

(19)



(11)

EP 2 873 334 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.05.2015 Patentblatt 2015/21

(51) Int Cl.:
A24C 5/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14191605.6**

(22) Anmeldetag: **04.11.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **HAUNI Maschinenbau AG**
21033 Hamburg (DE)

(72) Erfinder: **Schröder, Dierk**
22399 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Seemann & Partner**
Raboisen 6
20095 Hamburg (DE)

(30) Priorität: **19.11.2013 DE 102013223535**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung von Stranginhomogenitäten eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung von Stranginhomogenitäten eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere eines Tabakstrangs oder eines Filterstrangs, wobei der Materialstrang längsaxial durch wenigstens zwei mit unterschiedlichen Messfrequenzen betriebene Strangmess-

vorrichtungen (30, 40) gefördert wird. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Erkennung von Stranginhomogenitäten eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, eine Strangmaschine der Tabak verarbeitenden Industrie, eine Verwendung sowie ein Softwareprogramm.

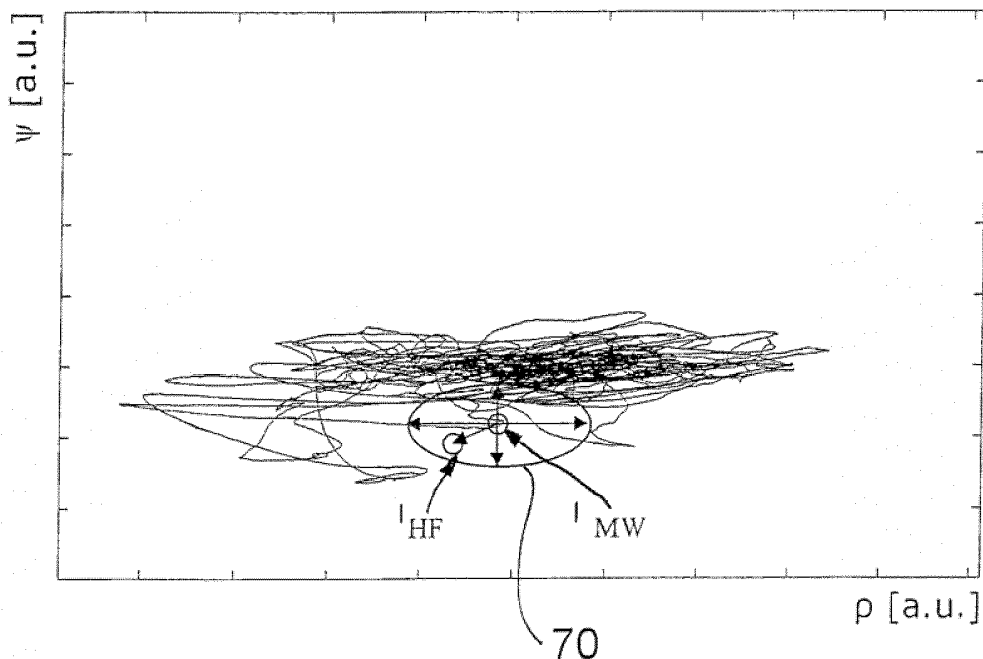


Fig. 6

EP 2 873 334 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung von Stranginhomogenitäten eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere eines Tabakstrangs oder eines Filterstrangs, wobei der Materialstrang längsaxial durch wenigstens zwei mit unterschiedlichen Messfrequenzen betriebene Strangmessvorrichtungen gefördert wird. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Erkennung von Stranginhomogenitäten eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, eine Strangmaschine der Tabak verarbeitenden Industrie, eine Verwendung sowie ein Softwareprogramm.

[0002] Bei der Herstellung von stabförmigen Artikeln der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere Filterzigaretten, werden Materialstränge hergestellt, beispielsweise Tabakstränge oder Filterstränge. Der Tabakstrang bzw. der Filterstrang wird nach seiner Herstellung in einzelne Tabakstäbe bzw. Filterstäbe abgelängt. Ein übliches Material zur Herstellung von Filtersträngen ist ein Tow aus Celluloseacetat, das vor der Strangformung mit einem Weichmacher, beispielsweise Triacetin, behandelt werden kann. Ein solcher auf Celluloseacetat beruhender Filterstrang kann bei seiner Formung mit einem Umhüllungspapier umhüllt werden oder mit einer Wärmebehandlung als sogenannter "Non-Wrapped Acetate" (NWA)-Filterstrang hergestellt werden. In einen solchen Filterstrang können gegebenenfalls auch Objekte eingelegt werden. Solche Objekte können entweder weitere Filtereigenschaften haben, wie beispielsweise Aktivkohlepartikel, oder es können geschmackstragende Objekte, wie beispielsweise flüssigkeitsgefüllte Kapseln eingebracht werden.

[0003] Bei allen Materialsträngen kommt es bei der Herstellung darauf an, einen möglichst gleichmäßigen Strang herzustellen. In Filtersträngen und Tabaksträngen kommt es zu Inhomogenitäten einerseits aufgrund von materialeigenen lokalen Unterschieden. Dies ist beim Tabak beispielsweise dadurch bedingt, dass unterschiedliche Teile eines Tabakblatts, also beispielsweise Blattadern und Flachbestandteile, nach ihrer Zerkleinerung im Tabakstrang verwertet werden und somit eine natürliche Fluktuation in der Dichte und Zusammenfassung des Tabakstrangs verursachen. Beim Filterstrang sind diese Fluktuationen üblicherweise geringer.

[0004] Sowohl in Tabaksträngen als auch in Filtersträngen kann durch Einschluss von Fremdkörpern, beispielsweise Metallpartikeln oder Kunststoffpartikeln, die Zusammensetzung des Materialstrangs sich lokal ändern. Auch größere Hohlräume, aus Fehlstellen im Strang, sind unerwünscht, stellen im Allgemeinen jedoch ein zu vernachlässigendes Problem dar.

[0005] Es ist üblich, Materialstränge der Tabak verarbeitenden Industrie auf ihre Homogenität hin zu überprüfen und bei Auftreten von störenden Inhomogenitäten diejenigen abgelängten Tabakstäbe oder Filterstäbe, in denen solche Inhomogenitäten auftreten sind, von der

weiteren Verarbeitung auszuschließen.

[0006] Die Überprüfung von Materialsträngen der Tabak verarbeitenden Industrie erfolgt in bekannten Systemen mit Mikrowellenmessvorrichtungen und/oder kapazitive HF-Messvorrichtungen. Dabei werden die Messsignale dieser Messvorrichtungen mit fest vorgegebenen unteren und/oder oberen Grenzwerten verglichen und bei deren Unter- bzw. Überschreiten eine nicht akzeptable Inhomogenität festgestellt. So ist aus EP 1 330 961 B1 ein Verfahren zur Ermittlung und zur Entfernung von Fremdkörpern in einem Tabakstrom bekannt, wobei ein kontinuierlicher Strang mit einer Tabakfüllung durch eine Formstation geführt wird und dann durch eine Schneidvorrichtung in Zigarettenabschnitte geteilt wird. Der Tabakstrom bzw. Tabakstrang wird einer elektromagnetischen Strahlung einer vorgewählten Frequenz ausgesetzt und ein Ausgangssignal erfasst, das auf Veränderungen des Feuchtigkeitsgehaltes entlang des Tabakstroms hinweist, hervorgerufen durch das Vorhandensein von Fremdkörpern in dem Strom selbst. Das Ausgangssignal wird mit einem oberen Schwellensignal und einem unteren Schwellensignal verglichen, die von einer vorgegebenen und gleichbleibenden Amplitude sind. Gemäß EP 1 330 961 B1 wird bei Mikrowellenfrequenzen gemessen.

[0007] In der deutschen Patentanmeldung Nr. 10 2012 209 954.9 der Anmelderin ist außerdem ein Verfahren zur Erkennung von Stranginhomogenitäten eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere von eingelegten Objekten, defekten Objekten und/oder Fremdkörpern beschrieben, bei dem in einen Materialstrang, insbesondere einen Tabakstrang oder einen Filterstrang, Objekte an vorbestimmten Objektpositionen eingelegt werden und der Materialstrang nach Einlegen der Objekte längsaxial durch wenigstens zwei mit unterschiedlichen Frequenzen betriebene Strangmessvorrichtungen gefördert wird, die insbesondere zu einer Kombinationsstrangmessvorrichtung zusammengefasst sind, wobei zur Auswertung der Messsignale der Materialstrang in Objektabschnitte, die jeweils eine oder mehrere vorbestimmte Objektpositionen enthalten, und in Leerabschnitte ohne vorbestimmte Objektpositionen unterteilt wird, wobei die Messsignale der Strangmessvorrichtungen in den Objektabschnitten und den Leerabschnitten mit jeweils unterschiedlichen Auswertungsverfahren ausgewertet werden, wobei in den Objektabschnitten in einem Objektalgorithmus eine Positionsbestimmung und/oder eine Qualitätskontrolle wenigstens eines Objekts aus der zeitlichen Änderung wenigstens eines der Messsignale erfolgt und in den Leerabschnitten wenigstens ein Leerabschnittsalgorithmus eingesetzt wird, mit dem Stranginhomogenitäten erkannt werden und/oder eine Strangkonsistenz und/oder eine Menge wenigstens eines Zusatzstoffes im Materialstrang ermittelt wird oder werden. Dazu wird der Materialstrang durch wenigstens eine Mikrowellenstrangmessvorrichtung und/oder durch wenigstens eine kapazitive HF-Strangmessvorrichtung als Strangmessvorrichtungen geför-

dert.

[0008] Die bisher bekannten dielektrischen Verfahren unter Anwendung von Hochfrequenztechnik bzw. Mikrowellentechnik zur Erkennung von Fremdkörpern messen die komplexe Dielektrizitätskonstante ε mit den Größen Realteil ε' und Imaginärteil ε'' bzw. Betrag und Phase des zu untersuchenden Messguts. Die komplexe Dielektrizitätskonstante ε lässt sich unter anderem in die Größen Masse und Wassergehalt des Messgutes umrechnen. Die Messungen unterliegen dabei gewissen Schwankungen, die neben der Inhomogenität beispielsweise des Wassergehaltes des Messgutes seine Ursache auch in der Inhomogenität der Stoffzusammensetzung haben kann.

[0009] Ein Fremdkörper im Messgut wird üblicherweise dadurch erkannt, dass er in seinen Werten der komplexen Dielektrizitätskonstante ε sich in von den entsprechenden Werten des eigentlichen Messgutes in seiner Umgebung unterscheidet. Z.B. weisen Kunststoffteilchen typischerweise einen wesentlich kleineren Imaginärteil ε'' der Dielektrizitätskonstanten im Vergleich zum Realteil als Tabak auf. Dies führt zu einer Abweichung des Messwertes. Fremdkörper können somit dadurch erkannt werden, dass sie sich in ihren Messwerten von den normalerweise während der Produktion auftretenden Schwankungen der Messwerte signifikant unterscheiden.

[0010] Die Entscheidung, ob ein Messsignal einen Fremdkörper symbolisiert oder nicht, erfolgt somit bei dem Vergleich mit fest vorgegebenen Grenzwerten auf der Grundlage des Abstandes des einzelnen Messwerts von der Messwertverteilung bei normaler Produktion. Damit begrenzt die während der Produktion auftretende Schwankungsbreite die Empfindlichkeit der Erkennung von Fremdkörpern und anderen Inhomogenitäten. Damit ergibt sich das Dilemma, dass für die Erkennung von kleinen Fremdkörpern enge Grenzwerte gezogen werden müssen, andererseits enge Grenzwerte bei der normal auftretenden Schwankungsbreite des Messsignals auch bereits ohne Anwesenheit von tatsächlichen störenden Inhomogenitäten zu falschen Positivsignalen einer Fremdkörpererkennung führen.

[0011] Diese beschriebenen Grenzen und Nachteile der beschränkten Empfindlichkeit zur Erkennung von Inhomogenitäten gelten grundsätzlich sowohl für Mikrowellenverfahren als auch für Hochfrequenzverfahren. Diese Grenzen sind prinzipieller Natur und in der natürlichen Schwankungsbreite der Messwerte während normaler Produktion begründet.

[0012] Der vorliegenden Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erkennung von Stranginhomogenitäten eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie zur Verfügung zu stellen, mit denen auch kleine Fremdkörper und Inhomogenitäten mit hoher Sicherheit bei einer geringen Rate an falschen Positivsignalen erkannt werden.

[0013] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Er-

kennung von Stranginhomogenitäten eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere eines Tabakstrangs oder eines Filterstrangs, gelöst, wobei der Materialstrang längsaxial durch wenigstens zwei mit unterschiedlichen Messfrequenzen betriebene Strangmessvorrichtungen gefördert wird, das dadurch weitergebildet ist, dass aus Messsignalen der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen unabhängig voneinander jeweils wenigstens eine Vergleichsgröße abgeleitet wird, eine Differenz der Vergleichsgröße oder Differenzen mehrerer Vergleichsgrößen oder ein Differenzvektor aus den Differenzen mehrerer Vergleichsgrößen der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen gebildet wird, und überprüft wird, ob die Differenz, die Differenzen oder der Differenzvektor innerhalb wenigstens eines vorbestimmten oder vorbestimmbaren Toleranzbereichs liegt oder liegen, wobei ein Überschreiten des Toleranzbereichs eine nicht tolerierbare Stranginhomogenität signalisiert.

[0014] Dieses Verfahren beruht auf dem Grundgedanken eines Mehrfrequenzverfahrens und nutzt dessen Vorteile aus. Mit abnehmender Messfrequenz steigen der Realteil und der Imaginärteil der Dielektrizitätskonstanten von Tabak und anderen wasserhaltigen pflanzlichen Produkten stark an. Für die hauptsächlich interessierenden Fremdkörper, beispielsweise Kunststoffe, gilt dies hingegen nicht. Dies hat zur Folge, dass der gleiche Fremdkörper bei unterschiedlichen Frequenzen zu unterschiedlich weiten Abweichungen von der normalen Messwertverteilung führt. Demgegenüber sollte die gewöhnliche Messwertverteilung der einzelnen Messwerte sich für die unterschiedlichen Frequenzen bei korrekter Kalibrierung der Messsysteme nur geringfügig voneinander unterscheiden. Grundsätzlich würde man bei theoretisch völlig fehlerfreier Kalibrierung der verschiedenen Messsysteme einen deckungsgleichen Verlauf erwarten.

[0015] Dieses Verhalten bedingt, dass erfindungsgemäß nach solchen Schwankungen in den Messwerten gesucht wird, bei denen sich die Abweichung der Messwerte bei den verschiedenen Frequenzen voneinander deutlich unterscheiden. Das Kriterium hierfür ist ein Toleranzbereich für den Differenzvektor für die Differenzen der Vergleichsgrößen, also die abgeleiteten Größen. Bildlich gesprochen kann um einen einzelnen Messwert der einen Messung ein Toleranzbereich definiert werden, der elliptisch, rechteckig oder ähnlich ist, bei dem zu erwarten ist, dass der entsprechende Messwert bei der anderen Messfrequenz in diesem Toleranzbereich zu liegen kommt, falls kein Fremdkörper vorliegt. Ist dies nicht der Fall, lag in diesem Messvolumen im Strang ein Fremdkörper oder eine anderweitige starke Inhomogenität vor.

[0016] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegt ein Differenzvektor bereits vor, wenn Differenzen in den Messwerten von wenigstens zwei Vergleichsgrößen gebildet werden. Der Begriff "Vektor" ist somit im vorliegenden Zusammenhang austauschbar mit beispielsweise

"Tupel" oder "Paar" oder ähnlichen Bezeichnungen, die eine zusammenhängende Mehrzahl von Werten beschreiben. Ebenso kann ein Paar von Vergleichsgrößen, beispielsweise Strangfeuchte und Strangdichte, auch "Vergleichsgrößenvektor" genannt werden.

[0017] Unter einer "nicht tolerierbaren" Inhomogenität wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Inhomogenität verstanden, die zu einem unbrauchbaren Produkt führen würde, beispielsweise durch Fremdkörper oder übergroße Kavitäten, letztere besonders in Filtersträngen. Die natürlich vorkommende Inhomogenität eines Tabakstrangs beispielsweise fällt nicht hierunter.

[0018] Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass die Messwerteschwankungen der einzelnen Messwerte bei normaler Produktion bei den unterschiedlichen Frequenzen im Wesentlichen gleich gerichtet und gleich groß sind. Die natürlichen Feuchtigkeits- und Dichteschwankungen werden durch beide Messverfahren annähernd kongruent wiedergegeben. Tritt jedoch ein Fremdkörper auf, unterscheiden sich die Messwerte voneinander. Erst Abweichungen der Messsignale voneinander führen somit zur Erkennung von Fremdkörpern. Die Abstände der Schwellen zur Erkennung von Fremdkörpern können hierdurch viel enger gesetzt werden als bei dem bisherigen Verfahren. Hierdurch ist es möglich, wesentlich kleinere Fremdkörper im Vergleich zu den herkömmlichen Verfahren zu erkennen.

[0019] Da die natürlichen Schwankungen in den Messsignalen durch die natürlich vorkommenden Inhomogenitäten im Strang, beispielsweise besonders im Tabakstrang, durch die Differenzbildung kompensiert werden, besteht auch weniger Gefahr von falschen positiven Signalen in der Fremdkörpererkennung und somit zum Ausschluss von eigentlich qualitativ guten Objekten aus der weiteren Verarbeitung.

[0020] Vorzugsweise liegt wenigstens eine Messfrequenz im Mikrowellenbereich und eine andere Messfrequenz im HF-Bereich, wobei insbesondere die Frequenz der Strangmessvorrichtung im Mikrowellenbereich um einen Faktor 10 bis 900 größer ist als die Frequenz der Strangmessvorrichtung im HF-Bereich. Unter dem Mikrowellenbereich wird im Rahmen der Erfindung insbesondere ein Bereich zwischen 1 GHz und 30 GHz, insbesondere zwischen 4 GHz und 8 GHz, verstanden, während unter einer HF-Frequenz oder Hochfrequenz der Bereich zwischen 100 kHz und 300 MHz verstanden wird, insbesondere zwischen 1 MHz und 10 MHz.

[0021] Vorzugsweise werden als Vergleichsgrößen eine Strangdichte und/oder eine Strangfeuchte und/oder ein Realteil und/oder ein Imaginärteil und/oder ein Betrag und/oder eine Phase einer komplexen Dielektrizitätskonstanten bzw. Permittivität aus den Messsignalen abgeleitet. Die Strangdichte ist eine abgeleitete Größe aus der Masse. Da die indirekte Messung der Masse bei bekannten geometrischen Abmessungen des Strangs bekannt ist, lässt sich hieraus beispielsweise die Strangdichte einfach berechnen.

[0022] Vorteilhafterweise werden aus den Messsigna-

len wenigstens einer der Strangmessvorrichtungen eine oder mehrere weitere Messgrößen abgeleitet, die aus den Messsignalen der jeweils anderen Strangmessvorrichtung nicht abgeleitet werden oder nicht mit den entsprechenden Messgrößen der anderen Strangmessvorrichtung verglichen werden. Damit werden weitere Materialparameter erfasst, die allerdings nicht einem Vergleich unterzogen werden. Diese Vorgehensweise eignet sich beispielsweise auch für solche Parameter, die in einer Strangmessvorrichtung mit hoher Genauigkeit messbar sind und in der anderen Strangmessvorrichtung mit einer so geringen Genauigkeit, dass ein Vergleich zur Erfassung von Stranginhomogenitäten nicht mehr sinnvoll ist.

[0023] In einer vorteilhaften Ausführungsform wird zur Auswertung ein zeitlicher Versatz, der zwischen den Messsignalen aufgrund eines in Strangförderrichtung gegebenen Abstands zwischen den Strangmessvorrichtungen abhängig von einer momentanen Materialstrangfördergeschwindigkeit auftritt, durch eine zeitliche Verzögerung der Verarbeitung der Messsignale oder abgeleiteten Vergleichsgrößen der stromaufwärts angeordneten Strangmessvorrichtung kompensiert.

[0024] Ferner ist vorteilhafterweise bei den wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen jeweils eine gleiche Messfeldgeometrie verwirklicht, insbesondere Spaltbreite, Hinterschneidungen u. ä. Diese Maßnahme steigert die Vergleichbarkeit und vereinfacht eine Kreuz-Kalibrierung zwischen den Strangmessvorrichtungen.

[0025] In einer vorteilhaften Weiterbildung wird bei einem als Filterstrang ausgebildeten Materialstrang, in den Objekte, insbesondere flüssigkeitsgefüllte Kapseln, an vorbestimmten Positionen eingelegt sind, der Toleranzbereich für Abschnitte des Filterstrangs mit Objekten und für Abschnitte des Filterstrangs ohne Objekte unterschiedlich definiert, insbesondere mit einem Offset zueinander, und/oder wenigstens eine der Strangmessvorrichtungen mit einer variablen Frequenz betrieben, wobei in den unterschiedlichen Abschnitten unterschiedliche Frequenzen und/oder Auswertungsalgorithmen verwendet werden.

[0026] Dabei erfolgt vorzugsweise in den objektlosen Abschnitten, insbesondere zusätzlich, eine Bestimmung einer Feuchtigkeit und/oder der Menge eines Zusatzstoffes, insbesondere eines Weichmachers, und/oder in den objektgefüllten Abschnitten zusätzlich eine Bestimmung eines Fehlens, einer Dichte, einer Masse und/oder einer Beschädigung eines Objekts. Die hierbei auftretenden Aspekte der Leerabschnitte und Objektabschnitte des objektbefüllten Strangs sind in der deutschen Patentanmeldung Nr. 10 2012 209 954.9 der Anmelderin näher beschrieben, deren Offenbarungsgehalt vollinhaltlich in dieser Anmeldung mitaufgenommen sein soll.

[0027] Der Toleranzbereich ist vorzugsweise rechteckig oder elliptisch oder deformiert definiert, wobei der Toleranzbereich insbesondere abhängig von einem Absolutwert wenigstens eines Vergleichswerts ist. Bei zwei Vergleichsgrößen, beispielsweise Strangfeuchte und

Strangdichte, ergibt sich ein zweidimensionaler Vergleichsgrößenvektor, so dass ein zweidimensionaler Toleranzbereich hierfür definiert ist. Bei einer größeren Anzahl von Vergleichsgrößen ist der Toleranzbereich entsprechend zu dimensionieren. Bei beispielsweise drei Vergleichsgrößen kann der Toleranzbereich ein Ellipsoid oder einen Quader oder eine geeignete andere räumliche Form darstellen. Bei einem deformierten Toleranzbereich können beispielsweise die Grenzen in den jeweiligen Dimensionen abhängig von der Richtung einer Änderung sein. So können Nichtlinearitäten in den Ableitungen der Vergleichsgrößen berücksichtigt werden.

[0028] Vorteilhafterweise wird zusätzlich zur Auswertung des Toleranzbereichs auch wenigstens ein absoluter Grenzwert für wenigstens einen Messwert oder einen Vergleichswert wenigstens einer Strangmessvorrichtung oder wenigstens ein zu einem laufenden Mittelwert eines Messwerts oder Vergleichswerts definierter Grenzwert verwendet, dessen Über- oder Unterschreiten eine nicht tolerierbare Strang inhomogenität signalisiert.

[0029] In der Praxis unterliegen die verwendeten elektronischen Schaltungen Driften, beispielsweise bedingt durch Temperatureinflüsse, Alterung, usw. Hierdurch ist der ideale Parallelverlauf der aufeinander abgestimmten Strangmesssysteme in der Genauigkeit eingeschränkt und damit die Genauigkeit der Messung. Dieser Effekt wird vorteilhafterweise dadurch verringert, dass die Ableitung wenigstens einer Vergleichsgröße aus den Messsignalen der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen im Betrieb laufend aneinander angeglichen wird, insbesondere durch Auswertung laufender Mittelwerte, Standardabweichungen und/oder Kombinationen aus Mittelwerten und Standardabweichungen der Vergleichsgröße, wobei insbesondere Messwerte der für die Vergleichsgröße ungenaueren der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen an die entsprechenden Messwerte der ungenaueren Strangmessvorrichtung angepasst werden. Diese Vorgehensweise funktioniert, da es bei der Erkennung von Inhomogenitäten immer nur um Abweichungen von mittleren Werten handelt, d.h. kurzfristige Vorgänge. Driften sind demgegenüber immer langfristige Vorgänge.

[0030] Diese laufende Angleichung kann erfolgen, da für eine Bestimmung eines Messwerts, beispielsweise der Strangfeuchte oder Strangdichte, oder anderer Strangeigenschaften, eine genaue Messung von einer Strangmesseinrichtung üblicherweise ausreicht. Der entsprechende Messwert, beispielsweise die Strangfeuchte, der anderen Strangmesseinrichtung kann beispielsweise durch eine lineare Transformation, also Multiplikation mit einem Linearitätsfaktor und Subtraktion eines Offsets, so angepasst werden, dass Mittelwert und Standardabweichung der Strangfeuchte aus der zweiten Strangmessvorrichtung dem Mittelwert und der Standardabweichung aus der ersten, als Referenz genutzten, Strangmessvorrichtung entsprechen. Die Mittelwertbildung kann in diesem Fall auch ein laufendes Mittel sein, so dass Linearitätsfaktor und Offset ebenfalls laufend an-

gepasst werden.

[0031] Bei der Auswertung kann das Signal-Rausch-Verhältnis, also die Erkennungsgenauigkeit, noch weiter dadurch verbessert werden, dass die Messwerte der beiden Frequenzbereiche vor der Auswertung jeweils über einen vorbestimmbaren Bereich gemittelt werden, insbesondere mit einer geeigneten Gewichtsfunktion, die sich aus der Messfeldgeometrie ergibt. Diese gewichtete Mittelung ist als Faltung der zeitlich aufeinander folgenden Messwerte der jeweiligen Strangmessvorrichtungen mit der Empfindlichkeit in Strangrichtung zu verstehen. Der Materialstrang wird mit einer bekannten Geschwindigkeit durch das jeweilige Messfeld der Strangmessvorrichtungen gefördert. Eine Inhomogenität verweilt somit eine gewisse Zeitdauer im Resonator oder einem Messkondensator. Beim Eintritt und Austritt in und aus dem Resonator bzw. Messkondensator ist die Messempfindlichkeit gering, im Zentrum jeweils größer. Die Empfindlichkeit in Strangrichtung ist also geometrieabhängig beispielsweise annähernd gaußförmig oder hat einen entsprechend anderen Verlauf. Während des Durchtritts durch die Messgeometrie wird jeweils eine bestimmte bekannte Anzahl von Messungen gemacht. Durch eine laufende Aufsummierung bzw. Faltung einer entsprechenden Anzahl von Messungen mit der so berechneten, gemessenen oder gewonnenen Gewichtsfunktion wird das Rauschen der einzelnen Messpunkte unterdrückt, während Signale von Inhomogenitäten erhalten bleiben.

[0032] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch durch eine Vorrichtung zur Erkennung von Stranginhomogenitäten eines Materialstrangs der Tabakverarbeitenden Industrie, insbesondere eines Tabakstrangs oder eines Filterstrangs, umfassend wenigstens zwei mit unterschiedlichen Messfrequenzen betriebene oder betreibbare Strangmessvorrichtungen, durch die der Materialstrang nacheinander längsaxial förderbar ist oder gefördert wird, gelöst, wobei eine Auswertevorrichtung umfasst ist, die ausgebildet ist, aus Messsignalen der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen unabhängig voneinander jeweils wenigstens zwei Vergleichsgrößen abzuleiten, einen Differenzvektor aus den Differenzen der Vergleichsgrößen der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen zu bilden und zu überprüfen, ob der Differenzvektor innerhalb eines vorbestimmten oder vorbestimmbaren Toleranzbereichs liegt, wobei ein Überschreiten des Toleranzbereichs eine nicht tolerierbare Stranginhomogenität signalisiert.

[0033] Diese Vorrichtung beruht auf dem gleichen Grundgedanken wie das erfindungsgemäße Verfahren und teilt dessen Vorteile, Eigenschaften und Merkmale.

[0034] Vorzugsweise ist wenigstens eine Strangmessvorrichtung als Mikrowellenstrangmessvorrichtung und/oder wenigstens eine Strangmessvorrichtung als kapazitive HF-Strangmessvorrichtung ausgebildet. Diese weisen bevorzugt gleiche oder ähnliche Messfeldgeometrien auf.

[0035] Vorteilhafterweise ist wenigstens eine der Strangmessvorrichtungen ausgebildet, mit variabler Fre-

quenz betrieben zu werden. Dies ist insbesondere bei Filtersträngen vorteilhaft, in die Objekte eingelegt sind und die somit in Objektabschnitten und leeren Abschnitten unterschiedlich auszuwerten sind.

[0036] Vorzugsweise ist die Vorrichtung ausgebildet, ein zuvor beschriebenes erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen. Dies betrifft insbesondere die Auswertevorrichtung.

[0037] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch durch eine Strangmaschine der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere Tabakstrangmaschine oder Filterstrangmaschine, mit einer zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtung gelöst.

[0038] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch durch eine Verwendung eines Toleranzbereichs für eine Differenz oder Differenzen oder Differenzvektoren von einer oder mehreren aus Messsignalen zweier mit unterschiedlichen Frequenzen betriebener Strangmessvorrichtungen abgeleiteter Vergleichsgrößen zur Erkennung von nicht tolerierbaren Stranginhomogenitäten in einem durch die Strangmessvorrichtungen längsaxial geförderten Materialstrang der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere Tabakstrang oder Filterstrang, gelöst sowie durch ein Softwareprogramm mit Programmcodemitteln, mittels deren bei Ausführung auf einer als Datenverarbeitungseinrichtung ausgebildeten Auswertevorrichtung einer zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtung ein zuvor beschriebenes erfindungsgemäßes Verfahren ausgeführt wird.

[0039] Auch die Strangmaschine, die Verwendung und das Softwareprogramm teilen die Vorteile, Eigenschaften und Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Einrichtung

[0040] Weitere Merkmale der Erfindung werden aus der Beschreibung erfindungsgemäßer Ausführungsformen zusammen mit den Ansprüchen und den beigefügten Zeichnungen ersichtlich. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllen.

[0041] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei bezüglich aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich auf die Zeichnungen verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Zigarettenherstellungsmaschine des Typs "PROTOS" der Anmelderin,

Fig. 2 eine schematische Querschnittsdarstellung durch ein Paar erfindungsgemäßer Strangmessvorrichtungen,

Fig. 3 eine schematische perspektivische Darstellung eines Paares erfindungsgemäßer Strangmessvorrichtungen,

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Frequenzabhängigkeit von ε'' von Tabak und Kunststoff,

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines bekannten Verfahrens zur Erkennung von Stranginhomogenitäten,

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erkennung von Stranginhomogenitäten,

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Signalverarbeitung und

Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Messsignalvektors.

[0042] In den Zeichnungen sind jeweils gleiche oder gleichartige Elemente und/oder Teile mit denselben Bezugsziffern versehen, so dass von einer erneuten Vorstellung jeweils abgesehen wird.

[0043] In Fig. 1 ist eine Zweistrang-Zigarettenherstellungsmaschine des Typs "PROTOS" aus dem Hause der Anmelderin schematisch dargestellt, die in einer "L-förmigen" Konfiguration aus einer Zweistrangmaschine 2 und einer Filteransetzmaschine 3 zusammengesetzt ist. In Fig. 1 ist die Maschine 1 mit geschlossenen Verdeckblechen dargestellt, Einzelheiten sind der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt.

[0044] Im Folgenden werden einige Stationen der Zigarettenherstellung übersichtsmäßig vorgestellt. Der Herstellungsprozess zweier endloser Tabakstränge beginnt in der Zweistrangmaschine 2 in einer zweisträngigen Verteilereinheit 4 mit einem Vorverteiler 5, der unter anderem einen Steilförderer und zwei Stauschächte sowie weitere bekannte Komponenten umfasst. Darin wird loses Tabakmaterial zu einem ersten und einem parallel verlaufenden zweiten Strangförderer 6 gefördert und von unten auf die Strangförderer aufgeschauert, so dass sich zwei Tabakstränge ausbilden, die mittels Saugluft an den Strangförderern 6 hängend wird das Tabakmaterial in Richtung auf eine erste und eine zweite Formateinheit 8 gefördert. Dort werden die noch offenen Tabakstränge jeweils in einer Umhüllungspapiereinheit 7 mit Umhüllungspapierstreifen umwickelt, die an einer Längskante beleimt werden. Anschließend werden die Tabakstränge in den beiden Formateinheiten 8 zu zwei endlosen geschlossenen Tabaksträngen mit rundem Querschnitt geformt und die Verleimung der Umhüllungspapierstreifen verfestigt.

[0045] Nach der Formung der Tabakstränge werden diese durch eine Messvorrichtung 9 mit einer oder mehreren Messeinheiten zur Messung von Eigenschaften des jeweiligen Tabakmaterialstrangs geführt. So wird etwa das Umhüllungspapier optisch inspiziert und die Strangfeuchte und -dichte gemessen. Die Steuerung der Zweistrangmaschine 2 erfolgt von einer Steuerkonsole 11 aus.

[0046] Ausgangs der Zweistrangmaschine 2 befindet sich eine Messer- und Übergabeeinheit 10, in der die Stränge in einzelne Tabakstöcke mehrfacher Gebrauchslänge abgelängt werden, die einzelnen Tabakstöcke von einer längsaxialen in eine queraxiale Förderung umgelenkt werden und in die Filteransetzmaschine 3 überführt werden. Die Filteransetzmaschine 3 weist unter anderem auch eine Belagpapiereinheit 12 auf, von der Belagpapier abgezogen, geschnitten und beleimt wird. Nachfolgend werden die einzelnen Belagpapierblättchen in vorgesehenen Bereichen um die Tabakstöcke und Doppelfilterstopfen gewickelt, die dadurch miteinander verbunden werden. Abschließend werden die so produzierten Doppelzigaretten mittig geschnitten und einzeln abgefördert.

[0047] In Fig. 2 ist eine erfindungsgemäß verwendbare Kombinationsstrangmessvorrichtung 20 im Querschnitt schematisch dargestellt. Die Kombinationsstrangmessvorrichtung 20 weist ein gemeinsames Gehäuse 21 auf, das durch ein Schutzrohr 23 durchsetzt ist, durch den ein Materialstrang, beispielsweise ein Filterstrang oder ein Tabakstrang, geführt wird, wobei der Materialstrang zunächst durch ein Strangeintrittsrohr 22 mit konischem Innendurchmesser eintritt, bevor er durch das Schutzrohr 23 hindurchtritt.

[0048] Die Kombinationsstrangmessvorrichtung 20 weist in Strangförderrichtung aufeinanderfolgend eine Mikrowellenstrangmessvorrichtung 30 und eine kapazitive HF-Strangmessvorrichtung 40 auf. Die Mikrowellenstrangmessvorrichtung 30 entspricht beispielsweise einer Mikrowellenstrangmessvorrichtung, wie sie in der deutschen Patentanmeldung Nr. 10 2011 083 049.9 der Anmelderin beschrieben ist. Diese weist einen Mikrowellenresonator 31 in einem Mikrowellenresonatorgehäuse 32 auf. In den Mikrowellenresonator 31 ragen eine Einkopplungsantenne 33 und eine Auskopplungsantenne 34 zum Einkoppeln und Auskoppeln von Mikrowellen im Frequenzbereich zwischen 5 und 9 GHz hinein. Der Mikrowellenresonator 31 ist im Wesentlichen zylindrisch geformt, wobei das Schutzrohr 23 zentral durch den zylindrischen Mikrowellenresonator 31 hindurchtritt. Im Zentrum, rund um das Schutzrohr 23 herum, befinden sich zwei konische Kragen 35, deren Wirkung ebenfalls in der deutschen Patentanmeldung Nr. 10 2011 083 049.9 beschrieben ist und deren diesbezüglicher Offenbarungsgehalt in diese Anmeldung mit aufgenommen sein soll. In Strangrichtung stromabwärts und stromaufwärts der konischen Kragen 35 befinden sich Hinterschneidungen 36, deren Innendurchmesser gegenüber den Spitzen der konischen Kragen 35 wiederum erweitert ist, was dazu führt, dass das Mikrowellenfeld in axialer Richtung, also in Richtung des Materialstrangs, nicht weit heraustritt, und insbesondere nicht in die nachfolgende kapazitive HF-Strangmessvorrichtung 40 eintritt.

[0049] Das gemeinsame Gehäuse 21 beinhaltet bezüglich der Mikrowellenstrangmessvorrichtung 30 außerdem noch mehrere Hohlräume mit Mess-, Temperierungs- und Leistungselektronik 37, die somit in die Mi-

krowellenstrangmessvorrichtung 30 integriert ist. Dieses hat den weiteren Vorteil, dass die Leistungs- und Messelektronik die gleiche Temperatur aufweisen wie der Mikrowellenresonator 31 und sich somit eine Temperaturregelung für die gesamte Mikrowellenstrangmessvorrichtung 30 ergibt.

[0050] Die nachfolgende kapazitive HF-Strangmessvorrichtung 40 weist einen Messkondensator 41 mit einem Kondensatorgehäuse 42 und Elektrodenflächen 43, 44 auf. An diese wird eine HF-Wechselspannung im Bereich zwischen 10 MHz und etwa 500 MHz angelegt. Eine entsprechende kapazitive HF-Strangmessvorrichtung ist aus der deutschen Patentanmeldung Nr. 10 2011 083 052.9 der Anmelderin bekannt, deren diesbezüglicher Offenbarungsgehalt ebenfalls durch Bezug in die vorliegende Patentanmeldung aufgenommen sein soll. Auch die kapazitive HF-Strangmessvorrichtung 40 weist bezüglich der Elektrodenflächen 43 und 44 konische Kragen 45 auf, mit denen die Geometrie des Messkondensators 41 an die Geometrie des Mikrowellenresonators 31 angepasst wird. Die Messsignale der Mikrowellenstrangmessvorrichtung 30 und der kapazitiven HF-Strangmessvorrichtung 40 sind somit auch bezüglich der Geometrie des Mikrowellenresonators 31 und des Messkondensators 41 und somit der elektromagnetischen Wechselfelder direkt miteinander vergleichbar. Die konischen Kragen 45 mit den entsprechenden Hinterschneidungen sorgen dafür, dass auch in diesem Fall die HF-Felder in axialer Richtung des Materialstrangs nicht weit aus dem Messkondensator 41 herausdringen und insbesondere nicht in den Mikrowellenresonator 31 eindringen.

[0051] Auch die kapazitive HF-Strangmessvorrichtung 40 weist in Hohlräumen des gemeinsamen Gehäuses 21 integrierte Mess-, Temperierungs- und Leistungselektronik 47 auf. Sämtliche Leistungselektronik, Messelektronik und die Temperierung der gesamten Kombinationsstrangmessvorrichtung 20 ist somit in der Kombinationsstrangmessvorrichtung 20 integriert.

[0052] In Fig. 3 ist die Kombinationsstrangmessvorrichtung 20 aus Fig. 2 in einer perspektivischen Ansicht schematisch dargestellt. Der Betrachter blickt auf die Vorderseite der Kombinationsstrangmessvorrichtung 20 mit der Mikrowellenstrangmessvorrichtung 30 sowie dem Strangeintrittsrohr 22 und dem innen sichtbaren Schutzrohr 23. Dahinter befindet sich die kapazitive HF-Strangmessvorrichtung 40. Die einzelnen Gehäuse sind zu einem gemeinsamen Gehäuse verbunden.

[0053] In Fig. 4 ist die Frequenzabhängigkeit des Imaginärteils ϵ'' von Tabak und Kunststoff dargestellt. Sowohl die Abszisse als auch die Ordinate sind in willkürlichen Einheiten "a.u." ("arbitrary units") dargestellt. Der Imaginärteil ϵ'' der Dielektrizitätskonstante ist als Ordinate bzw. y-Achse dargestellt, die Frequenz, ebenfalls mit willkürlichen Einheiten, als Abszisse bzw. x-Achse. Der frequenzabhängige Verlauf von ϵ'' von Tabak ist als Kurve 60 dargestellt und hat bei Mikrowellenfrequenzen einen wesentlich kleineren Betrag als bei Hochfrequenzen.

Der Betrag von ε'' von Kunststoff, der als Kurve 61 dargestellt ist, ist flach und beinahe Null.

[0054] Dies bedeutet auch, dass bei einer Kalibrierung der Messung dergestalt, dass aus den Mikrowellenmesssignalen und aus den HF-Messsignalen jeweils beispielsweise Strangfeuchte und Strangdichte abgeleitet werden, die Anwesenheit von Fremdkörpern aus Kunststoff in den Messsignalen der Mikrowellenmessvorrichtung und der HF-Messvorrichtung deutlich unterschiedliche Auswirkungen haben wird, so dass die derart abgelenkten Messsignale eine deutlich größere Differenz haben werden als im homogenen Teil, also bei Abwesenheit von Fremdkörpern.

[0055] In Fig. 5 ist ein typisches zweidimensionales Messsignal I_{MW} einer Mikrowellenmessvorrichtung für einen durch diese hindurch transportierten Tabakstrang dargestellt. Auf der horizontalen Achse ist die Strangdichte ρ in willkürlichen Einheiten dargestellt, während auf der vertikalen Achse die Strangfeuchte ψ in willkürlichen Einheiten dargestellt ist. Die Messwerte dieser Größen schwanken besonders in der Dimension der Strangdichte ρ recht stark, während sie bezüglich der Strangfeuchtigkeit ψ stärker gebündelt sind. Die Strangdichte des Tabakstrangs verändert sich recht kleinskalig durch die Anwesenheit von unterschiedlichen Tabakblattteilen wie beispielsweise Rippen, die eine höhere Dichte aufweisen und rippenlosen Blattbestandteilen, die eine geringere Dichte aufweisen. Für jeden Messpunkt ergibt sich somit eine Kombination aus einem Strangdichtewert und einem Strangfeuchtwert.

[0056] Die Gewichtsschwankungsbreite ist hauptsächlich durch tatsächlich vorhandene Dichteunterschiede im Strang begründet, während die Schwankungsbreite im Wassergehalt ihre Ursache zum großen Teil in Schwankungen des Wassergehalts hat. Da der verarbeitete Tabak konditioniert ist, ist ein vergleichsweise konstanter Wassergehalt zu erwarten. Die gemessene Schwankungsbreite enthält neben der Inhomogenität des Wassergehalts allerdings auch eine Inhomogenität der Stoffzusammensetzung. In Fig. 5 ist ein Signalverlauf mit einer relativ großen Schwankungsbreite in der vertikalen Achse gezeigt.

[0057] Ein Fremdkörper im Messgut wird dadurch erkannt, dass er sich in seinen Werten der komplexen Dielektrizitätskonstante von den entsprechenden Werten des Messgutes und seiner Umgebung unterscheidet. Da beispielsweise ein Kunststoffteilchen typischerweise einen wesentlich kleineren imaginären Bestandteil ε'' der Dielektrizitätskonstanten im Vergleich zum Realteil hat als Tabak, führt dies zu einer Abweichung des Messwerts z.B. in der in Fig. 5 durch den Pfeil 1 dargestellten Richtung. Fremdkörper können also nur dadurch erkannt werden, dass sie sich in ihren Messwerten von den normalerweise während der Produktion auftretenden Schwankungen der Messwerte unterscheiden. Die Entscheidung, was Fremdkörper ist und was nicht, erfolgt somit auf der Grundlage des Abstandes des einzelnen Messwertes von der Messwertverteilung bei normaler Pro-

duktion. Da die Verteilung der Messwerte typischerweise in Richtung der Abszisse gestreckt ist und in Ordinateurichtung schmal, dient die Abweichung in Ordinateurichtung als Hauptkriterium zur Erkennung von Fremdkörpern. Zu diesem Zweck werden eine untere Schwelle A und eine obere Schwelle B eingeführt, deren Unter- bzw. Überschreiten als Signal für einen Fremdkörper dienen.

[0058] Fig. 5 zeigt auch, dass die während der Produktion auftretende Schwankungsbreite die Empfindlichkeit der Erkennung von Fremdkörpern begrenzt. So führt z.B. der Fremdkörper 2, der von einem relativ niedrigen Ordinateurwert ausgeht, zu einer Unterschreitung der Schwelle A, während ein gleicher Fremdkörper 3, der von einem höheren Ordinateurwert ausgeht, nicht zur Unterschreitung der Schwelle führt. Möchte man kleine Fremdkörper erkennen, muss man sehr kleine Abstände von der mittleren Messwertverteilung schon als Fremdkörper erkennen. Wegen des geringen Abstandes der Schwellen zu den auftretenden Messwerten kann es hierdurch durch statische Schwankungen der Messwerte, wie im Falle des Signalverlaufes I_{MW} , leicht zum unberechtigten Erkennen von Fremdkörpern kommen, wenn der Abstand der Schwelle zum mittleren Signalverlauf zu gering gewählt wird. Sehr kleine Fremdkörper können nur kleine Veränderungen der Dielektrizitätskonstanten bewirken, die innerhalb der normalen Messwertverteilungen bleiben. Solche Fremdkörper werden somit nicht erkannt.

[0059] In Fig. 6 wird die erfindungsgemäße Auswertung des in Fig. 5 dargestellten Messsignalverlaufes dargestellt. Als durchgezogene Linie ist wiederum nur der Messwerteverlauf I_{MW} aus der Mikrowellenmessvorrichtung gezeigt. Für einen Messpunkt bzw. ein Messwertpaar oder Messwertvektor (ρ, ψ) aus I_{MW} ist jedoch auch ein demselben Strangabschnitt entsprechender Messpunkt des Messsignals I_{HF} der HF-Strangmessvorrichtung dargestellt, der sich von dem Messpunkt I_{MW} sowohl in der abgeleiteten Feuchtigkeit als auch der abgeleiteten Strangdichte unterscheidet.

[0060] In diesem Fall werden nach solchen Schwankungen in den Messwerten gesucht, bei denen sich die Abweichungen der Messwerte in Ordinate und/oder Abszisse der verschiedenen Frequenzen deutlich voneinander unterscheiden. Wird um den einzelnen Messwert der Mikrowellenmessung ein Toleranzbereich 70 definiert, der in Fig. 6 elliptisch definiert ist, so ist zu erwarten, dass der entsprechende Messwert der HF-Messung in diesem Toleranzbereich zu liegen kommt. Dies ist in Fig. 6 dargestellt. Liegt der andere Messwert außerhalb des Toleranzbereiches, so ist dies ein Kriterium für das Vorliegen eines Fremdkörpers.

[0061] Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass die Messwerteschwankungen der einzelnen Messwerte bei normaler Produktion dadurch kompensiert werden, dass die Schwankungen aufgrund realer Inhomogenitäten im Strang entstehen und somit in beiden Messungen gleichlaufend sind und durch eine Differenzbildung weitgehend ausgeschaltet werden. Die Abstände der Schwelle, als

die Definition des Toleranzbereichs, kann daher viel enger gesetzt werden als bei dem bisherigen Verfahren. Hierdurch ist es möglich, wesentlich kleinere Fremdkörper zu erkennen als bisher.

[0062] In Fig. 7 ist schematisch der Ablauf der Signalverarbeitung dargestellt. Von links kommend werden die unmittelbaren Messsignale aus der Mikrowellenstrangmessvorrichtung und der HF-Strangmessvorrichtung in einem Verfahrensschritt 81 bzw. 81' analysiert und Vergleichsgrößen, in diesem Fall Strangdichten ρ_1 , ρ_2 und Strangfeuchtwerte ψ_1 und ψ_2 ermittelt. Da der Strang zunächst durch eine Strangmessvorrichtung und dann durch die andere Strangmessvorrichtung gefördert wird, ergibt sich ein zeitlicher Versatz. Die gleichzeitig erhaltenen Messwerte ρ_1 und ρ_2 bzw. ψ_1 und ψ_2 betreffen somit unterschiedliche Strangabschnitte und können nicht miteinander verglichen werden. In einem zusätzlichen Verfahrensschritt 82 wird daher eine zeitliche Verzögerung entsprechend der Zeit, die es braucht, damit der Strang von der ersten zur zweiten Strangmessvorrichtung gelangt, durchgeführt. Das Ergebnis dieser Operation ist ein Vergleichswertepaar ρ_1 und ψ_1 , das den gleichen Strangabschnitt betrifft wie das Vergleichswertepaar ρ_2 , ψ_2 aus der zweiten Strangmessvorrichtung.

[0063] Im Verfahrensschritt 83 wird aus den Strangdichtemesswerten ρ_1 und ρ_2 ein Differenzwert $\Delta\rho$ erstellt und aus den Strangfeuchtemesswerten ψ_1 und ψ_2 ein Differenzwert $\Delta\psi$. Es ergibt sich somit ein Differenzvektor $\Delta\rho$, $\Delta\psi$. Dieser wird in Verfahrensschritt 84 daraufhin überprüft, ob er innerhalb des vorbestimmten Toleranzbereichs 70 liegt. Liegt er außerhalb des Toleranzbereichs 70, so wird das Vorhandensein eines Fremdkörpers oder einer sonstigen nicht tolerierbaren Inhomogenität signalisiert und der betroffene Strangabschnitt nach dem Ablängen eines stabförmigen Artikels, beispielsweise eines Filterstabs oder Tabakstabs, von der weiteren Verarbeitung ausgeschlossen.

[0064] Die Differenzbildung für $\Delta\rho$ und $\Delta\psi$ kann absolut erfolgen, d.h. in einen in jedem Fall positiven Wert $|\Delta\rho|$ bzw. $|\Delta\psi|$ münden. Dieser positive Wert kann dann mit einer in diesem Bereich definierten Funktion, beispielsweise einer Vierteilellipse, verglichen werden. Andererseits kann dieser Wert auch mit festgelegten jeweils eigenen Grenzwerten verglichen werden. Dieser Fall entspricht einem rechtwinkligen Toleranzbereich. Diese Herangehensweise ist bei verschwindender Nichtlinearität besonders effektiv.

[0065] Es kann auch jeweils zwischen einer oberen und unteren Schwelle für die Vergleichsgrößen unterschieden werden. Statt eines elliptischen Toleranzbereichs kann somit auch ein deformierter Toleranzbereich bestimmt werden, der die Nichtlinearität der Messung und der zugrunde liegenden Dielektrizitätskonstanten berücksichtigt.

[0066] In einer Ausgestaltung wird eine mit entsprechenden Gewichtungsfaktoren gewichtete quadratische Addition vorgenommen, deren Betrag kleiner als eine Schwelle S sein muss. Diese Ausgestaltung entspricht

einem elliptischen Toleranzbereich.

[0067] Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung eines Messsignalvektors einer Mikrowellenmesseinrichtung, aus deren Messsignal I_{MW} der Realteil ε' und der Imaginärteil ε'' der komplexen Permittivität bzw. Dielektrizitätskonstante ε des Strangmaterials abgeleitet wird. Ebenso könnte der Betrag und die Phase der komplexen Permittivität geeignet dargestellt werden und als Grundlage für einen erfindungsgemäßen Vergleich zur Erkennung von Stranginhomogenitäten dienen. In diesen Fällen werden vorteilhafterweise die ε -Werte der unterschiedlichen Frequenzen auf gleiche Schwankungsbreiten proportional angepasst. Dies erfolgt beispielsweise durch eine lineare Transformation, bei der die Messwerte der für die betrachtete Vergleichsgröße ungenaueren oder weniger stabilen Strangmessvorrichtung durch Multiplikation mit einem Linearitätsfaktor und Abziehen oder Addieren eines Offsets bezüglich ihres Mittelwerts und ihrer Schwankungsbreite bzw. Standardabweichung auf den Mittelwert und die Schwankungsbreite der genaueren oder stabileren Strangmessvorrichtung angepasst werden. Diese Anpassung kann laufend erfolgen.

[0068] Alle genannten Merkmale, auch die den Zeichnungen allein zu entnehmenden sowie auch einzelne Merkmale, die in Kombination mit anderen Merkmalen offenbart sind, werden allein und in Kombination als erfindungswesentlich angesehen. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können durch einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllt sein. Im Rahmen der Erfindung sind Merkmale, die mit "insbesondere" oder "vorzugsweise" gekennzeichnet sind, als fakultative Merkmale zu verstehen.

Bezugszeichenliste

[0069]

1	Maschine
2	Strangmaschine
3	Filteransetzmaschine
4	Verteilereinheit
5	Vorverteiler
6	Strangförderer
7	Umhüllungspapiereinheit
8	Formateinheit
9	Messvorrichtung
10	Messer- und Übergabeeinheit
11	Steuerkonsole
12	Belagpapiereinheit
20	Kombinationsstrangmessvorrichtung
21	gemeinsames Gehäuse
22	Strangeintrittsrohr
23	Schutzrohr
30	Mikrowellenstrangmessvorrichtung
31	Mikrowellenresonator
32	Mikrowellenresonatorgehäuse
33	Einkopplungsantenne
34	Auskopplungsantenne

35	konischer Kragen	
36	Hinterschneidung	
37	Mess-, Temperierungs- und Leistungselektronik	
40	kapazitive HF-Strangmessvorrichtung	5
41	Messkondensator	
42	Kondensatorgehäuse	
43, 44	Elektrodenfläche	
45	konischer Kragen	
46	Hinterschneidung	10
47	Mess-, Temperierungs- und Leistungselektronik	
60	frequenzabhängiger Verlauf ε'' von Tabak	
61	frequenzabhängiger Verlauf ε'' von Kunststoff	
70	Toleranzbereich	15
81, 81'	Signalverarbeitung	
82	Verzögerung	
83	Bildung des Differenzvektors	
84	Vergleich mit Toleranzbereich	
ε	komplexe Permittivität eines Materials	20
$\varepsilon', \varepsilon''$	Real- und Imaginärteil der komplexen Permittivität	
$ \varepsilon , \varphi$	Betrag und Phase der komplexen Permittivität	
ρ	Strangdichte	
ψ	Strangfeuchte	25
A	unterer Grenzwert	
B	oberer Grenzwert	
f_{HF}	Frequenz im HF-Bereich	
f_{MW}	Frequenz im Mikrowellenbereich	
I_{HF}	Messwertverlauf HF	30
I_{MW}	Messwertverlauf Mikrowelle	
1, 2, 3	Veränderung bei Anwesenheit von Kunststoff-Partikeln im Strang	35

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung von Stranginhomogenitäten eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere eines Tabakstrangs oder eines Filterstrangs, wobei der Materialstrang längsaxial durch wenigstens zwei mit unterschiedlichen Messfrequenzen (f_{HF} , f_{MW}) betriebene Strangmessvorrichtungen (30, 40) gefördert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus Messsignalen der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen (30, 40) unabhängig voneinander jeweils wenigstens eine Vergleichsgröße ($\rho_1, \psi_1; \varepsilon_1', \varepsilon_1''; |\varepsilon_1|, \varphi_1; \rho_2, \psi_2; \varepsilon_2', \varepsilon_2''; |\varepsilon_2|, \varphi_2$) abgeleitet wird (Verfahrensschritte 81, 81'), eine Differenz ($\Delta\rho; \Delta\psi; \Delta\varepsilon'; \Delta\varepsilon''; \Delta|\varepsilon|; \Delta\varphi$) der Vergleichsgröße ($\rho_1, \psi_1; \varepsilon_1', \varepsilon_1''; |\varepsilon_1|, \varphi_1; \rho_2, \psi_2; \varepsilon_2', \varepsilon_2''; |\varepsilon_2|, \varphi_2$) oder Differenzen mehrerer Vergleichsgrößen ($\rho_1, \psi_1; \varepsilon_1', \varepsilon_1''; |\varepsilon_1|, \varphi_1; \rho_2, \psi_2; \varepsilon_2', \varepsilon_2''; |\varepsilon_2|, \varphi_2$) oder ein Differenzvektor ($\{\Delta\rho, \Delta\psi\}; \{\Delta\varepsilon', \Delta\varepsilon''\}; \{\Delta|\varepsilon|, \Delta\varphi\}$) aus den Differenzen mehrerer Vergleichsgrößen ($\rho_1, \psi_1; \varepsilon_1', \varepsilon_1''; |\varepsilon_1|, \varphi_1; \rho_2, \psi_2; \varepsilon_2', \varepsilon_2''; |\varepsilon_2|, \varphi_2$) der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen (30, 40) gebildet wird (Verfahrensschritt 83) und über-

prüft wird, ob die Differenz ($\Delta\rho; \Delta\psi; \Delta\varepsilon'; \Delta\varepsilon''; \Delta|\varepsilon|; \Delta\varphi$), die Differenzen oder der Differenzvektor ($\{\Delta\rho, \Delta\psi\}; \{\Delta\varepsilon', \Delta\varepsilon''\}; \{\Delta|\varepsilon|, \Delta\varphi\}$) innerhalb wenigstens eines vorbestimmten oder vorbestimmbaren Toleranzbereichs (70) liegt oder liegen (Verfahrensschritt 84), wobei ein Überschreiten des Toleranzbereichs (70) eine nicht tolerierbare Stranginhomogenität signalisiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Messfrequenz (f_{MW}) im Mikrowellenbereich und eine andere Messfrequenz (f_{HF}) im HF-Bereich liegt, wobei insbesondere die Frequenz der Strangmessvorrichtung (30) im Mikrowellenbereich um einen Faktor 10 bis 900 größer ist als die Frequenz der Strangmessvorrichtung (40) im HF-Bereich.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Vergleichsgrößen eine Strangdichte (ρ) und/oder eine Strangfeuchte (ψ) und/oder ein Realteil (ε') und/oder ein Imaginärteil (ε'') und/oder ein Betrag ($|\varepsilon|$) und/oder eine Phase (φ) einer komplexen Dielektrizitätskonstanten (ε) aus den Messsignalen abgeleitet werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den Messsignalen wenigstens einer der Strangmessvorrichtungen (30, 40) eine oder mehrere weitere Messgrößen abgeleitet werden, die aus den Messsignalen der jeweils anderen Strangmessvorrichtung (30, 40) nicht abgeleitet werden oder nicht mit den entsprechenden Messgrößen der anderen Strangmessvorrichtung (30, 40) verglichen werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Auswertung ein zeitlicher Versatz, der zwischen den Messsignalen aufgrund eines in Strangförderrichtung gegebenen Abstands zwischen den Strangmessvorrichtungen (30, 40) abhängig von einer momentanen Materialstrangfördergeschwindigkeit auftritt, durch eine zeitliche Verzögerung der Verarbeitung der Messsignale oder abgeleiteten Vergleichsgrößen der stromaufwärts angeordneten Strangmessvorrichtung kompensiert wird (Verfahrensschritt 82).

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem als Filterstrang ausgebildeten Materialstrang, in den Objekte, insbesondere flüssigkeitsgefüllte Kapseln, an vorbestimmten Positionen eingelegt sind, der Toleranzbereich für Abschnitte des Filterstrangs mit Objekten und für Abschnitte des Filterstrangs ohne Objekte unterschiedlich definiert wird, insbesondere mit einem Offset zueinander, und/oder wenigstens eine der Strangmessvorrichtungen (30, 40) mit einer va-

riablen Frequenz betrieben wird, wobei in den unterschiedlichen Abschnitten unterschiedliche Frequenzen und/oder Auswertungsalgorithmen verwendet werden, wobei insbesondere in den objektlosen Abschnitten, insbesondere zusätzlich, eine Bestimmung einer Feuchtigkeit und/oder der Menge eines Zusatzstoffes, insbesondere eines Weichmachers, erfolgt und/oder in den objektgefüllten Abschnitten zusätzlich eine Bestimmung eines Fehlens, einer Dichte, einer Masse und/oder einer Beschädigung eines Objekts erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Toleranzbereich rechteckig oder elliptisch oder deformiert definiert ist, wobei der Toleranzbereich insbesondere abhängig von einem Absolutwert wenigstens eines Vergleichswerts ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich zur Auswertung des Toleranzbereichs auch wenigstens ein absoluter Grenzwert für wenigstens einen Messwert oder einen Vergleichswert wenigstens einer Strangmessvorrichtung (30, 40) oder wenigstens ein zu einem laufenden Mittelwert eines Messwerts oder Vergleichswerts definierter Grenzwert (A, B) verwendet wird, dessen Über- oder Unterschreiten eine nicht tolerierbare Stranginhomogenität signalisiert.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ableitung wenigstens einer Vergleichsgröße ($\rho, \psi; \varepsilon', \varepsilon''; |\varepsilon|, \varphi$) aus den Messsignalen der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen (30, 40) im Betrieb laufend aneinander angeglichen wird, insbesondere durch Auswertung laufender Mittelwerte, Standardabweichungen und/oder Kombinationen aus Mittelwerten und Standardabweichungen der Vergleichsgröße ($\rho, \psi; \varepsilon', \varepsilon''; |\varepsilon|, \varphi$), wobei insbesondere Messwerte der für die Vergleichsgröße ungenaueren der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen (30, 40) an die entsprechenden Messwerte der ungenaueren Strangmessvorrichtung (30, 40) angepasst werden.
10. Vorrichtung zur Erkennung von Stranginhomogenitäten eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere eines Tabakstrangs oder eines Filterstrangs, umfassend wenigstens zwei mit unterschiedlichen Messfrequenzen (f_{HF} , f_{MW}) betriebene oder betreibbare Strangmessvorrichtungen (30, 40), durch die der Materialstrang nacheinander längsaxial förderbar ist oder gefördert wird, wobei eine Auswertevorrichtung umfasst ist, die ausgebildet ist, aus Messsignalen der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen (30, 40) unabhängig voneinander jeweils wenigstens eine Vergleichsgröße ($\rho_1, \psi_1; \varepsilon_1', \varepsilon_1''; |\varepsilon_1|, \varphi_1; \rho_2, \psi_2; \varepsilon_2', \varepsilon_2''; |\varepsilon_2|, \varphi_2$) abzuleiten, eine Differenz ($\Delta\rho; \Delta\psi; \Delta\varepsilon'; \Delta\varepsilon''; \Delta|\varepsilon|; \Delta\varphi$) der Vergleichsgröße ($\rho_1, \psi_1; \varepsilon_1', \varepsilon_1''; |\varepsilon_1|, \varphi_1; \rho_2, \psi_2; \varepsilon_2', \varepsilon_2''; |\varepsilon_2|, \varphi_2$) oder einen Differenzvektor ($\Delta\rho, \Delta\psi; \{\Delta\varepsilon', \Delta\varepsilon''\}; \{\Delta|\varepsilon|, \Delta\varphi\}$) aus den Differenzen mehrerer Vergleichsgrößen ($\rho_1, \psi_1; \varepsilon_1', \varepsilon_1''; |\varepsilon_1|, \varphi_1; \rho_2, \psi_2; \varepsilon_2', \varepsilon_2''; |\varepsilon_2|, \varphi_2$) der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen (30, 40) zu bilden und zu überprüfen, ob der Differenzvektor ($\Delta\rho, \Delta\psi; \{\Delta\varepsilon', \Delta\varepsilon''\}; \{\Delta|\varepsilon|, \Delta\varphi\}$) innerhalb eines vorbestimmten oder vorbestimmbaren Toleranzbereichs (70) liegt, wobei ein Überschreiten des Toleranzbereichs (70) eine nicht tolerierbare Stranginhomogenität signalisiert.

$|\varepsilon_2|, \varphi_2$) abzuleiten, eine Differenz ($\Delta\rho; \Delta\psi; \Delta\varepsilon'; \Delta\varepsilon''; \Delta|\varepsilon|; \Delta\varphi$) der Vergleichsgröße ($\rho_1, \psi_1; \varepsilon_1', \varepsilon_1''; |\varepsilon_1|, \varphi_1; \rho_2, \psi_2; \varepsilon_2', \varepsilon_2''; |\varepsilon_2|, \varphi_2$) oder einen Differenzvektor ($\Delta\rho, \Delta\psi; \{\Delta\varepsilon', \Delta\varepsilon''\}; \{\Delta|\varepsilon|, \Delta\varphi\}$) aus den Differenzen mehrerer Vergleichsgrößen ($\rho_1, \psi_1; \varepsilon_1', \varepsilon_1''; |\varepsilon_1|, \varphi_1; \rho_2, \psi_2; \varepsilon_2', \varepsilon_2''; |\varepsilon_2|, \varphi_2$) der wenigstens zwei Strangmessvorrichtungen (30, 40) zu bilden und zu überprüfen, ob der Differenzvektor ($\Delta\rho, \Delta\psi; \{\Delta\varepsilon', \Delta\varepsilon''\}; \{\Delta|\varepsilon|, \Delta\varphi\}$) innerhalb eines vorbestimmten oder vorbestimmbaren Toleranzbereichs (70) liegt, wobei ein Überschreiten des Toleranzbereichs (70) eine nicht tolerierbare Stranginhomogenität signalisiert.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Strangmessvorrichtung (30, 40) als Mikrowellenstrangmessvorrichtung (30) und/oder wenigstens eine Strangmessvorrichtung (30, 40) als kapazitive HF-Strangmessvorrichtung (40) ausgebildet ist und/oder wenigstens eine der Strangmessvorrichtungen (30, 40) ausgebildet ist, mit variabler Frequenz betrieben zu werden.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen.
13. Strangmaschine (2) der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere Tabakstrangmaschine oder Filterstrangmaschine, mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12.
14. Verwendung eines Toleranzbereichs (70) für eine Differenz o-der Differenzen oder Differenzvektoren ($\Delta\rho, \Delta\psi; \{\Delta\varepsilon', \Delta\varepsilon''\}; \{\Delta|\varepsilon|, \Delta\varphi\}$) von einer oder mehreren aus Messsignalen zweier mit unterschiedlichen Frequenzen (f_{HF} , f_{MW}) betriebener Strangmessvorrichtungen (30, 40) abgeleiteter Vergleichsgrößen ($\rho_1, \psi_1; \varepsilon_1', \varepsilon_1''; |\varepsilon_1|, \varphi_1; \rho_2, \psi_2; \varepsilon_2', \varepsilon_2''; |\varepsilon_2|, \varphi_2$) zur Erkennung von nicht tolerierbaren Stranginhomogenitäten in einem durch die Strangmessvorrichtungen (30, 40) längsaxial geförderten Materialstrang der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere Tabakstrang oder Filterstrang.
15. Softwareprogramm mit Programmcodemitteln, mittels deren bei Ausführung auf einer als Datenverarbeitungseinrichtung ausgebildeten Auswertevorrichtung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12 ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgeführt wird.

Fig. 1

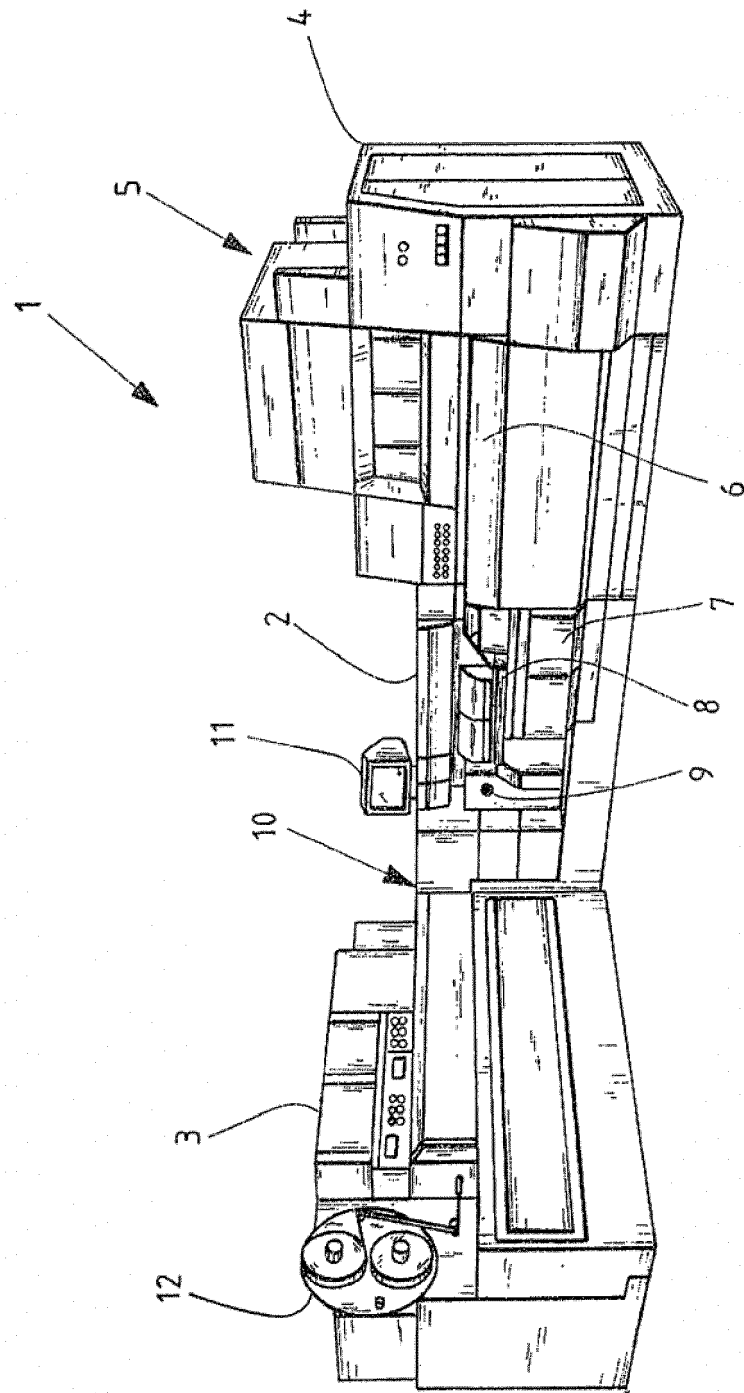


Fig. 2

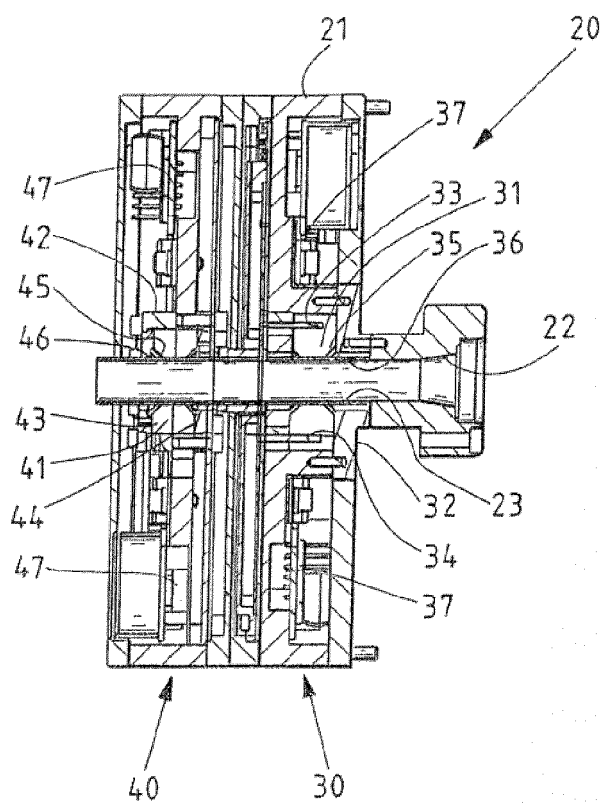
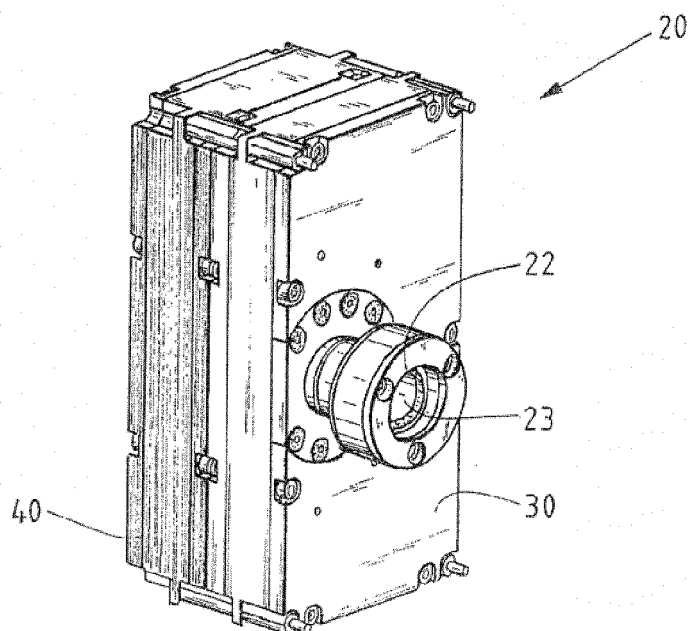


Fig. 3



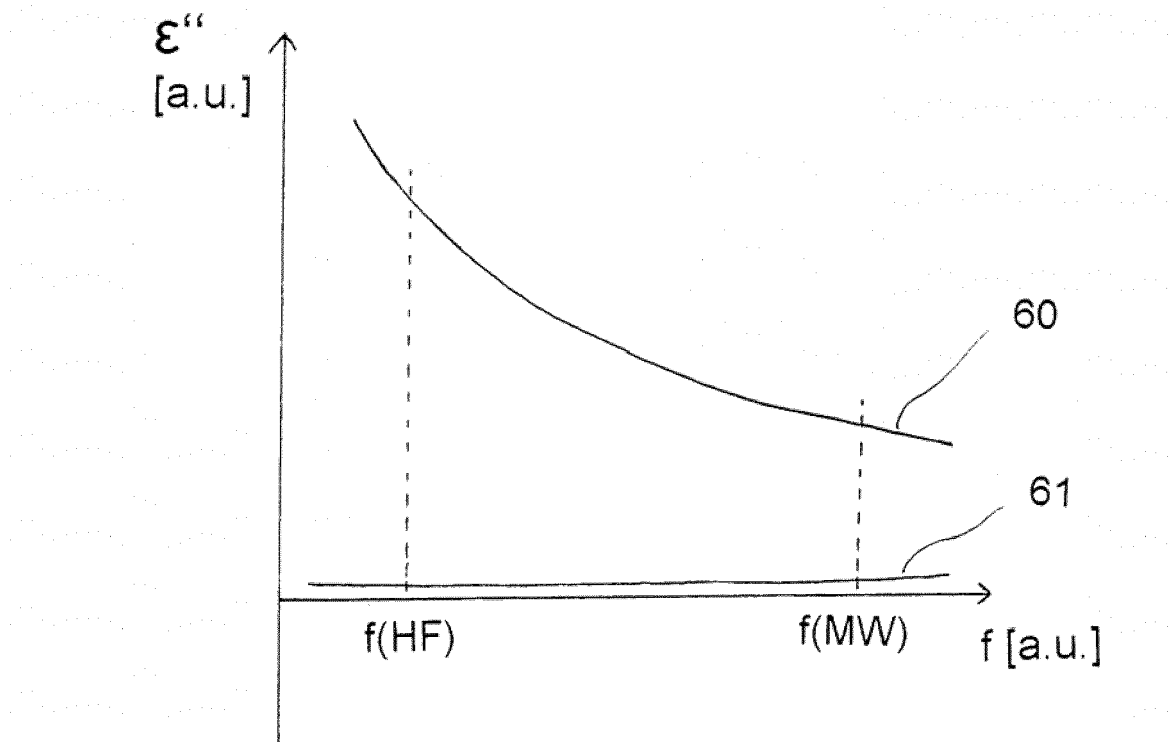


Fig. 4

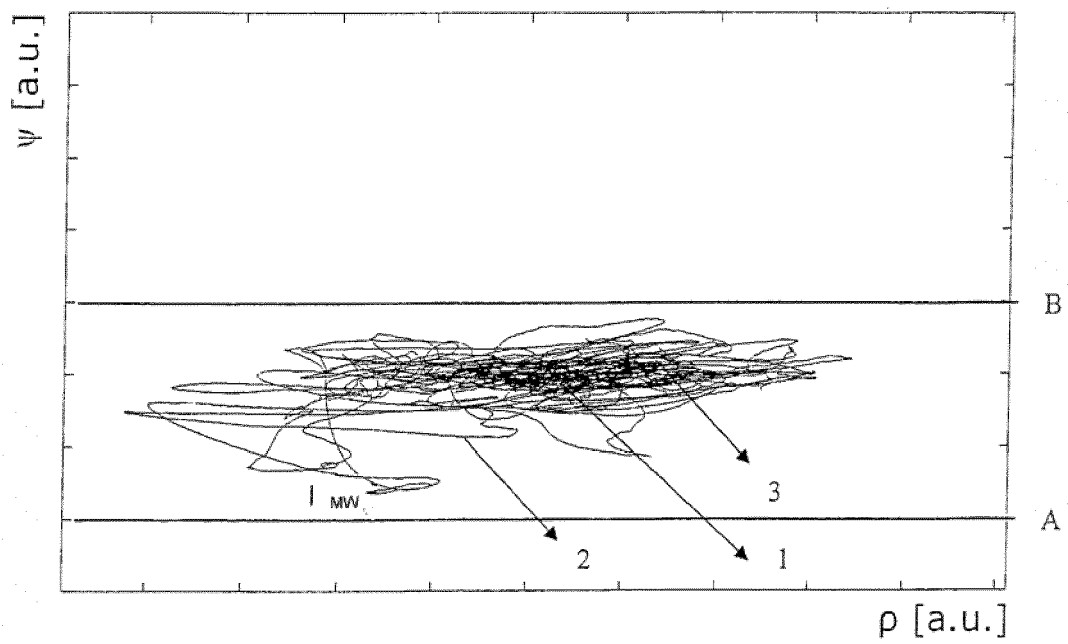


Fig. 5 (Prior Art)

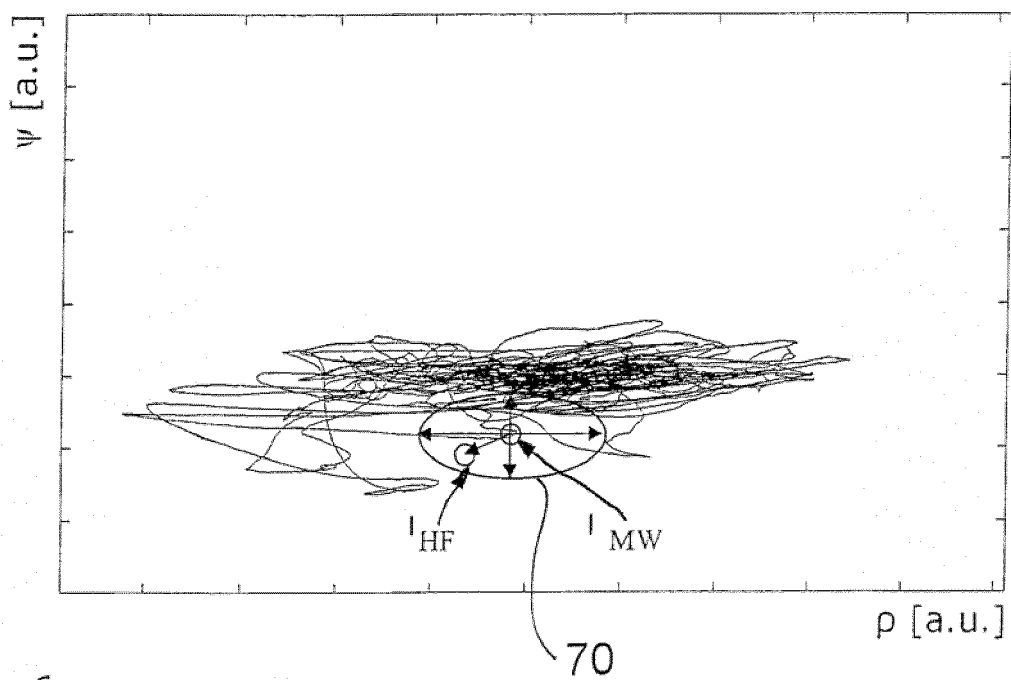


Fig. 6

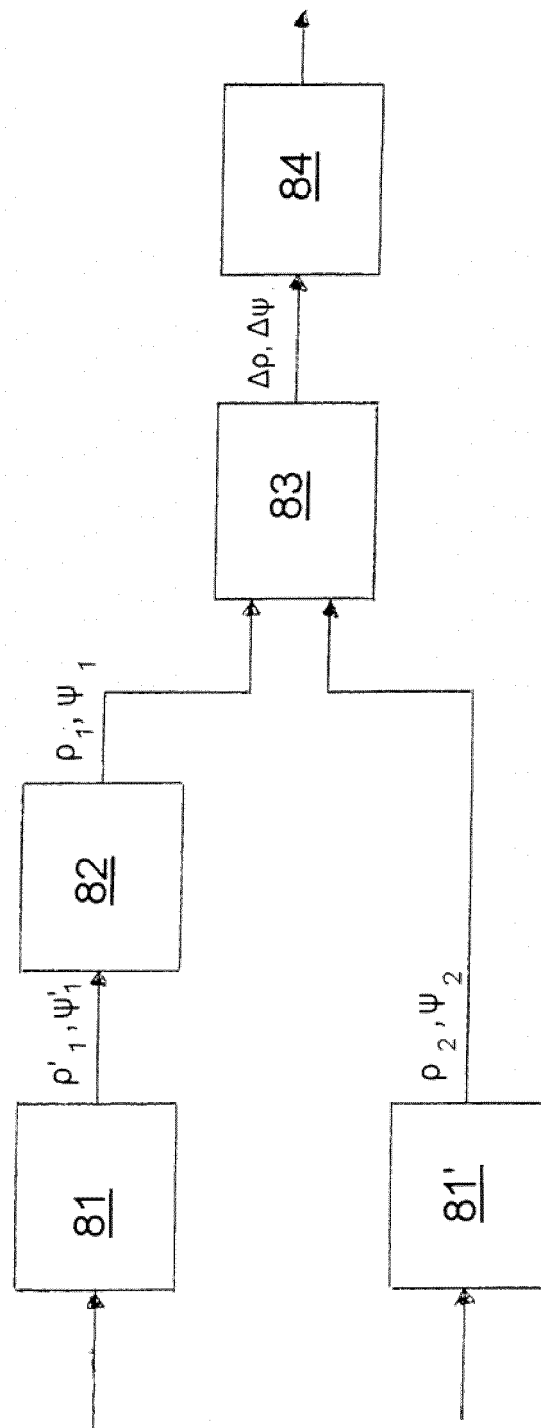
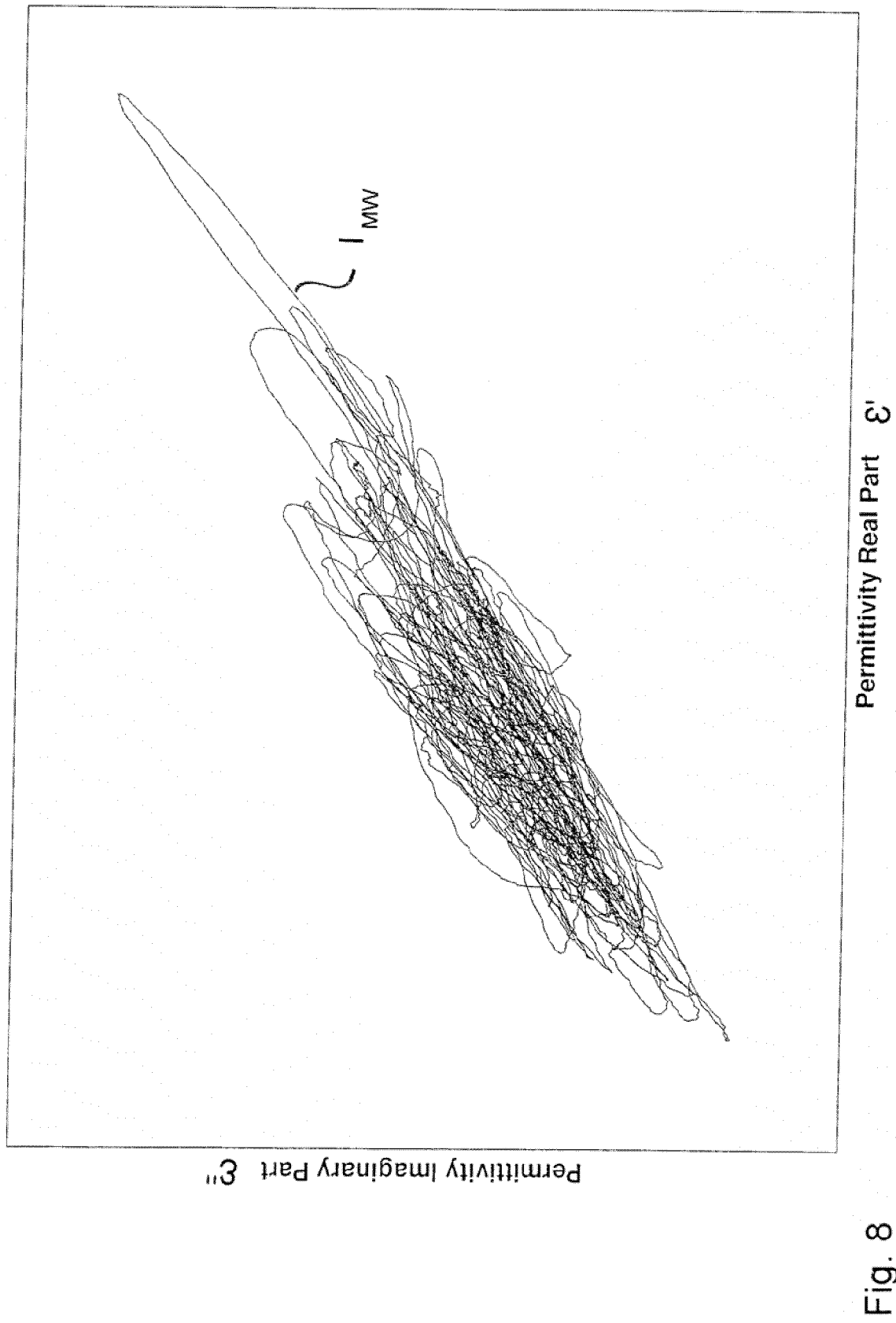


Fig. 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 19 1605

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 942 363 A (LOWITZ) 17. Juli 1990 (1990-07-17) * das ganze Dokument *	1-15	INV. A24C5/34
A	GB 2 489 586 A (HAUNI MASCHINENBAU AG [DE]) 3. Oktober 2012 (2012-10-03) * das ganze Dokument *	1-15	
A	EP 1 702 524 A1 (HAUNI MASCHINENBAU AG [DE]) 20. September 2006 (2006-09-20) * das ganze Dokument *	1-15	
A	DE 34 00 410 A1 (HAUNI WERKE KOERBER & CO KG [DE]) 26. Juli 1984 (1984-07-26) * das ganze Dokument *	1-15	
A	DE 40 14 659 A1 (HAUNI WERKE KOERBER & CO KG [DE]) 22. November 1990 (1990-11-22) * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			A24C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		10. März 2015	MacCormick, Duncan
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 19 1605

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-03-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4942363 A	17-07-1990	EP 0395308 A2	31-10-1990
		JP H03128446 A	31-05-1991
		NO 901804 A	26-10-1990
		US 4942363 A	17-07-1990

GB 2489586 A	03-10-2012	DE 102011006414 A1	04-10-2012
		GB 2489586 A	03-10-2012

EP 1702524 A1	20-09-2006	CN 1836595 A	27-09-2006
		DE 102005012811 A1	21-09-2006
		EP 1702524 A1	20-09-2006
		JP 2006308562 A	09-11-2006
		US 2006207616 A1	21-09-2006

DE 3400410 A1	26-07-1984	KEINE	

DE 4014659 A1	22-11-1990	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1330961 B1 **[0006]**
- DE 102012209954 **[0007]** **[0026]**
- DE 102011083049 **[0048]**
- DE 102011083052 **[0050]**