(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 701 902 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.07.2014 Patentblatt 2014/28

(21) Anmeldenummer: **04804234.5**

(22) Anmeldetag: **22.12.2004**

(51) Int Cl.:
B65H 7/02 *(2006.01)* ***B65H 7/12*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/014640

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/066051 (21.07.2005 Gazette 2005/29)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BERÜHRUNGSLOSEN DETEKTION VON FLÄCHIGEN OBJEKTEN**

METHOD AND DEVICE FOR THE CONTACTLESS DETECTION OF PLANAR OBJECTS

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA DETECTION SANS CONTACT D'OBJETS PLANS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **07.01.2004 DE 102004001314**
24.11.2004 DE 102004056743

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.09.2006 Patentblatt 2006/38

(73) Patentinhaber: **Pepperl + Fuchs GmbH**
68307 Mannheim (DE)

(72) Erfinder: **SCHOEN, Dierk**
63329 Egelsbach (DE)

(74) Vertreter: **Heim, Hans-Karl et al**
Weber & Heim
Patentanwälte
Irmgardstrasse 3
81479 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 201 582
DE-A1- 3 236 017
DE-A1- 3 620 042
DE-A1- 19 921 217
DE-U1- 20 312 388
US-A- 4 015 464
US-A- 4 173 898
US-A- 4 366 712
US-A- 5 222 729
US-A1- 2001 042 956
US-B1- 6 212 130
US-B1- 6 511 064

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 701 902 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein verfahren zur berührungslosen Detektion von flächigen Objekten gemäß Oberbegriff des Anspruches 1 sowie eine Vorrichtung gemäß Oberbegriff des Anspruches 3.

[0002] Verfahren und Vorrichtungen dieser Art werden z.B. in der Druckindustrie eingesetzt, um bei Papier, Folien oder ähnlichen flächigen Materialien im Druck- und Fertigungsvorgang festzustellen, ob ein Einfachbogen oder Mehrfachbögen bzw. ein Fehlbogen vorliegt. Üblicherweise ist das Erfordernis beim Druckvorgang einen Einfachbogen vorliegen zu haben, während bei der Feststellung eines Mehrfachbogens, z.B. eines Doppelbogens eine Aussonderung eines derartigen Doppelbogens zum Schutz der Druckmaschine normalerweise erforderlich ist. In analoger Weise wird auch bei der Feststellung, dass kein Einfachbogen vorliegt, sozusagen ein "Fehlbogen" vorhanden ist, der normale Druckvorgang abgeändert oder unterbrochen bis wieder ein Einfachbogen detektiert wird.

[0003] Im vergleichbarer Weise werden diese Verfahren und Vorrichtungen auch in der Verpackungsindustrie eingesetzt, in der beispielsweise auf Grund- oder Trägermaterial aufgebrachte Etiketten gezählt oder auf Vorhandensein oder Nichtvorhandensein geprüft werden. Ein weiterer Einsatzbereich ist das Erkennen von Aufreißfäden oder Abrissstellen, insbesondere bei dünnen, als Umhüllung benutzten Folien, wie z.B. Zigarettenpackungen.

[0004] Aber auch metallkaschierte Papiere, flächige Kunststoffbögen oder Folien und Bleche lassen sich mittels derartiger Verfahren und Vorrichtungen berührungslos in Fertigungsvorgängen detektieren.

[0005] Das bei einem gattungsgemäßen Verfahren und einer Vorrichtung eingesetzte Messprinzip bei Verwendung von z.B. Ultraschall und der Detektion von Papieren in flächiger Bogenform, beruht darauf, dass die vom Sender emittierte Ultraschallwelle das Papier durchdringt und der transmittierte Anteil der Ultraschallwelle vom Empfänger als Messsignal empfangen wird und bezüglich seiner Amplitude ausgewertet wird. Beim Vorliegen eines Mehrfach- bzw. Doppelbogens stellt sich daher im Empfänger eine wesentlich kleinere Amplitude ein, als beim Vorliegen eines Einfachbogens.

[0006] Die nachfolgende Auswertung des empfangenen Messsignales erfolgte bisher in der Praxis mit näherungsweise linear arbeitenden Verstärkern oder ähnlich ausgelegten Verstärkungsschaltungen und nachgeschalteten Filtern. Durch den dabei vorliegenden relativ geringen Dynamikbereich, insbesondere von linearen Verstärkern, waren dicke Papiere, Kartonagen oder gar Wellpappe oftmals schwierig oder nicht zu detektieren. Zudem war das Flatterverhalten, das insbesondere bei sehr dünnen Papieren bzw. Folien oftmals auftritt, wobei hierunter eine Bewegung des dünnen, flexiblen Bogens während der Detektion zwischen Sender und Empfänger in Richtung der Bogennormalen verstanden wird, nur unzureichend mit derartigen Verstärkern zu beherrschen. Ein vergleichbares Verhalten offenbaren stark inhomogene Materialien.

[0007] Im Hinblick auf eine bessere Beherrschung der vorausgehend genannten Probleme, speziell bei stark unterschiedlicher materialspezifischer Dämpfung des transmittierten Signals, wobei im Weiteren in Anlehnung an die Praxis diesbezüglich nur noch von Flächengewichten und Grammaturen gesprochen wird, wurde ein Einlernverfahren bzw. ein Teach-in-Schritt durchgeführt. Hierbei wird vor Beginn des eigentlichen Detektionsverfahrens das zu detektierende flächige Objekt, wie z.B. ein Papierbogen, im Hinblick auf seine Grammatur bzw. seine Schallabsorptionscharakteristik erfasst und der Auswerteeinrichtung im Sinne eines Einlernens eingegeben.

Ein erheblicher Nachteil besteht darin, dass bei anderen flächigen Objekten mit unterschiedlicher Grammatur erneut ein entsprechender Teach-in-Schritt durchgeführt und eingelernt werden muss, was einerseits aufwändig ist und andererseits üblicherweise zu erheblichen Stillstandszeiten bei den entsprechenden Anlagen führt.

[0008] Im Hinblick auf die Materialspezifikationen zu Papieren wird auf die vorliegenden Normen hingewiesen, wozu exemplarisch auf DIN-Taschenbuch 118 (Ausgabe 2003-06), DIN-Taschenbuch 213 (Ausgabe 2002-12), DIN-Taschenbuch 274 (Ausgabe 2003-06), DIN-Taschenbuch 275 (Ausgabe 1996-08), oder bezüglich Wellpappe auf DIN 55468-1 verwiesen sei.

[0009] Aus der DE 200 18 193 U1 bzw. EP 1 201 582 A ist eine Vorrichtung zur Detektion von Einfachbögen oder Mehrfachbögen bekannt. Zur Detektion dieser Bögen weist diese bekannte Vorrichtung wenigstens einen kapazitiven Sensor und wenigstens einen Ultraschallsensor auf. Hierbei ist eine Auswerteeinheit zur Ableitung eines Signals für die Feststellung des Einfach- bzw. Mehrfachbogens vorgesehen. Dieses Signal wird aus einer logischen Verknüpfung der Ausgangssignale der Sensoren abgeleitet, wobei das zutreffende Detektionssignal in einer Abgleichphase festgelegt wird.

[0010] Eine andere Vorrichtung ist als kapazitiver Sensor aus der DE 195 21 129 C1 bekannt. Diese primär auf die berührungslose Detektion von Etiketten auf einem Trägermaterial abzielende Vorrichtung arbeitet mit zwei Kondensatorelementen und einem diese beeinflussenden Oszillator. Die dielektrischen Eigenschaften des Papiers bzw. von anderen flächigen Objekten beeinflussen daher den Schwingkreis des Oszillators hinsichtlich der Frequenz, welche zur Detektion ausgewertet wird.

Nachteilig hierbei ist jedoch, dass relativ dünne Papiere nur schwer oder gar nicht detektiert werden können, ebenso wie metallkaschierte Papiere. Auch sehr dünne Folien sind aufgrund ihrer geringen Dicke und der teils nur wenig von eins verschiedenen Dielektrizitätskonstante nur schwer zu detektieren.

[0011] Weitere Detektionsverfahren mit Ultraschall-Näherungsschaltern sind z.B. in der EP 0 997 747 A2 bzw. EP 0 981 202 B1 beschrieben. Bei diesen tastenden

Sensoren erfolgt ein automatischer Frequenzabgleich, in dem nach dem Aussenden eines Ultraschallimpulses und anschließender Reflektion an dem zu detektierenden Objekt, die optimale Sendefrequenz in Abhängigkeit von der Höhe der empfangenen Ultraschall-Echoamplitude ausgewertet wird.

[0012] Eine andere Vorrichtung der Eingangs genannten Art ist aus der DE 203 12 388 U1 bekannt. Diese mit Ultraschall arbeitende Vorrichtung ermittelt über die Transmission und Reflektion der Strahlung die Anwesenheit und Stärke der entsprechenden Objekte. Allerdings verwendet diese Vorrichtung auch Referenzreflektoren, so dass ein relativ aufwändiger Aufbau der Vorrichtung vorliegt.

[0013] Weiterhin ist aus der DE 297 22 715 U1 eine induktiv arbeitende Vorrichtung zur Messung der Dicke von Blechen bekannt, welche aus Nichteisenmetallen oder Eisenmetallen bestehen können. Die Messung der Dicke der Bleche erfolgt hierbei über die Auswertung der Arbeitsfrequenz eines Frequenzgenerators bzw. über die Auswertung seiner Amplitude. Zur Einstellung dieser Vorrichtung bedarf es zunächst eines Teach-in-Schrittes, bei dem ein Eichblech in den Messraum eingeführt wird und die Arbeitsfrequenz bzw. die Amplitude des Frequenzgenerators entsprechend einer Standard-Dickenkurve eingestellt wird.

Mittels dieser Vorrichtung kann zwar eine Unterscheidung zwischen Einfach-, Fehl- und Mehrfach-Blechen durchgeführt werden, wobei hierzu jedoch unterschiedliche Standard-Dickenkurven gespeichert und zu dieser Entscheidung ausgewertet werden müssen. Zudem eignet sich diese Vorrichtung zu einer Detektion von Blechdicken bis zu ca. 6 mm. Die Detektion dünner Bleche oder Folien ist aufgrund der geringen Änderung der Dämpfung nicht sehr sicher.

[0014] In der DE 44 03 011 C1 wird eine Vorrichtung zur Vereinzelung von unmagnetischen Blechen beschrieben. Hierzu ist vorgesehen, dass ein Wanderfeldinduktor bei Vorliegen eines Doppelbleches eine entgegengesetzt zur Förderrichtung des Blechpaketes vorgesehene Kraft ausübt, so dass das vorliegende Doppelblech in zwei Bleche vereinzelt wird. Für nichtmetallische flächige Objekte oder Folien ist diese Vorrichtung vollkommen ungeeignet.

[0015] Die DE 42 33 855 C2 beschreibt ein Verfahren zur Kontrolle und zum Erkennen von Inhomogenitäten bei Bögen. Dieses Verfahren arbeitet optisch und auf der Grundlage einer Transmissionsmessung. Allerdings besteht insbesondere bei der Kontrolle von Papierbögen im Hinblick auf Einfach- und Mehrfachbögen das Problem, dass aufgrund der Materialbeschaffenheit der Bögen sehr starke Schwankungen aufgrund von Inhomogenitäten oder dem Reflektionsverhalten und dem Flattern der Bögen hervorgerufen werden. Zur Überwindung dieses Problems sieht diese Druckschrift eine Messwertauswertung mit Hilfe der Fuzzy-Logik-Regeln vor.

[0016] Aus der US 2003/0006550 ist ein Verfahren bekannt, das auf der Basis von Ultraschallwellen und der Phasendifferenz zwischen einer Referenzphase und der empfangenen Phase, eine digitale Auswertung durchführt, und auf dieser Basis ein Signal zur Bestimmung von Fehlbogen-, Einfach- oder Mehrfachbogen ermittelt. Die alleinige Auswertung der Phasendifferenz kann jedoch bei speziellen Papieren bzw. Folien unzureichend sein und zu Fehlinformation führen, was bei einer sicheren Detektion ausgeschlossen werden sollte.

[0017] Ein insbesondere zur Zählung von Banknoten, aber auch bei anderen Papieren und Folien einsetzbares Verfahren, ist aus der DE 30 48 710 C2 bekannt. Dieses Verfahren, das auf die Bestimmung des Flächengewichtes bzw. der Dicke der zu erfassenden Materialien abstellt, arbeitet mit impulsförmigen Ultraschallwellen, wobei zur Detektion eines Doppelbogens, d.h. dem Vorliegen zweier überdeckender oder überlappender Banknoten, insbesondere die Auswertung der Integration der Phasenverschiebung eingesetzt wird. Der Einsatzbereich dieses Verfahrens ist daher primär auf das Zählen von Banknoten bzw. von vergleichbaren Papieren und Folien unter Berücksichtigung der Flächengewichte derartiger Materialien ausgerichtet. Für den Einsatz bei Verpackungsmaterialien oder dem Zählen von Etiketten erscheint daher dieses Verfahren ungeeignet.

[0018] Ein weiteres Verfahren auf akustischer bzw. Ultraschall-Basis ist aus der DE 40 22 325 C2 bekannt. Dieses Verfahren, das auf die Kontrolle von Fehl- oder Mehrfachbögen von blatt- oder folienartigen Gegenständen abstellt, benötigt einen Erstdurchlauf des entsprechenden flächigen Gegenstandes mit einem Eich- und Einstellvorgang, der mikroprozessorgesteuert selbsttätig durchgeführt wird. Es ist daher bei diesem Verfahren eine Art Teach-in zunächst auf die Dicke des Objektes in Bezug auf einen optimalen Mess- und Frequenzbereich erforderlich und weiterhin bei einem derartigen Erstdurchlauf das Erfassen und Abspeichern eines entsprechenden Schwellwertes.

[0019] Im Anwendungsbereich der Detektion bzw. des Zählens von Etiketten sind vergleichbare Verfahren und Vorrichtungen bekannt. Hierbei ist zunächst der Unterschied bei einer Etikette zu sehen, da diese auf einem Grund- oder Trägermaterial als aufgebrachte Materialschicht vorgesehen ist. Dieses geschichtete Material verhält sich nach außen hin im Hinblick auf Opazität, das Dielektrikum, die elektromagnetische Leitfähigkeit oder die Schalllaufzeit wie ein verbundenes Materialstück, so dass es bei diesen Detektionsmöglichkeiten nur zu einer vergleichsweisen geringen Bedämpfung kommt, die jedoch noch auswertbar ist.

[0020] Aus der DE 199 21 217 A1 ist zusammen mit der DE 199 27 865 A1 und EP 1 067 053 B1 eine Vorrichtung zur Detektion von Etiketten bzw. flächigen Objekten bekannt. Diese Vorrichtung nutzt Ultraschallwellen mit einer Modulationsfrequenz, wobei zur Unterscheidung von Einfach- und Mehrfachbögen ein Schwellwert während eines Abgleichvorganges bzw. eines Teach-in-Schrittes bestimmt wird. Mittels des Teach-in-Schrittes ist die Detektion zwar auf das spezielle flächige Objekt

im Sinne eines Etiketts einstellbar. Dieser Teach-in-Schritt macht jedoch die Vorrichtung komplexer und erfordert längere Einstellzeiten beim Wechsel auf ein anderes flächiges Objekt. Dies zeigt, dass ein größeres Materialspektrum nicht per se, sondern nur abgestimmt auf das spezifische einzelne Material, detektiert werden kann.

[0021] Unter Berücksichtigung dieses Standes der Technik liegt daher der Erfindung die **Aufgabe** zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren und eine Vorrichtung zur berührungslosen Detektion von flächigen Objekten zu konzipieren, das bzw. die sehr flexibel und über ein großes Materialspektrum eine sichere Detektion von Einfach-, Fehl- oder Mehrfachbögen bei unterschiedlichen flächigen Materialien, insbesondere bei Papieren, ermöglicht, wobei weitgehend ohne Teach-in-Schritt ausgekommen werden kann und unterschiedliche Strahlen bzw. Wellen wie optischer oder akustischer Art einsatzbar sind.

[0022] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 1 und bei Vorrichtungen durch die Merkmale des Anspruchs 3 gelöst.

[0023] Die Erfindung berücksichtigt, dass eine unmittelbare Umwandlung des Messsignales im Rahmen einer A/D-Wandlung durchgeführt werden kann, wobei die dabei erhaltenen digitalen Werte der Messsignal-Kennlinie der entsprechenden rein digitalen Korrektur-Kennlinie unterworfen werden, um sozusagen unmittelbar die auswertbare Zielkennlinie zu erreichen.

[0024] Dieses Prinzip der Anwendung einer Korrektur-Kennlinie hat zudem den großen Vorteil, dass unterschiedliche Sensoreinrichtungen, insbesondere als Schranken- bzw. Schrankenanordnung, z.B. in Gabelform, verwendet werden können, wobei vorteilhafterweise Ultraschall-Sensoren oder optische Sensoren eingesetzt werden können, wobei für diese Sensoren gleichermaßen dasselbe Verfahren verwendet werden kann.

[0025] Sofern verfahrensmäßig das am Ausgang des Empfängers bzw. des Messsignalwandlers erhaltene Messsignal zur weiteren Auswertung einer Signalverstärkung unterzogen wird, wird vorzugsweise der entsprechenden Verstärkereinrichtung die entsprechende Korrektur-Kennlinie, die auch aus einer Kombination mehrerer Korrektur-Kennlinien bestehen kann, eingeprägt, um ausgangsseitig zur weiteren Bewertung eine gut auswertbare Zielkennlinie über den gesamten Flächengewichtsbereich zu erhalten. Mittels dieser Zielkennlinie kann dann in einem nachgeschalteten Verfahrensschritt, der z.B. in einem Mikroprozessor realisiert werden kann, die Detektion des entsprechenden flächigen Objektes im Hinblick auf bestimmte Schwellwerte erfolgen, so dass ein klares Detektionssignal zu Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen erhalten wird.

[0026] Als Alternative sieht das Verfahren auch vor, dass das im Empfänger erhaltene Messsignal bzw. dessen Messsignal-Kennlinie direkt einer Analog-Digital-Wandlung unterzogen wird, wobei diese digitalen Werte unter Berücksichtigung einer entsprechenden rein digitalen Korrektur-Kennlinie zu einer Zielkennlinie mit Erzeugung eines entsprechenden Detektionssignales verarbeitet werden.

[0027] Erfindungsgemäß erreicht man mit diesen Maßnahmen den Vorteil, dass man eine sichere Detektion der entsprechenden flächigen Objekte über einen sehr großen Grammatur- und Flächengewichtsbereich ohne das Erfordernis eines Teach-in-Vorganges erreicht, was zu Stillstandzeiten der Anlage führen würde. Zudem wird der Dynamikbereich der Auswerteeinrichtung erheblich erweitert, so dass die Detektion sehr dünner oder sehr inhomogener Materialien, welche zu Flatterverhalten neigen, mit guter Sicherheit realisierbar ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es daher auf der Basis der Amplitudenauswertung des im Empfänger erhaltenen Messsignales, mittels Korrektur-Kennlinie und Zielkennlinie eine sichere Unterscheidung von Einfachbogen, Fehlbogen und Mehrfach- bzw. Doppelbogen, und dies für sehr dünne bzw. sehr schalltransmissive Objekte, z.B. mit einem Flächengewicht von 8 g/m^2 bzw. ca. 10 μm Dicke, bis zu relativ dicken und stark schallintransmissiven Objekten bis zu 4000 g/m^2, z.B. mit einer Dicke von 4 mm, ohne einen vorherigen Teach-in-Vorgang sicher zu unterscheiden.

[0028] Im Hinblick auf eine hohe Flexibilität, nicht nur bezüglich unterschiedlichster Materialien wie Wellpappe oder Kunststoffverpackungen, sieht die Erfindung auch vor, Korrektur-Kennlinien zu berücksichtigen, die eine Kombination von verschiedenen Korrektur-Kennlinien darstellen, wobei diese kombinierten Korrektur-Kennlinien auch nur abschnittsweise über Teilbereiche des gesamten Grammaturbereiches angesetzt werden können. Dies eröffnet es, die Zielkennlinien mit verbesserter Approximation an die Idealkennlinie zur Erkennung von Einfachbogen zu erreichen.

[0029] Entsprechend den Gegebenheiten der schaltungstechnischen Auslegung der Auswerteeinrichtung, der eingesetzten Sensoreinrichtung und/oder dem untersuchten Materialspektrum, kann die Korrektur-Kennlinie auch abschnittsweise als lineare oder nichtlineare Kennlinie, als einfach- oder mehrfach-logarithmische Kennlinie, als exponentielle Kennlinie, als hyperbolische Kennlinie, als Polygonzug, als Funktion beliebigen Grades oder als empirisch ermittelte oder errechnete Kennlinie oder als Kombination mehrerer dieser Kennlinien ausgelegt sein.

[0030] Gemäß der Erfindung wird die Zielkennlinie für unterschiedliche Materialspektren in drei Abschnitte unterteilt.

Bei drei Bereichen kann z.B. eine Teil-Zielkennlinie für den Grammaturbereich oberhalb von 1200 g/m^2 für sehr dicke Papiere und ein anderer Abschnitt unterhalb von 20 g/m^2 für ein sehr dünnes Papierspektrum gebildet werden. Die Einführung von Abschnitten der Zielkennlinie ermöglicht daher eine verbesserte Zuverlässigkeit im Hinblick auf die Einfach-, Fehl- oder Mehrfachbogenerkennung.

[0031] Im Hinblick auf eine klare Detektion von Ein-

fachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen, insbesondere Doppelbogen, wird der Amplitudenwert anhand der Zielkennlinie mit Schwellwerten verglichen. Dies sind insbesondere ein oberer Schwellwert für Luft und ein unterer Schwellwert für Doppel- oder Mehrfachbogen.
Ist daher das empfangene Messsignal mit dem entsprechenden Wert der Zielkennlinie größer als der obere Schwellwert, so wird dies als "Fehlbogen" ausgewertet. Ein empfangenes Messsignal kleiner als der untere Schwellwert bedeutet einen "Mehrfach- bzw. Doppelbogen". Bei einem empfangenen Messsignal mit dem entsprechenden Wert auf der Zielkennlinie zwischen den Schwellwerten, wird dies als "Einfachbogen" detektiert.

[0032] Zur Verbesserung der Detektionsmöglichkeiten, insbesondere im Hinblick auf eine genauere Einstellung auf das zu erfassende Materialspektrum, können die Schwellwerte, insbesondere für Mehrfachbogen, durchgehend oder abschnittsweise fest definiert oder dynamisch mitführbar ausgelegt werden.
Eine dynamische Doppelbogenschwelle kann in diesem Sinn zu einer zusätzlichen Erweiterung der messbaren Grammaturen benutzt werden. Hierzu kann z.B. der Einzelbogenwert gemessen und mit dem zugehörigen Mehrfachbogenwert z.B. als Polygon-Funktion bewertet werden, wenn es sich dabei um eine einfache Funktion, wie z.B. eine abfallende Gerade oder einen konstanten Wert für den Einzelbogen handelt.

[0033] Verfahren und Vorrichtung lassen sich insbesondere mittels mindestens einer Ultraschall-Sensoreinrichtung gut realisieren. Die Sensoreinrichtung weist hierbei vorzugsweise mindestens ein aufeinander abgestimmtes und koaxial ausgerichtetes Ultraschall-Wandlerpaar auf.
Verfahren und Vorrichtung gemäß der Erfindung sind jedoch auch mit optischen Sensoren anwendbar.

[0034] Bei Ultraschall-Sensoren hat es sich insbesondere gezeigt, dass sich auch flächige Objekte mit Bedruckung, Farbbedruckung oder spiegelnden Oberflächen gut detektieren lassen. Auch ist es möglich, das Sensorpaar, insbesondere bei Schranken und bei einer Montage in Gabelform, senkrecht oder geneigt zur Bogenebene anzubringen.

[0035] Zweckmäßigerweise ist die Betriebsart der Sensoreinrichtung abhängig von den zu detektierenden Materialspektren und den Betriebsbedingungen als Impulsbetrieb oder kontinuierlicher Betrieb wählbar bzw. umschaltbar.
Bei kontinuierlichem Betrieb ist eine geneigte Montage des Sensorpaares vorzuziehen, um mittels dieser Maßnahme Interferenzen bzw. stehende Wellen zu vermeiden. Zweckmäßigerweise wird der kontinuierliche Betrieb sozusagen als quasi-kontinuierlicher Betrieb ausgelegt, indem z.B. periodisch, im Vergleich zur Auswertzeit kurzen Zeiträumen, das Signal abgeschaltet und wieder eingeschaltet wird. Zur Vermeidung von stehenden Wellen können auch Phasensprünge im Sendesignal vorgesehen werden.

[0036] Um bei der Detektion von Fehl-, Einfach- und Mehrfachbogen das Materialspektrum von geringen Grammaturen, z.B. sehr feinen und dünnen Wellpappen, sogenannten Mikrowellpappen, zu großen Grammaturen bzw. sehr großen Materialdicken, z.B. bis zu mehreren mm erweitern zu können, können mindestens zwei unterschiedliche Sensoren bzw. Sensorpaare eingesetzt werden, wobei Ultraschallsensoren bevorzugt werden.
Hierbei würde der erste Sensor, z.B. nach dem Ultraschall-Transmissionsverfahren, und dem Prinzip der Kennlinien - Korrekturarbeiten -, während der zweite Sensor nach dem Tastprinzip arbeiten würde.
Im Vergleich zum Stand der Technik bietet eine derartige Ausführungsform den Vorteil, dass der erste Sensor, welcher nach dem Prinzip der Korrektur-Kennlinie arbeitet, ohne einen Teach-in-Vorgang auskommt, und alle mechanischen Materialien, welche unterhalb der örtlichen Auflösung des Dicken messenden zweiten Sensors liegt, praktisch ausnahmslos detektiert werden können. Hierbei wird von einer örtlichen Auflösung des Dicken messenden zweiten Sensors von etwa 0,3 mm bis 0,5 mm ausgegangen.
Der zweite Sensor, der zweckmäßigerweise, mit einem Metallbügel korrigiert ist, benötigt daher nicht zwangsweise einen Einlernvorgang, da er aufgrund der großzügigen Mindestauflösung, von z.B. 0,5 mm, Fehl-, Einfach- und Mehrfachbogen als Schichthöhe detektieren kann.

[0037] Auf ein Einlernen des zweiten Sensors kann in dem Fall beispielsweise verzichtet werden, wenn der Abstand vom zweiten Sensor zum Material führenden Bodenmaterial der Maschine bekannt ist und wenn gewährleistet ist, dass beim Einschalten der Maschine für einen definierten Mindestzeitraum ein Einfachbogen einliegt.

[0038] Es hat sich auch als vorteilhaft erwiesen, das Sendesignal mit mindestens einer Modulationsfrequenz zu modulieren. Hiermit können insbesondere bei Ultraschall-Sensoren Toleranzen der Wandler korrigiert bzw. kompensiert werden. Obwohl die Sensorelemente aufeinander abgestimmt werden, haben sie in der Regel verschiedene Resonanzfrequenzen. Wird zu einer Frequenzmodulation ein Frequenzsweep f_s mit einer Frequenz, deutlich kleiner als die anregende Frequenz genutzt, so wird das Resonanzmaximum der Sensorelemente periodisch überschritten. Sofern die Ansprechzeit des Sensors deutlich kleiner ist als $1/f_s$, können auf diese Art und Weise die Wandlereigenschaften eines jeden individuellen Sensorelementes bzw. Sensorpaares optimal zur Ultraschall-Transmission genutzt werden.
Der Frequenzsweep wird normalerweise bis zu einigen 10 kHz betragen.

[0039] Die Toleranzen der Sensorelemente werden zweckmäßigerweise automatisch vor oder während des laufenden Betriebes korrigiert. Dies geschieht durch Normierung der Sensorelementpaare auf einen festen Wert bei einem vorgegebenen festen Abstand, insbesondere dem optimalen Montageabstand. Hierdurch werden schlechte Sensorelemente besser gemacht und gute Sensorelemente bzw. Wandler schlechter gemacht. Um dies auszugleichen, ist ein Korrekturfaktor notwendig.

Verfahrensgemäß kann dies durch die Verwendung von einer im Mikroprozessor als Wertepaare abgelegten oder berechneten Geraden geschehen, da das Messsignal bereits mit z.B. einer einfach-logarithmischen Korrektur-Kennlinie bewertet ist und die Korrektur-Kennlinie eine etwa linear fallende Zielkennlinie über den Wandler- bzw. Sensorelementabstand erzeugt. D.h. das Eingangssignal am Mikroprozessor einer Auswerteeinrichtung fällt in guter Näherung linear mit dem Wandlerabstand ab. Daher fällt die Korrektur der Werte auch bei variablem Abstand einfach, da beim Einschalten einer entsprechenden Vorrichtung nur eine Geradenfunktion für den richtigen Anfangswert berechnet oder als Wertepaar abgelegt werden muss. Die korrekte Bestimmung des Sensorkopfabstands wird durch eine Laufzeitmessung vorgenommen.

[0040] Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorteilhafterweise dadurch weitergebildet, dass nicht nur ein Sensor einer bestimmten Art, z.B. ein Ultraschallsensor oder ein optischer Sensor, verwendet werden, sondern dass abhängig von den spezifischen Kriterien der zu detektierenden flächigen Objekte, auch unterschiedliche Sensoren miteinander kombiniert werden.

[0041] Diese Art von Kombination betrifft auch die Sensoreinrichtungen selbst. So kann beispielsweise eine Sensoreinrichtung aus mehreren Sensoren gleicher Art, wie z.B. Ultraschall-Sensoren mit Sender und Empfänger bestehen. Die Sensoreinrichtung kann hierbei in einer Linie, vorzugsweise quer zur Lauf- und Förderrichtung der flächigen Objekte mehrere Sensoren aufweisen.

[0042] In einem derartigen Fall, mit der Ausrichtung quer zur Laufrichtung der flächigen Objekte, ist es empfehlenswert, mindestens einen Sensor mittig und z.B. zwei weitere Sensoren jeweils dem Randbereich der flächigen Objekte zuzuordnen. Hiermit können auch Strukturfehler bzw. Materialausriß- oder Ausbruchstellen im Randbereich gut detektiert werden.

[0043] Insbesondere im Hinblick auf die Feststellung der Transportrichtung zeigt sich eine in Längsrichtung der geförderten flächigen Objekte angebrachte Sensoreinrichtung mit mehreren hintereinander geschalteten Sensoren, gleicher oder unterschiedlicher Art, für geeignet.

[0044] So empfiehlt sich insbesondere bei der Detektion von Papierbögen und derartigen Materialien eine Sensoreinrichtung mit Ultraschallsensoren und eine vor- bzw. nachgeschaltete Sensoreinrichtung mit optischen Sensoren.

[0045] Die typspezifischen Sensoreinrichtungen werden hierbei vorzugsweise mit unterschiedlichen Korrektur-Kennlinien eingesetzt.

Unter Berücksichtigung von gleichartigen, insbesondere nichtlinearen Verstärkungs-Kennlinien in der nachgeschalteten Auswertung, können auch gleiche oder gleichartige Korrektur-Kennlinien eingesetzt werden.

[0046] Die Auswertung der auf diese Weise erreichten Zielkennlinien kann dabei analog oder digital erfolgen.

Auch eine Digitalisierung durch Analog-Digital-Umwandlung der Messsignale am Ausgang der einzelnen Sensoren mit nachfolgender digitaler Bewertung in der Auswerteeinrichtung bzw. einem Mikroprozessor ist zweckmäßigerweise möglich.

Die Auswertung einzelner Sensoren, speziell jedoch unterschiedlicher Sensoreinrichtungen mit unterschiedlichen Typen von Sensoren, erfolgt, geeigneterweise über separate Kanäle. Hierzu können beispielsweise Bus-Leitungen vorgesehen sein, die die entsprechenden Signale der Auswerteeinrichtung mit Mikroprozessor zuleiten.

[0047] Die Auswahl der entsprechenden Sensortypen und Sensoreinrichtungen erfolgt entsprechend den Materialgegebenheiten Für Papierbögen unterschiedlicher Grammatur eignen sich besonders optische Sensoren, bei denen als Empfangssignal die Lichtstärke I in cd erfasst wird oder Ultraschallsensoren mit der Erfassung Schalldruckes p in Pa.

[0048] Für die Einfach-, Fehl- oder Mehrfachmaterial Erkennung eignet sich insbesondere eine Sensoreinrichtung auf der Basis von Ultraschall-Sensoren, welche nachgeschaltet mit mechanischen, kapazitiven, optischen und/oder induktiven Sensoren kombiniert ist. Die in den einzelnen unterschiedlichen Sensoreinrichtungen erfassten und einer oder mehreren Auswerteeinrichtungen zugeführten Signale, werden logisch verknüpft, z.B. mittels UND/ODER-Verknüpfung, so dass fehlerhafte Detektionssignale für das Vorliegen von Einfach- oder Mehrfachbogen ausgeschlossen werden können.

Auch eine Selektion und Bewertung von Ausgangssignalen verschiedener Sensoren kann zur Ermittlung des Detektionssignales getroffen werden.

[0049] Für die Erfassung sehr dünner bis sehr dicker Bleche zeigt sich insbesondere eine Kombination einer Sensoreinrichtung mit Ultraschallsensoren zusammen mit induktiven Sensoren für sehr gut geeignet, wobei insbesondere unter Berücksichtigung einer logischen Verknüpfung der entsprechenden Ausgangssignale eine sichere Detektion zu Einfach-, Fehl- oder Doppelbogen getroffen werden kann.

[0050] Der Aufbau der Sensoreinrichtung, insbesondere mit Ultraschall-Sensoren kann hierbei vorteilhafterweise in Gabelform erfolgen. Sender und Empfänger liegen sich hierbei in ihrer Hauptstrahlungsrichtung koaxial gegenüber. Hierbei können auch zylindrische Gehäuse verwendet werden.

In einfachster Weise kann die Sensoreinrichtung mit Sender und Empfänger z.B. auf einer Leiterplatte aufgelötet oder geklebt sein, wobei die zu detektierenden Bögen im freien Spalt zwischen Sender und Empfänger geführt werden.

[0051] Ein besonderer Vorteil des Verfahrens mittels Ultraschall kann darin gesehen werden, dass der Abstand zwischen Sender und Empfänger in der Sensoreinrichtung für dieses Teach-in-freie Verfahren variabel gestaltbar ist. Mit anderen Worten, die Sensoreinrichtung kann an unterschiedliche Applikationen im Hinblick auf ihren Abstand relativ rasch angepasst werden, ohne

dass hierdurch die Messpräzision des Verfahrens beeinträchtigt wird. Eine weitere Verbesserung des Verfahrens kann durch die Überwachung des Abstandes zwischen Sender und Empfänger und dessen Bestimmung herbeigeführt werden. Diese Bestimmung des Abstandes zwischen Sender und Empfänger kann einerseits durch Reflexion der Strahlung zwischen Sender und Empfänger realisiert werden und andererseits auch mittels Reflexion zwischen Sender und Empfänger trotz eines im Zwischenraum vorliegenden flächigen Materials, sogar eines dicken Bogens. Sollte ein Überschreiten des zulässigen maximalen Sensorabstandes festgestellt werden, so kann die Auswerteeinrichtung, z.B. ein Mikroprozessor, eine entsprechende Korrektur der ermittelten. Amplitudenwerte des Messsignales abhängig vom Abstand zwischen Sender und Empfänger durchführen.

[0052] Die Ausrichtung des Senders und Empfängers zueinander erfolgt in der Hauptstrahlungsrichtung, insbesondere koaxial, zueinander, wobei nahezu beliebige Neigungswinkel zur Bogenebene vorgesehen werden können.

[0053] Im Hinblick auf eine optimale Detektion kann verfahrensmäßig auch eine Rückkopplung zwischen Sender und Auswerteeinrichtung, insbesondere ein Mikroprozessor, vorgesehen sein, um unter Berücksichtigung der Materialspezifikation der zu untersuchenden flächigen Objekte und weiterer Betriebsbedingungen, am Ausgang eine maximale Amplitude zu erhalten. Es ist auch eine Regelung auf die optimale Sendefrequenz möglich. Mit dieser Maßnahme können auch Alterungseffekte der Sensorelemente ausgeglichen und eine Produktprüfung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, in besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung bei der Serienherstellung voll automatisiert werden.

[0054] In vorteilhafter Weiterbildung ist zwischen der Auswerteeinrichtung und dem Sender eine Rückkopplung vorgesehen, mittels der eine Maximierung der Amplitude des empfangenen Messsignales durchführbar ist. Auch wird bevorzugt, einen Selbstabgleich zwischen Sender und Empfänger im Hinblick auf eine optimale Sendefrequenz und/oder Amplitude vorzusehen.

Dieser Selbstabgleich kann in zur Sendefrequenz synchronisierten Zeiten, in fest definierten Pausenzeiten oder auch über einen extern an der Sensoreinrichtung vorgesehenen separaten Eingang durchgeführt werden.

[0055] Im Hinblick auf eine optimale Prozesssteuerung für Anlagen, in denen das Verfahren und die Vorrichtung angewendet werden, eignet es sich, zur Digitalisierung des analogen Messsignales wenigstens einen A/D-Wandler oder einen Schwellwertgenerator vorzusehen, um die weitere Verarbeitung der Werte digital durchführen zu können.

Insbesondere bei der Verarbeitung und Selektion verschiedener Signale mehrerer Signalverstärkungseinrichtungen wird die Ansteuerung und Auswahl der entsprechenden Kanäle und Signale bevorzugt über Zeitmultiplex-Einrichtungen durchgeführt.

[0056] Die Erfindung wird nachfolgend anhand schematischer Darstellungen und Diagramme sowie mit Bezug auf zugrunde liegende Messprinzipien näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 das Prinzip eines erfindungsgemäßen Verfahrens sowie blockschaltartig eine entsprechende Vorrichtung unter Einbeziehung von Spannungsdiagrammen nach den Fig. 1a, 1b, 1c, welche die Struktur der Kennlinien bei der Detektion von Bögen aus Papier, Folien oder dergleichen Materialien verdeutlichen;

Fig. 2 das Prinzip eines Verfahrens sowie blockschaltartig eine entsprechende Vorrichtung unter Einbeziehung von Spannungsdiagrammen nach den Fig. 2a, 2b, 2c, 2d welche die Struktur der Kennlinien bei der Detektion von Etiketten, Aufreißstellen und dergleichen Materialien verdeutlichen;

Fig. 3a ein Kurvendiagramm, welches die schematische Abhängigkeit der Ausgangsspannung eines Verstärkers, wie in Fig. 1 beispielhaft aufgezeigt, in Abhängigkeit von der Grammatur bzw. dem Flächengewicht von zu detektierenden Materialien zeigt, wobei idealisierte Zielkennlinien miteinbezogen sind;

Fig. 3b ein schematisches Diagramm analog zu Fig. 3a mit der Ausgangsspannung eines Verstärkers in Abhängigkeit von der Grammatur bzw. dem Flächengewicht der zu untersuchenden Materialien, wobei mehrere Zielkennlinien zusammen mit entsprechenden Schwellwerten, z.B. Luftschwelle, Doppelbogenschwelle, dargestellt sind;

Fig. 4a eine schematische Darstellung, wie bei bekannter Messwert-Kennlinie und idealer Zielkennlinie für Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung im kartesischen Koordinatensystem die Korrektur-Kennlinie ermittelt werden kann;

Fig. 4b eine schematische Darstellung, bezogen auf die Etikettenerkennung mit idealer Zielkennlinie, bekannter Messwert-Kennlinie und einer zur Transformation erforderlichen Korrektur-Kennlinie;

Fig. 4c eine schematische Darstellung der Kennlinien bei Doppelbogenerkennung, sofern keine ideale Zielkennlinie vorliegt;

Fig. 4d eine Darstellung von Kennlinien zur Doppelbogenerkennung mit Spiegelung an einer gedachten Achse unter Einbeziehung der Transformation nach Fig. 4f;

Fig. 4e eine schematische Darstellung von Kennlinien für die Etikettenerkennung mit Spiegelung an der gedachten Achse unter Berücksichtigung Fig. 4f;

Fig. 4f schematisch eine Transformation des kartesischen Koordinatensystems um einen Winkel α mit Darstellung einer Bezugsachse des neuen Koordinatensystems;

Fig. 4g eine schematische Darstellungen von idealer Zielkennlinie und realen Zielkennlinien bei der Doppelbogenerkennung;

Fig. 4h eine schematische Darstellung einer idealen Zielkennlinie und einer realistischen Zielkennlinie für die Etikettenerkennung;

Fig. 4i schematische Darstellungen einer Messwert-Kennlinie und Korrektur-Kennlinie bei der Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung, wobei die Korrektur-Kennlinie eine aus einer e-Funktion und einer Umkehrfunktion abgeleitete Kennlinie darstellt, mit daraus ermittelten Zielkennlinien;

Fig. 4j schematische Darstellung einer aus einer gewichteten Hyperbel abgeleiteten Messwert-Kennlinie sowie eine aus einer logarithmischen Funktion abgeleiteten Korrektur-Kennlinie mit daraus ermittelter Zielkennlinie für die Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung;

Fig. 5a eine schematische Prinzipdarstellung der bei der Detektion eines Doppelbogens von Material mittels Ultraschallwellen beispielhaft vorliegenden Messkriterien;

Fig. 5b in vergleichbarer Weise wie in Fig. 5a die schematische Darstellung einer Klebestelle zwischen einem Material-Doppelbogen und die sich hierbei erhebenden Messkriterien bei Erfassung mittels Ultraschall;

Fig. 5c die schematische Darstellung von auf einem Grund- oder Trägermaterial haftend aufgebrachte Materialien, teils als einfach geschichtete und teils als mehrfach geschichtete Materialien, wobei dieser Aufbau die Struktur einer Etikette zeigt;

Fig. 6 in blockschaltartiger Darstellung das Verfahren und eine Vorrichtung am Beispiel einer Kombination von verschiedenen Korrektur-Kennlinien;

Fig. 7 eine schematische Darstellung ähnlich Fig. 6, wobei das Prinzip für das Einstellen einer Korrektur-Kennlinie und das Berechnen einer Korrektur-Kennlinie mit Rückwirkung auf die Schaltungsblöcke dargestellt ist;

Fig. 8 eine schematische Darstellung für die empirische Bestimmung einer Messwert-Kennlinie über einen großen Grammatur- bzw. Flächengewichtsbereich;

Fig. 9 eine schematische blockschaltartige Darstellung eines Verfahrens bzw. der entsprechenden Vorrichtung mit der Kombination z.B. der Mehrfachbogenerkennung mit der Erkennung von auf Trägermaterial haftend aufgebrachten Materialschichten bzw. Etiketten;

Fig. 10 schematisch ein Diagramm der normierten Ausgangsspannung U_A über den Grammaturbereich mit konstanter bzw. dynamischen Doppelbogenschwellen,

Fig. 11 eine Zielkennlinie mit eingezeichnetem oberen und unteren Flatterbereich,

Fig. 12 mit den Darstellungen zu Fig. 12a, 12b und 12c die Anordnung eines Sensors mit optimaler Ausrichtung bei einer einwelligen Wellpappe, Fig. 12a, und entsprechend Fig. 12b, die analoge Ausrichtung eines Sensors bei zweiwelliger Wellpappe sowie nach Fig. 12c die schematische Darstellung der Anordnung von zwei Sensoren zur Erfassung der Laufrichtung eines Wellpappenbogens,

Fig. 13 eine Draufsicht auf das Schema einer Vorrichtung mit zwei Sensoreinrichtungen und

Fig. 14 einen vertikalen Schnitt durch die Vorrichtung nach Fig. 13 im Bereich der zwei Sensoreinrichtungen.

[0057] Die in den Fig. 2-5 und 9-12 gezeigten Inhalte gehören nicht zur Erfindung.

[0058] Die Darstellung nach Fig. 1 zeigt schematisch das erfindungsgemäße Verfahren und eine Vorrichtung mit blockschaltartigem Aufbau und den an bestimmten Punkten erzielbaren Spannungsverläufen im Sinne von Kennlinien über einen Grammatur- bzw. Flächengewichtsbereich g/m^2 eines zu detektierenden Materialspektrums.

[0059] Die weitere Erörterung erfolgt auf der Basis einer Ultraschall-Sensoreinrichtung, wobei prinzipiell jedoch auch andere Sensoreinrichtungen optischer, kapazitiver oder induktiver Art eingesetzt werden können.

[0060] Eine entsprechende Sensoreinrichtung 10 weist hierbei einerseits einen Sender T und einen dazu ausgerichteten, gegenüberliegenden Empfänger R auf, zwischen denen die zu detektierenden flächigen Objek-

te, im Beispiel in Bogenform berührungslos hindurchbewegt werden.

In Fig. 1 ist beispielhaft ein Mehrfachbogen als Doppelbogen 2 dargestellt.

Da für dieses prinzipielle Beispiel die Amplitudenauswertung des Messsignales UM zur Detektion eines Einzelbogens, eines Fehlbogens, d.h. keines Bogens, oder eines Doppel- bzw. Mehrfachbogens, vorausgesetzt wird, ist ein möglicher Spannungsverlauf UM in Abhängigkeit von der Grammatur bzw. dem Flächengewicht g/m^2 für die Messkennlinie MK in Fig. 1a gezeigt.

[0061] Im Hinblick auf eine eindeutige sichere Entscheidung, ob ein Einfachbogen, ein Doppelbogen oder ein Fehlbogen vorliegt, ist es Ziel der Erfindung, unter Berücksichtigung von Schwellwerten, wie z.B. für die Luftschwelle oder als Doppelbogenschwelle, eindeutige Schnittpunkte mit diesen Schwellwerten bzw. möglichst große Spannungsabstände zu diesen Schwellwerten zu erhalten.

[0062] Die der Erfindung zugrunde liegende Kenntnis geht davon aus, dass bei gattungsgemäßen Verfahren und Vorrichtungen im Stand der Technik, bei der Mehrfachbogen-Erkennung und einer angenommenen, nachfolgenden näherungsweise linearen Verstärkung, gegebenenfalls mit weiterer Filterung und Auswertung, in Abhängigkeit von der Grammatur bzw. dem Flächengewicht, eine Kennlinie für das verstärkte Messsignal erhalten wird, die im Wesentlichen stark nichtlinear, insbesondere exponentiell, mehrfach exponentiell bzw. hyperbelförmig oder ähnlich verläuft, wobei über einen großen gewünschten Einsatzbereich des Materialspektrums eine unsichere und Fehler behaftete Detektion häufig vorliegt, dies mit einem einfachen Prinzip abzuändern.

[0063] Das erfindungsgemäße Prinzip lautet deswegen, eine Korrektur-Kennlinie zu berücksichtigen und diese z.B. der dem Empfänger nachfolgenden Auswerteschaltung einzuprägen, wozu insbesondere die nachfolgende Verstärkereinrichtung geeignet ist, um über den gewünschten Grammaturbereich eine gut auswertbare ZielKennlinie für eine sichere Detektion mit der Entscheidung zu erreichen, ob ein Einfachbogen, kein Bogen oder ein Mehrfachinsbesondere Doppelbogen, vorliegt.

[0064] Eine derartige Korrektur-Kennlinie KK ist in Fig. 1b schematisch dargestellt. Diese Korrektur-Kennlinie, die in Fig. 1b die Abhängigkeit zwischen der Ausgangsspannung U_A von der Eingangs-spannung U_E nur prinzipiell zeigt, verdeutlicht im Vergleich mit der Mess-Kennlinie MK nach Fig. 1a, die ebenfalls nur schematisch den Verlauf des Messsignales UM zeigt, dass relativ hohe Spannungswerte UM über den Grammaturbereich gesehen, keine oder nur eine geringe Verstärkung erfahren, während kleinere Spannungswerte, z.B. bei relativ großen Flächengewichten (g/m^2) eine wesentlich höhere, gegebenenfalls exponentielle Verstärkung erfahren.

[0065] Die daraus resultierende Zielkennlinie ZK mit der Spannung U_Z in Abhängigkeit von der Grammatur (g/m^2) ist in Fig. 1c ebenfalls nur schematisch dargestellt. Die gewünschte Zielkennlinie ZK kann ebenfalls aus einer punktweisen Abbildung des Messsignals U_M zum gewünschten Ausgangssignal U_Z transformiert werden und somit die gewünschte Zielkennlinie ZK erreicht werden. Dazu wird ein Verstärker mit einstellbarer Verstärkung notwendig, der dann die Korrektur-kennlinie aus einem Mikroprozessor erhält.

[0066] Die Abbildung des Messsignals U_M zum gewünschten Ausgangssignal U_Z anhand der Korrekturkennlinie KK kann ebenfalls statt wertdiskret bzw. punktweise auch wertkontinuierlich erfolgen.

[0067] Diese in Fig. 1c gezeigte Zielkennlinie weist den mit durchgezogener Linie dargestellten Verlauf auf, der drei Bereiche hat. Einen ersten und einen dritten relativ steil abfallenden Bereich sowie einen mittleren, nur relativ geringfügig zur Abszisse geneigten Bereich, der einen großen Grammaturbereich umfasst.

[0068] Da der erste und der dritte Bereich im Hinblick auf eine sichere Detektionsanzeige bzw. eindeutiges Schaltverhalten der Vorrichtung einen optimaleren Verlauf zeigen könnte, ist mit unterbrochenem Linienzug eine durch die Endpunkte der ersten Zielkennlinie ZK1 gehende, linear abfallende Zielkennlinie ZK2 als verbesserte Zielkennlinie dargestellt. Diese fällt jedoch nicht unter die Erfindung.

Im Hinblick auf die in Fig. 1 vom Prinzip her und blockschaltmäßig dargestellte Vorrichtung 1 zur Detektion von Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrbogen, ist das am Empfänger R erhaltene Messsignal U_M einer Auswerteeinrichtung 4 zugeführt. Die Auswerteeinrichtung 4 ist vereinfachend mit der Verstärkereinrichtung 5 und nachgeschaltet einem Mikroprozessor 6 dargestellt.

Der Verstärkereinrichtung 5 wird im Beispiel die Korrektur-Kennlinie KK vorgegeben bzw. eingeprägt, so dass am Ausgang die Zielkennlinie ZK1 bzw. ZK2 zur weiteren Auswertung im Mikroprozessor 6 erhalten wird. Der Mikroprozessor 6 kann dann unter Berücksichtigung gespeicherter oder dynamisch errechneter Daten, wie Schwellwerte, ein entsprechendes Detektionssignal im Hinblick auf Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen, insbesondere Doppelbogen erzeugen.

[0069] In Fig. 2 und den zugeordneten Fig. 2a, 2b, 2c, 2d ist schematisch das Verfahren und eine Vorrichtung dargestellt zur Detektion von Etiketten und gleichartigen Materialien, ohne dass ein Teach-in-Schritt durchgeführt werden müsste.

Die Bezugszeichen entsprechen hierbei den Bezugszeichen aus Fig. 1.

Der blockschaltartige Aufbau zeigt einen Sender T, z.B. für die Abstrahlung von Ultraschallwellen, und einen zugeordneten Empfänger R als Sensoreinrichtung 10. Zwischen Sender T und Empfänger R werden Etiketten 7 hindurchgeführt. Ziel der Vorrichtung ist es daher einerseits zu erkennen, ob Etiketten oder keine Etiketten vorliegen. Andererseits ist es auch möglich die Anzahl der durch die Sensoreinrichtung geführten Etiketten festzustellen.

[0070] Das bei Vorhandensein eines Etiketts im Empfänger R erhaltene Messsignal UM bzw. U_E kann z.B.

den schematisch angedeuteten Kennlinien-Verlauf über die Grammatur mit etwa linear, nichtlinear, exponentiell oder dergleichen ähnlich abfallenden Verlauf haben.

[0071] Die nachfolgende Auswerteeinrichtung, die z.B. eine Verstärkereinrichtung 5 und nachgeschaltet einen Mikroprozessor 6 aufweisen kann, erhält im Verstärker 5 eine Korrektur-Kennlinie, welche z.B. linear ansteigend (I.) oder exponentiell ansteigend (II.) wie in Fig. 2b gezeigt, ausgelegt sein kann. Am Ausgang des Verstärkers 5 wird unter Berücksichtigung der Korrektur-Kennlinie z.B. nach Fig. 2b eine Zielkennlinie über den Grammaturbereich erreicht, wie sie in Fig. 2c durch denn Kurvenverlauf I. oder II. dargestellt ist.

[0072] Ein idealer Verlauf der Zielkennlinie ist in dem Diagramm nach Fig. 2 vom Prinzip her gezeigt.

[0073] Diese Zielkennlinie ZK_I hat den Verlauf einer negativ fallenden Geraden, von kleineren Grammaturen zu größeren Grammaturen, wobei optimalerweise eine konstante Steigung und eine maximale Spannungsdifferenz für die Ausgangsspannung U_z bei kleinen Grammaturunterschieden über den gesamten zur Detektion von Etiketten vorgesehenen Grammatur- bzw. Flächengewichtsbereich erreicht werden sollte.

[0074] Wie nachfolgend noch erläutert, kann die Korrektur-Kennlinie KK auch eine Kombination einzelner unterschiedlicher Kennlinien sein. Auch andere Korrektur-Kennlinien wie logarithmisch oder mehrfachlogarithmisch können abhängig vom Kennlinien-Verlauf des Messsignales UM und der Verstärkungs-Kennlinie eingesetzt werden. Hierbei ist es das Ziel, nach Möglichkeit eine ideale Kennlinie ZK_I, wie in Fig. 2 dargestellt, zu erreichen.

[0075] Die Kurvenverläufe nach den Fig. 2a, 2b, 2c zeigen zwei Beispiele unterschiedlicher Kennlinien. Einerseits für das Messsignal U_M nach Fig. 2a mit dem Kennlinien-Verlauf MK einer ersten Kennlinie I und einer Kennlinie II mit unterbrochenem Linienzug.

Diese unterschiedlichen Kennlinien für das Messsignal MK I und MK II werden dann über beispielhaft dargestellte schematische Korrektur-Kennlinien KK in Fig. 2b derart transformiert, dass am Ausgang der Auswertung ein Kennlinien-Verlauf für die Zielkennlinie ZK entsprechend der Fig. 2c erreicht werden kann.

[0076] Zur weiteren Verdeutlichung ist in Fig. 2d in schematischer Darstellung die Ausgangsspannung U_A einer Verstärkereinrichtung über den Grammaturbereich mit einem exemplarischen Verlauf einer Messwert-Kennlinie MK_E für ein Etikett und der Zielkennlinie ZK_E dargestellt, wie dies unter Berücksichtigung einer dem Verstärker eingeprägten Korrektur-Kennlinie KK erreichbar ist. Die Darstellung gilt exemplarisch für die Erkennung von Etiketten bzw. von Klebestellen. Zur Erreichung der gewünschten Zielkennlinie ZK_E wird die Messwert-Kennlinie MK_E mittels einer geeigneten Korrektur-Kennlinie KK transformiert. Hierbei wird sozusagen jeder Punkt der Messwert-Kennlinie MK_E kontinuierlich oder wertdiskret bei digitalen Systemen, in einen entsprechenden Wert auf der Zielkennlinie ZK_E transformiert. Dies ist zur Verdeutlichung anhand der Pfeile dargestellt.

Im Eingangsbereich bei sehr dünnen Materialien, z.B. bei einer Grammatur zwischen 1 bis 8 g/m^2 kann die Verstärkerspannung sehr leicht im Sättigungsbereich liegen. Andererseits kann durch die Verwendung von Folien bei Etiketten auch rasch der Grenzbereich des Verstärkers zum Rauschen erreicht werden, da Folien sehr stark bedämpfen.

Im Diagramm ist dies etwa im Bereich der Grammatur von 100 bis 300 g/m^2 erkennbar.

[0077] Speziell bei derartigen Messwert-Kennlinien MK_E lässt sich das Verfahren der Kennlinienkorrektur besonders vorteilhaft einsetzen, so dass eine Sättigung des Messsignales bei sehr dünnen und stark dämpfenden Materialien vermieden wird, wodurch letztlich eine einwandfreie Detektion des Vorliegens bzw. Nichtvorliegens von Etiketten gewährleistet wird.

[0078] Exemplarisch ist in der Fig. 2d noch ein möglicher Verlauf der Messwert-Kennlinie MK_{DB} für einen Doppelbogen dargestellt, welche sich im oberen Grammaturbereich etwa asymptotisch der Doppelbogenschwelle DBS nähert.

[0079] Das Diagramm gemäß Fig. 3a zeigt als schematische Darstellung die prinzipielle Abhängigkeit eines normierten Ausgangsspannungssignals U_A/p.u. eines Signalverstärkers in Abhängigkeit vom Flächengewicht bzw. der Grammatur (g/m^2) bei unterschiedlich ausgelegten Signalverstärkern für Einfach- und Mehrfachbogen, speziell Doppelbogen.

Die Linie I in Fig. 3a symbolisiert einen weitgehend idealisierten Verlauf in der Ausgangsspannung von Einfachbögen in Abhängigkeit von der Grammatur bei Verwendung eines näherungsweise linearen Signalverstärkers 5, wobei ein näherungsweiser exponentieller Abfall der Spannungslinie vorliegt. Diese Spannungskennlinie I berücksichtigt noch keine Korrektur-Kennlinie KK.

Aus dieser etwa exponentiell abfallenden Spannungskennlinie I wird durch Verwendung der dem entsprechenden Signalverstärker inhärenten bzw. eingeprägten nichtlinearen, insbesondere logarithmischen und/oder doppellogarithmischen Korrektur-Kennlinie KK, eine angestrebte Zielkennlinie II für Einfachbögen über einen sehr großen Grammaturbereich, d.h. verschiedenster Materialien.

Die Zielkennlinie II symbolisiert somit eine Kennlinie für das Ausgangssignal bei Einzelbögen bei Verwendung eines logarithmischen Signalverstärkers, wobei die Zielkennlinie II einen näherungsweise linearen Abfall aufweist.

[0080] Als Schaltschwellen sind im Diagramm nach Fig. 3a einerseits die Luftschwelle und andererseits die Doppelbogenschwelle beispielhaft eingetragen. Die Schnittpunkte der Zielkennlinie II nach Fig. 3a mit der Luftschwelle bzw. der Doppelbogenschwelle zeigen eine ausreichend große Steilheit, um einen definierten relativ kleinen Materialbereich herum.

Der in der Nähe der Doppelbogenschwelle weitgehend asymptotische Verlauf der Kurve I wird durch die vorge-

sehene Transformation einer Kurve I mit einer Korrektur-Kennlinie KK zur Zielkennlinie II, wodurch ein größerer Abstand des Spannungswertes für Einzelbögen gegenüber der Doppelbogenschwelle für schwerere Grammaturen bzw. Flächengewichte erreicht wird.

Dieses Beispiel verdeutlicht, dass die Detektion als "Fehlbogen" bzw. Luft" oder als "Mehrfach- oder Doppelbogen" über einen großen Grammatur- und Flächengewichtsbereich ohne einen Teach-in-Vorgang sehr gut erreichbar ist.

Eine Signaltransformation von dem Messsignal UM auf ein konstantes Ausgangssignal U_A des Einfachbogens über den gesamten Grammaturbereich bei im Idealfall mittigem Spannungswert zwischen den beiden Schwellwerten, nämlich oberem Schwellwert für Fehlbogen bzw. Luft und unterem Schwellwert für Mehrfachbogen bzw. Doppelbogen, wäre das erreichenswerte Ideal, d.h. entspräche der idealen Zielkennlinie ZK für den Einfachbogen. Diese ideale Zielkennlinie ist in Fig. 3b mit I markiert.

[0081] Weiterhin ist in Fig. 3a eine Kurve Ia gezeigt, die ein Mehrfachbogensignal, insbesondere ein Doppelbogensignal bei Verwendung eines näherungsweise linearen Signalverstärkers zeigt, wobei die Kurve Ia eine näherungsweise doppelt-exponentiellen Abfall der Mehrfachbogen-Kennlinie aufweist.

Die weiterhin beispielhaft dargestellte Kurve IIa symbolisiert ein Mehrfachbogensignal, insbesondere ein Doppelbogensignal, mit logarithmischer Korrektur-Kennlinie, wodurch näherungsweise ein einfach exponentieller Abfall der Mehrfachbogen-Kennlinie IIa erreicht wird.

[0082] Fig. 3b zeigt mehrere Zielkennlinien von Einzelbogen mit der Darstellung der normierten Ausgangsspannung U_A/p.u. des Signalverstärkers in Abhängigkeit von der Grammatur bzw. dem Flächengewicht (g/m^2) bei Verwendung unterschiedlicher Signalverstärker.

[0083] Es sind verschiedene Grenz- und Schwellenwerte eingezeichnet. So kennzeichnet die oberste horizontale Linie mit unterbrochenem Linienzug beispielhaft die Sättigungsgrenze bzw. maximale Versorgungsspannung für einen eingesetzten Signalverstärker. Weiterhin ist exemplarisch bei etwa 0,7 U_A/p.u. der Schwellwert für Luft bzw. einem Fehlbogen dargestellt. Bei einem Wert von U_A mit etwa 0,125 ist die Doppelbogenschwelle und darunter liegend die Schwelle für das Rauschen von elektrischen Signalverstärkern beispielhaft eingezeichnet.

[0084] Die horizontale Linie I in Fig. 3b kennzeichnet eine ideale Zielkennlinie für Einfachbögen. Diese ideale Zielkennlinie zeigt keine Sättigung für dünne Materialien und hat einen hohen Abstand zur Schwelle des Rauschens bzw. zur Doppelbogenschwelle. Diese ideale Zielkennlinie bedeutet, dass die Ausgangsspannung U_A der Signalverstärkung bei Eingabe verschiedenster Grammaturen bzw. Flächengewichte in idealer Weise ein konstantes Signal ergeben würde.

Da hohe Störabstände bei dieser idealen Zielkennlinie für Einfachbogen gegenüber den eingezeichneten Schwellwerten vorliegen, kann von einem sicheren Schalten und einer sicheren Detektion von Einfachbogen, Fehlbogen oder Doppelbogen ausgegangen werden.

[0085] Mit der Kurve II ist eine nichtlineare Zielkennlinie mit zwei Zweigen IIa und IIb dargestellt, die aufgrund des Wendepunkts relativ schwierig zu realisieren ist, aber als eine der idealen Zielkennlinie I für Einzelbogen angenäherte Kennlinie betrachtet werden kann.

[0086] Die relativ flach verlaufenden Teilbereiche von IIa und IIb könnten realisiert werden, wobei der Bereich IIa für leichtere Grammaturen zweckmäßigerweise über eine nahezu lineare Signalverstärkung realisiert werden kann. Der Bereich IIb für schwerere Grammaturen kann z.B. mittels einer doppelt-logarithmischen Signalverstärkung realisiert werden, wobei der stark nach unten abfallende Knick aufgrund der Bedämpfungseigenschaften von Papieren mit sehr hoher Grammatur sich bei der technischen Realisierung als zu aufwändig erweist.

[0087] Die Kurve III stellt eine Zielkennlinie dar, die die Endpunkte der Kurve II auf einfachste Art und Weise mittels einer 2-Punkt-Geraden Verbindung einem Idealverlauf wie in der Kurve I dargestellt annähert. Z.B. kann dies durch die Verwendung eines mindest einfach-logarithmischen Signalverstärkers bewirkt werden und zeigt die Linearisierung der Messwerte für Einfachbogen über einen großen Grammaturbereich unter Berücksichtigung einer entsprechenden Korrektur-Kennlinie.

[0088] Die Kurve III weist eindeutige Durchgänge für die Schwellwerte für Luft bzw. für einen Doppelbogen auf, so dass eindeutige Schaltpunkte und Detektionskriterien in Bezug auf diese Schwellwerte vorliegen.

Zielkennlinien gemäß den Kurven I, II und III erlauben daher eindeutige Detektionen über ein gegenüber dem Stand der Technik verbreiterten Materialspektrum.

[0089] Die weiterhin dargestellte Kurve IV zeigt eine ungeeignete Zielkennlinie für Einzelbogen. Einerseits liegt sowohl im oberen Bereich ein asymptotischer Verlauf der Kurve IV zur Sättigungsgrenze und andererseits im unteren Bereich zum Schwellwert des Rauschens vor. Ein derartiger asymptotischer Verlauf sollte auch gegenüber den Schaltschwellen zu Luft bzw. zum Doppelbogen vermieden werden, da aufgrund geringer Signalunterschiede zu diesen Schwellen eine klare Unterscheidung der Zustände, Fehlbogen oder Doppelbogen, dann problematisch wäre.

[0090] Der steile Abfall der Kurve IV im mittleren Bereich erfasst in diesem Beispiel nur einen kleinen Grammaturbereich mit klarer Unterscheidung zu Fehlbogen oder Doppelbogen. Da die Zielkennlinie über ein sehr großes Materialspektrum eine eindeutige Detektion für Einfachbogen, Fehlbogen oder Doppelbogen zulassen soll, sollte ein Verlauf gemäß Kurve IV, vermieden werden.

Die in den Fig. 1, 2, 3a und 3b aufgezeigten Grundsätze zeigen daher, bei der Auswertung des empfangenen Messsignales eine Signalverstärkung einzusetzen, der eine Korrektur-Kennlinie vorgegeben wird, die die Kennlinie der Ausgangsspannung U_A/p.u. in Abhängigkeit von

der Grammatur der flächigen Objekte über einen großen Grammaturbereich invers oder nahezu invers oder der idealen Kennlinie zur Einfachbogenerkennung angenäherten Zielkennlinie in geeigneter Weise nachbildet. In dieser Weise wird eine lineare bzw. nahezu lineare Abhängigkeit zwischen dem von dem Empfänger empfangenen Messsignal U_E und der Signalspannung U_A am Ausgang des Signalsverstärkers erreicht.

[0091] Fig. 4a zeigt schematisch im kartesischen Koordinatensystem mit dem Materialspektrum g/m^2 auf der Abszisse und der prozentualen Signalausgangsspannung U_A auf der Ordinate einen beispielhaften Verlauf einer Messwert-Kennlinie MK_{DB} für die Erkennung von Einfach- bzw. Doppelbogen.

Die ideale Zielkennlinie ZK_i für die Erkennung von Einfach-, Fehl- oder Doppelbogen ist eine Konstante mit Steigung 0 (H_{DB}=0). Die erforderliche Korrektur-Kennlinie KK_{DB} ist für dieses Beispiel ebenfalls dargestellt. Hieraus wird erkennbar, dass zunächst eine Transformation der Punkte der Messwert-Kennlinie MK in Richtung der Pfeile P nach unten und anschließend für größer werdende Grammaturen eine Transformation nach oben erfolgt, um die ideale Zielkennlinie ZK_i für die Einfachbogenerkennung zu erreichen.

[0092] Das Beispiel nach Fig.4b zeigt entsprechende Verläufe der Kennlinien für Etiketten.

Die Messwertkennlinie MK_E ist mit durchgezogenem Linienzug ex-emplarisch dargestellt.

Die ideale Zielkennlinie ZK_E stellt eine Gerade mit negativer Steigung bzw. hohem Hub dar.

Die für die Transformation erforderliche Korrektur-Kennlinie KK_E ist mit unterbrochenem Linienzug gezeigt und weist in diesem Fall eine Unstetigkeitsstelle im Schnittpunkt zwischen Messwert-Kennlinie MK_E und Zielkennlinie ZK_E auf.

[0093] Die Fig. 4c zeigt schematisch den Verlauf der Kennlinien für die Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung für einen Fall, in dem nicht die ideale Zielkennlinie, sondern eine reale Zielkennlinie ZK_{DBr} erreicht wird. Die reale Zielkennlinie ZK_{DBr} hat daher einen Hub H_{DBr}, der größer als 0 ist. Die eingezeichnete Messwert-Kennlinie MK_{DB} könnte in diesem Fall durch das Einprägen, z.B. der Korrektur-Kennlinie KK_{DB}, als oberer, durchgezogener Linienzug, in die Zielkennlinie ZK_{DBr} transformiert werden. Diese Transformation ist mittels der Pfeile P angedeutet.

[0094] Das Diagramm nach Fig. 4d zeigt schematisch die Transformation einer Messwert-Kennlinie MK_{DB} für die Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung zur gewünschten Zielkennlinie ZK_{DB}.

Die Abszisse kennzeichnet das Materialspektrum g/m^2, wobei der realistische Messbereich M_{DBr} angedeutet ist. Auf der Ordinate ist die Signalausgangsspannung U_A des Messwertes prozentual angedeutet. Diese entspricht etwa dem Dämpfungsmaß dB.

Weiterhin sind die virtuellen Endpunkte E1 und E2 als gedachte Schnittpunkte der Messwert-Kennlinie MK_{DB} mit der Zielkennlinie ZK_{DB} gezeigt.

[0095] Bei bekannter Messwert-Kennlinie MK_{DB} bei der Doppelbogenerkennung ist daher zur Erreichung einer, linearen Zielkennlinie ZK_{DB} eine Korrektur-Kennlinie KK_{DB} erforderlich, wie sie mit unterbrochenem Linienzug zwischen den Endpunkten E1 und E2 gezeigt ist. Gedanklich erfolgt daher die Transformation der Messwert-Kennlinie MK_{DB} in Richtung der Pfeile zur realen Zielkennlinie ZK_{DB}. Dies wird sozusagen durch eine Spiegelung der Messwert-Kennlinie MK_{DB} an der Achse ZK_{DB} nach Koordinatentransformation erreicht.

Diese Koordinatentransformation aus dem kartesischen Koordinatensystem in ein neues Koordinatensystem x', y' ist vereinfacht in Fig.4f dargestellt.

[0096] Die weitere Darstellung nach Fig. 4e zeigt schematisch die Transformation der Messwert-Kennlinie MK_E bei Etiketten in die gewünschte, ideale Zielkennlinie ZK_E mittels der erforderlichen Korrektur-Kennlinie KK_E.

Bei bekannter Messwert-Kennlinie MK_E kann die Korrektur-Kennlinie KK_E mittels Spiegelung von MK_E an der Achse der Zielkennlinie ZK_E nach erfolgter Koordinatentransformation (siehe Fig. 4f) erreicht werden. Die in Fig. 4f dargestellte Koordinatentransformation zeigt vereinfachend die Verschiebung für ein geradliniges Koordinatensystem x, y um einen Winkel α. X, y sind hierbei z.B. die Achsen des kartesischen geradlinigen Koordinatensystem.

[0097] Durch die Koordinatentransformation wird das neue Koordinatenbezugssystem durch die gedachte Bezugsachse der Zielkennlinien ZK_{DB} oder ZK_E vorgegeben.

Unter Beibehaltung des kartesischen Koordinatensystems gilt für die Transformation:

$$x' = x \cdot \cos\alpha + y \cdot \sin\alpha;$$

$$y' = -x \cdot \cos\alpha + y \cdot \sin\alpha.$$

[0098] Im Hinblick auf die erforderliche Korrektur-Kennlinie KK gilt, dass sich diese erst nach der Koordinatentransformation in Bezug auf die Neuausrichtung durch die gewünschte Zielkennlinie ZK_{DB} oder ZK_E, durch Spiegelung an der entsprechenden Zielkennlinie ZK_{DB} oder ZK_E ergibt.

[0099] In den Fig. 4g und 4h wird schematisch der grundsätzliche Unterschied zwischen idealer und realer Zielkennlinie für den Einfach- bzw. Doppelbogen (Fig. 4g) und die Etikettenerkennung (Fig. 4h) dargestellt.

Die Fig. 4g für den Einfachbogen zeigt die ideale Zielkennlinie ZK_i, die im Idealfall geradlinig, ohne Steigung verläuft, also konstant ist. Hierbei wäre der Hub $H_i = 0$ über den gesamten idealen Bereich über des Materialspektrums M_i.

Bei der Einfachbogenerkennung würde man daher mit einer derartigen idealen Zielkennlinie ZK_i einen maxima-

len Abstand zur oberen Luftschwelle ebenso wie einen maximalen Abstand zur darunter angezeigten Doppelbogen-Schwelle erreichen.

[0100] Der Pfeil im Diagramm kennzeichnet den Übergang von der idealen Zielkennlinie ZK_i zu realen Zielkennlinien, z.B. ZK_1 bzw. ZK_2.

[0101] Es wird hierbei erkennbar, dass je flacher die reale Zielkennlinie verläuft, desto breiter ist das detektierbare Materialspektrum Ml bzw. M2.

[0102] Die Fig. 4h zeigt ein vergleichbares Diagramm zu Zielkennlinien ZK für die Etikettenerkennung.

Die ideale Zielkennlinie ZK_i für die Etikettenerkennung hat hierbei einen maximalen Hub H_i über einen relativ großen Bereich des Materialspektrums, der als ideales Materialspektrum Mi gekennzeichnet ist.

[0103] Reale Zielkennlinien ZK_1 bei der Etikettenerkennung weichen jedoch von der idealen Zielkennlinie ZK_i in Richtung des Pfeiles ab. Dementsprechend hat die realere Zielkennlinie ZK_1 einen geringeren Hub H_l und auch ein kleineres Materialspektrum M_1.

[0104] Je steiler daher die reale Zielkennlinie ist und sich der idealen Zielkennlinie ZK_i nähert, desto mehr Hub steht für ein vorgegebenes Materialspektrum zur Verfügung.

[0105] In den Fig. 4i und 4j sind exemplarisch Messwert-Kennlinien und Korrektur-Kennlinien und daraus abgeleitete Zielkennlinien dargestellt.

So ist in Fig. 4i eine Messwert-Kennlinie MK gezeigt, welche bei einem bestimmten Materialspektrum für die Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung eingesetzt werden könnte. Die Korrektur-Kennlinie KK hat die Funktion

$$y=-\ln(1/x)+3.$$

[0106] Die Korrektur-Kennlinie ist hierbei eine aus einer e-Funktion und einer Invers- bzw. Umkehrfunktion $x=\ln(1/y)$ abgeleitet. Die dargestellten Zielkennlinien ZK_1 und ZK_2 können daher aus der Messwert-Kennlinie MK und der Korrektur-Kennlinie KK im Wesentlichen durch die Differenz hergeleitet werden.

[0107] Das Beispiel nach Fig. 4j zeigt ebenfalls schematisch Kennlinien zur Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung.

Die Messwert-Kennlinie MK ist in diesem Beispiel näherungsweise aus einer gewichteten Hyperbel abgeleitet. Die Korrektur-Kennlinie KK ist eine aus einer logarithmischen Funktion abgeleitete Korrektur-Kennlinie. Die Messwert-Kennlinie MK kann in diesem Beispiel unter Berücksichtigung der Korrektur-Kennlinie KK zu einer Zielkennlinie ZK transformiert werden, die näherungsweise einer idealen Zielkennlinie für die Einfach- bzw. aDoppelbogenerkennung entspricht.

[0108] Anhand der Fig. 5a, 5b und 5c werden nachfolgend einige grundlegende Prinzipien des Verfahrens und der entsprechenden Vorrichtung am Beispiel einer mit Ultraschall arbeitenden Sensoreinrichtung und den zur klaren Detektion wesentlichen physikalischen Unterschieden anhand eines Doppelbogens, eines Doppelbogens mit Klebestelle und am Beispiel von Etiketten kurz dargelegt.

Diese grundsätzlichen Überlegungen gelten wengistens teilweise auch für andere Sensoreinrichtungen, z.B. optischer,induktiver kapazitiver Art.

[0109] In Fig. 5a ist schematisch die Überlappung zweier Einzelbogen dargestellt, so dass in dem Überlappungsbereich von einem Doppelbogen 11 gesprochen werden kann. Dieser Doppelbogen 11 soll aus zwei Papierbögen bestehen, wobei der Zwischenraum zwischen den beiden Einfachbögen ein von deren Material verschiedenes Medium ist. Da eine berührungslose Detektion vorgesehen ist, kann davon ausgegangen werden, dass zu beiden Seiten des Doppelbogens Luft mit dem Parameter Z_0 vorhanden ist und auch das Zwischenmedium im Überlappungsbereich der Einfachbögen Luft mit Z_0 ist, welche als Luftpolster durch die Oberflächenrauigkeit der Materialien bei diesem Doppelbogen vorhanden ist.

[0110] Die Wirkungsrichtung des Messverfahrens, z.B. mittels Ultraschall, ist im Beispiel senkrecht zum Doppelbogenbereich, so dass ein transmittiertes Ultraschallsignal bei einem derartigen "echten Doppelbogen" durch die Mehrfachbrechung über mindestens drei Grenzflächen sehr klein wird, d.h. der Transmissionsfaktor über drei Schichten in idealer Weise gegen null geht.

[0111] In allgemeinerer Betrachtung kann daher ein Doppelbogen bzw. Mehrfachbogen als eine Materialstruktur angesehen werden, die eine Bogenschichtung oder eine Schachtelschichtung aufweist und in einem der Zwischenräume zwischen der Bogenschichtung mindestens ein von den verschiedenen Bogenmaterialien verschiedenes Medium, insbesondere Luft, vorhanden ist, welches zu den Bogenmaterialien im Falle eines Ultraschall-Messverfahrens eine deutlich unterschiedlichen akustischen Widerstand aufweist und somit zu Signalreflexionen führt. Bei Einlegen zweier oder mehrerer Bögen ist die Signalbedämpfung durch Signalbrechung und Reflexion so groß, dass das ausgesendete Signal überproportional stark bedämpft wird. Bei anderen Messverfahren betrifft dies die Opazität und die Oberflächenbeschaffenheit und Farbe und Dicke, ein anderes Dielektrikum, andere elektro-magnetische Leitfähigkeit oder andere magnetische Bedämpfung.

[0112] Unter einem derartigen Doppelbogen fällt auch eine Verbindung von Bögen, welche nicht haftend ausgelegt ist, z.B. mittels einer mechanischen Verzahnung oder Rändelung von Bögen, da das entsprechende Zwischenmedium ebenfalls Luft wäre.

Diese Betrachtung gilt auch für Mehrfachbogen, bei denen drei oder mehr einzelne Lagen von Bogenmaterialien übereinander geschichtet sind.

[0113] In der Fig. 5b ist schematisch ein Doppelbogen 12 mit Klebestelle 13 gezeigt.

[0114] Die Wirkungsrichtung des eingesetzten Mess-

verfahrens, wobei wiederum von Ultraschall ausgegangen wird, ist mit Pfeilen angedeutet.

Als Klebestelle im Rahmen dieser Betrachtung werden stumpfe, mehr oder weniger überlappende oder dergestalt ausgeführte Verbindungen von Bögen, insbesondere Papierbögen, Kunststoffen, Folien und Stoffen (Vliesen), angesehen. Die Verbindung geschieht dabei überwiegend mittels mindestens eines teilflächig oder vollflächig haftenden Mediums, insbesondere mittels ein- oder zweiseitig vorgesehener Haft- und Klebestreifen bzw. Kleber.

[0115] In physikalischer Hinsicht bedeutet daher eine Klebestelle für ein Verfahren mittels Ultraschall einen "akustischen Kurzschluss" durch das der Zwischenraum zwischen oberem Bogen Z_1 und unterem Bogen Z_2 ausfüllende und diese innig verbindende Klebematerialschicht, wobei oberhalb und unterhalb der Einfachbogen Luft mit Z_0 angenommen wird.

Eine Klebestelle könnte daher im Detektionsverfahren mittels Ultraschall im Wesentlichen als Einfachbogen mit hoher Grammatur detektiert werden.

[0116] In Fig. 5c sind schematisch zwei Ausführungsformen von Etiketten 15, 17 dargestellt.

Im Rahmen dieser Anmeldung wird unter Etikett.mindestens eine oder mehrere auf einem Grund- oder Trägermaterial haftend aufgebrachte Materialschicht oder Materialschichten verstanden. Das geschichtete Material verhält sich z.B. bezüglich der Schalltransmission nach außen hin wie ein verbundenes Materialstück, so dass teilweise keine signifikante Bedämpfung der jeweiligen physikalischen Größen vorliegt, sondern nur eine vergleichsweise geringe, aber noch gut auswertbare Bedämpfung. Mögliche Inhomogenitäten im Trägermaterial oder aufgebrachtem Material finden bei dieser Betrachtung keine Berücksichtigung, da inbesondere bei Etiketten von einem fehlerfreien Material ausgegangen werden kann.

[0117] Das Etikett 15 weist im Beispiel nach Fig. 5c ein auf einem Trägermaterial mittels einer innigen Haftverbindung aufgebrachtes oberes Material mit dem Parameter Z_2 auf. Auf beiden Seiten des Etikettes ist Luft mit dem Parameter Z_0 vorhanden. Durch diese innige Haftverbindung liegt zwischen den Materialien bei einem Detektionsverfahren mittels Ultraschall ein akustischer Kurzschluss vor, so dass eine Analogie zu Klebestellen nach Fig. 5b vorhanden ist.

[0118] Gleiches gilt auch für das Etikett 17 nach Fig. 5c, was sich lediglich durch eine zweite, obere aufgebrachte Materialschicht von dem Etikett 15 unterscheidet. Auch in diesem Fall kann von einem akustischen Kurzschluss zwischen den Materialien ausgegangen werden.

[0119] Diese grundlegenden Betrachtungen zur Detektion von Doppelbogen, Klebestelle, Etikett und dergleichen, erlaubt es daher mittels des Verfahrens bzw. der Vorrichtung auch anders geschichtete Einfachbögen oder mehrfach geschichtete Materialien zu detektieren und zu unterscheiden. Insbesondere ist hierdurch auch die Detektion bzw. das Zählen von auf flachen Materialien aufgebrachten Etiketten, die eine dazwischen liegende Objektlücke aufweisen, möglich.

[0120] In Fig. 6 ist schematisch und blockschaltartig eine Vorrichtung zur Fehl-, Einfach-.und Mehrfachbogenerkennung gezeigt, wobei die Korrektur-Kennlinie als Kombination einzelner Kennlinien erzeugt wird.

Zwischen dem Sender T und dem Empfänger R werden die zu detektierenden flächigen Materialien bzw. Bogen geführt. Die nach den Verstärkern resultierend e Korrektur-Kennlinie wird im Beispiel mit einer ersten Korrektur-Kennlinie in der Verstärkereinrichtung 21 und wenigstens einer zweiten Korrektur-Kennlinie in der Verstärkereinrichtung 22, die parallel geschaltet ist, verwirklicht. Das am Ausgang des Empfängers R vorliegende Messsignal bzw. dessen Kennlinienverlauf über die Grammatur wird daher einer kombinierten Korrektur-Kennlinie unterzogen, um eine gut auswertbare Zielkennlinie 23 zu erhalten, die in einem Mikroprozessor 6 weiter bewertet wird.

[0121] Im Hinblick auf die Kombination von Korrektur-Kennlinien kann dies auch in einem Signalverstärker realisiert werden oder in mehreren in Reihe geschalteten oder parallel geschalteten einzelnen Signalverstärkern zur Erzeugung der Gesamtverstärkung. Die Realisierung der Korrektur-Kennlinie kann daher auf unterschiedlichste Weise erfolgen, da der wesentliche Grundgedanke der Erfindung, eine Detektion von Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen durchzuführen, und dies über einen großen Grammaturbereich, ohne einen Teach-in-Vorgang integrieren zu müssen, beibehalten wird.

[0122] In Fig. 7 ist der schematische und blockschaltartige Aufbau einer modifizierten Vorrichtung zur Realisierung der Erfindung dargestellt. Das Messsignal des Empfängers R wird nachfolgend auf eine Verstärkereinrichtung 24 geführt, deren Signalausgang auf einen Mikroprozessor 6 geleitet ist.

[0123] Der Mikroprozessor 6 erlaubt es in diesem Beispiel über die Rückkopplung im Pfad A eine vorgegebene Korrektur-Kennlinie über das symbolisierte Potenziometer 25 einzustellen.

In einer alternativen Schaltungsweise wird eine entsprechende Korrektur-Kennlinie mittels des Mikroprozessors 6 und den erhaltenen oder gespeicherten Daten errechnet und über den Pfad B auf die Verstärkereinrichtung 24 rückgekoppelt und eingeprägt.

Auch ist es möglich, eine Korrektur-Kennlinie empirisch oder über die Messung eines repräsentativen Materialspektrums, welches detektiert werden soll, zu ermitteln und der Auswerteeinheit inklusive Mikroprozessor 6 einzugeben. Hierbei kann die ermittelte Korrektur-Kennlinie C über den Pfad B der Verstärkereinrichtung 24 wertdiskret oder wertkontinuierlich eingeprägt werden oder die Bewertung des verstärkten Ausgangssignales direkt im Mikroprozessor 6 auf der Basis der Korrektur-Kennlinie C durchgeführt werden.

[0124] In Fig. 8 ist in schematischer Darstellung die empirische Bestimmung einer Messsignal-Kennlinie ge-

zeigt. Hierzu werden zwischen dem Sender T und dem Empfänger R eine Vielzahl am Markt übliche Materialien vorbeigeführt und hierüber die entsprechende Messsignal-Kennlinie ermittelt. Üblicherweise wird hierbei der Messbereich durch das Einbringen des dünnsten verfügbaren Bogenmaterials A und des dicksten zu detektierenden Bogenmaterials B festgelegt werden.

Die derart ermittelte Messsignal-Kennlinie kann dann dem weiterverarbeitendem System, z.B. einem Mikroprozessor, zugeführt werden, um zu dieser Messsignal-Kennlinie eine weitgehende optimale Korrektur-Kennlinie zu ermitteln um die geforderte Zielkennlinie zu erreichen.

[0125] In Fig. 9 ist schematisch eine Vorrichtung 40 zur berührungslosen Detektion von Mehrfachbogen A, ohne die Durchführung eines Teach-in-Schrittes, und der Detektion von auf einem Trägermaterial haftend aufgebrachten Materialschichten B, z.B. Etiketten, dargestellt. Ein wesentlicher Gedanke hierbei ist, die Messsignalauswertung für Mehrfachbogen einem separaten Kanal A mit entsprechender Korrektur-Kennlinie zuzuleiten sowie parallel dazu die Messsignalauswertung für Etiketten B einem separaten Kanal B mit angepasster Korrektur-Kennlinie zuzuführen.

Das am Ausgang des Empfängers R erhaltene Messsignal wird daher über einen seitens des Mikroprozessors 6 gesteuerten Multiplexer 34 auf den entsprechenden Kanal A oder Kanal B geschaltet. Die Signalverstärkung im Kanal A unterliegt hierbei einer separaten Korrektur-Kennlinie mit optimaler Auslegung zur Mehrfachbogenerkennung. Die Signalverstärkung im Kanal B unterliegt einer Korrektur-Kennlinie für das Etiketten-Messsignal. Beide Kanäle A, B werden über einen nachfolgenden Multiplexer 35, der ebenfalls mikroprozessorgesteuert ist, dem nachgeschalteten Mikroprozessor 6 zur weiteren Auswertung und Detektion von Mehrfachbogen oder Etikett zugeführt.

[0126] Diese Vorrichtung 40 eignet sich sowohl für die Detektion mittels Ultraschallwellen. Der wesentliche Vorteil ist die gezielte Möglichkeit, die jeweils geeignetsten Korrektur-Kennlinien für die grundsätzlich verschiedenen Messaufgaben, nämlich für die unterschiedlichsten Materialtypen, wie im vorliegenden Fall Mehrfachbogen und Etiketten, zur Auswertung mit einzubeziehen.

[0127] Fig. 10 zeigt schematisch ein Diagramm der normierten Ausgangsspannung U_A in % in Abhängigkeit von der Grammatur. Eingetragen ist die Zielkennlinie 42 eines Einfachbogens bei logarithmischer Verstärkung über den Grammaturbereich. Dargestellt sind weiterhin im oberen Bereich mit durchgezogener Linie die Luftschwelle LS und im unteren Bereich mit unterbrochenem Linienzug die Doppelbogenschwelle DBS.

[0128] Wesentlich ist jedoch, dass die Doppelbogenschwelle dynamisch vorgesehen werden kann, wobei dies über Abschnitte des Grammaturbereiches konstant erfolgen kann. Dies ist durch die Linienzüge B1, B2 und B3 verdeutlicht.

Andererseits ist die dynamische Einstellung der Doppelbogenschwelle auch linear bzw. als Polynomzug beliebigen Grades verlaufend einstellbar, wie dies beispielsweise zwischen den Punkten P1, P2, P3 und P4 gezeigt ist.

Mit dieser dynamischen Einstellung der Doppelbogenschwelle lässt sich eine zusätzliche Erweiterung der messbaren Grammaturen bzw. Flächengewichte erreichen, so dass das detektierbare Materialspektrum noch vergrößert werden kann.

[0129] Die Fig. 11 betrifft ein weitgehend ähnliches Diagramm wie die Fig. 10, wobei der Verlauf der Zielkennlinie 42 für den Einfachbogen über den gesamten Grammaturbereich weitgehend übereinstimmt. Eingezeichnet ist einerseits die dynamische Schwelle MBS für den Mehrfachbogen und deren Verlauf zwischen den Punkten P1a, P2a und P3a.

Der Kurvenverlauf 44 markiert hierbei den oberen Wert des Flatterbereiches für einen Einfachbogen und die Kurve 45 den unteren Wert des Flatterbereichs für einen Einfachbogen.

[0130] In den Fig. 12a, 12b, 12c ist in schematischer Weise die prinzipielle Anordnung zur Detektion von einwelliger Wellpappe 51 bzw. zweiwelliger Wellpappe 60 sowie die Laufrichtung L unter Berücksichtigung von zwei Sensoren 61, 62, insbesondere Ultraschallsensoren, dargestellt.

[0131] Die Wellpappe 51 nach Fig. 12a ist einwellig und hat an ihren Adhäsionspunkten mit einer unteren Bodenlage 52 bzw. einer oberen Decklage 53 Klebstoffbereiche 54. Diese Klebstoffbereiche 54 zwischen Pappwelle und den entsprechenden, z.B. horizontal verlaufenden Boden- bzw. Decklagen, stellen sozusagen einen "akustischen Kurzschluss" bei der Verwendung von Ultraschall dar.

[0132] Der im Beispiel nach Fig. 12a eingesetzte Sensor weist einerseits den Sender T und den Empfänger R auf, die in ihrer Hauptachse koaxial zueinander ausgerichtet sind. Die Ausrichtung von Sender T und Empfänger R erfolgt bevorzugterweise etwa senkrecht zur größten Wellenfläche 55 bzw. unter einem Winkel β_1 zur Lotrechten der einwelligen Wellpappe.

Der weiterhin angeführte Winkel β_2 markiert den Winkel zwischen der Lotrechten zur Wellpappe und der Flächenrichtung der Hauptfläche der Welle.

[0133] Der optimale Winkel β_1 zur Schalleinkopplung bei einem Ultraschallsensor auf eine einwellige Wellpappe, welche einen erforderlichen akustischen Kurzschluss AK zwischen Bodenlage 52 und Decklage 53 aufweist, wird durch die Steigung t/2h bestimmt. Hierbei ist t der Abstand zwischen zwei Wellenbergen und h die Höhe der Welle bzw. der Abstand zwischen Bodenlage und Decklage.

[0134] Bei einer optimalen Anordnung des Sensors ist man bestrebt, eine Ausrichtung mit $\beta_1=\beta_2$ zu erreichen, wobei diese Winkel dann 45° wären. Die Übereinstimmung der Winkel β_1 und β_2 ist jedoch nicht zwangsläufig zur Detektion von Fehl-, Einfach- oder Mehrfachlagen von Wellpappen erforderlich.

[0135] In Fig. 12b ist eine zweilagige Wellpappe 60 mit der unteren ersten Welle 58 und der oberen zweiten Welle 59 dargestellt. Die Anordnung eines Ultraschall-Sensors T, R entspricht dem nach Fig. 12a.

Wesentlich für die Detektion bei zweiwelligen oder mehrwelligen Wellpappen ist auch hier der akustische Kurzschluss AK1 und AK2 zwischen den einzelnen Lagen, d.h. eine materialmäßige Verbindung im Sinne eines Klebstoffes zwischen den Wellen und den einzelnen Decklagen. Auf diese Weise ist es möglich, bei einem Ultraschall-Sensor eine hohe Schallenergie auf die mehrwellige Wellpappe zu übertragen, so dass eine maximale Krafteinwirkung etwa lotrecht zur aufgespannten Fläche der Welle erreicht wird.

[0136] Die Darstellung nach Fig. 12c zeigt das Prinzipschema, gemäß dem die Laufrichtung L, z.B. einer einwelligen oder mehrwelligen Wellpappe detektiert werden kann.

Es sind hierfür zwei Sensoren 61, 62 erforderlich.

Ein erster Sensor 61, der z.B. als Ultraschall-Sensor ausgebildet ist, wird in der Anordnung, wie vorausgehend in den Fig. 12a und 12b dargestellt, vorgesehen.

Weiterhin wird ein zweiter Sensor 62 um 90° gedreht eingesetzt. In dieser Lage, die sozusagen längs der Wellenvertiefung bzw. der Richtung des Wellenberges orientiert ist, wird ausschließlich das Signal "Mehrfachbogen" detektiert. Dies auch, wenn sogar ein "Einfachbogen" vorliegt.

[0137] Diese Gegebenheiten können zur Fehlerauswertung bei falsch eingelegten Wellpappenbogen verwendet werden, d.h. dass die Wellenrichtung nicht mit der Durchzugsrichtung bzw. Laufrichtung der Wellpappe übereinstimmt.

Es ist auch möglich, zwei Sensoren einzusetzen und die Ausgangssignale der Sensoren zu verknüpfen, so dass die Detektion von Einfach- bzw. Mehrfachbogen bei Wellpappen möglich ist.

[0138] Fig. 13 zeigt in schematischer Darstellung eine Draufsicht auf eine Vorrichtung 1 zur berührungslosen Detektion von flächigen Objekten, z.B. Papierbogen oder metallkaschierten Bogen. In Förderrichtung F werden Papierbogen 3 oder alternativ Blechbögen als Einfachbogen transportiert. Die Vorrichtung 1 besteht beispielsweise aus drei quer zur Förderrichtung F angeordneten ersten Sensoren 9 einer Sensoreinrichtung 10, die mit Ultraschall-Sensoren ausgestattet ist. Vorgeschaltet in Förderrichtung F sind weiterhin drei optische oder z.B. drei induktive oder drei kapazitive Sensoren 44 einer zweiten Sensoreinrichtung 45 angeordnet. Die Sensoren 9, 44 sind dabei über eine Bus-Leitung 46 auf eine Auswerteeinrichtung 4 geführt, die eine Verstärkereinrichtung 5 und eine Auswerteeinheit, z.B. einen Mikroprozessor 6 aufweist. Alternativ kann auf die Verstärkereinrichtung 5 verzichtet werden, wenn eine Verstärkung und Signalaufbereitung bis zur Ausgangssignalanzeige in den Sensoren 9 und 44 erfolgt, so dass die Ausgangssignale direkt an der Auswerteeinheit 6 anliegen.

Die Bereiche 2 stellen dabei einen Mehrfachbogen, insbesondere einen Doppelbogen 2 dar.

[0139] In Fig. 14 ist der vertikale Schnitt durch die Vorrichtung 1 nach Fig. 13 schematisch dargestellt.

Es ist insbesondere erkennbar, dass die Sender T der Sensoren 9, 44 sehr dicht unterhalb der zu ermittelnden Bogen angeordnet sind. Insbesondere gilt dies bei Ultraschall-Sensoren.

[0140] Im Abstand gegenüber den Sendern T sind oberhalb der Transportbahn Empfänger R der verschiedenen Sensoren 9, 44 angeordnet.

Gleiche Elemente der Baugruppen sind in beiden Figuren 12, 13 mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0141] Betrachtet man in Fig. 13 die Transportbahn von rechts nach links, so ist zunächst ein Einfachbogen 3 erkennbar. Diesem schließt sich zwischen den Ultraschallsensoren 9 ebenfalls ein Teil eines Einfachbogens 3 an.

Der Sensor 44 mit Sender T und Empfänger R hingegen ist auf einen Doppelbogen 2 gerichtet, so dass das transmittierte Signal relativ stark gedämpft ist und nachfolgend in der Auswerteeinrichtung 4 ein entsprechendes Detektionssignal erzeugt wird.

Die besonders vorteilhafte Kombination der Sensoren ergibt sich in der Weise, dass bei Nicht-Detektion eines Mehrfachbogens durch den Sensor 44 dieser durch den nach einem anderen physikalischen Sensorprinzip arbeitenden Sensor 9 mit höherer Sicherheit detektiert wird. Hierbei können zu den Sensoren 44 und 9 in gleicher Analogie weitere Sensoren über dem flächigen Bogenmaterial angeordnet werden.

[0142] An Stelle der transmittierend arbeitenden Sensoren können beispielsweise bei optisch opaken Materialien und akustisch ab einer bestimmten, schwer durchdringbaren Dicke, für Blechbögen auch induktive Sensoren in Kombination zu Ultraschallsensoren eingesetzt werden. Hierbei erweist es sich als besonders vorteilhaft, wenn der Ultraschallsensor und der induktive Sensor nach dem Verfahren der Korrekturkennlinie arbeiten. Dies erweitert für beide physikalischen Sensorprinzipien das Blechspektrum, bezüglich Dicke bzw. Material, wobei die sehr dünnen Bleche bevorzugt mit dem Ultraschallsensor auf Fehl-, Einfach-, und Mehrfachbogen überprüft werden können und die sehr dicken Bleche von dem induktiven Sensor detektiert werden. Insbesondere kann auch die Kombination von wenigstens zwei Ultraschallsensoren, z.B., nach dem Transmissionsprinzip und dem Reflexionsprinzip verwendet werden.

[0143] Die der Auswerteeinrichtung 4 zugeführten Signale können dabei kanalweise, additiv oder logisch verknüpft verarbeitet werden, wobei abhängig von den Sensortypen unterschiedliche Korrektur-Linien eingesetzt werden können.

[0144] Muss die Sensorkombination zur Fehl-, Einfach-, und Mehrfachbogenerkennung nicht zwangsweise berührungsfrei arbeiten, dann kann zu den berührungsfrei arbeitenden Sensoren wenigstens ein mechanischer Sensor hinzugenommen werden, um die Detektion von sehr dicken und stabilen Materialien auf einfache

und günstige Art und Weise zu gewährleisten. Hierbei kann die mechanische Mehrfachbogenkontrolle auf einen Mindestabstand, z.B. 2 mm, eingestellt werden. Fehl-, Einfach- und Doppelbogenerkennung unterhalb des Mindestabstandes der mechanischen Mehrfachbogenkontrolle wird durch die berührungsfrei arbeitenden Sensoren, wie optisch, kapazitiv, induktiv oder per Ultraschall, gewährleistet.

[0145] Unter Berücksichtigung der vorausgehenden Beschreibung schafft die Erfindung verfahrens- wie vorrichtungsmäßig eine Lösung zur sicheren Erkennung von Einfachbögen, Fehlbögen und Mehrfachbögen, speziell Doppelbögen, wobei dies nicht nur über einen sehr breiten Grammatur- und Flächengewichtsbereich gilt, sondern auch im Hinblick auf flexible Einsatzmöglichkeiten und unterschiedliche Materialspektren.

[0146] Durch Einsatz von nach verschiedenen physikalischen Wirkprinzipien arbeitenden Sensoren, welche zugleich mit dem kennlinienkorrigierenden Verfahren arbeiten, lässt sich im Vergleich zum Stand der Technik ein signifikant breiteres und zugleich das breiteste Materialspektren detektieren. Somit wird in vorteilhafter weise das bereits erweiterte Materialspektrum eines einzelnen Sensors, welcher nach dem Verfahren der Kennlinienkorrektur arbeitet, nochmals durch die Hinzunahme wenigstens eines weiteren Sensors erweitert.

[0147] Zudem verbessert sich durch die Hinzunahme wenigstens eines anderen Sensors und die logische Verknüpfung der Ausgangssignale die Redundanz und somit die Detektionssicherheit. Durch das Verfahren der Kennlinienkorrektur kann auf ein Einlernvorgang bei den Sensoren verzichtet werden, die nach dem Verfahren arbeiten. Dazu kombinierte Sensoren ohne Kennlinienkorrektur, d.h. nach dem Stand der Technik, benötigen weiterhin einen Einlernvorgang.

Das Einlernverfahren wird jedoch deutlich vereinfacht, da die Sensoren welche nach dem Verfahren der Kennlinienkorrektur arbeiten bei einem Einlernvorgang der Sensorkombination nicht zu berücksichtigen sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum berührungslosen Detektieren von Einfach-, Fehl- und Mehrfachbogen von Objekten (2) in Bogenform, insbesondere Papier,

   a) bei dem die Objekte (2) im Strahlungsweg zwischen mindestens einem Sender (T) und einem zugeordneten Empfänger (R) einer Sensoreinrichtung (10) positioniert und in einer Förderrichtung (F) gefördert werden,
   b) bei dem die durch die Objekte (2) transmittierte Strahlung oder die bei einem Fehlbogen vom Empfänger (R) empfangene Strahlung als Messsignal (UM) empfangen wird,
   c) bei dem das Messsignal (UM) einer nachfolgenden Auswertung (4) zum Erzeugen eines Detektionssignals zugeführt wird,
   d) wobei durch eine Eingangsspannung (U_E) des Messsignals (UM) in Abhängigkeit von einem Flächengewicht der Objekte (2) eine Messkennlinie (MK) gebildet ist,
   e) wobei durch eine Ausgangsspannung (U_A) an einem Ausgang der Auswertung (4) in Abhängigkeit von dem Flächengewicht der Objekte (2) eine Zielkennlinie für Einfachbogen (ZK) gebildet ist,
   f) bei dem der Auswertung (4) mindestens eine erste Korrektur-Kennlinie (KK) vorgegeben wird,
   g) bei dem die Messkennlinie (MK) zum Erzeugen des Detektionssignals mit der Korrektur-Kennlinie (KK) zu der Zielkennlinie (ZK) transformiert wird und
   h) wobei in Förderrichtung (F) vor, parallel zu und/oder nach der Sensoreinrichtung (10) mindestens ein weiterer Sensor (44) einer weiteren Sensoreinrichtung (45) vorhanden ist,
   dadurch gekennzeichnet,
   i) **dass** die Zielkennlinie (ZK) mit zunehmendem Flächengewicht der Objekte (2) monoton fällt,
   k) **dass** die Zielkennlinie (ZK) einen ersten, einen mittleren und einen dritten Bereich des Flächengewichts aufweist, wobei der mittlere Bereich zwischen dem ersten und dem dritten Bereich liegt,
   l) **dass** die Zielkennlinie in dem ersten Bereich und dem dritten Bereich mit zunehmendem Flächengewicht steiler abfällt als in dem mittleren Bereich, und wobei die Zielkennlinie in allen drei Bereichen jeweils linear abfällt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass in Bezug auf Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen, mindestens zwei Schwellen als obere und untere Schwelle vorgegeben werden,
   wobei bei einer Ausgangsspannung größer als die obere Schwelle, dies als "Fehlbogen" ausgewertet wird,
   bei einer Ausgangsspannung zwischen den Schwellen dies als "Einfachbogen" und bei einer Ausgangsspannung kleiner als die untere Schwelle, dies als "Mehrfachbogen" ausgewertet wird.

3. Vorrichtung zum berührungslosen Detektieren von Einfach-, Fehl- und Mehrfachbogen von Objekten in Bogenform (2), insbesondere Papier, insbesondere zur Durchführung der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

   a) mit mindestens einer Sensoreinrichtung (10), die mindestens einen Sender (T) und einen zugeordnetem Empfänger (R) aufweist,
   b) wobei die Objekte (2) im Strahlungsweg zwi-

schen dem Sender (T) und dem Empfänger (R) positionierbar und zwischen dem Sender (T) und dem Empfänger (R) der Sensoreinrichtung (10) in einer Förderrichtung (F) förderbar sind,
c) wobei der Empfänger (R) zum Empfangen der durch die Objekte (2) transmittierten Strahlung oder der bei einem Fehlbogen der Objekte (2) erhaltenen Strahlung als Messsignal (UM) dient, und
d) mit einer nachgeschalteten Auswerteeinrichtung (4, 5, 6), die mit dem Empfänger (R) zum Zuführen des Messsignals (UM) verbunden und zum Erzeugen eines Detektionssignals eingerichtet ist,
e) wobei in Förderrichtung (F) vor, parallel zu und/oder nach der Sensoreinrichtung (10) mindestens ein weiterer Sensor (44) einer weiteren Sensoreinrichtung (45) vorhanden ist,
f) wobei der Auswerteeinrichtung (4) eine Korrektur-Kennlinie (KK) für eine Messkennlinie (MK) vorgegeben ist, wobei die Messkennlinie (MK) die Eingangsspannung (U_E) des Messsignals (UM) in Abhängigkeit von einem Flächengewicht der Objekte (2) ist,
g) wobei durch die Ausgangsspannung (U_A) an einem Ausgang der Auswerteeinrichtung (4, 5, 6) in Abhängigkeit von dem Flächengewicht der Objekte (2) eine Zielkennlinie (ZK) für Einfachbogen gebildet ist und **dadurch gekennzeichnet,**
h) **dass** die Auswerteeinrichtung (4, 5, 6) eingerichtet ist zum Transformieren der Messkennlinie (MK) mit der Korrektur-Kennlinie (KK) zu der Zielkennlinie (ZK) dergestalt,
i) **dass** die Zielkennlinie (ZK) mit zunehmendem Flächengewicht der Objekte (2) monoton fällt,
k) **dass** die Zielkennlinie (ZK) einen ersten, einen mittleren und einen dritten Bereich des Flächengewichts aufweist, wobei der mittlere Bereich zwischen dem ersten und dem dritten Bereich liegt,
l) **dass** die Zielkennlinie in dem ersten Bereich und dem dritten Bereich mit zunehmendem Flächengewicht steiler abfällt als in dem mittleren Bereich, und dass die Zielkennlinie in allen drei Bereichen jeweils linear abfällt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sensoreinrichtung (10) mindestens einen Ultraschall-Sensor und einen oder mehrere optische, kapazitive oder induktive Sensoren in Kombination aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Messsignale unterschiedlicher Typen (9, 44) von Sensoren unterschiedlichen Auswerteeinrichtungen, insbesondere über separate Kanäle, zugeführt sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Einrichtung zum Selbstabgleich oder zur Einstellung der Sendefrequenz und/oder der Sendeamplitude auf das Empfängersignal vorgesehen ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Selbstabgleich in zur Sendefrequenz synchronisierten Zeiten oder in definierten Pausezeiten durchführbar ist.

Claims

1. Method for the contactless detection of single, missing or multiple sheets of objects (2) in sheet form, particularly paper,

a) in which the objects (2) being placed in the beam path of at least one transmitter (T) and an associated receiver (R) of a sensor device (10) and being conveyed in a conveying direction (F),
b) in which the radiation transmitted through the objects (2) or the radiation received by the receiver (R) in the case of a missing sheet is received in the form of a measuring signal (U_M),
c) in which the measuring signal (U_M) is supplied to a following evaluation (4) for generating a detection signal,
d) wherein by an input voltage (U_E) of the measuring signal (U_M) in dependence on a weight per unit area of the objects (2) a measuring characteristic (MK) is formed,
e) wherein by an output voltage (U_A) at an output of the evaluation (4) in dependence on the weight per unit area of the objects (2) a target characteristic for single sheets (ZK) is formed,
f) in which for the evaluation (4) at least a first correction characteristic (KK) is provided,
g) in which the measuring characteristic (MK) for generating the detection signal with the correction characteristic (KK) is transformed to the target characteristic (ZK), and
h) wherein in the conveying direction (F) upstream, parallel to and/or downstream of said sensor device (10) at least one further sensor (44) of a further sensor device (45) is provided,
characterized in
i) **that** the target characteristic (ZK) is falling monotonously with increasing weight per unit area of the objects (2),
k) **that** the target characteristic (ZK) has a first, a central and a third area of the weight per unit

area wherein the central area is between the first and the third area,
l) **that** the target characteristic in the first area and the third area falls more steeply with increasing weight per unit area as in the central area, and wherein the target characteristic falls linearly in all three areas respectively.

2. Method according to claim 1,
characterized in that
with respect to the single, missing or multiple sheets, at least two thresholds are given as the upper and lower threshold,
wherein in the case of the output voltage being larger than the upper threshold this is evaluated as a "missing sheet",
when the output voltage is between the thresholds this is evaluated as a "single sheet", and when the output voltage is smaller than the lower threshold this is evaluated as a "multiple sheet".

3. Device for the contactless detection of single, missing or multiple sheets of objects (2) in sheet form, particularly paper, particularly for performing the methods according to one of the claims 1 or 2,

a) having at least one sensor device (10) with at least one transmitter (T) and one associated receiver (R),
b) wherein the objects (2) are positionable in the beam path between the transmitter (T) and the receiver (R) and are conveyable between the transmitter (T) and the receiver (R) of the sensor device (10) in a conveying direction (F),
c) wherein the receiver (R) serves for receiving as a measuring signal (U_M) the radiation transmitted by the objects (2) or the radiation obtained in the case of a missing sheet of the objects (2), and
d) with a downstream evaluating device (4,5,6) which is connected to the receiver (R) for supplying the measuring signal (U_M) and being provided for generating a detection signal,
e) wherein in conveying direction (F) upstream, parallel to and/or downstream of said sensor device (10) at least one further sensor (44) of a further sensor device (45) is provided,
f) wherein for the evaluation device (4) a correction characteristic (KK) for a measuring characteristic (MK) is provided, wherein the measuring characteristic (MK) is the input voltage (U_E) of the measuring signal (U_M) in dependence on a weight per unit area of the objects (2),
g) wherein by the output voltage (U_A) at an output of the evaluation device (4, 5, 6) in dependence on the weight per unit area of the objects (2) a target characteristic for single sheets is formed,
characterized in
h) that the evaluation device (4, 5, 6) is disposed for transforming the measuring characteristic (MK) with the correction characteristic (KK) to the target characteristic (ZK) such,
i) that the target characteristic (ZK) is falling monotonously with increasing weight per unit area of the objects (2),
k) that the target characteristic (ZK) has a first, a central and a third area of the weight per unit area, wherein the central area is between the first and the third area,
l) that the target characteristic in the first area and the third area falls more steeply with increasing weight per unit area as in the central area, and that the target characteristic falls linearly in all three areas respectively.

4. Device according to claim 3,
characterized in that
the sensor device (10) comprises at least one ultrasonic sensor and one or more optical, capacitive or inductive sensors in combination.

5. Device according to claim 3 or 4,
characterized in that
the measuring signals of different types (9, 44) of sensors are supplied to different evaluating devices, particularly via separate channels.

6. Device according to one of the claims 3 to 5,
characterized in that
a device of auto-balancing or for adjusting the transmitting frequency and/or the transmitting amplitude to the receiving signal is provided.

7. Device according to claim 6,
characterized in that
the auto-balancing can be performed in times synchronized with the transmitting frequency or in defined pause periods.

Revendications

1. Procédé pour la détection sans contact de feuilles simples, de feuilles manquantes et de feuilles multiples d'objets (2) sous forme de feuilles, en particulier du papier,

a) selon lequel les objets (2) sont disposés dans le trajet d'un rayonnement entre au moins un émetteur (T) et un récepteur (R) associé d'un dispositif de détection (10) et sont transportés dans une direction de transport (F),
b) selon lequel le rayonnement transmis à travers les objets (2) ou le rayonnement reçu par le récepteur (R) en cas de feuille manquante est

reçu en tant que signal de mesure (U_M),
c) selon lequel le signal de mesure (U_M) est soumis à une opération d'évaluation ultérieure (4) pour la génération d'un signal de détection,
d) dans lequel une courbe caractéristique de mesure (MK) est formée par une tension d'entrée (U_E) du signal de mesure (U_M) en fonction d'une masse par unité de surface des objets (2),
e) dans lequel une courbe caractéristique considérée comme cible (ZK) est formée pour une feuille simple par une tension de sortie (U_A) sur une sortie de l'opération d'évaluation (4) en fonction de la masse par unité de surface des objets (2),
f) selon lequel au moins une première courbe caractéristique de correction (KK) est imposée à l'opération d'évaluation (4),
g) selon lequel la courbe caractéristique de mesure (MK) est, avec la courbe caractéristique de correction (KK), transformée en la courbe caractéristique cible (ZK) pour la génération du signal de détection, et
h) dans lequel, dans la direction de transport (F), au moins un capteur supplémentaire (44) d'un dispositif de détection supplémentaire (45) est présent en amont, parallèlement à, et/ou en aval du dispositif de détection (10), caractérisé :
i) en ce que la courbe caractéristique cible (ZK) décroît de manière monotone pour une masse par unité de surface croissante des objets (2),
k) en ce que la courbe caractéristique cible (ZK) comprend une première zone, une zone médiane et une troisième zone de la masse par unité de surface, la zone médiane étant située entre les première et troisième zones,
l) en ce que la courbe caractéristique cible décroît de manière plus abrupte dans la première zone et dans la troisième zone, pour une masse par unité de surface croissante, que dans la zone médiane, et dans lequel la courbe caractéristique cible décroît de manière linéaire dans la totalité de chacune des trois régions.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé :**

en ce que, en ce qui concerne des feuilles simples, des feuilles manquantes ou des feuilles multiples, au moins deux seuils sont imposés, en tant que seuils supérieur et inférieur,
lorsqu'une tension de sortie est plus élevée que le seuil supérieur, l'évaluation est celle correspondant à la situation "feuille manquante",
lorsqu'une tension de sortie est située entre les seuils, il s'agit de la situation "feuille simple", et
lorsqu'une tension de sortie est plus faible que le seuil inférieur, l'évaluation est celle correspondant à la situation "feuilles multiples".

3. Dispositif pour la détection sans contact de feuilles simples, de feuilles manquantes et de feuilles multiples d'objets sous forme de feuilles (2), en particulier du papier, notamment en vue de la mise en oeuvre du procédé selon une des revendications 1 ou 2,

a) avec au moins un dispositif de détection (10), qui comprend au moins un émetteur (T) et un récepteur (R) associé,
b) dans lequel les objets (2) peuvent être disposés dans le trajet d'un rayonnement entre l'émetteur (T) et le récepteur (R) et peuvent être transportés entre l'émetteur (T) et le récepteur (R) du dispositif de détection (10) dans une direction de transport (F),
c) dans lequel le récepteur (R) sert pour la réception du rayonnement transmis par l'intermédiaire des objets (2) ou du rayonnement obtenu des objets (2) dans le cas d'une feuille manquante, en tant que signal de mesure (U_M), et
d) avec un dispositif d'évaluation (4, 5, 6) monté en aval, qui est relié au récepteur (R) pour le transfert du signal de mesure (U_M) et qui est agencé pour la génération d'un signal de détection,
e) dans lequel, dans la direction de transport (F), au moins un capteur supplémentaire (44) d'un dispositif de détection supplémentaire (45) est présent en amont, parallèlement à, et/ou en aval du dispositif de détection (10),
f) dans lequel une courbe caractéristique de correction (KK) est imposée au dispositif d'évaluation (4) pour une courbe caractéristique de mesure (MK), la courbe caractéristique de mesure (MK) étant la tension d'entrée (U_E) du signal de mesure (U_M) en fonction d'une masse par unité de surface des objets (2),
g) dans lequel une courbe caractéristique considérée comme cible (ZK) est formée pour une feuille simple par la tension de sortie (U_A) sur une sortie du dispositif d'évaluation (4, 5, 6) en fonction de la masse par unité de surface des objets (2), et
caractérisé :
h) en ce que le dispositif d'évaluation (4, 5, 6) est agencé pour la transformation, avec la courbe caractéristique de correction (KK), de la courbe caractéristique de mesure (MK) en la courbe caractéristique cible (ZK), de telle manière :
i) que la courbe caractéristique cible (ZK) décroît de manière monotone pour une masse par unité de surface croissante des objets (2),
k) que la courbe caractéristique cible (ZK) comprend une première zone, une zone médiane et une troisième zone de la masse par unité de surface, la zone médiane étant située entre les première et troisième zones,

l) que la courbe caractéristique cible décroît de manière plus abrupte dans la première zone et dans la troisième zone, pour une masse par unité de surface croissante, que dans la zone médiane, et en ce que la courbe caractéristique cible décroît de manière linéaire dans la totalité de chacune des trois régions.

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé :**

en ce que le dispositif de détection (10) comprend au moins un détecteur à ultrasons et un ou plusieurs capteurs optiques, capacitifs ou inductifs en combinaison.

5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé :**

en ce que les signaux de mesure de différents types de capteurs (9, 44) sont amenés à différents dispositifs d'évaluation, plus particulièrement par l'intermédiaire de canaux distincts.

6. Dispositif selon une des revendications 3 à 5, **caractérisé :**

en ce qu'un dispositif pour le calibrage ou pour le réglage de la fréquence d'émission et/ou de l'amplitude d'émission est prévu sur le signal du récepteur.

7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé :**

en ce que le calibrage peut être mis en oeuvre pendant des périodes synchronisées avec la fréquence d'émission ou pendant des périodes de pause définies.

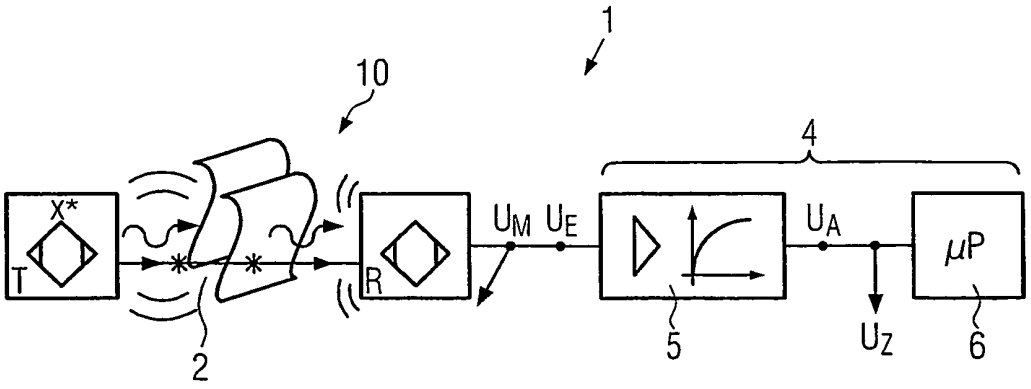


FIG. 1

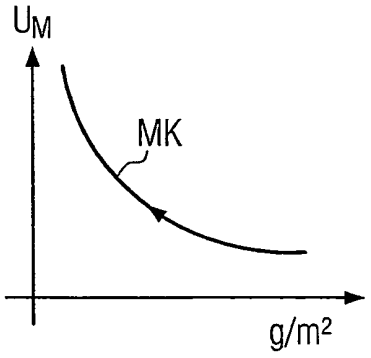


FIG. 1a

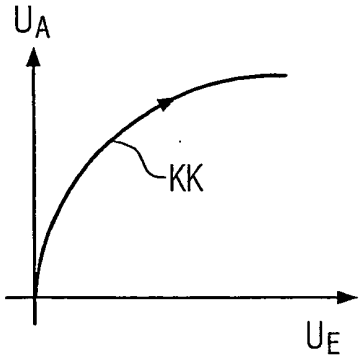


FIG. 1b

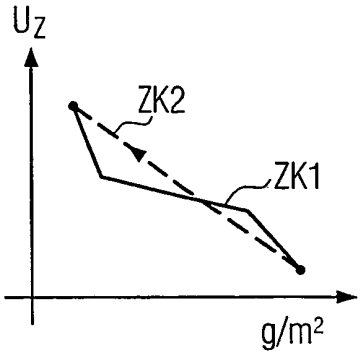


FIG. 1c

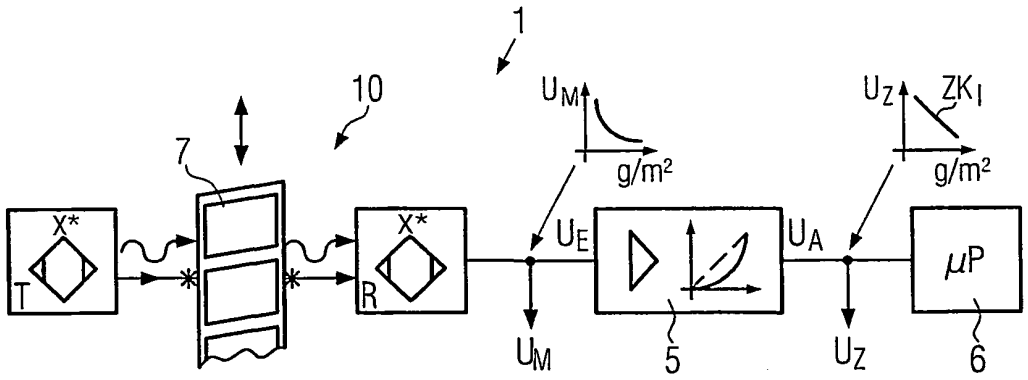


FIG. 2

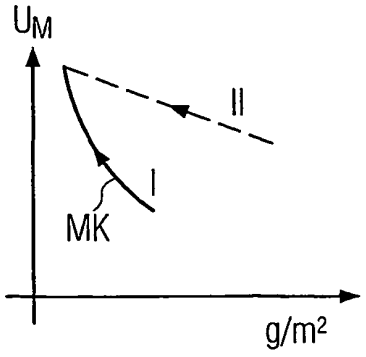


FIG. 2a

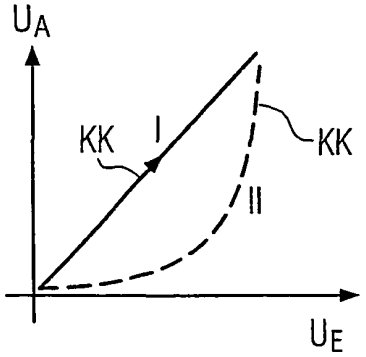


FIG. 2b

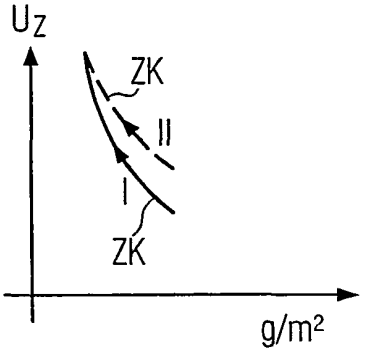


FIG. 2c

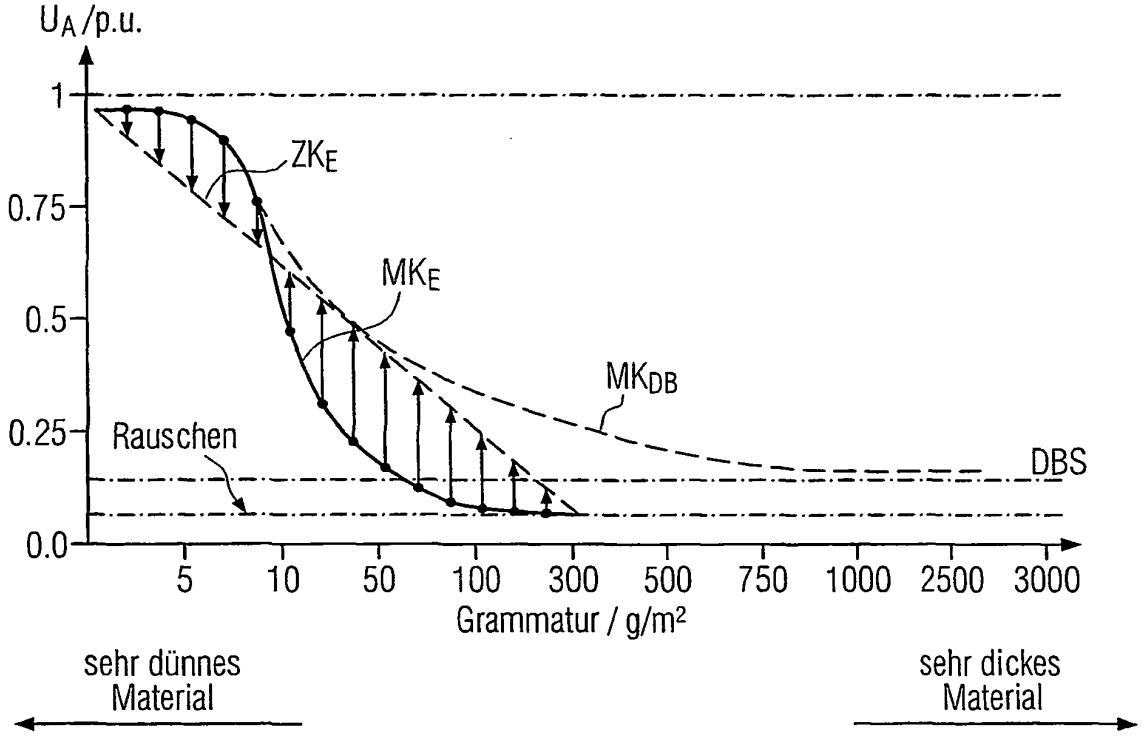

UA /p.u.
1
0.75
0.5
0.25
0.0
ZKE
MKE
MKDB
DBS
Rauschen
5
10
50
100
300
500
750
1000
2500
3000
Grammatur / g/m2
sehr dünnes Material
sehr dickes Material

FIG. 2d

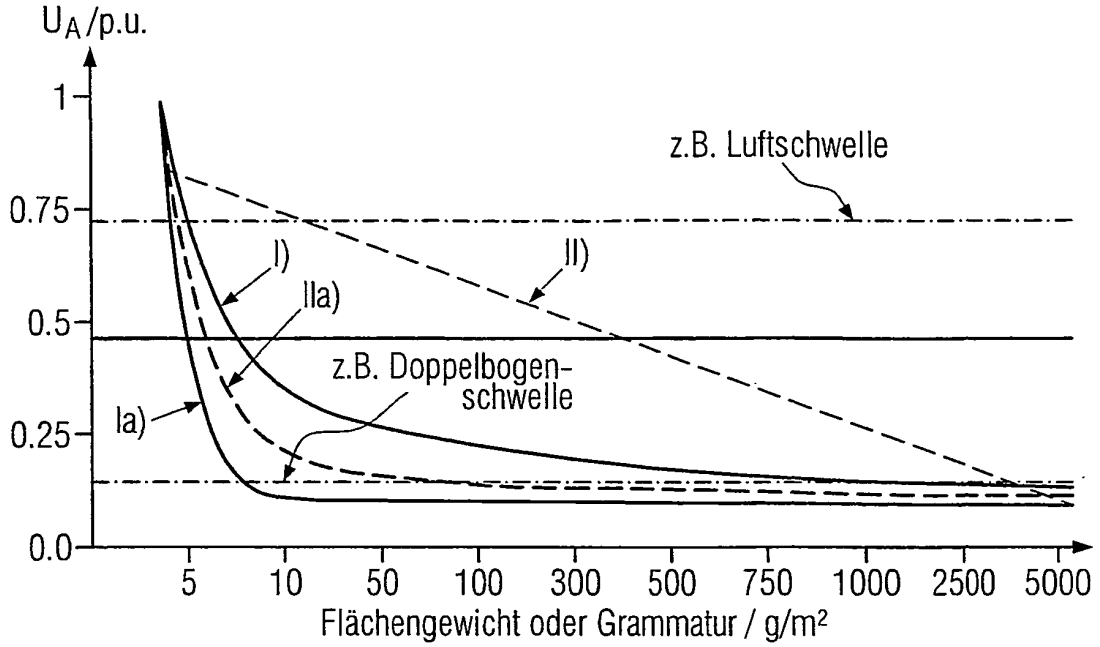

UA/p.u.
1
0.75
0.5
0.25
0.0
z.B. Luftschwelle
I)
II)
IIa)
z.B. Doppelbogen-
schwelle
Ia)
5
10
50
100
300
500
750
1000
2500
5000
Flächengewicht oder Grammatur / g/m²

FIG. 3a

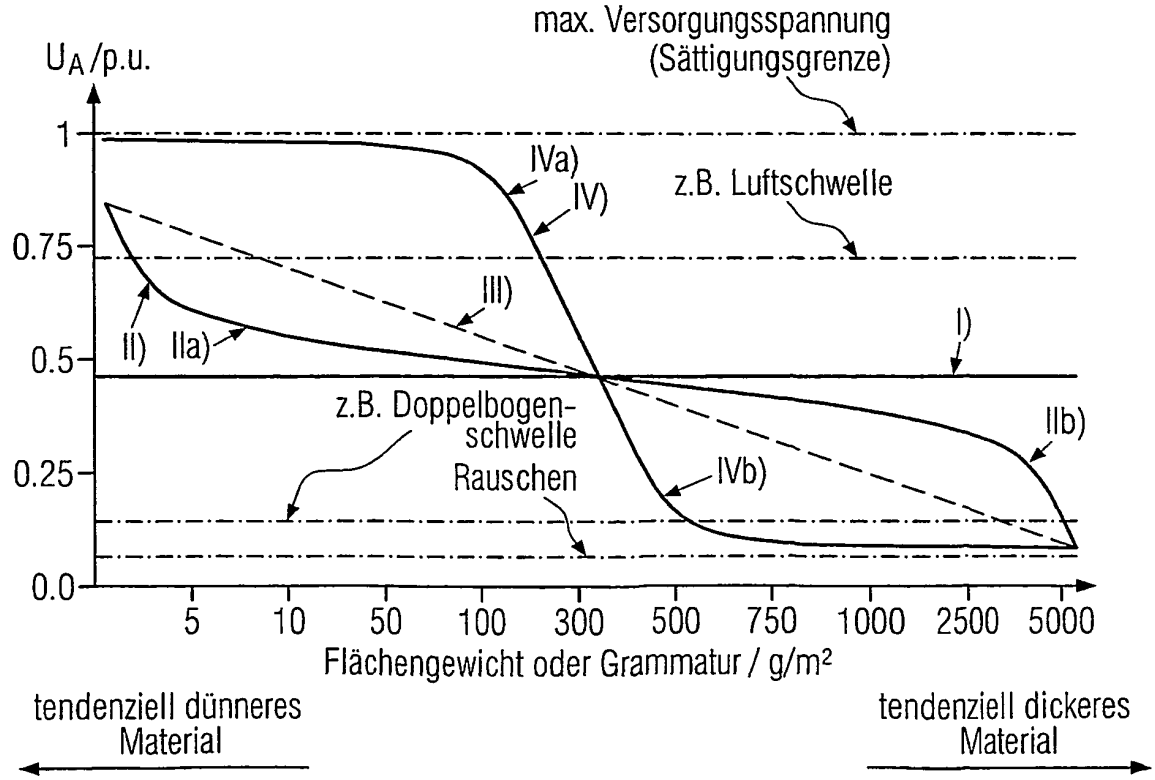

max. Versorgungsspannung
(Sättigungsgrenze)
UA/p.u.
1
0.75
0.5
0.25
0.0
IVa)
IV)
z.B. Luftschwelle
III)
II)
IIa)
I)
z.B. Doppelbogen-
schwelle
IIb)
Rauschen
IVb)
5
10
50
100
300
500
750
1000
2500
5000
Flächengewicht oder Grammatur / g/m²
tendenziell dünneres
Material
tendenziell dickeres
Material

FIG. 3b

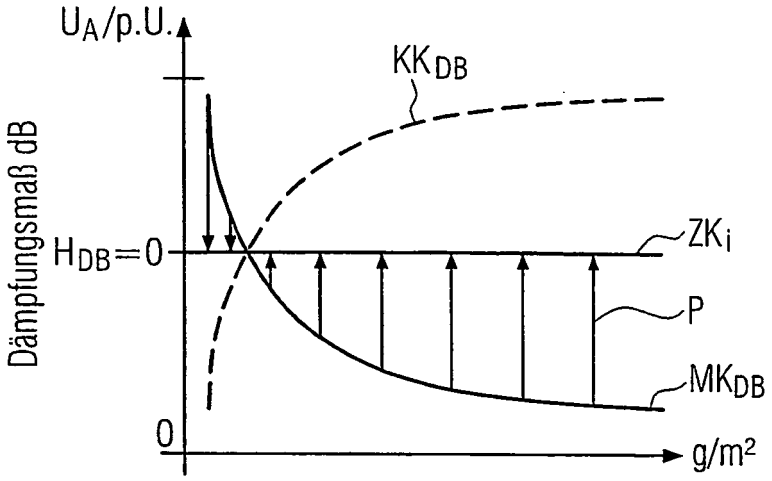


FIG. 4a

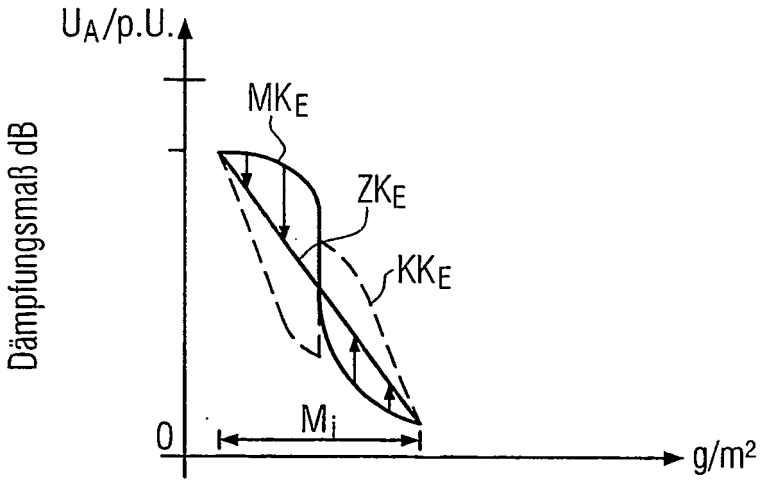


FIG. 4b

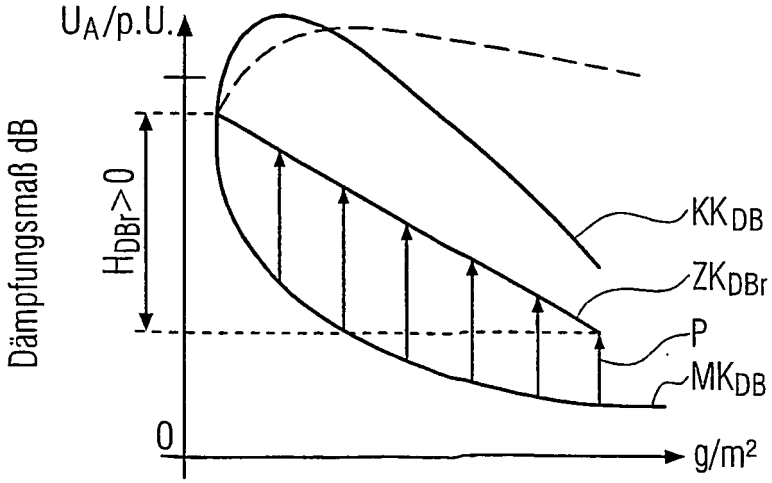


FIG. 4c

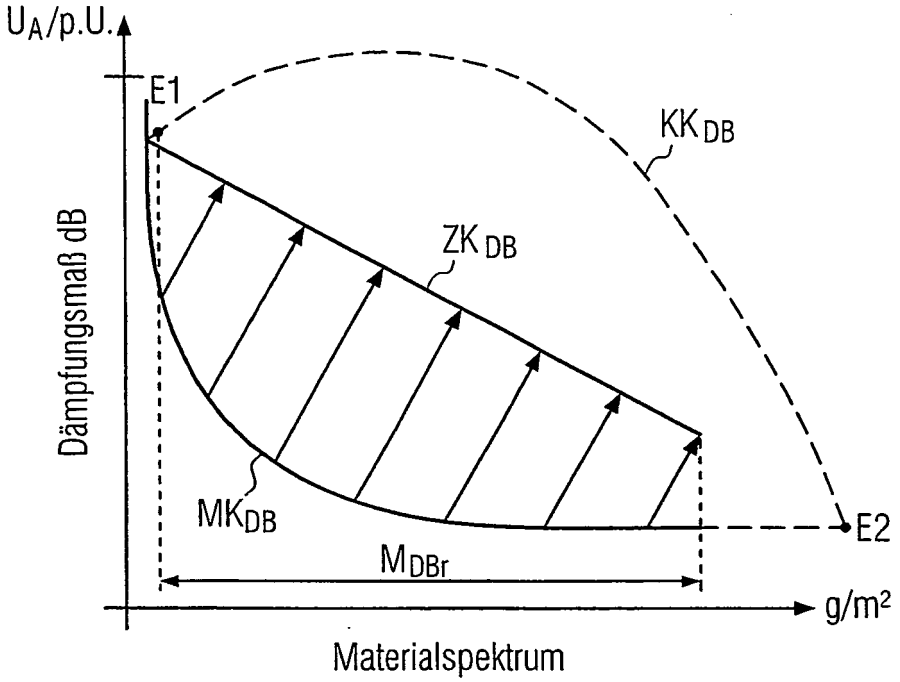

UA/p.U.
E1
KKDB
ZKDB
Dämpfungsmaß dB
MKDB
E2
MDBr
g/m²
Materialspektrum

FIG. 4d

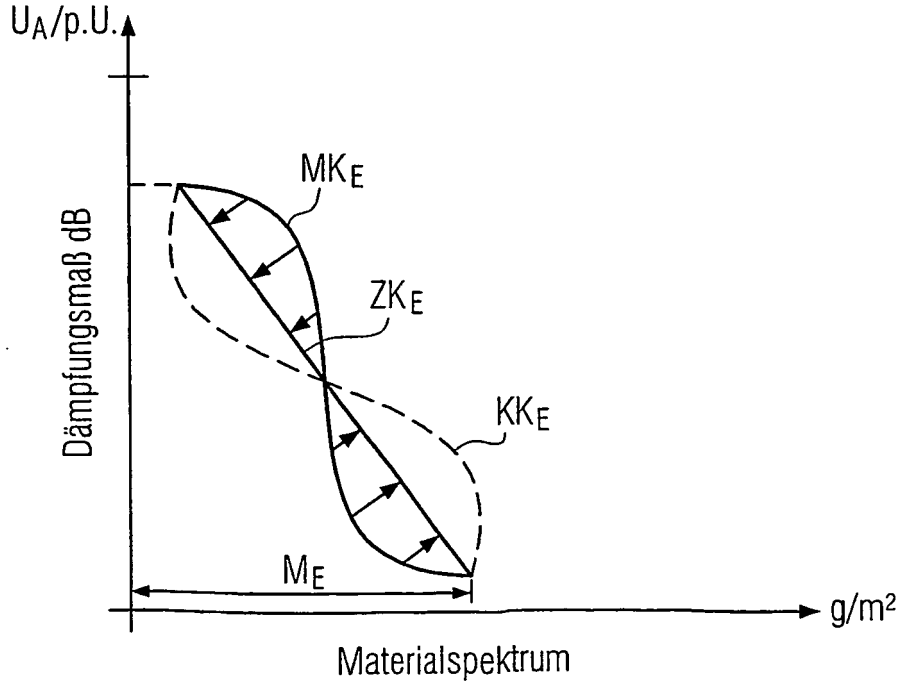

UA/p.U.
MKE
ZKE
KKE
Dämpfungsmaß dB
ME
g/m²
Materialspektrum

FIG. 4e

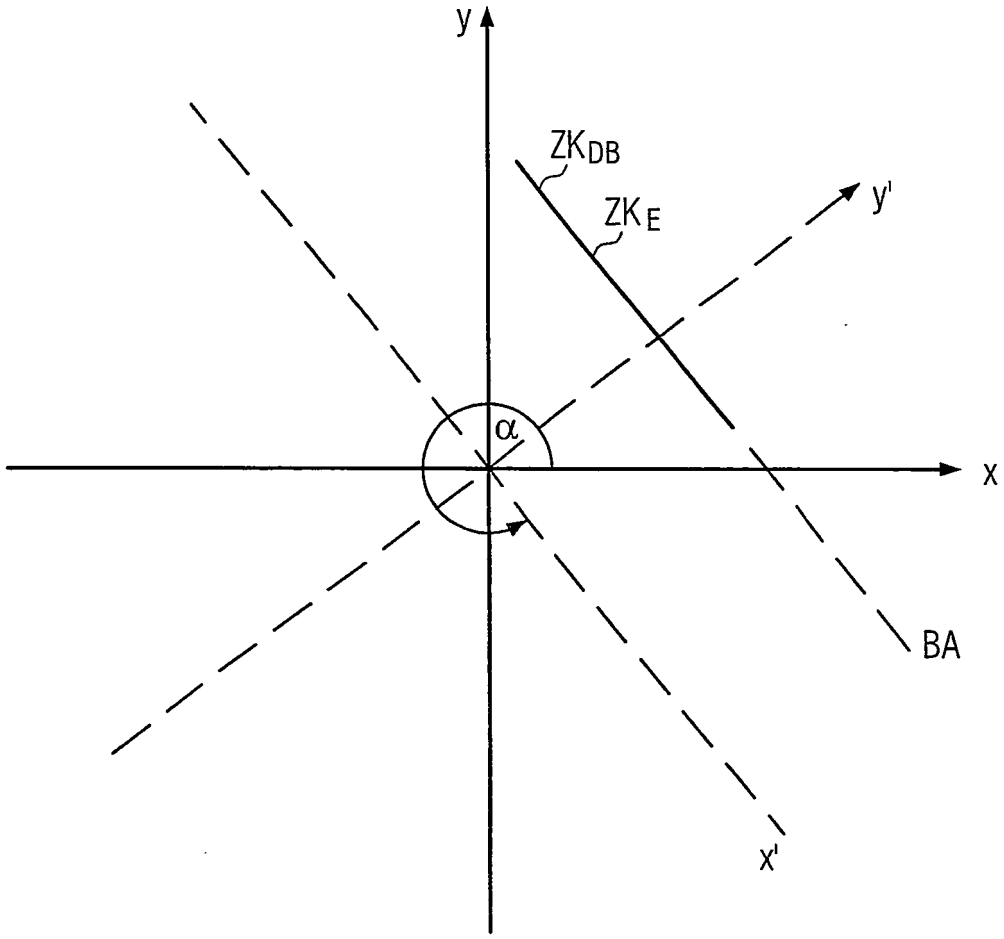


FIG. 4f

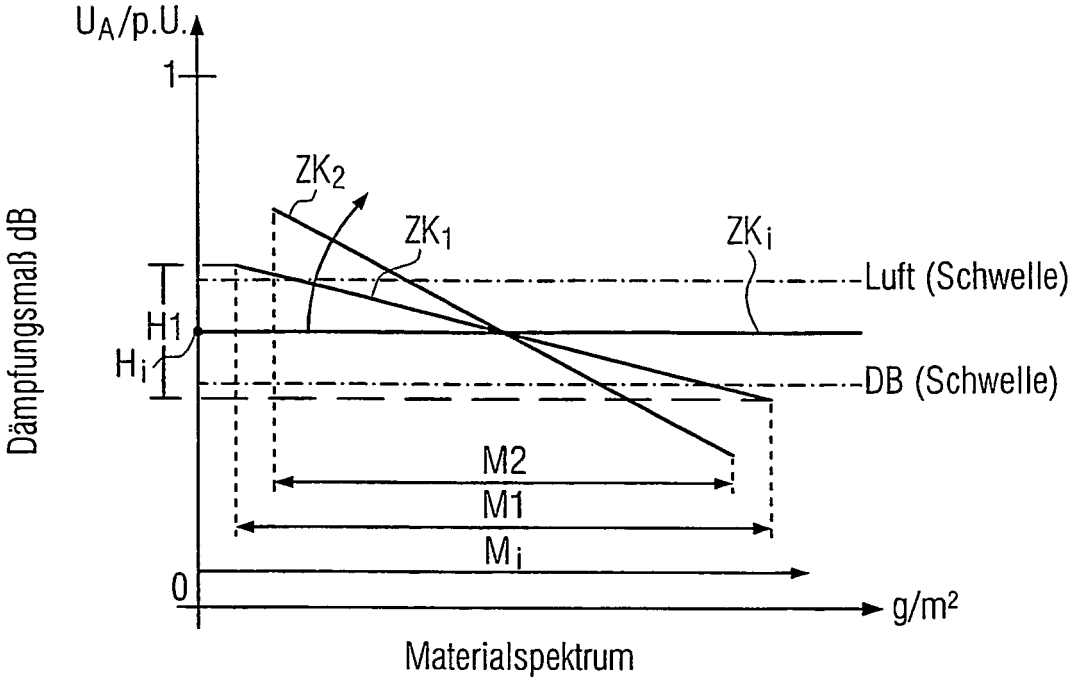

UA/p.U.
1
ZK2
ZK1
ZKi
Luft (Schwelle)
H1
Hi
DB (Schwelle)
Dämpfungsmaß dB
M2
M1
Mi
0
g/m2
Materialspektrum

FIG. 4g

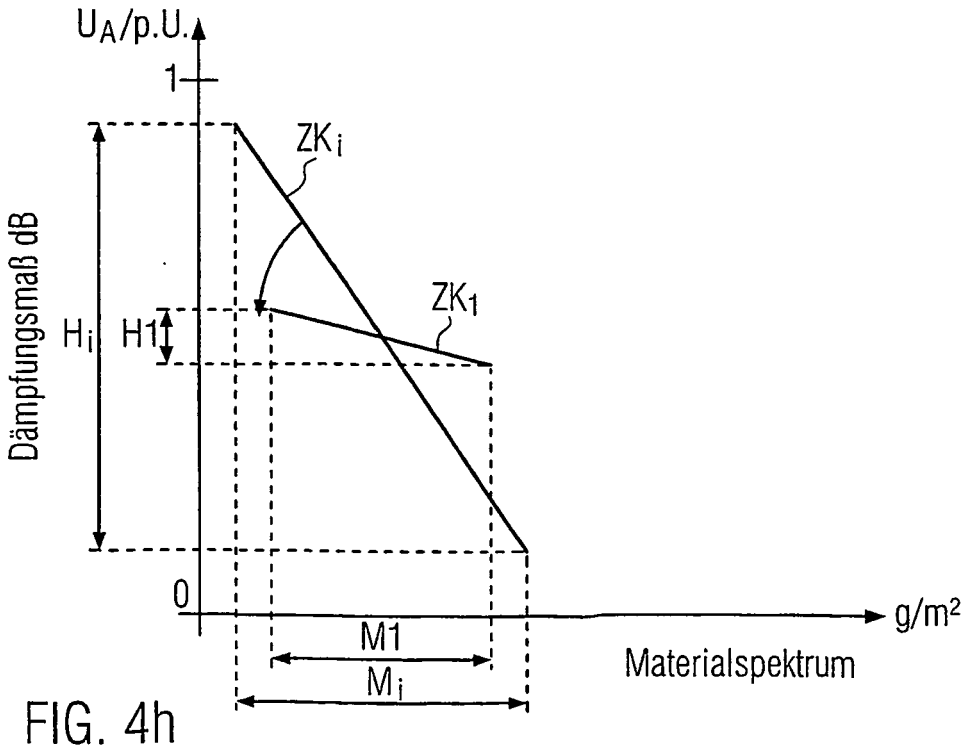

UA/p.U.
1
ZKi
ZK1
Hi
H1
Dämpfungsmaß dB
0
g/m2
M1
Mi
Materialspektrum

FIG. 4h

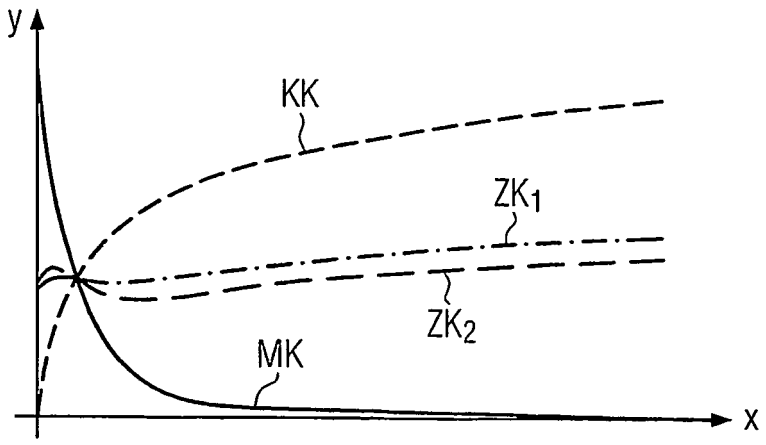


FIG. 4i

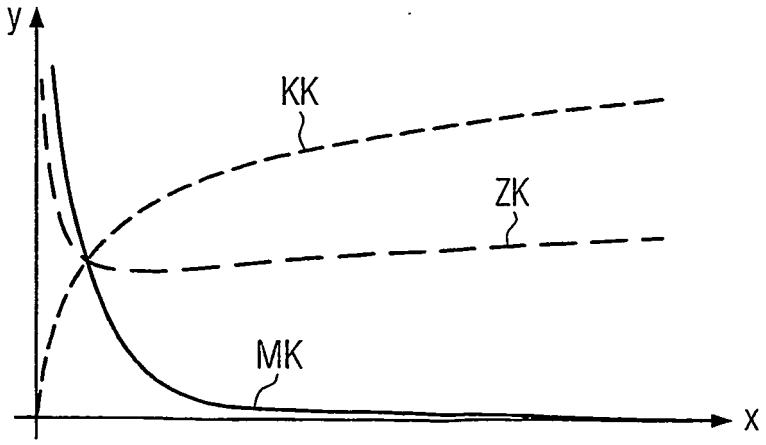


FIG. 4j

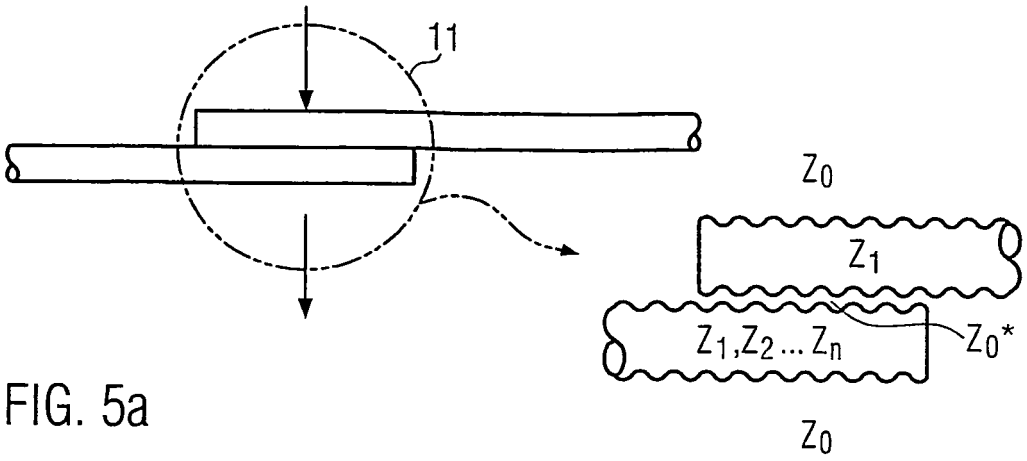


FIG. 5a

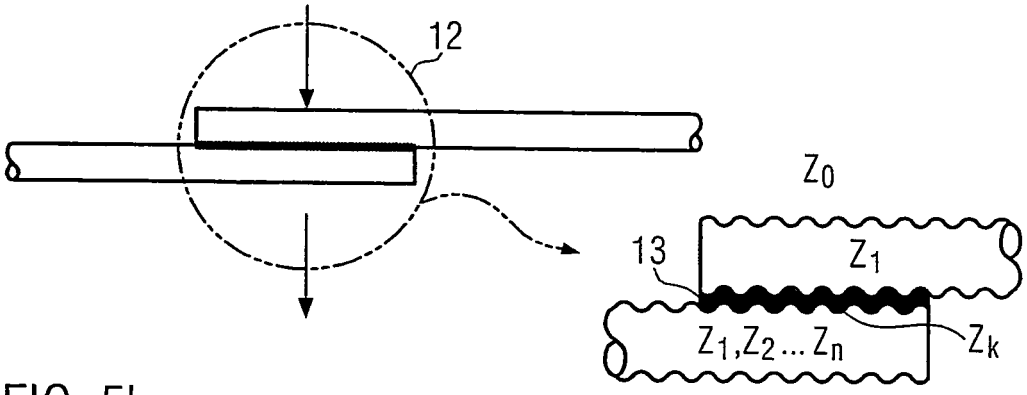


FIG. 5b

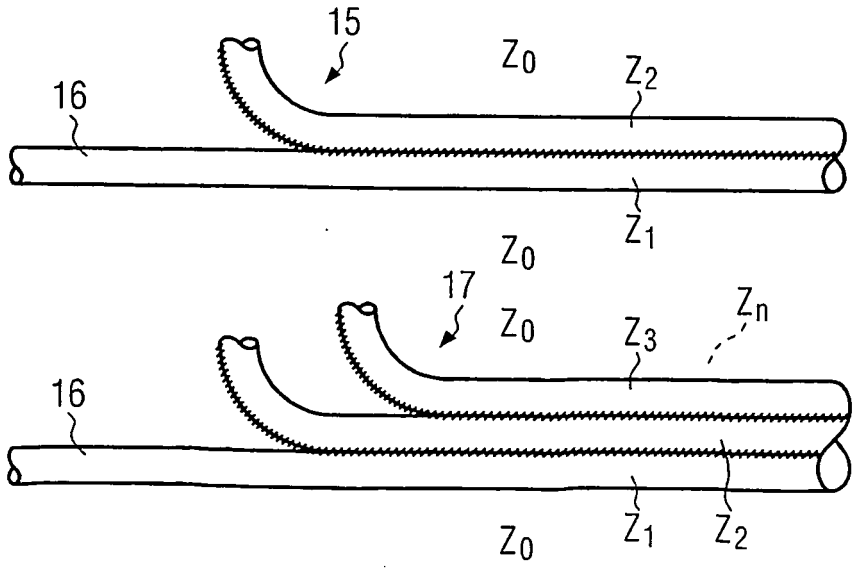


FIG. 5c

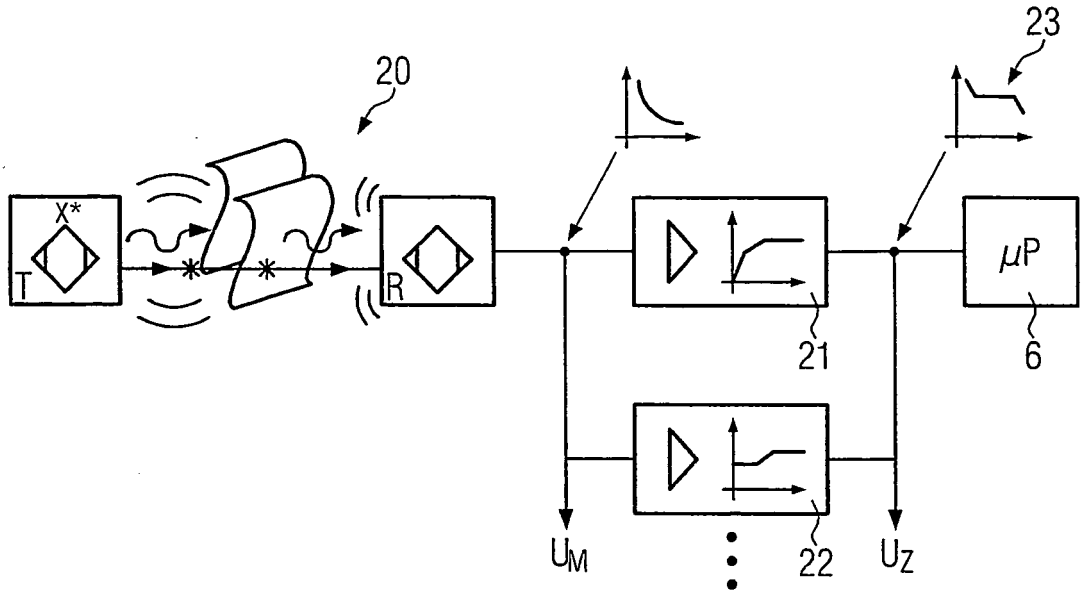


FIG. 6

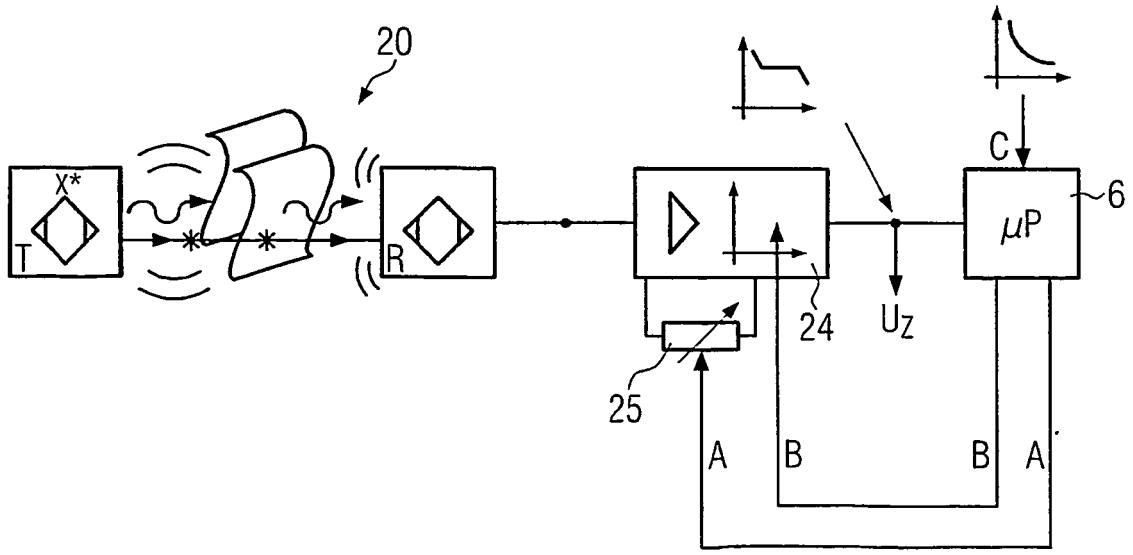


FIG. 7

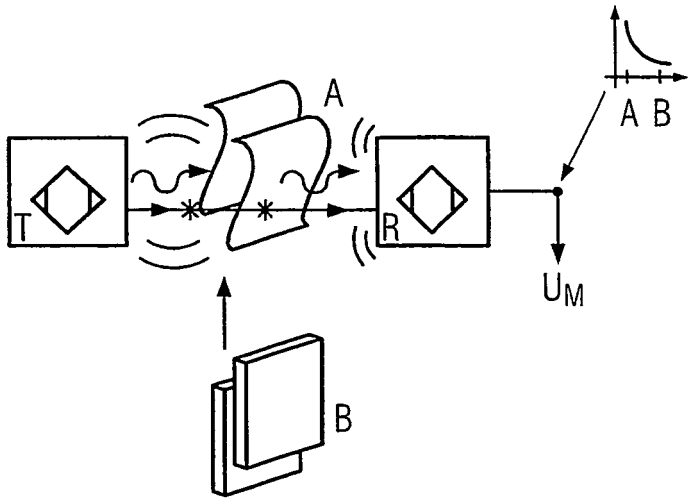


FIG. 8

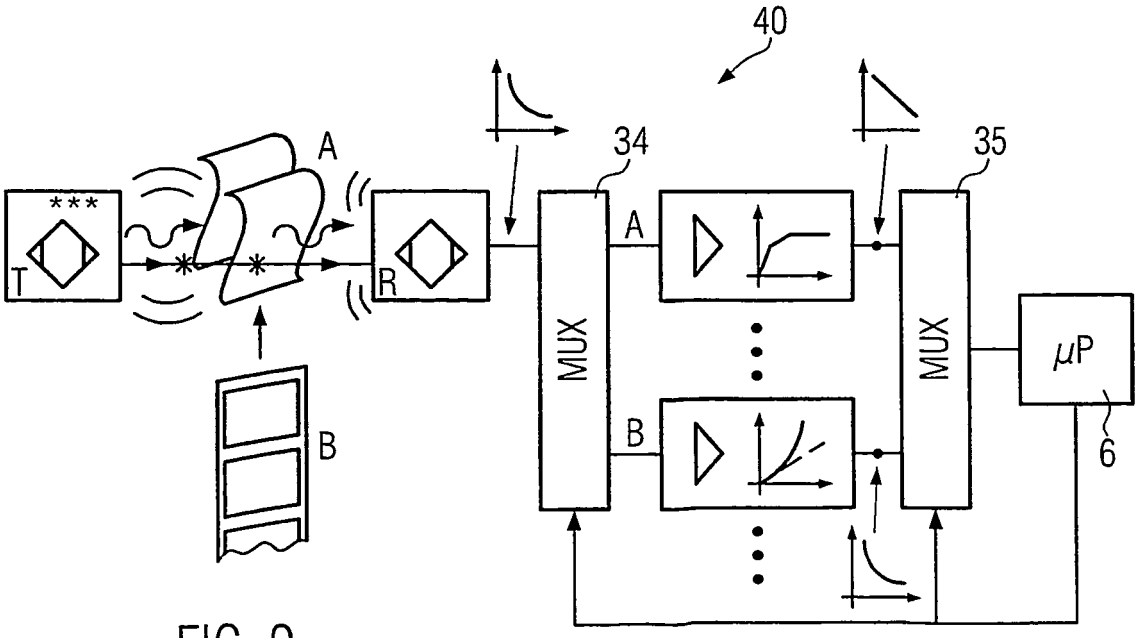


FIG. 9

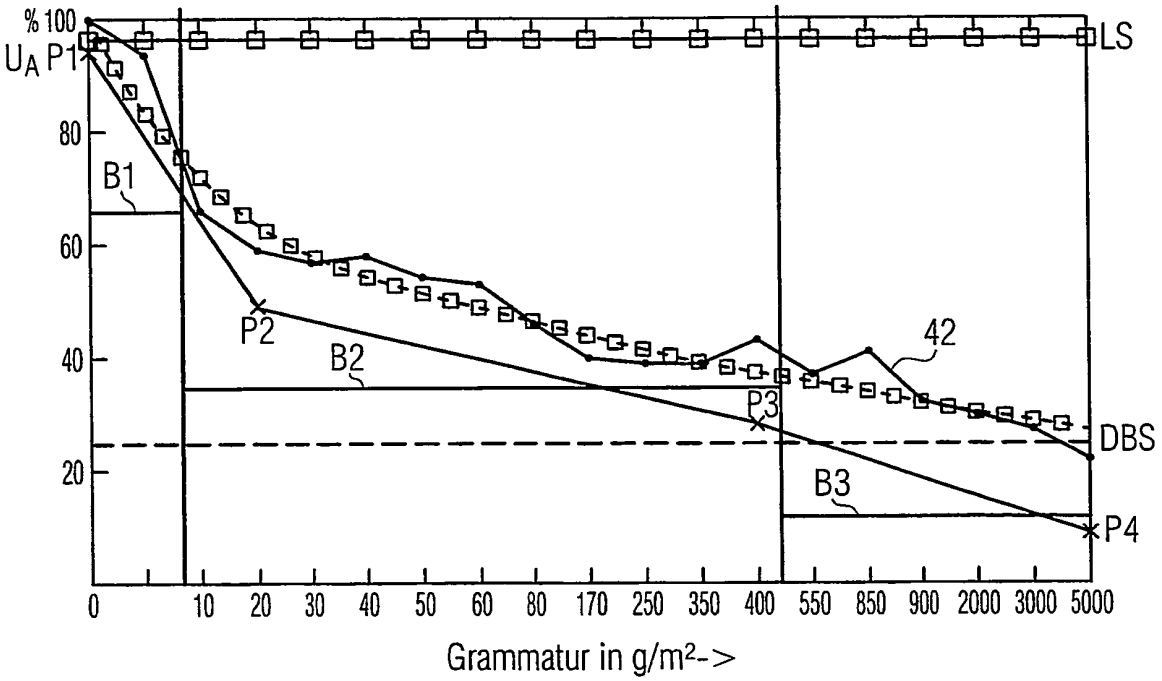
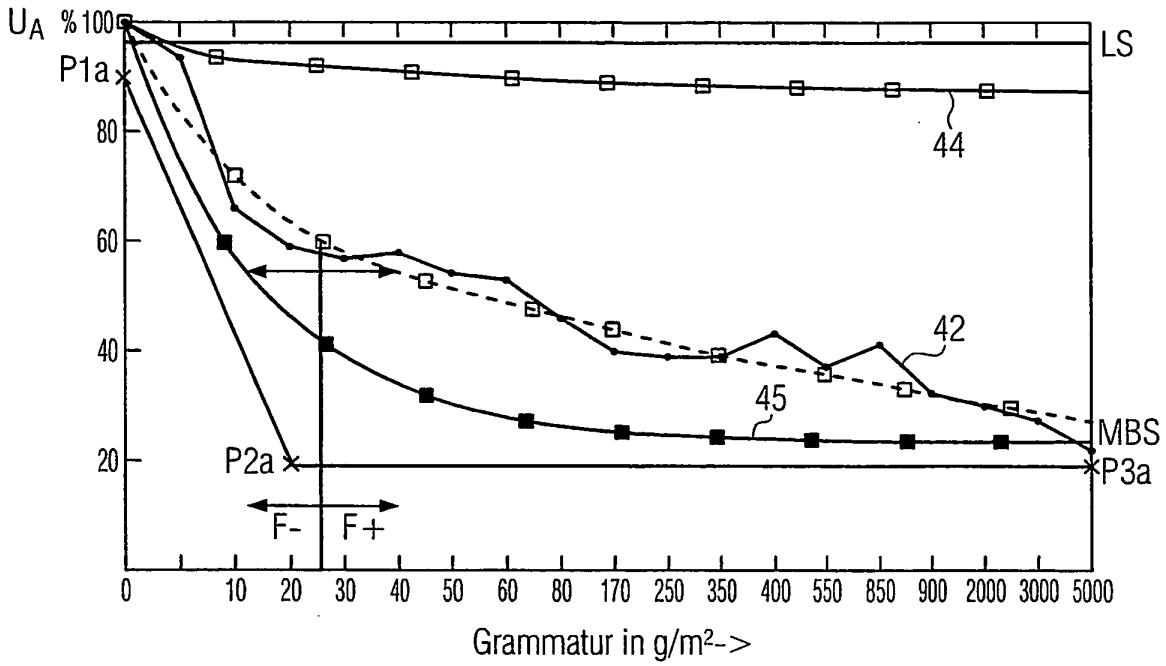

% 100
U_A P1
80
60
40
20
B1
P2
B2
P3
42
LS
DBS
B3
P4
0
10
20
30
40
50
60
80
170
250
350
400
550
850
900
2000
3000
5000
Grammatur in g/m²->>

FIG. 10


UA %100
P1a
80
60
40
20
LS
44
42
45
MBS
P2a
P3a
F-
F+
0
10
20
30
40
50
60
80
170
250
350
400
550
850
900
2000
3000
5000
Grammatur in g/m²->
FIG. 11

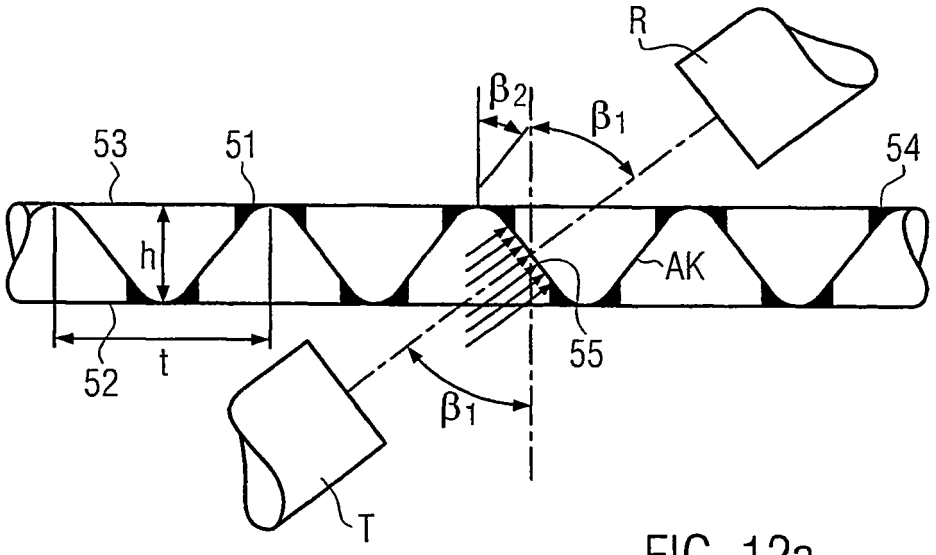


FIG. 12a

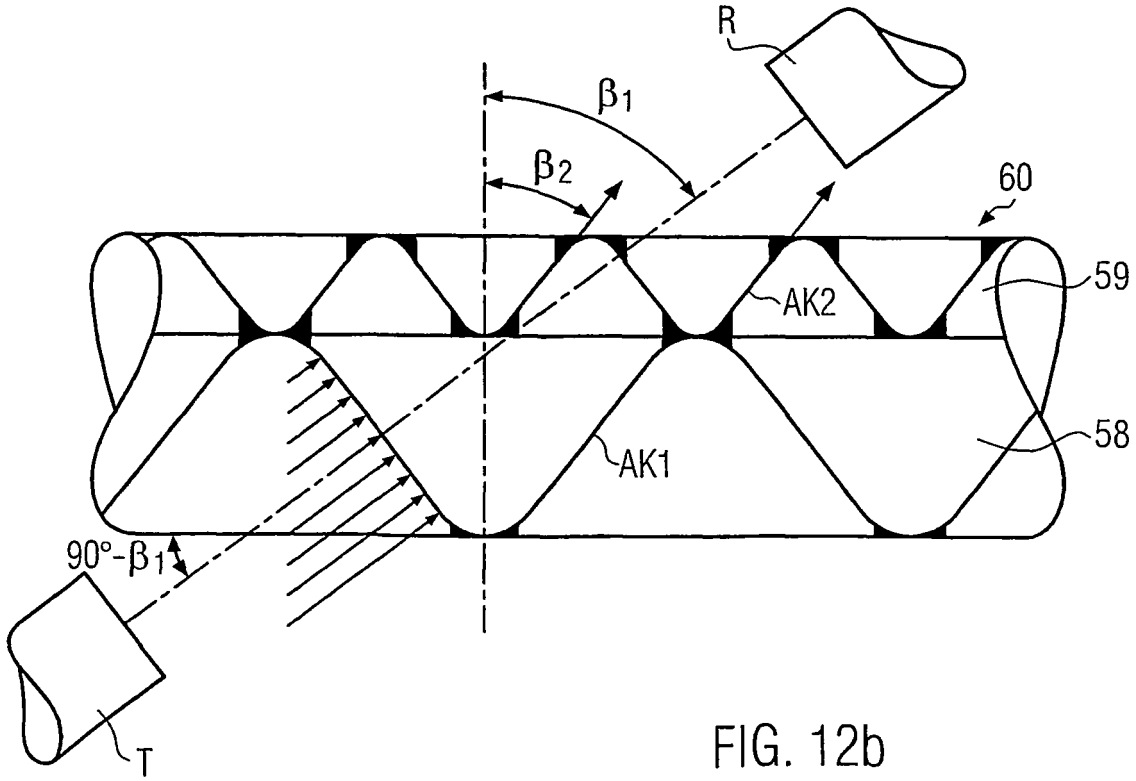


FIG. 12b

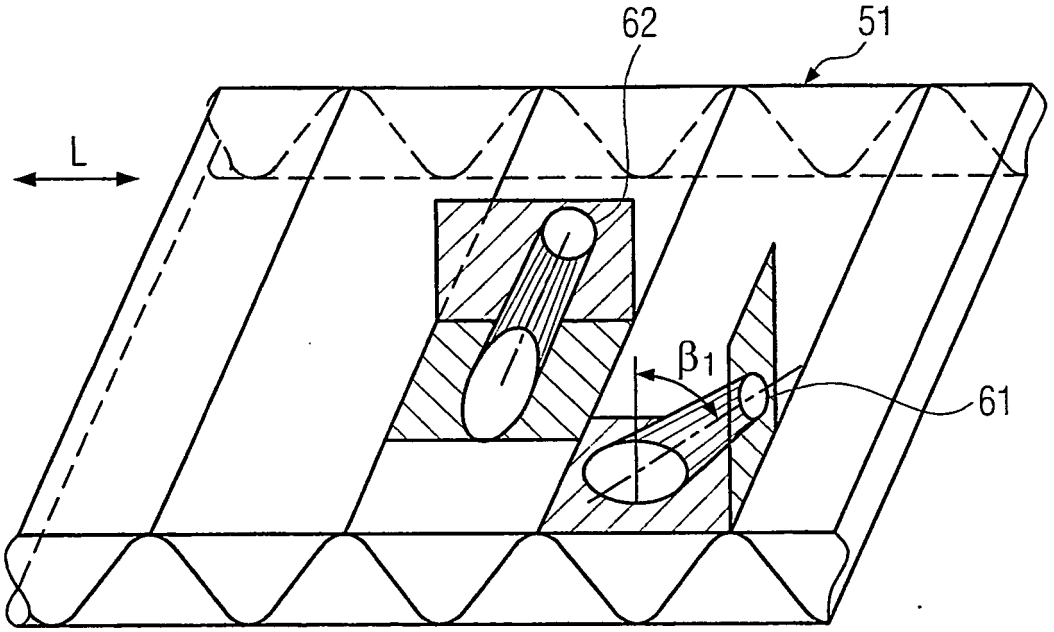


FIG. 12c

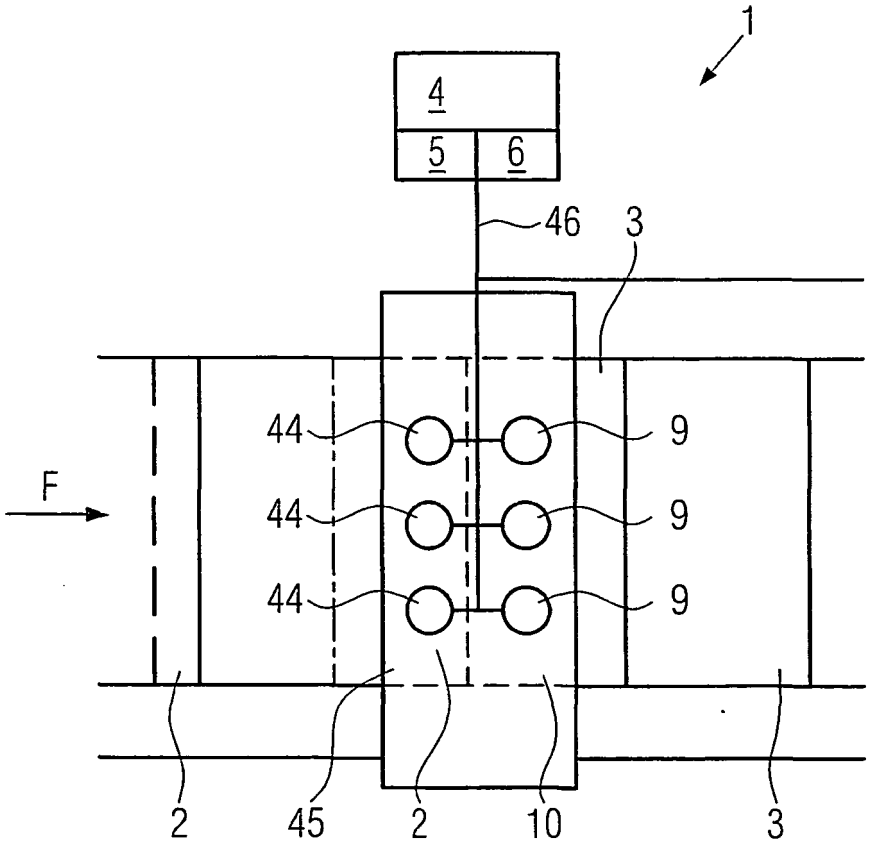


FIG. 13

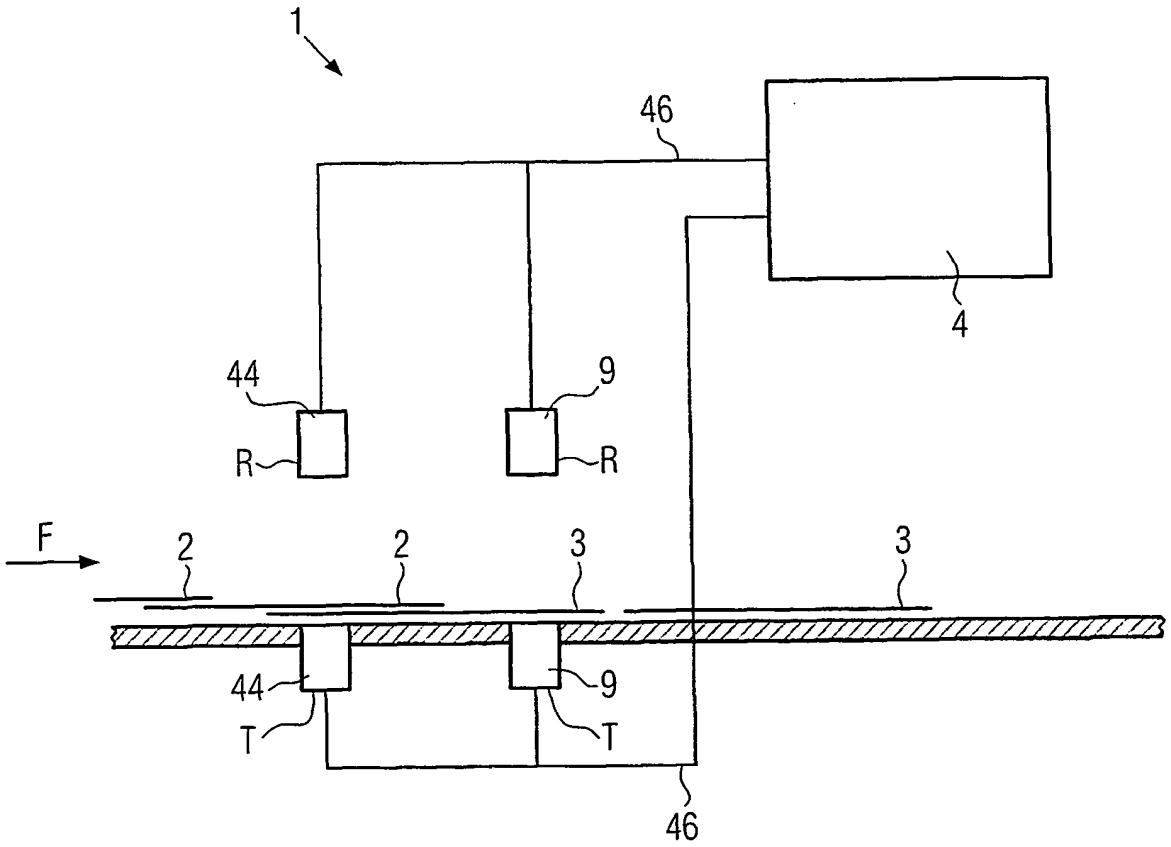


FIG. 14

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 20018193 U1 **[0009]**
- EP 1201582 A **[0009]**
- DE 19521129 C1 **[0010]**
- EP 0997747 A2 **[0011]**
- EP 0981202 B1 **[0011]**
- DE 20312388 U1 **[0012]**
- DE 29722715 U1 **[0013]**
- DE 4403011 C1 **[0014]**
- DE 4233855 C2 **[0015]**
- US 20030006550 A **[0016]**
- DE 3048710 C2 **[0017]**
- DE 4022325 C2 **[0018]**
- DE 19921217 A1 **[0020]**
- DE 19927865 A1 **[0020]**
- EP 1067053 B1 **[0020]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- DIN-Taschenbuch. Juni 2003, vol. 118 **[0008]**
- DIN-Taschenbuch. Dezember 2002, vol. 213 **[0008]**
- DIN-Taschenbuch. Juni 2003, vol. 274 **[0008]**
- DIN-Taschenbuch. August 1996, vol. 275 **[0008]**