Die größere zurückgelegte Strecke führt, trotz gleicher Auslenkung der Abtastrolle 2, im zweiten Ausführungsbeispiel zu einem größeren Messsignal des MEMS-Sensorelements. Der Sensor des ersten Ausführungsbeispiels hat da-
- 15 gegen den Vorteil, dass das Trägheitsmoment des MEMS-Sensorelements 4 in Bezug auf die Drehbewegung des Hebelarms 6, aufgrund der drehachsen näheren Anordnung des MEMS-Sensorelements, geringer ist als beim zweiten Ausführungsbeispiel. So ist z.B. eine Messbandbreite von 1,5 kHz erreichbar. Der Sensor des ersten Ausführungsbeispiels ist daher für höhere
- 20 Transportgeschwindigkeiten des Wertdokuments besser geeignet.

In Figur 2b ist ein drittes Ausführungsbeispiel des Sensors 100 dargestellt, wobei für entsprechende Komponenten dieselben Bezugszeichen verwendet wurden wie in Figur 1a und 1b. Wie im ersten Ausführungsbeispiel ist die

25 Leiterplatte 5 eine starr-flexible Leiterplatte, die einen flexiblen Abschnitt 17 und einen starren Abschnitt 16 aufweist. Der bewegbare Abschnitt 15 der Leiterplatte ist ebenfalls starr ausgebildet, aber an der bewegbaren Welle 3 der Abtastrolle 2 befestigt. Auf der der bewegbaren Welle 3 gegenüberliegenden Seite des bewegbaren Abschnitts 15 ist das MEMS-Sensorelement 4

- befestigt. Das MEMS-Sensorelement ist in diesem Ausführungsbeispiel ein MEMS-Beschleunigungssensor, der die Beschleunigung in einer oder mehreren Raumrichtungen detektieren kann und entsprechende Messsignale ausgibt. Der bewegbare Abschnitt 15 der Leiterplatte, der den MEMS-
- 5 Beschleunigungssensor 4 aufweist, wird durch das Auslenken der Abtastrolle 2, die das Werdokument 10 bzw. der Klebestreifen 1 verursacht, in z-Richtung beschleunigt. Durch die Kraft der Feder 9 kehrt die Abtastrolle 2 nach Ende des Werdokuments 10 bzw. des Klebestreifens 1 wieder zurück in die Position an der Gegenrolle 4 (Beschleunigung in negative z-Richtung).
- 10 Das Messsignal des MEMS-Sensorelements 4 wird in diesem Ausführungsbeispiel über die Leiterbahnen 14 (nicht gezeigt) der Leiterplatte 5 zu einer Schnittstelle 12 geführt, die mit einer Auswerteeinrichtung 13 verbunden ist, welche das Messsignal auswertet. Bevorzugt wird dort das Messsignal, das der Beschleunigung in z-Richtung entspricht, zweimal zeitlich aufintegriert,
- 15 um ein Dickenprofil des Werdokuments 10 entsprechend dem aus Figur 1c zu erhalten und auszuwerten. Alternativ kann aber auch die Höhe der Beschleunigung in z-Richtung und ggf. die Dauer der Beschleunigung, direkt ausgewertet werden, ohne das Messsignal aufzuintegrieren.
- 20 Die Figuren 3a und 3b zeigen jeweils ein Beispiel einer Leiterplatte 5, die für einem mehrspurigen Sensor 100 verwendbar ist. Die MEMS-Sensorelemente 4 befinden sich auf parallel zueinander angeordneten Zungen 7 und sind jeweils über Leiterbahnen 14 mit der Auswerteelektronik 11 (Fig. 3b) bzw. mit der Schnittstelle 12 (Fig. 3a) zu einer Auswerteeinrichtung verbunden.
- 25 Gezeichnet ist hier nur jeweils diejenige Leiterbahn 14, über die das Messsignal des jeweiligen MEMS-Sensorelements übertragen wird. Weitere Leiterbahnen, z.B. für Massekontakt und Versorgungsspannung für das jeweilige MEMS-Sensorelement, sind ebenfalls vorhanden, aber hier nicht gezeigt.

Die Auswerteelektronik 11 umfasst im Beispiel der Fig. 3b ein FPGA oder einen Prozessor, kann aber auch weitere Elektronikkomponenten umfassen. Von der Auswerteelektronik 11 wird das Ergebnis der Auswertung an eine Kommunikationsschnittstelle 19 weitergeleitet, die das Auswertungsergebnis an einen Empfänger außerhalb des Sensors 100 weiterleitet. Der Empfänger ist z.B. eine Steuereinrichtung, die die Vorrichtung zur Wertdokumentbearbeitung steuert, um eine Sortierung der Wertdokumente durchzuführen, bei der die Ergebnisse des Sensors 100 berücksichtigt werden. Im Beispiel der Figur 3b ist die Leiterplatte teilweise flexibel ausgebildet und für 4 Messspuren ausgelegt, für die jeweils ein MEMS-Sensorelement 4 auf einer Zunge 7 vorhanden ist. Flexibel ist nur der Abschnitt 17 der Leiterplatte 5, die Abschnitte 16 und 15 sind starr ausgebildet. Im Beispiel der Figur 3a ist die Leiterplatte durchgehend flexibel ausgebildet. Sie ist für 6 Messspuren ausgelegt, die jeweils ein MEMS-Sensorelement 4 auf einer Zunge 7 haben.

15

Als Folge davon, dass der Sensor 100 das Vorhandensein eines Klebestreifens detektiert, kann das betreffende Wertdokument von der Vorrichtung zur Wertdokumentbearbeitung, die den Sensor 100 enthält, aussortiert werden. Das Vorhandensein des Klebestreifens kann ein Indiz dafür verwendet werden, dass das betreffende Wertdokument nicht mehr für den Umlauf geeignet ist. Das Messsignal des Sensors 100 kann daher für die Fitnessprüfung von Wertdokumenten verwendet werden, bei nicht mehr für den Umlauf geeignete Wertdokumente aussortiert werden. Das Vorhandensein eines Klebestreifens kann auch als Indiz dafür verwendet werden, dass das betreffende Wertdokument ein fälschungsverdächtiges Wertdokument ist, das aus mehreren Wertdokumentteilen zusammengeklebt ist (Composed-Fälschung). Das Messsignal des Sensors 100 kann daher auch für eine Echtheitsprüfung von Wertdokumenten verwendet werden, bei der falsche und fälschungsverdächtige Wertdokumente von Echten getrennt werden.

30

Patentansprüche

1. Sensor (100) zur berührenden Prüfung der Dicke eines Werdokuments (10) oder von Dickenunterschieden eines Werdokuments (10), umfassend
5 eine Abtastrolle (2), die auf einer bewegbaren Welle (3) gelagert ist, und die gegen ein Gegenelement (4) angedrückt wird, wobei die Abtastrolle (2) und das Gegenelement (4) so angeordnet sind, dass zwischen der Abtastrolle und dem Gegenelement ein Transportpfad (T) eines Werdokuments (10) ausgebildet ist, wobei die Abtastrolle (2) durch das Werdokument (10), wenn dieses sich zwischen dem Gegenelement (4) und der Abtastrolle (2) befindet,
10 von einer Ruhelage in eine ausgelenkte Lage auslenkbar ist, dadurch gekennzeichnet,
- dass der Sensor (100) eine Leiterplatte (5) aufweist, die mit der bewegbaren Welle (3) der Abtastrolle (2) derart verbunden ist, dass durch das Auslenken der Abtastrolle (2), das ein zwischen der Abtastrolle (2) und dem Gegenelement (4) hindurch transportiertes Werdokument (10) verursacht, ein bewegbarer Abschnitt (15) der Leiterplatte (5) mit der Abtastrolle (2) mitbewegt wird, und
15 - dass auf dem bewegbaren Abschnitt (15) der Leiterplatte (5), der mit der Abtastrolle (4) mitbewegt wird, ein MEMS-Sensorelement (4) befestigt ist, das zur Detektion der Bewegung der Leiterplatte (5) angeordnet und ausgebildet ist, so dass anhand eines Messsignals des MEMS-Sensorelements (4) die Dicke oder Dickenunterschiede des Werdokuments (10) geprüft werden können, das entlang des Transportpfads (T) zwischen der Abtastrolle (2) und dem Gegenelement (4) hindurch transportiert wird.
20
25

2. Sensor (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das MEMS-Sensorelement (4) eine oder mehrere elektrische Verbindungen zu einer oder mehreren Leiterbahnen (14) aufweist, die in der Leiterplatte (5), insbesondere

re in dem bewegbaren Abschnitt (15) der Leiterplatte, ausgebildet sind und über die das Messsignal des MEMS-Sensorelements (4) zu einer Auswerteelektronik (11) oder zu einer Auswerteeinrichtung (13) übertragbar ist.

5 3. Sensor (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor eine Auswerteelektronik (11) oder eine Auswerteeinrichtung (13) aufweist, die dazu ausgebildet ist, das Werdokument (10) auf das Vorhandensein und/oder auf Eigenschaften von Klebestreifen (1) des Werdokuments anhand des Messsignals des MEMS-Sensorelements (4) zu prüfen.

4. Sensor (100) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteelektronik (11) bzw. die Auswerteeinrichtung (13) dazu ausgebildet ist, zur Prüfung des Werdokuments auf Klebestreifen (1) das Messsignal (M) des
15 MEMS-Sensorelements (4) über eine bestimmte Zeitspanne aufzuintegrieren und die Prüfung des Werdokuments auf Klebestreifen anhand des aufintegrierten Messsignals (S) durchzuführen.

5. Sensor (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (5) sowohl einen ortsfesten Abschnitt aufweist, der durch das Auslenken der Abtastrolle (2) nicht mitbewegt wird, als auch einen bewegbaren Abschnitt (15) aufweist, der mit der bewegbaren Welle (3) der Abtastrolle (2) derart starr verbunden ist, dass, durch das Auslenken der Abtastrolle (2), der bewegbare Abschnitt (15) der Leiterplatte mit
25 der Abtastrolle (2) mitbewegt wird und dass das MEMS-Sensorelement (4) auf dem bewegbaren Abschnitt (15) der Leiterplatte befestigt ist.

6. Sensor (100) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in dem ortsfesten Abschnitt (16) der Leiterplatte (5) eine Auswerteelektronik (11) zur

Auswertung des durch das MEMS-Sensorelement (4) detektierten Messsignals angeordnet ist oder eine Schnittstelle (12) zu einer Auswerteeinrichtung (13) des Sensors.

- 5 7. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (5) zumindest teilweise mechanisch flexibel ausgebildet ist und dass der bewegbare Abschnitt (15) der Leiterplatte, der das MEMS-Sensorelement (4) aufweist, über einen flexiblen Abschnitt (17) der Leiterplatte (5) mit einem ortsfesten Abschnitt (16) der Leiterplatte verbunden ist.
- 10 8. Sensor (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das MEMS-Sensorelement derart auf der Leiterplatte (5) angeordnet ist, dass durch das Auslenken der Abtastrolle (2) eine Drehung
- 15 des MEMS-Sensorelements um eine Drehachse (8) verursacht wird, und dass das MEMS-Sensorelement (4) einen MEMS-Drehratensensor aufweist, um die Dicke oder die Dickenunterschiede des Werdokuments (10) anhand der Drehrate des MEMS-Sensorelements um die Drehachse (8) zu prüfen.
- 20 9. Sensor (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das MEMS-Sensorelement (4) einen MEMS-Beschleunigungssensor aufweist, um die Dicke oder die Dickenunterschiede des Werdokuments (10) anhand einer Beschleunigung des MEMS-Sensorelements (4) zu prüfen, die durch das Auslenken der Abtastrolle (2)
- 25 verursacht wird.
10. Sensor (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die bewegbare Welle (3) der Abtastrolle (2) und die Leiterplatte (5), insbesondere der bewegbare Abschnitt (15) der Leiterplatte, an

einem um eine Drehachse (8) drehbar gelagerten Hebelarm (6) befestigt sind, der sowohl mit der bewegbaren Welle (3) der Abtastrolle, als auch mit der Leiterplatte (5), insbesondere mit dem bewegbaren Abschnitt (15) der Leiterplatte, starr verbunden ist, wobei sich die Leiterplatte (5), insbesondere der bewegbare Abschnitt der Leiterplatte (15), parallel zu dem Hebelarm (6) erstreckt.

11. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor zwei oder mehr Messspuren quer zur Transportrichtung des Wergedokuments (10) aufweist, die jeweils ein MEMS-Sensorelement (4) aufweisen, und dass in der Leiterplatte (5) mehrere bewegbare Abschnitte (15) ausgebildet sind, die quer zur Transportrichtung des Wergedokuments (10) nebeneinander angeordnet sind, wobei die MEMS-Sensorelemente (4) der verschiedenen Messspuren in verschiedenen bewegbaren Abschnitten (15) derselben Leiterplatte (5) angeordnet sind, die individuell und unabhängig voneinander bewegbar sind.

12. Sensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren bewegbaren Abschnitte (15) der Leiterplatte (5) durch mehrere parallel zueinander angeordnete Zungen (7) derselben Leiterplatte (5) gebildet sind, die individuell und unabhängig voneinander bewegbar sind, und dass das MEMS-Sensorelement (4) jeder Messspur jeweils auf einer der Zungen (7) der Leiterplatte befestigt ist.

13. Sensor nach einem der Ansprüche 11 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der MEMS-Sensorelemente (4) über elektrische Leiterbahnen (14) der Leiterplatte (5) mit einer Auswerteelektronik (11) verbunden ist, die in dem ortsfesten Abschnitt (16) der Leiterplatte (5) angeordnet ist und die da-

zu ausgebildet ist, die Messsignale aller Messspuren des Sensors auszuwerten.

14. Sensor nach einem der Ansprüche 11 bis 12, dadurch gekennzeichnet,
5 dass jedes der MEMS-Sensorelemente (4) über elektrische Leiterbahnen (14) der Leiterplatte (5) mit einer Schnittstelle (12) verbunden ist, die in dem ortsfesten Abschnitt (16) der Leiterplatte angeordnet ist und über die die Leiterplatte mit einer Auswerteeinrichtung (13) verbindbar ist, die dazu ausgebildet ist, die Messsignale aller Messspuren des Sensors auszuwerten.
- 10
15. Vorrichtung zur Bearbeitung von WERTDOKUMENTEN mit einer Transporteinrichtung zum Transportieren eines WERTDOKUMENTS (10) entlang des Transportpfads (T) und mit einem Sensor (100) zur berührenden Prüfung der Dicke oder von Dickenunterschieden des WERTDOKUMENTS (10) nach einem
15 der vorhergehenden Ansprüche.

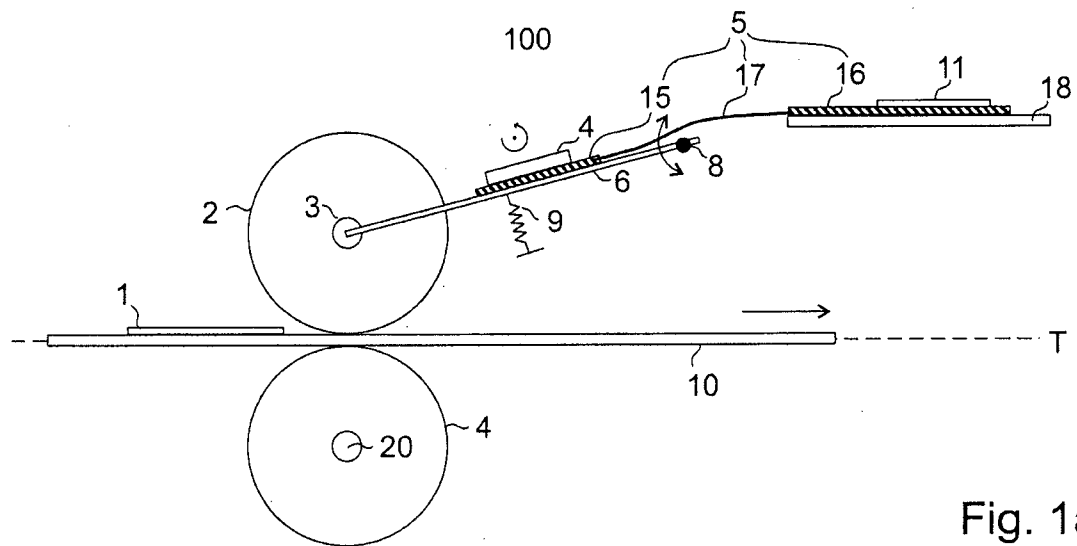


Fig. 1a

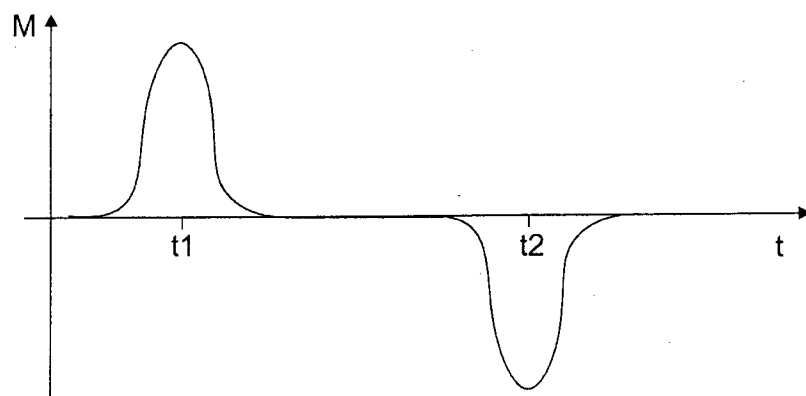


Fig. 1b

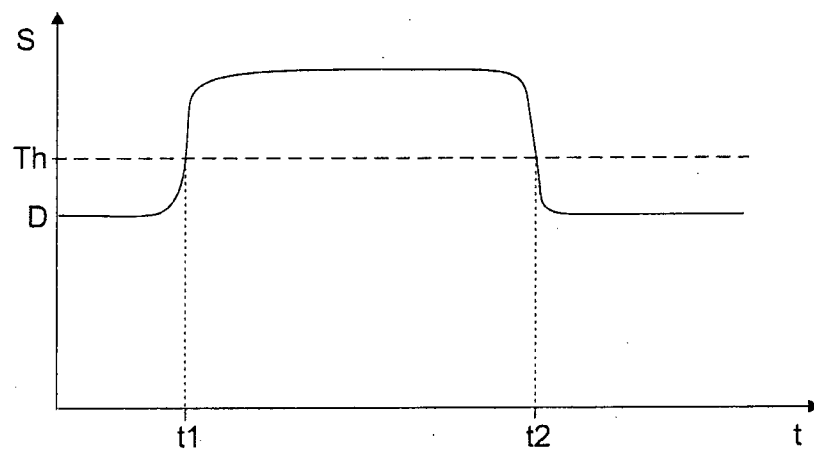


Fig. 1c

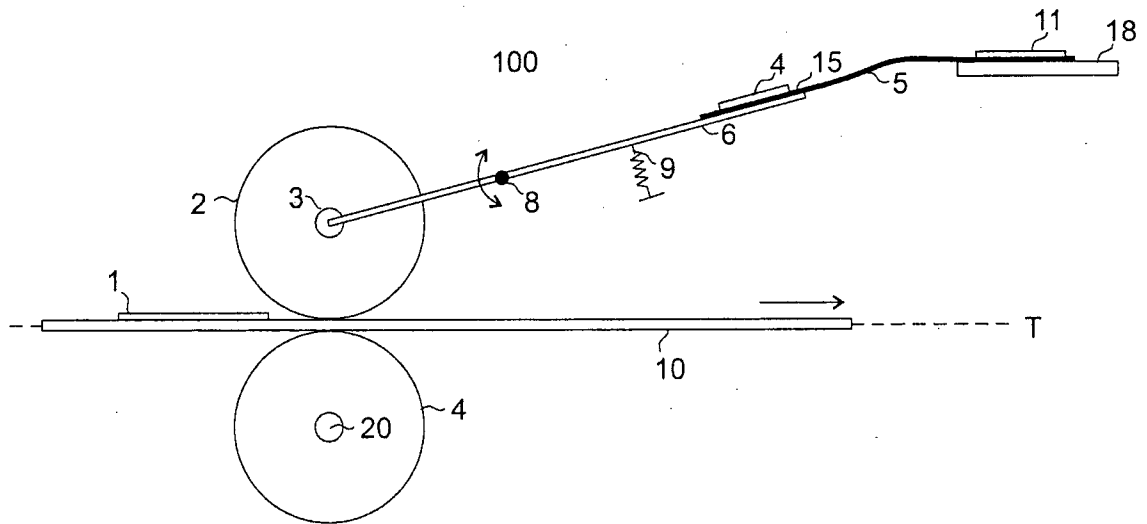


Fig. 2a

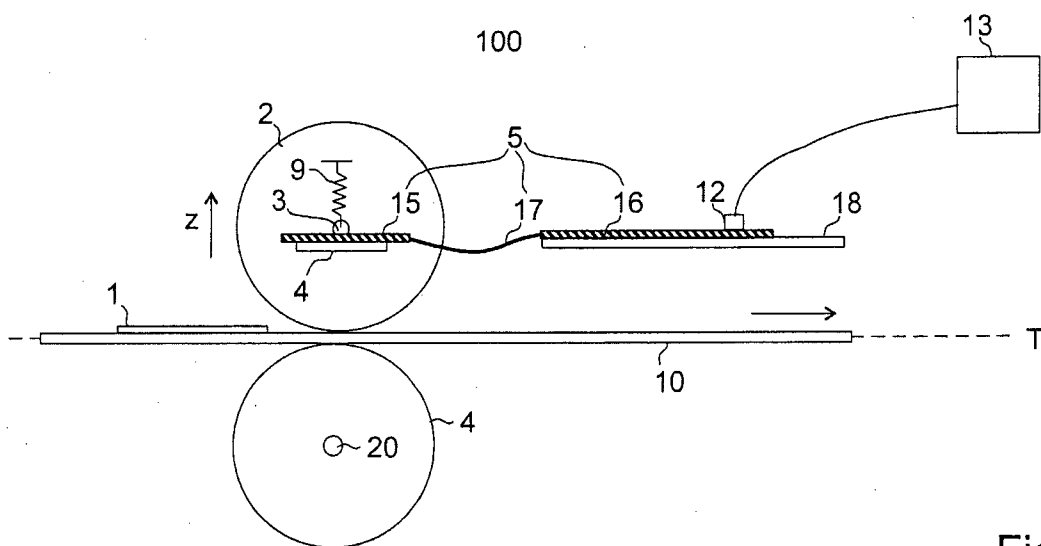


Fig. 2b

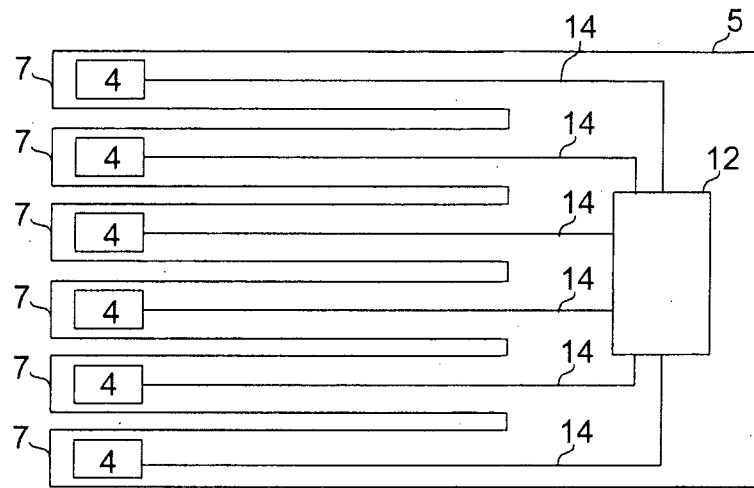


Fig. 3a

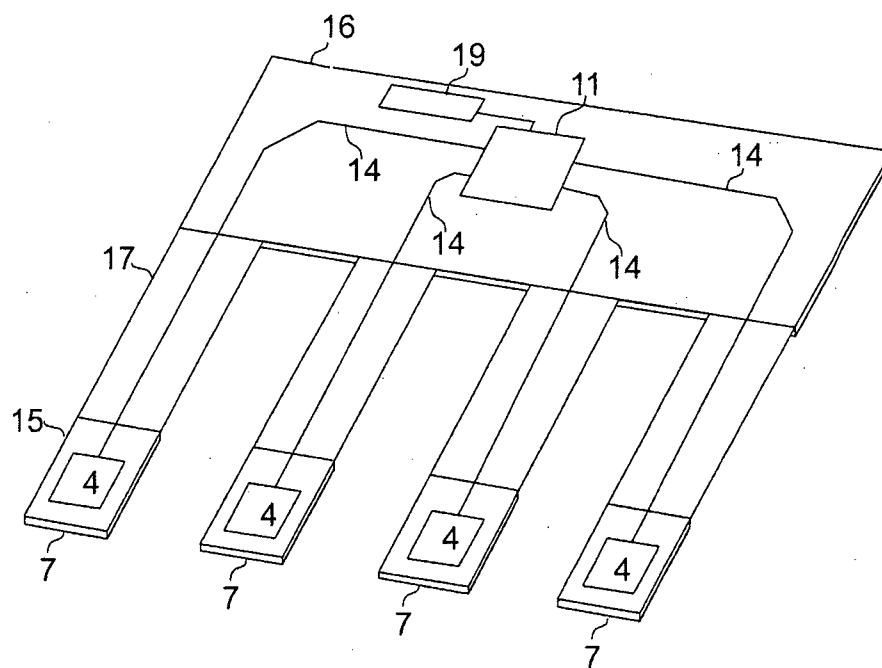


Fig. 3b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/003831

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G07D7/16
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)
G07D

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 678 678 A (BRANDT JR ROBERT O [US] ET AL) 21 October 1997 (1997-10-21) column 3, line 45 - column 4, line 37 column 7, line 25 - line 49 column 7, line 59 - column 8, line 22; figures 1b, 1c, 1d, 4 -----	1-15
X	US 2012/256371 A1 (WOODFORD MALCOLM [GB]) 11 October 2012 (2012-10-11) paragraphs [0067] - [0086], [0088] - [0092], [0100] - [0110]; figures 1-7, 9, 11-13, 16-19 -----	1-15
A	US 2003/141653 A1 (KUMAMOTO HIROSHI [JP] ET AL) 31 July 2003 (2003-07-31) paragraphs [0056] - [0069], [0072] - [0074]; figures 1-4, 6 ----- -/-	1-15



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

31 March 2014

Date of mailing of the international search report

09/04/2014

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

Neville, David

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/003831

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/241743 A1 (UEOKA TADASHI [JP]) 18 October 2007 (2007-10-18) paragraphs [0004] - [0007], [0058] - [0082]; figures 1-4, 7 -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/003831

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5678678	A	21-10-1997	NONE

US 2012256371	A1	11-10-2012	AU 2009353563 A1 26-04-2012
			CN 102713501 A 03-10-2012
			EP 2483631 A1 08-08-2012
			RU 2012117225 A 20-11-2013
			US 2012256371 A1 11-10-2012
			WO 2011039494 A1 07-04-2011

US 2003141653	A1	31-07-2003	CN 1441389 A 10-09-2003
			JP 3693993 B2 14-09-2005
			JP 2003288628 A 10-10-2003
			KR 20030064611 A 02-08-2003
			TW 581983 B 01-04-2004
			US 2003141653 A1 31-07-2003

US 2007241743	A1	18-10-2007	US 2002110396 A1 15-08-2002
			US 2007241743 A1 18-10-2007
			WO 0136904 A1 25-05-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G07D7/16

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G07D

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 678 678 A (BRANDT JR ROBERT O [US] ET AL) 21. Oktober 1997 (1997-10-21) Spalte 3, Zeile 45 - Spalte 4, Zeile 37 Spalte 7, Zeile 25 - Zeile 49 Spalte 7, Zeile 59 - Spalte 8, Zeile 22; Abbildungen 1b, 1c, 1d, 4 -----	1-15
X	US 2012/256371 A1 (WOODFORD MALCOLM [GB]) 11. Oktober 2012 (2012-10-11) Absätze [0067] - [0086], [0088] - [0092], [0100] - [0110]; Abbildungen 1-7, 9, 11-13, 16-19 -----	1-15
A	US 2003/141653 A1 (KUMAMOTO HIROSHI [JP] ET AL) 31. Juli 2003 (2003-07-31) Absätze [0056] - [0069], [0072] - [0074]; Abbildungen 1-4, 6 ----- -/-	1-15



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

31. März 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/04/2014

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

Neville, David

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2007/241743 A1 (UEOKA TADASHI [JP]) 18. Oktober 2007 (2007-10-18) Absätze [0004] - [0007], [0058] - [0082]; Abbildungen 1-4, 7 -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/003831

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5678678	A	21-10-1997	KEINE
US 2012256371	A1	11-10-2012	AU 2009353563 A1 26-04-2012
			CN 102713501 A 03-10-2012
			EP 2483631 A1 08-08-2012
			RU 2012117225 A 20-11-2013
			US 2012256371 A1 11-10-2012
			WO 2011039494 A1 07-04-2011
US 2003141653	A1	31-07-2003	CN 1441389 A 10-09-2003
			JP 3693993 B2 14-09-2005
			JP 2003288628 A 10-10-2003
			KR 20030064611 A 02-08-2003
			TW 581983 B 01-04-2004
			US 2003141653 A1 31-07-2003
US 2007241743	A1	18-10-2007	US 2002110396 A1 15-08-2002
			US 2007241743 A1 18-10-2007
			WO 0136904 A1 25-05-2001