



(10) **DE 10 2014 211 575 A1** 2015.12.17

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 211 575.2**

(22) Anmeldetag: **17.06.2014**

(43) Offenlegungstag: **17.12.2015**

(51) Int Cl.: **G01N 22/00 (2006.01)**

A24C 5/34 (2006.01)

(71) Anmelder:

Hauni Maschinenbau AG, 21033 Hamburg, DE

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Seemann & Partner, 20095
Hamburg, DE**

(72) Erfinder:

**Baron, Denis, 22457 Hamburg, DE; Leifels,
Tobias, 20535 Hamburg, DE; Hohenstein, Norbert,
21481 Lauenburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

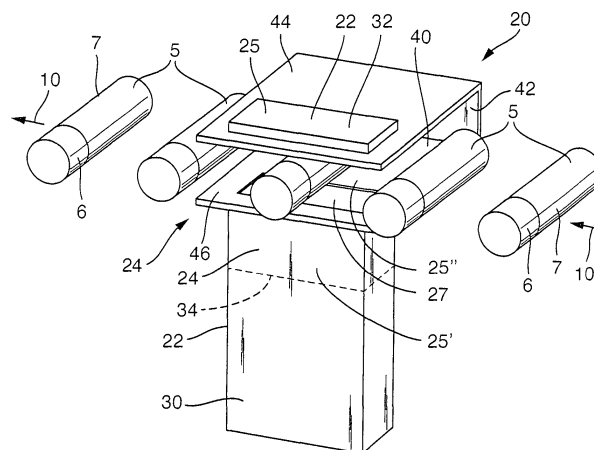
DE	10 2013 201 511	B3
DE	10 2009 017 962	A1
DE	10 2013 213 936	A1
EP	1 241 469	A2
EP	2 243 384	A1
EP	2 243 385	A2

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Mikrowellenmessvorrichtung, Anordnung und Verfahren zur Überprüfung von stabförmigen Artikeln oder eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie sowie Maschine der Tabak verarbeitenden Industrie**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Mikrowellenmessvorrichtung (20, 120, 220, 320) einer Anordnung zur Überprüfung von stabförmigen Artikeln (5) oder eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere zur Überprüfung von flüssigkeitsgefüllten Kapseln (8) in Filtern (7) von längs- oder queraxial geförderten Filterzigaretten oder in einem längsaxial geförderten Filterstrang (9), umfassend wenigstens einen Mikrowellenresonator (21, 121, 221, 321). Die Erfindung betrifft ferner eine entsprechende Anordnung, eine Maschine der Tabak verarbeitenden Industrie und ein entsprechendes Verfahren. Der erfindungsgemäße Mikrowellenresonator (21, 121, 221, 321) ist als Reflexionsresonator mit einem Resonatorhohlraum (24, 124, 224, 324) ausgebildet, der an einer Seite eine Mikrowelleneinkopplung und einer der Mikrowelleneinkopplung gegenüber angeordneten Seite eine Reflexionsfläche (32) aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Mikrowellenmessvorrichtung einer Anordnung zur Überprüfung von stabförmigen Artikeln oder eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere zur Überprüfung von flüssigkeitsgefüllten Kapseln in Filtern von längsoder queraxial geförderten Filterzigaretten oder in einem längsaxial geförderten Filterstrang, umfassend wenigstens einen Mikrowellenresonator. Die Erfindung betrifft ferner eine entsprechende Anordnung, eine Maschine der Tabak verarbeitenden Industrie und ein entsprechendes Verfahren.

[0002] Bislang werden in einigen Filterstrangmaschinen, wie beispielsweise in der so genannten KDF der Anmelderin, Filterstäbe hergestellt, in die Objekte, beispielsweise geschmacksflüssigkeitsgefüllte Kapseln, eingelegt werden. Direkt während der Produktion werden diese Kapseln vor weiterer Verarbeitung geprüft, wobei insbesondere auch Mikrowellen-Sensoren wie die MIDAS-EF und MIDAS-EFX der Anmelderin zur Anwendung kommen. Dabei wird geprüft, ob der Füllgehalt der Kapseln korrekt ist oder ob diese zerbrochen sind, ob Kapseln fehlen, ob doppelte Kapseln eingelegt sind und ob die Position in der Strangrichtung korrekt ist. Ein entsprechendes Verfahren ist beispielsweise in EP 2 243 385 A2 der Anmelderin beschrieben, deren Offenbarungsgehalt vollständig in die vorliegende Anmeldung aufgenommen sein soll.

[0003] In einigen Fällen werden die so produzierten Filterstäbe für eine gewisse Zeit, beispielsweise 24 Stunden, gelagert und anschließend entlang einer Massenstrombeschickung oder einer pneumatischen Förderstrecke noch einmal auf ihren Füllgehalt bzw. darauf, ob sie zerbrochen sind, geprüft. Ein Beispiel für eine pneumatische Förderstrecke ist aus der EP 2 243 384 A1 zu entnehmen, deren Offenbarungsgehalt ebenfalls vollständig in die vorliegende Anmeldung aufgenommen sein soll. In der mit „FDU“ bezeichneten Anlage der Anmelderin erfolgt eine Überprüfung der Kapseln, um auszuschließen, dass an der Filterstrangherstellungsmaschine Kapseln beschädigt worden sind, die erst nach einiger Zeit auslaufen und nur im ausgetrockneten Zustand vom Mikrowellen-Sensor als fehlerhaft detektiert werden.

[0004] In der deutschen Patentanmeldung Nr. 10 2013 213 936.5, deren Offenbarungsgehalt vollinhaltlich in die vorliegende Patentanmeldung aufgenommen sein soll, wird ferner eine Anordnung zur Überprüfung von queraxial geförderten stabförmigen Artikeln der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere zur Überprüfung von flüssigkeitsgefüllten Kapseln in Filtern von Filterzigaretten, mit wenigstens einer Muldenfördervorrichtung mit Mulden zur Aufnah-

me und queraxialen Förderung von stabförmigen Artikeln und wenigstens einer Mikrowellenmessvorrichtung mit wenigstens einem Mikrowellenresonator vorgeschlagen, bei der die wenigstens eine Mikrowellenmessvorrichtung entlang eines Förderweges der stabförmigen Artikel wenigstens einen längserstreckten, einseitig offenen seitlichen Durchtrittskanal für einen über die jeweiligen Mulden überstehenden Abschnitt der Artikel aufweist, wobei der wenigstens eine Durchtrittskanal den wenigstens einen Mikrowellenresonator seitlich durchdringt, so dass überstehende Abschnitte der stabförmigen Artikel auf ihrem Förderweg durch den Durchtrittskanal ein Mikrowellenmessfeld im wenigstens einen Mikrowellenresonator durchqueren, wobei die stabförmigen Artikel, insbesondere an einer Soll-Position der Kapseln, das Mikrowellenmessfeld durchqueren.

[0005] Hiermit wird ermöglicht, dass die Artikel, insbesondere Filterzigaretten, queraxial seitlich in den Mikrowellenresonator eintauchen und dort das darin angeregte resonante Mikrowellenfeld durchlaufen. Damit treten die überstehenden Abschnitte der stabförmigen Artikel vollständig in das Mikrowellenfeld ein, das im Resonator eine hohe Feldstärke aufweisen kann. Mit dem längserstreckten, einseitig offenen seitlichen Durchtrittskanal ist die Mikrowellenmessvorrichtung außerdem für diesen queraxial geförderten seitlich Durchtritt speziell ausgestaltet, um den entsprechenden Durchtritt durch den Mikrowellenresonator zu ermöglichen. Dies hat den Vorteil, dass Änderungen in der Dichte, beispielsweise eines Zigarettenfilters, oder in der Flüssigkeitsbefüllung einer flüssigkeitsbefüllten Kapsel im Zigarettenfilter sehr genau und weitgehend positionsunabhängig erfasst werden können. Dies erhöht die Messsicherheit für die Qualität der Filter bzw. der darin enthaltenen Kapseln.

[0006] Demgegenüber liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Überprüfung der Qualität der stabförmigen Artikel der Tabak verarbeitenden Industrie oder der Materialstränge der Tabak verarbeitenden Industrie weiter zu verbessern.

[0007] Diese der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch eine Mikrowellenmessvorrichtung einer Anordnung zur Überprüfung von stabförmigen Artikeln oder eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere zur Überprüfung von flüssigkeitsgefüllten Kapseln in Filtern von längsoder queraxial geförderten Filterzigaretten oder in einem längsaxial geförderten Filterstrang, umfassend wenigstens einen Mikrowellenresonator, gelöst, die dadurch weitergebildet ist, dass der Mikrowellenresonator als Reflexionsresonator mit einem Resonatorhohlraum ausgebildet ist, der an einer Seite eine Mikrowelleneinkopplung und einer der Mikrowelleneinkopplung gegenüber angeordneten Seite eine Reflexionsfläche aufweist.

[0008] Die Verwendung eines Reflexionsresonators gemäß der vorliegenden Erfindung hat den Vorteil, dass eine hohe Güte insbesondere bei leerem Resonatorhohlraum erreicht wird und durch die Verwendung nur einer Antenne zum Einkoppeln und Auskoppeln von Mikrowellen der Bauraum für die Mikrowellenvorrichtung klein sein kann. Die hohe Güte ermöglicht außerdem eine sehr feine und trennscharfe Begutachtung der stabförmigen Artikel sowie die Unterscheidung, ob gegebenenfalls Kapseln in einem Zigarettenfilter intakt sind, erst kurz zuvor beschädigt wurden oder bereits längere Zeit ausgelaufen sind. Eine solche hohe Präzision war mit bekannten Systemen noch nicht erreichbar.

[0009] Die erfindungsgemäße Mikrowellenmessvorrichtung ist in einer Maschine der Tabak verarbeitenden Industrie an verschiedenen Stellen der Produktion anwendbar, beispielsweise in einer Filterstrangmaschine, einer Filteransetzmaschine oder auch als letzte Messstelle vor dem Verpacken von fertigen Filterzigaretten.

[0010] Vorzugsweise weist der Resonatorhohlraum einen Durchtrittskanal für die Artikel oder den Materialstrang auf, der den Resonatorhohlraum in mehrere Resonatorhohlraumabschnitte aufteilt. Solche Resonatorhohlraumabschnitte sind Teilräume des Resonatorhohlraums, die zusammen den Resonatorhohlraum bilden. Diese Resonatorhohlraumabschnitte fluchten miteinander. Der gesamte Resonatorhohlraum ist somit in im wesentlichen drei Abschnitte aufgeteilt, zwei Resonatorhohlraumabschnitte, die abseits des Durchtrittskanals innerhalb eines Gehäuses des Resonators liegen, und den mit den beiden anderen Resonatorhohlraumabschnitten fluchtenden Bereich des Durchtrittskanals, in dem ein Mikrowellenmessfeld sich zwischen den beiden Resonatorhohlraumabschnitten fortpflanzt. Dieser Bereich des Durchtrittskanals kann daher im Rahmen der vorliegenden erfindungsgemäßen Mikrowellenmessvorrichtung als eigener Resonatorhohlraumabschnitt angesehen werden.

[0011] In einer vorteilhaften Weiterbildung sind die Resonatorhohlraumabschnitte vom Durchtrittskanal mittels Schutzblenden, die für Mikrowellen durchlässig sind, abgetrennt. Dies gilt nicht für den Durchtrittskanal und den darin definierten dritten Resonatorhohlraumabschnitt selbst. Die Schutzblenden können beispielsweise als Schutzfolien, beispielsweise Kunststofffolien oder Kunststoffplatten, ausgebildet sein. Die Abschnitte des Resonatorhohlraums sind, insbesondere mittels der Schutzblenden, vorzugsweise vollständig voneinander getrennt. Da sowohl der Durchtrittskanal als auch die Schutzblenden für das Mikrowellenmessfeld durchlässig sind, bilden die beiden Teile des Resonatorhohlraums zusammen mit dem damit fluchtenden Teil des Durchtrittskanals

einen gemeinsamen Resonator für das Mikrowellenmessfeld.

[0012] Vorteilhafterweise ist der Durchtrittskanal als Gabel oder im Querschnitt „U“-förmig ausgebildet und/oder ragen Wandungen des Durchtrittskanals in wenigstens einer Richtung über den Resonatorhohlraum hinaus. Ein als Gabel oder im Querschnitt „U“-förmig ausgebildeter Durchtrittskanal bzw. ein Durchtrittskanal mit über den Resonatorhohlraum hinausragenden Wandungen hat den Vorteil, dass durch den seitlichen Abschluss das Austreten des Mikrowellenmessfelds aus dem Mikrowellenresonator klein gehalten wird.

[0013] Die Mikrowellenmessvorrichtung weist vorzugsweise eine kapazitive oder induktive Mikrowelleneinkopplung auf. Diese umfasst vorzugsweise eine Antenne und einen Mikrowelleneinkopplungshohlraum. Der Mikrowellenresonator umfasst vorzugsweise ein Einkopplungselement zwischen der Mikrowelleneinkopplung und dem Resonatorhohlraum, wobei das Einkopplungselement als Blende, die wenigstens eine, insbesondere ovale oder runde, Öffnung aufweist, ausgebildet ist. Ein solches Einkopplungselement kann ein Transformationselement zur transformatorischen Einkopplung von Mikrowellen in den Resonatorhohlraum umfassen, also zur Anpassung der Einspeisung an den Resonator. Das Transformationselement, insbesondere vorzugsweise ein Stub-Tuner oder ein Zweischeibengenerator, dient dazu, die eingespeiste Mikrowellenenergie möglichst verlustfrei in den Mikrowellenresonator bzw. den Resonatorhohlraum einzuspeisen. Eine Blende bietet eine besonders einfache Ausführungsform eines Einkopplungselements, Stub-Tuner und Zweischeibentransformatoren bieten darüber hinaus die Möglichkeit der Einstellbarkeit.

[0014] Der Resonatorhohlraum hat vorteilhafterweise die Form eines Hohlleiters, der durch die Reflektionsfläche abgeschlossen ist. Seine Länge ist daher größer als seine Ausdehnung in Querrichtung, also in Richtung der Längserstreckung der stabförmigen Artikel und des Förderwegs der stabförmigen Artikel. Es bildet sich im Resonator eine stehende Welle aus, die vorzugsweise dort ein Maximum aufweist, wo die stabförmigen Artikel bzw. das Material auf ihrem bzw. seinem Förderweg hindurch treten bzw. tritt.

[0015] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch gelöst durch eine Anordnung zur Überprüfung von stabförmigen Artikeln oder eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere zur Überprüfung von flüssigkeitsgefüllten Kapseln in Filtern von längs- oder queraxial geförderten Filterzigaretten oder in einem längsaxial geförderten Filterstrang, mit wenigstens einer Fördervorrichtung zum längsaxialen oder queraxialen Fördern von stabförmigen Artikeln oder eines Materialstrangs ent-

lang eines Förderwegs, umfassend wenigstens eine zuvor beschriebene erfindungsgemäße Mikrowellenmessvorrichtung, durch die der Förderweg verläuft. Die erfindungsgemäße Anordnung weist die gleichen Vorteile, Merkmale und Eigenschaften auf wie die zuvor beschriebene Mikrowellenmessvorrichtung, die sie umfasst.

[0016] Vorzugsweise ist die wenigstens eine Fördervorrichtung als Muldenfördervorrichtung mit Mulden zur Aufnahme und queraxialen Förderung von stabförmigen Artikeln entlang des Förderwegs ausgebildet und umfasst die wenigstens eine Mikrowellenmessvorrichtung wenigstens einen Mikrowellenresonator, wobei der Förderweg durch wenigstens einen Durchtrittskanal verläuft, der den wenigstens einen Mikrowellenresonator durchdringt, so dass über die jeweiligen Mulden überstehende Abschnitte der stabförmigen Artikel auf ihrem Förderweg durch den Durchtrittskanal ein Mikrowellenmessfeld im Mikrowellenresonator durchqueren, insbesondere an einer Soll-Position der Kapseln.

[0017] Die Merkmale des Durchtrittskanals und der Muldenfördervorrichtung entsprechen im Wesentlichen den entsprechenden Merkmalen der zuvor erwähnten deutschen Patentanmeldung Nummer 10 2013 213 936.5 der Anmelderin. Auch im Fall der vorliegenden Erfindung ist der Durchtrittskanal so angeordnet, dass queraxial geförderte stabförmige Artikel durch den Durchtrittskanal auf ihrem Förderweg hindurch treten und durch ein Mikrowellenmessfeld des Mikrowellenresonators der Mikrowellenmessvorrichtung hindurchtreten.

[0018] Weiter vorzugsweise weist der Resonatorhohlraum in Richtung der Längserstreckung der Artikel eine Breite auf, die weniger als die Länge eines Filters eines Artikels beträgt. Auch auf diese Weise wird eine Ortsauflösung hergestellt. Im Querschnitt kann die Ausdehnung des Resonatorhohlraums entlang der Längsachse der stabförmigen Artikel größer sein als die Ausdehnung in Querrichtung der stabförmigen Artikel oder umgekehrt. Auf diese Weise kann, insbesondere auch unter Verwendung mehrerer hintereinander angeordneter erfindungsgemäßer Mikrowellenmessvorrichtungen bzw. Mikrowellenresonatoren eine Ortsauflösung für die Kapseln in Zigarettenfiltern in Längsrichtung bzw. quer zur Längsrichtung der Filterzigaretten realisiert werden.

[0019] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch gelöst durch eine Maschine der Tabak verarbeitenden Industrie mit wenigstens einer zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Anordnung und/oder wenigstens einer zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Mikrowellenmessvorrichtung. In dieser Maschine der Tabak verarbeitenden Industrie sind somit die gleichen Merkmale, Eigenschaften und Vorteile realisiert wie in den zuvor beschriebenen

Erfindungsgegenständen. Bei der Maschine handelt es sich beispielsweise um eine Filterstrangmaschine oder eine Filteransetzmaschine.

[0020] Schließlich wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe auch durch ein Verfahren zur Überprüfung von queraxial oder längsaxial geförderten stabförmigen Artikeln oder eines längsaxial geförderten Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere zur Überprüfung von flüssigkeitsgefüllten Kapseln in Filtern von Filterzigaretten oder in einem Filterstrang, insbesondere in einer zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Anordnung, gelöst, bei dem die stabförmigen Artikel oder der Materialstrang durch den Durchtrittskanal gefördert werden oder wird und dabei ein Mikrowellenmessfeld des als Reflexionsresonator ausgebildeten Mikrowellenresonators durchlaufen oder durchläuft, insbesondere an einer Soll-Position von Kapseln in den stabförmigen Artikeln. Aufgrund der hohen Güte des als Reflexionsresonator ausgebildeten Mikrowellenresonators ergibt sich eine besonders gute Trennschärfe bei der Analyse und Überprüfung der stabförmigen Artikel.

[0021] Vorzugsweise werden wenigstens zwei verschiedene Größen des Mikrowellenmessfelds beim Durchlaufen eines Artikels oder Materialstrangs erfasst und ausgewertet, insbesondere eine Resonanzfrequenz, eine Güte, ein Reflexionsfaktor und/oder ein Stehwellenverhältnis. Da die Güte des Reflexionsresonators im leeren Zustand besonders hoch ist, reagiert die Güte sehr fein auf Veränderungen aufgrund durchlaufender stabförmiger Artikel bzw. eines durchlaufenden Materialstrangs und insbesondere auf den Zustand der darin enthaltenen Kapseln. Das Stehwellenverhältnis (SWR, „standing wave ratio“) ist ein Maß für die stehende Welle, die in dem Reflexionsresonator durch Reflexion entsteht. Mit den Amplituden der vorlaufenden und der rücklaufenden Wellen ist es als Verhältnis der Summe und der Differenzen der vorlaufenden und rücklaufenden Wellen definiert. Ohne Reflexion ist das SWR gleich 1, bei vollständiger Reflexion unendlich.

[0022] Vorteilhafterweise werden die erfassten Größen des Mikrowellenmessfelds auf den Zustand des Artikels oder des Materialstrangs hin ausgewertet, insbesondere auf das Vorhandensein und/oder eine Befüllung einer Kapsel in einem Filter oder Filterstrang, wobei insbesondere zweidimensionale oder dreidimensionale Messwertbereiche definiert sind oder werden, die für intakte Artikel oder Strangabschnitte und für Artikel oder Strangabschnitte mit verschiedenen Defektarten stehen. Durch die Verwendung von zwei oder mehreren Größen ist es möglich, die unterschiedlichen Messwertbereiche genauer voneinander zu trennen, auch wenn sie in jeder einzelnen Größe teilweise überlappen. Bei den Messwertbereichen handelt es sich um zwei-

oder dreidimensionale Messwertbereiche, die für bestimmte Qualitäts- oder Schadensfälle typisch identifiziert werden. Als Variablen können typische bei Mikrowellenmessverfahren aufgenommene Messgrößen verwendet werden. Rein beispielhaft und nicht ausschließlich können dies Resonanzfrequenz, Güte und/oder Stehwellenverhältnis sein.

[0023] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist oder wird gegenüber einem Messwertbereich mit intakten Artikeln oder Strangabschnitten, insbesondere mit intakten Kapseln, ein Messwertbereich mit frisch gebrochenen Kapseln bei geringerer Güte und/oder bei geringerer Resonanzfrequenz und/oder bei höherem Stehwellenverhältnis definiert und/oder ist oder wird gegenüber einem Messwertbereich mit intakten Artikeln oder Strangabschnitten, insbesondere mit intakten Kapseln, ein Messwertbereich mit seit mehreren Stunden leeren Kapseln bei höherer Güte, bei höherer Resonanzfrequenz und/oder bei geringerem Stehwellenverhältnis definiert.

[0024] Artikel oder Strangabschnitte, deren Messwerte nicht im Messwertbereich mit Artikeln oder Strangabschnitten mit intakten Kapseln liegen oder die in einem Messwertbereich mit frisch gebrochenen Kapseln oder mit leeren Kapseln liegen, werden vorzugsweise von der weiteren Verarbeitung und/oder Verpackung ausgeschlossen.

[0025] 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.

[0026] 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:

[0027] Fig. 1 eine schematische perspektivische Darstellung von Teilen eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Anordnung,

[0028] Fig. 2a), b) schematische perspektivische Schnittdarstellungen durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mikrowellenmessvorrichtung,

[0029] Fig. 3 eine schematische perspektivische Darstellung durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mikrowellenmessvorrichtung mit längsaxialer Strangförderung,

[0030] Fig. 4a), b) schematische Schnittdarstellungen durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mikrowellenmessvorrichtung mit Mikrowellenmessfeldern im beladenen Zustand,

[0031] Fig. 5a), b) schematische Schnittdarstellungen durch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mikrowellenmessvorrichtung mit Mikrowellenmessfeldern im unbeladenen Zustand,

[0032] Fig. 6a), b) Beispiele von Analysebereichen in verschiedenen zweidimensionalen Parameterräumen, und

[0033] Fig. 7 eine Darstellung von Messpunkten und Analysebereichen in einem dreidimensionalen Parameterraum.

[0034] 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.

[0035] Fig. 1 zeigt eine schematische perspektivische Darstellung von Teilen eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Anordnung. Die Anordnung umfasst eine Mikrowellenmessvorrichtung **20** mit einem Gehäuse **22**, das einen Reflexionsresonator **24** mit einer Mikrowelleneinkopplung **30** umfasst. Eine Blende **34** ist gestrichelt angedeutet und trennt den Mikrowelleneinkopplungshohlraum **30** vom Reflexionsresonator **24** ab. Im oberen Bereich ist der Reflexionsresonator durchbrochen von einem Durchtrittskanal **40**, der gabelförmig ausgebildet ist. Dieser umfasst eine erste Wandung **44** und eine zweite Wandung **46** und ist mittels einer Abschlusswand **42** seitlich abgeschlossen. Damit ist der Durchtrittskanal **40** im Querschnitt „U“-förmig. Dadurch wird verhindert, dass das Mikrowellenfeld im Inneren des Resonators in größerem Maße austritt. Dazu trägt bei, dass die erste Wandung **44** und die zweite Wandung **46** deutlich über den Resonatorhohlraum hinausragen.

[0036] Durch den Durchtrittskanal **40** verläuft ein Förderweg **10** von stabförmigen Artikeln, in diesem Fall Zigaretten **5**, die einen Tabakstock **6**, der nur teilweise dargestellt ist, sowie Filter **7** mit Kapseln **8** umfassen.

[0037] Es handelt sich um die überstehenden Abschnitte der Zigaretten **5**, die über nicht dargestellte Mulden einer nicht dargestellten Muldenfördervorrichtung, beispielsweise einem Muldenband oder einer Muldentrommel oder einer Muldenkegeltrommel, überstehen. Entsprechende Muldenfördervorrichtungen sind beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung Nr. 10 2013 213 936.5 der Anmelderin offenbart.

[0038] Der Resonatorhohlraum selbst ist mittels Schutzblenden **26**, **27**, die aus einem für Mikrowellen durchlässigen Material bestehen, beispielsweise PEEK (Polyetheretherketon), abgedeckt. Dies verhindert, dass Schmutz in den Mikrowellenresonator eindringt. Durch die Schutzblenden **26**, **27** ist der Reflexionsresonator **24** in drei Resonatorhohlraumabschnitte **125**, **125'**, **125''** aufgeteilt.

[0039] Fig. 2a) und Fig. 2b) zeigen schematische perspektivische Schnittdarstellungen durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mikrowellenmessvorrichtung **120**. Es handelt sich jeweils um Schnittdarstellungen durch die Mikrowellenmessvorrichtung **120**, und zwar in einer Schnittebene, die längs durch den Filter **7** mit der Kapsel **8** verläuft, die mittig auf ihrem Förderweg **10** in dem Durchtrittskanal **40** angeordnet ist in Fig. 2a), und in einem Schnitt, der quer zur Längserstreckung des Filters **7** verläuft, in Fig. 2b).

[0040] Die Mikrowellenmessvorrichtung **120** umfasst mehrere Teile. Die Mikrowellen werden in einer Mikrowelleneinkopplung eingekoppelt, die einen Mikrowelleneinkopplungshohlraum **130** und eine Antenne **36** umfasst, die sowohl als Einkopplungsantenne als auch als Auskopplungsantenne betrieben wird. Hierdurch wird auch Bauraum eingespart. Der Mikrowelleneinkopplungshohlraum **130** wird begrenzt durch eine Wand mit einer kreisförmigen oder ovalen Blende **34**, durch die Mikrowellen in den Resonatorhohlraum **124** eindringen. Die Blendenöffnung kann auch andere Formen haben, oder es sind mehrere Blendenöffnungen möglich, wobei diese beispielsweise entsprechend der einzuspeisenden Mode des Mikrowellenfeldes wählbar sein kann.

[0041] Der Resonatorhohlraum **124** ist durch den Durchtrittskanal **40** in zwei separate Teile bzw. Resonatorhohlraumabschnitte **125**, **125'** geteilt. Die Fortsetzung des Resonatorhohlraums **124** im Durchtrittskanal **40** selbst kann als weiterer Resonatorhohlraumabschnitt **125''** angesehen werden. Die Schutzblenden **26**, **27**, die diese Resonatorhohlraumabschnitte **125**, **125'** des Resonatorhohlraums **124** vom Durchtrittskanal **40** trennen, sind für Mikrowellen durchlässig, so dass sich ein gemeinsamer Resonatorhohlraum **124** mit zwei bzw. drei Teilen bzw. Teilräumen, den Resonatorhohlraumabschnitten **125**, **125'**, **125''** ergibt. Der mittlere Resonatorhohlraumabschnitt **125''** ist dabei derjenige, der im Durchtrittskanal **40** liegt, während die beiden anderen durch mikrowellendurchlässige Schutzblenden **26**, **27** vor Verschmutzung geschützt sind, so dass eine gleichbleibend hohe Güte des Reflexionsresonators **121** gewährleistet ist.

[0042] Der Resonatorhohlraum **124** ist durch eine Reflexionsfläche **32**, die der Blende **34** gegenüberliegt, abgeschlossen. Mikrowellen, die durch die

Blende **34** in den Resonatorhohlraum **124** gelangen, werden an der Reflexionsfläche **32** reflektiert und gelangen zurück durch die Blende **34** zur Antenne **36**. Dabei durchlaufen sie zweifach den Durchtrittskanal **40** mit gegebenenfalls darin positionierten Filtern **7** und Kapseln **8**.

[0043] In dem in Fig. 2a) und Fig. 2b) dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Ausdehnung des Resonatorhohlraums **24** im Querschnitt in Längsrichtung des stabförmigen Artikels kleiner als in Querrichtung dazu. Damit wird eine gute Auflösung in der Längserstreckung des stabförmigen Artikels erzielt. Dies ist auch in der Form und Anordnung der Schutzblenden **26**, **27** erkennbar, die nur den Abschnitt rund um die Soll-Position von Kapseln **8** im Filter **7** der Zigaretten **5** bedecken. Es ist auch möglich, die Längen- und Breitenverhältnisse umzukehren, so dass der queraxial geförderte stabförmige Artikel auf die Breitseite des Querschnitts des Resonatorhohlraums **124** trifft. Hiermit lässt sich eine gute Ortsauflösung quer zur Längserstreckung des stabförmigen Artikels erreichen. Es können auch mehrere gleichartige Mikrowellenmessvorrichtungen **120** des zuerst genannten Typs gestaffelt hintereinander angeordnet werden, um die gesamte Länge beispielsweise eines Filters **7** einer Zigarette **5** abzutasten.

[0044] Die in Fig. 2a) und Fig. 2b) gezeigte Anordnung hat den Vorteil, dass das Mikrowellenmessfeld im Resonatorhohlraum **124** durch die seitlich überragenden Wandungen **44**, **46** sowie die Abschlusswand **42** wirksam daran gehindert wird, nach außen auszutreten.

[0045] Die Einkopplungsantenne **36** im Mikrowelleneinkopplungshohlraum **130** ist in Fig. 2a) und Fig. 2b) seitlich in der langen Seite angeordnet. Die Öffnung der Blende **34** ist oval ausgebildet.

[0046] Fig. 3 stellt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mikrowellenmessvorrichtung **320** perspektivisch von außen dar. In diesem Ausführungsbeispiel sind Kapseln **8** in einem Endlos-Filterstrang **9** eingebettet, der auf seinem Förderweg **10'** längsaxial durch die Mikrowellenmessvorrichtung **320** gefördert wird. Diese umfasst einen Reflexionsresonator **321** mit einem vom Gehäuse verdeckten Resonatorhohlraum **324**, der durch einen Durchtrittskanal **40**, der im Übrigen ähnlich wie in den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 und Fig. 2 ausgebildet ist, in mehrere Resonatorhohlraumabschnitte **325**, **325'**, **325''** aufgeteilt ist. Der Resonatorhohlraumabschnitt **325''** liegt dabei im Durchtrittskanal **40**. Der Reflexionsresonator **324** ist in seinem Querschnitt, wie anhand der Schutzblende **26** zu erkennen ist, in Strangrichtung breiter ausgebildet als quer zur Strangrichtung. Auch die Ausdehnung in Strangrichtung ist allerdings kleiner als der Abstand zwischen den Soll-Positionen der Kapseln **8** im Materialstrang **9**. Diese

Geometrie führt dazu, dass eine hohe Sensitivität für Kapseln gegeben ist, die nicht zentral im Strang angeordnet ist, während der zeitliche Verlauf der Messung eine gute Messung der Lage der Kapseln **8** in Strangrichtung sowie von deren Zustand ermöglicht.

[0047] Fig. 4a) und Fig. 4b) zeigen schematische Schnittdarstellungen durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mikrowellenmessvorrichtung **120** mit Mikrowellenmessfeldern **128** im beladenen Zustand. In Fig. 4a) ist eine Schnittdarstellung in einer Schnittebene quer durch einen Filter **7** mit einer Kapsel **8** gezeigt, während in Fig. 4b) das gleiche Feld und die gleiche Geometrie in einer dazu senkrechten Schnittebene, die durch die Längserstreckung des Filters **7** verläuft, gezeigt ist. In diesem Fall ist der Mikrowelleneinkopplungshohlraum **130** größer ausgebildet und enthält zwei Teilwellen. Die Blende **34** trennt den Mikrowelleneinkopplungshohlraum **130** vom Resonatorhohlraum **124**. In Fig. 4a) ist der Förderweg **10** des stabförmigen Artikels eingezeichnet. Dieser weist in Fig. 4b) in die Zeichenebene hinein. Der Durchtrittskanal **40** ist in Fig. 4a) symmetrisch erkennbar. Die höchste Feldstärke ist im Zentrum des Filters **7** erkennbar, etwa an der Position der Kapsel **8**. Der Resonator ist auch in diesem Fall als Reflexionsresonator **121** ausgebildet.

[0048] In Fig. 4b) ist zu sehen, dass die höchste Feldstärke der stehenden Welle sich um den Bereich der Kapsel **8** konzentriert. Das Mikrowellenfeld wird auf der im Bild rechts gezeigten Seite durch die Wandungen des Durchtrittskanals **40** am Austreten gehindert. Auch auf der linken Seite, der Seite, die zur nicht dargestellten Muldenfördervorrichtung geht, ist durch die Fortsetzung der oberen und unteren Wandung des Durchtrittskanals **40** die Menge der austretenden Mikrowellenleistung reduziert. In beiden Fällen ist unten rechts eine Grauwertskala für die Feldstärke in logarithmischer Darstellung gezeigt. Das austretende Feld ist um wenigstens den Faktor 50 bis 100 abgeschwächt.

[0049] In Fig. 5a), b) sind schematische Schnittdarstellungen durch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mikrowellenmessvorrichtung **220** mit Mikrowellenmessfeldern **228** im unbeladenen Zustand gezeigt. In diesem Fall ist die Antenne **36** quer zur Längserstreckung des Resonatorhohlraums **224** des Reflexionsresonators **221** angeordnet. Die Schnittebenen sind gegenüber den Schnittebenen aus Fig. 4 umgedreht, d.h. die Schnittebene in Fig. 5a) entspricht derjenigen aus Fig. 4b) und diejenige aus Fig. 5b) derjenigen aus Fig. 4a). In Fig. 5a) sind auch die für die Mikrowellen durchlässigen Schutzblenden **26**, **27** erkennbar. Die höchste Feldstärke wird wiederum zentral im Reflexionsresonator **221** bzw. dem Resonatorhohlraum **224** erzielt. Durch die Konstruktion des Durchtrittskanals **40** mit seinen Wandungen und dem überragenden Teil er-

gibt sich ein sehr geringer Austritt an Mikrowellenleistung in die äußere Umgebung.

[0050] Der Mikrowelleneinkopplungshohlraum **230** ist in diesem Ausführungsbeispiel ähnlich längserstreckt wie der Resonatorhohlraum **224**.

[0051] Der Reflexionsresonator **221** aus Fig. 5 weist ebenso wie die Reflexionsresonatoren der Fig. 1 bis Fig. 3 im unbeladenen Zustand eine sehr hohe Güte auf.

[0052] In Fig. 6a) und Fig. 6b) sind Beispiele von Analysebereichen bzw. Messwertbereichen in verschiedenen zweidimensionalen Parameterräumen dargestellt. Hier kommen zur Auswertung die Parameter Reflexionsfaktor bzw. SWR (Standing Wave Ratio, Stehwellenverhältnis), die Resonanzfrequenz f_0 und die Güte Q . Die Frequenz der Mikrowelle beträgt ca. 7,4 GHz und kann je nach Auslegung des Resonatorraums angepasst werden.

[0053] Fig. 6a) zeigt auf der y-Achse die gemessene Güte (einheitenlos) und auf der x-Achse die gemessene Resonanzfrequenz in GHz. Es werden drei Populationen unterschieden. Intakte Filter mit intakten Kapseln konzentrieren sich in einem recht kleinen Phasenraum, der als Messwertbereich **60** gekennzeichnet ist. Filter mit frisch angebrochenen Kapseln führen zu einer Verringerung der Güte und befinden sich in einem Messwertbereich **62**. Filter mit bereits länger defekten Kapseln, die bereits ausgetrocknet sind, konzentrieren sich hingegen in einem Phasenraum bei höheren Resonanzfrequenzen und höherer Güte, d.h. sie beeinträchtigen das Mikrowellenfeld nicht so stark wie Filter mit Kapseln und befinden sich in einem größerem Messwertbereich, der mit **64** bezeichnet ist.

[0054] Die gleichen Datenpunkte werden in Fig. 6b) auf der y-Achse bezüglich des Stehwellenverhältnisses (SWR, einheitenlos) und auf der x-Achse mit der Güte (ebenfalls einheitenlos) dargestellt. Hier reihen sie sich beinahe linear auf. Die Filter mit intakten Kapseln konzentrieren sich in einem Messwertbereich **60** und sind recht eng gesteckt. Filter mit frisch gebrochenen Kapseln haben sowohl eine geringere Güte als auch ein höheres Stehwellenverhältnis und konzentrieren sich im Messwertbereich **62**. Filter mit alten ausgelaufenen Kapseln haben Messwerte sowohl höherer Güte als auch mit einem geringeren Stehwellenverhältnis und sind in dem Messwertbereich **64** angeordnet. Gerade der Messwertbereich **64** ist sehr gut von dem Messwertbereich **60** getrennt, so dass die Unterscheidung sehr einfach ist. Auch zwischen den Messwertbereichen **60** und **62** lässt sich eine Unterscheidung gut bewerkstelligen, zumal, wenn sämtliche drei dargestellten Variablen miteinander kombiniert werden und die Messwertbereiche dreidimensional definiert werden.

[0055] Dies ist in **Fig. 7** mit Messpunkten und Analysebereichen bzw. Messwertbereichen in einem dreidimensionalen Parameterraum dargestellt. Die Punkte sind die gleichen wie in **Fig. 6**, jedoch in einer dreidimensionalen Darstellungsweise. Es ist erkennbar, dass die Messwertbereiche **60** und **62** der intakten Filter mit intakten Kapseln und Filter mit gerade beschädigten Kapseln in der dreidimensionalen Darstellung gut unterscheidbar sind. Die Analyse sämtlicher dreier Messgrößen des Mikrowellenfeldes im Reflexionsresonator eignet sich somit besonders gut zur Unterscheidung verschiedener Erscheinungen von Filtern und erreicht eine hohe Trennschärfe auch zwischen Filtern mit intakten Kapseln und Filtern mit gerade beschädigten Kapseln. Die Aussonderung von Filtern mit bereits länger ausgelaufenen Kapseln ist problemlos möglich.

[0056] 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.

124	Resonatorhohlraum
125–125“	Resonatorhohlraumabschnitt
128	Mikrowellenmessfeld
130	Mikrowelleneinkopplungshohlraum
220	Mikrowellenmessvorrichtung
221	Reflexionsresonator
224	Resonatorhohlraum
225–225“	Resonatorhohlraumabschnitt
228	Mikrowellenmessfeld
230	Mikrowelleneinkopplungshohlraum
320	Mikrowellenmessvorrichtung
321	Reflexionsresonator
324	Resonatorhohlraum
325–325“	Resonatorhohlraumabschnitt

Bezugszeichenliste

5	Zigarette
6	Tabakstock
7	Filter
8	Kapsel
9	Filterstrang
10, 10‘	Förderweg
20	Mikrowellenmessvorrichtung
21	Reflexionsresonator
22	Gehäuse
24	Resonatorhohlraum
25–25“	Resonatorhohlraumabschnitt
26, 27	Schutzblende
30	Mikrowelleneinkopplungshohlraum
32	Reflexionsfläche
34	Blende
36	Antenne
40	Durchtrittskanal
42	Abschlusswand
44	erste Wandung
46	zweite Wandung
60	Messwertbereich mit intakten Kapseln
62	Messwertbereich mit frisch gebrochenen Kapseln
64	Messwertbereich mit ausgelaufenen Kapseln
120	Mikrowellenmessvorrichtung
121	Reflexionsresonator

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 2243385 A2 [0002]
- EP 2243384 A1 [0003]
- DE 102013213936 [0004, 0017, 0037]

Patentansprüche

1. Mikrowellenmessvorrichtung (**20, 120, 220, 320**) einer Anordnung zur Überprüfung von stabförmigen Artikeln (**5**) oder eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere zur Überprüfung von flüssigkeitsgefüllten Kapseln (**8**) in Filtern (**7**) von längs- oder queraxial geförderten Filterzigaretten oder in einem längsaxial geförderten Filterstrang (**9**), umfassend wenigstens einen Mikrowellenresonator (**21, 121, 221, 321**), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mikrowellenresonator (**21, 121, 221, 321**) als Reflexionsresonator mit einem Resonatorhohlraum (**24, 124, 224, 324**) ausgebildet ist, der an einer Seite eine Mikrowelleneinkopplung und einer der Mikrowelleneinkopplung gegenüber angeordneten Seite eine Reflexionsfläche (**32**) aufweist.

2. Mikrowellenmessvorrichtung (**20, 120, 220, 320**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Resonatorhohlraum (**24, 124, 224, 324**) einen Durchtrittskanal (**40**) für die Artikel (**5**) oder den Materialstrang aufweist, der den Resonatorhohlraum (**24, 124, 224, 324**) in mehrere Resonatorhohlraumabschnitte (**25, 25', 25''; 125, 125', 125''; 225, 225', 225''; 325, 325', 325''**) aufteilt.

3. Mikrowellenmessvorrichtung (**20, 120, 220, 320**) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Resonatorhohlraumabschnitte (**25, 25'; 125, 125'; 225, 225'; 325, 325'**) vom Durchtrittskanal (**40**) mittels Schutzblenden (**26, 27**), die für Mikrowellen durchlässig sind, abgetrennt sind.

4. Mikrowellenmessvorrichtung (**20, 120, 220, 320**) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchtrittskanal (**40**) als Gabel oder im Querschnitt „U“-förmig ausgebildet ist und/oder dass Wandungen (**44, 46**) des Durchtrittskanals (**40**) in wenigstens einer Richtung über den Resonatorhohlraum (**24, 124, 224, 324**) hinausragen.

5. Mikrowellenmessvorrichtung (**20, 120, 220, 320**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mikrowellenresonator (**21, 121, 221, 321**) ein Einkopplungselement zwischen der Mikrowelleneinkopplung und dem Resonatorhohlraum (**24, 124, 224, 324**) umfasst, wobei das Einkopplungselement als Blende (**34**), die wenigstens eine, insbesondere ovale oder runde, Öffnung aufweist, ausgebildet ist.

6. Mikrowellenmessvorrichtung (**20, 120, 220, 320**) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Transformationselement zur transformatorischen Einkopplung von Mikrowellen in den Resonatorhohlraum (**23, 124, 224, 324**) umfasst ist, das insbesondere als Stub-Tuner oder als Zweischiebentransformator ausgebildet ist.

7. Anordnung zur Überprüfung von stabförmigen Artikeln (**5**) oder eines Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere zur Überprüfung von flüssigkeitsgefüllten Kapseln (**8**) in Filtern (**7**) von längs- oder queraxial geförderten Filterzigaretten oder in einem längsaxial geförderten Filterstrang (**9**), mit wenigstens einer Fördervorrichtung zum längsaxialen oder queraxialen Fördern von stabförmigen Artikeln (**5**) oder eines Materialstrangs entlang eines Förderwegs (**10, 10'**), umfassend wenigstens eine Mikrowellenmessvorrichtung (**20, 120, 220, 320**) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, durch die der Förderweg (**10, 10'**) verläuft.

8. Anordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Fördervorrichtung als Muldenfördervorrichtung mit Mulden zur Aufnahme und queraxialen Förderung von stabförmigen Artikeln (**5**) entlang des Förderwegs (**10, 10'**) ausgebildet ist und die wenigstens eine Mikrowellenmessvorrichtung (**20, 120, 220**) wenigstens einen Mikrowellenresonator (**21, 121, 221**) umfasst, wobei der Förderweg (**10, 10'**) durch wenigstens einen Durchtrittskanal (**40**) verläuft, der den wenigstens einen Mikrowellenresonator (**21, 121, 221**) durchdringt, so dass über die jeweiligen Mulden überstehende Abschnitte der stabförmigen Artikel (**5**) auf ihrem Förderweg (**10, 10'**) durch den Durchtrittskanal (**40**) ein Mikrowellenmessfeld (**128, 228**) im Mikrowellenresonator (**21, 121, 221**) durchqueren, insbesondere an einer Soll-Position der Kapseln (**8**).

9. Anordnung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Resonatorhohlraum (**24, 124, 224**) in Richtung der Längserstreckung der Artikel (**5**) eine Breite aufweist, die weniger als die Länge eines Filters (**7**) eines Artikels (**5**) beträgt.

10. Maschine der Tabak verarbeitenden Industrie mit wenigstens einer Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9 und/oder wenigstens einer Mikrowellenmessvorrichtung (**20, 120, 220, 320**) nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

11. Verfahren zur Überprüfung von queraxial oder längsaxial geförderten stabförmigen Artikeln (**5**) oder eines längsaxial geförderten Materialstrangs der Tabak verarbeitenden Industrie, insbesondere zur Überprüfung von flüssigkeitsgefüllten Kapseln (**8**) in Filtern (**7**) von Filterzigaretten oder in einem Filterstrang (**9**), insbesondere in einer Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die stabförmigen Artikel (**5**) oder der Materialstrang durch den Durchtrittskanal (**40**) gefördert werden oder wird und dabei ein Mikrowellenmessfeld (**128, 228**) des als Reflexionsresonator ausgebildeten Mikrowellenresonators (**21, 121, 221, 321**) durchlaufen oder durchläuft, insbesondere an einer Soll-Position von Kapseln (**8**) in den stabförmigen Artikeln (**5**).

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei verschiedene Größen des Mikrowellenmessfelds (**128**, **228**) beim Durchlaufen eines Artikels oder Materialstrangs erfasst und ausgewertet werden, insbesondere eine Resonanzfrequenz, eine Güte, ein Reflexionsfaktor und/oder ein Stehwellenverhältnis.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erfassten Größen des Mikrowellenmessfelds (**128**, **228**) auf den Zustand des Artikels (**5**) oder des Materialstrangs hin ausgewertet werden, insbesondere auf das Vorhandensein und/oder eine Befüllung einer Kapsel (**8**) in einem Filter (**7**) oder Filterstrang (**9**), wobei insbesondere zweidimensionale oder dreidimensionale Messwertbereiche (**60**, **62**, **64**) definiert sind oder werden, die für intakte Artikel (**5**) oder Strangabschnitte und für Artikel (**5**) oder Strangabschnitte mit verschiedenen Defektarten stehen.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass gegenüber einem Messwertbereich (**60**) mit intakten Artikeln (**5**) oder Strangabschnitten, insbesondere mit intakten Kapseln (**8**), ein Messwertbereich (**62**) mit frisch gebrochenen Kapseln (**8**) bei geringerer Güte und/oder bei geringerer Resonanzfrequenz und/oder bei höherem Stehwellenverhältnis definiert ist oder wird und/oder dass gegenüber einem Messwertbereich (**60**) mit intakten Artikeln (**5**) oder Strangabschnitten, insbesondere mit intakten Kapseln (**8**), ein Messwertbereich (**64**) mit seit mehreren Stunden leeren Kapseln bei höherer Güte, bei höherer Resonanzfrequenz und/oder bei geringerem Stehwellenverhältnis definiert ist oder wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass Artikel (**5**), deren Messwerte nicht im Messwertbereich (**60**) mit Artikeln (**5**) oder Strangabschnitten mit intakten Kapseln (**8**) liegen oder die in einem Messwertbereich (**62**) mit frisch gebrochenen Kapseln (**8**) oder die im Messwertbereich (**64**) mit seit mehreren Stunden leeren Kapseln (**8**) liegen, von der weiteren Verarbeitung und/oder Verpackung ausgeschlossen werden.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

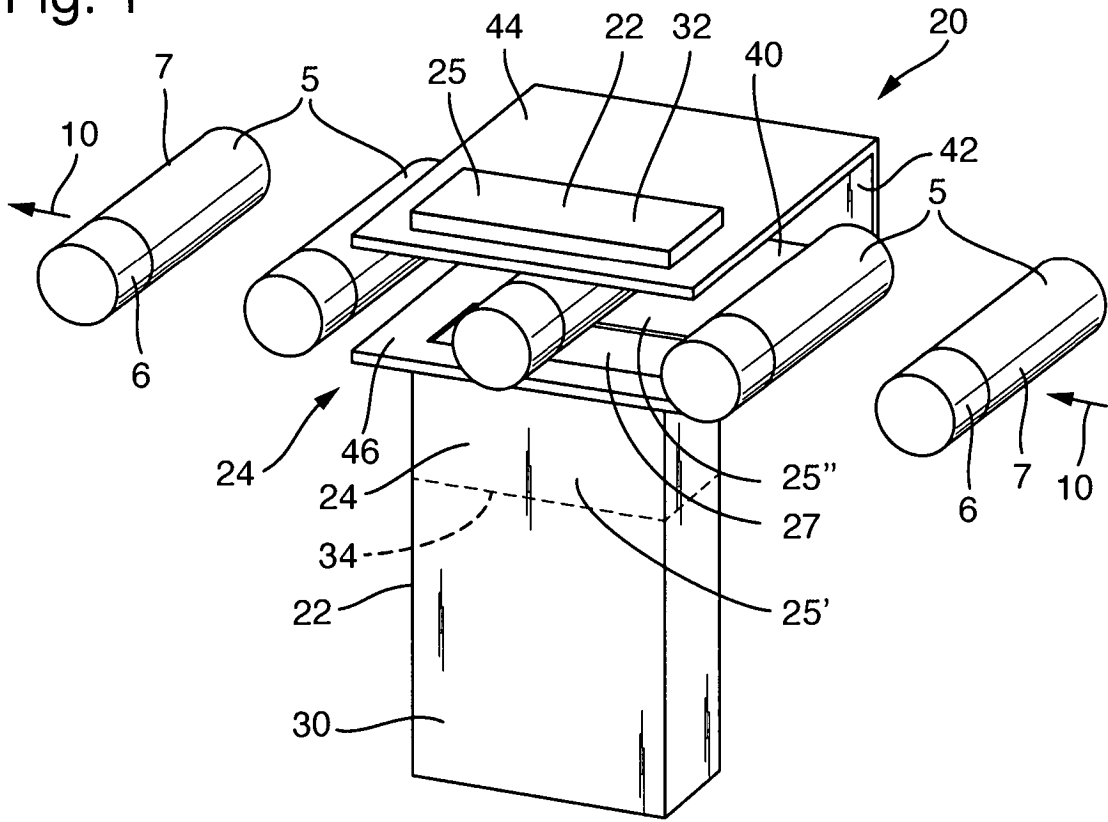


Fig. 2

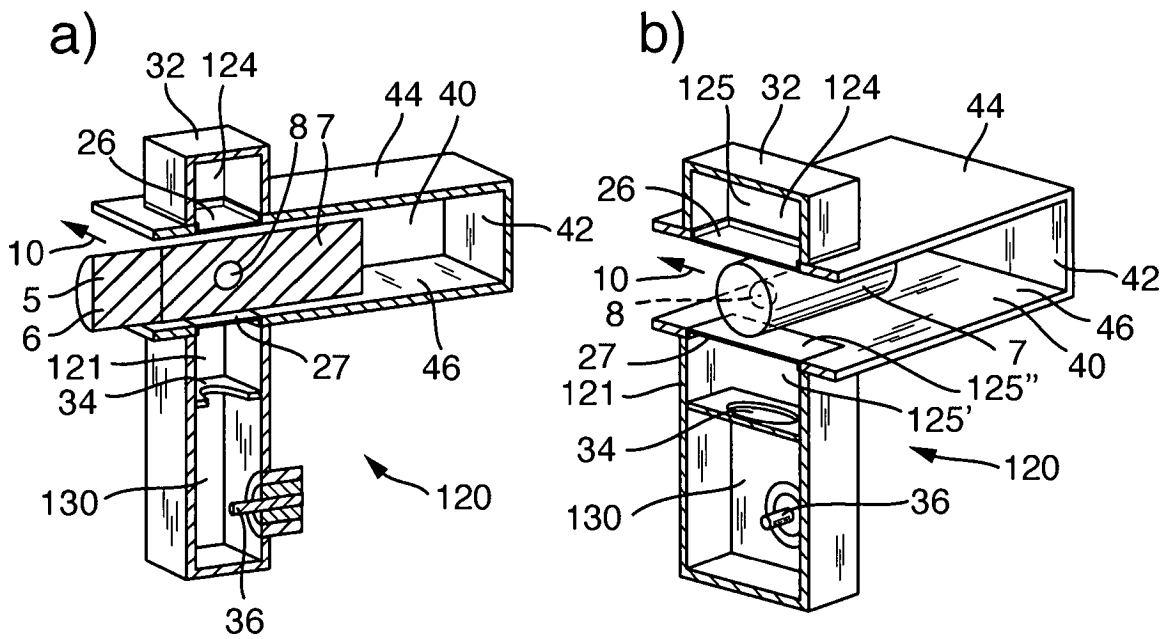


Fig. 3

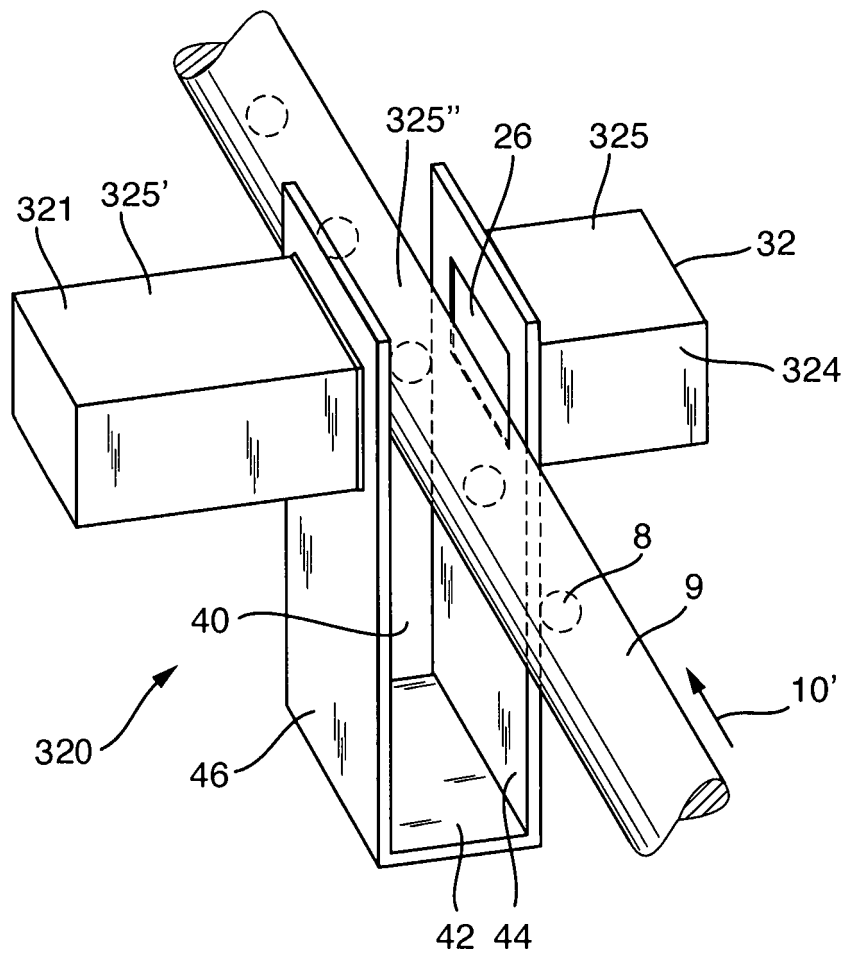
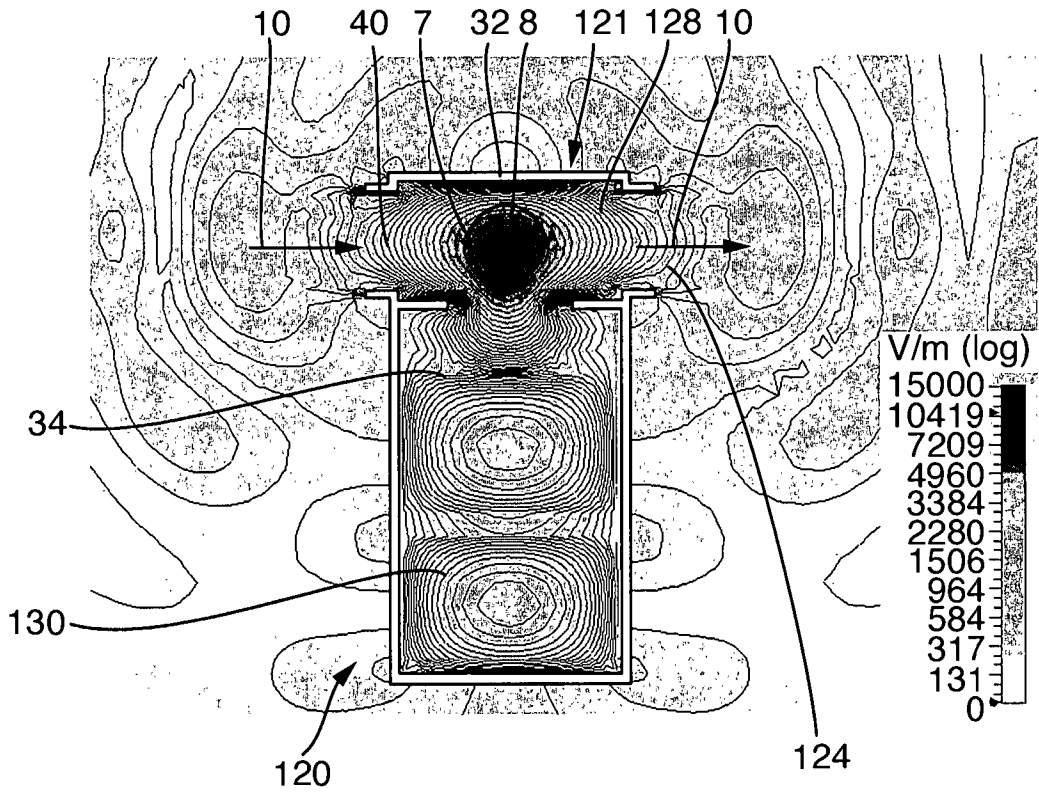


Fig. 4
a)



b)

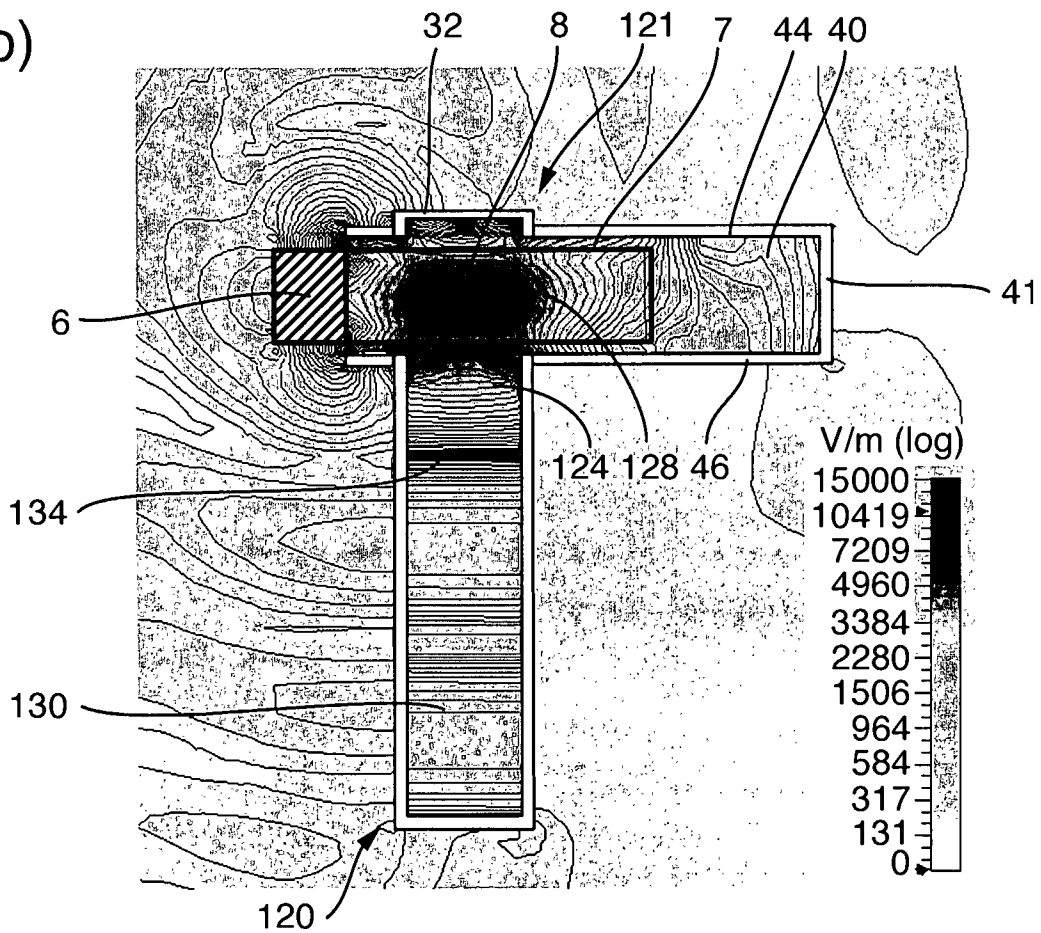
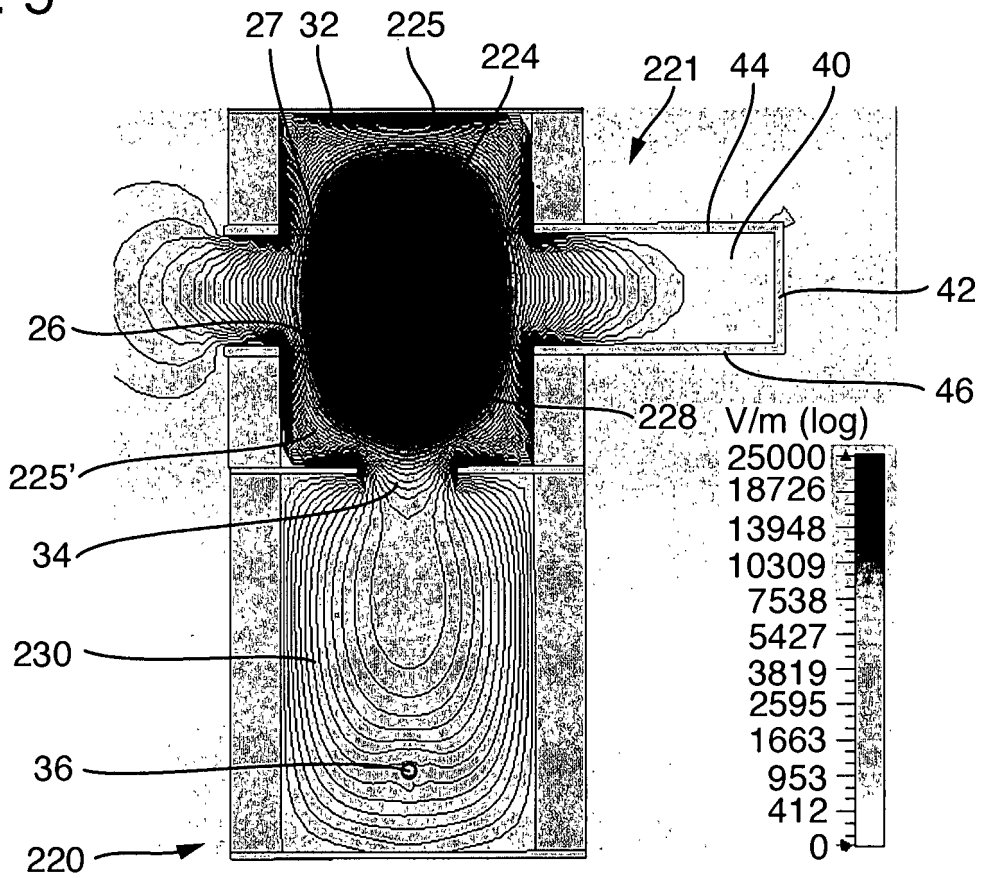


Fig. 5

a)



b)

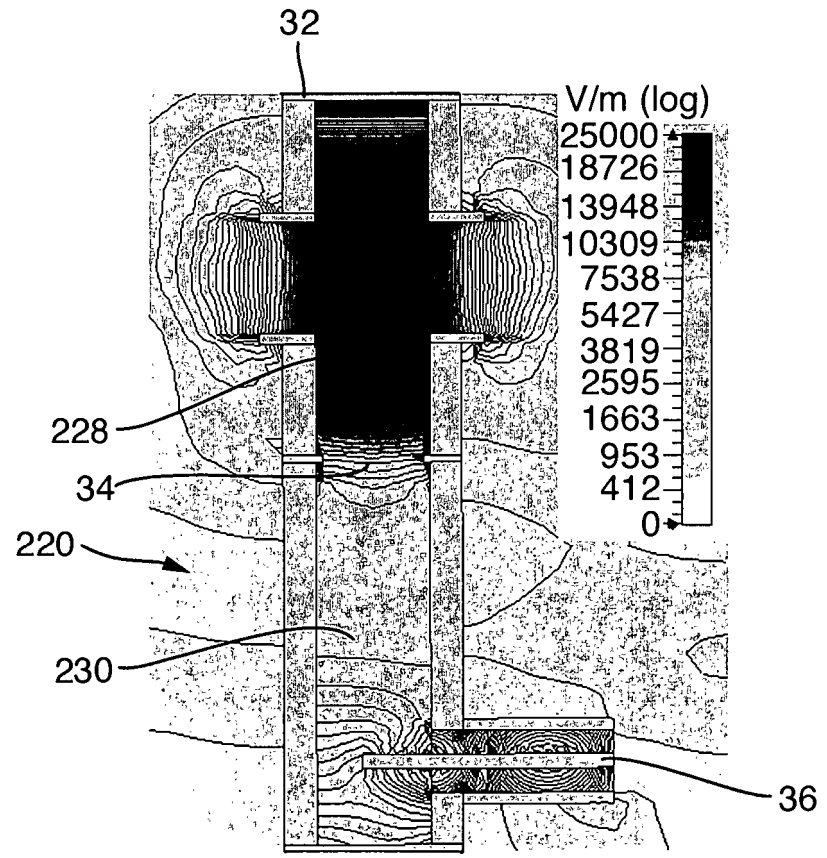
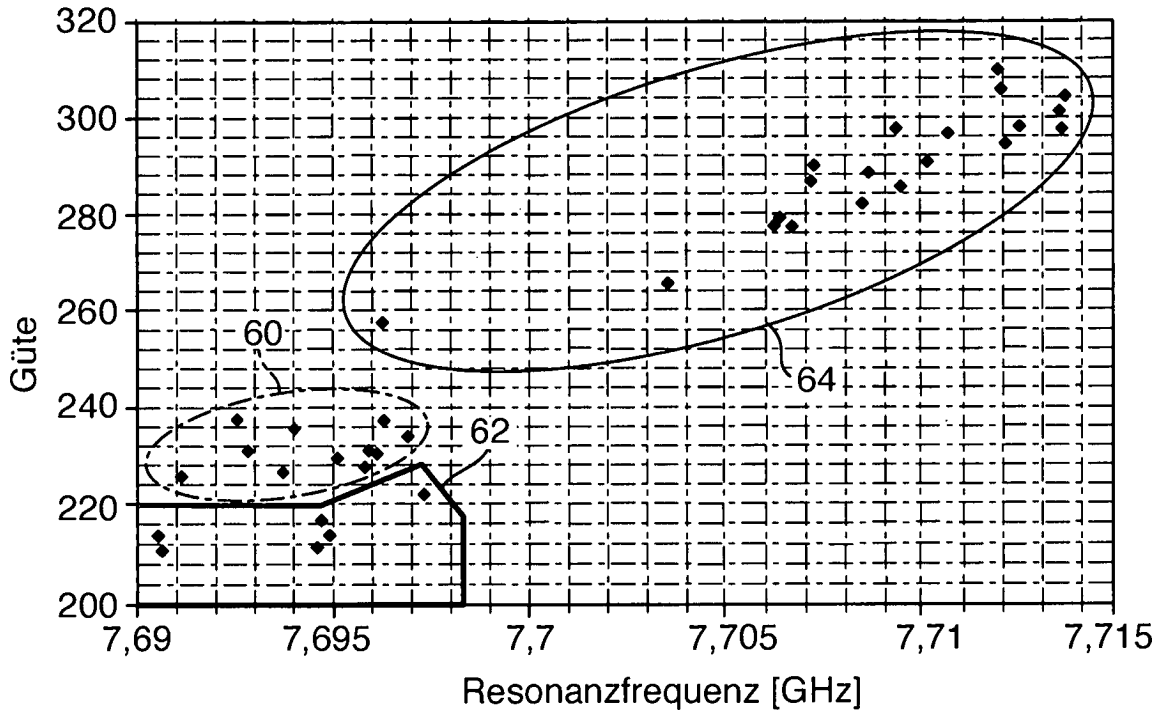


Fig. 6

a)



b)

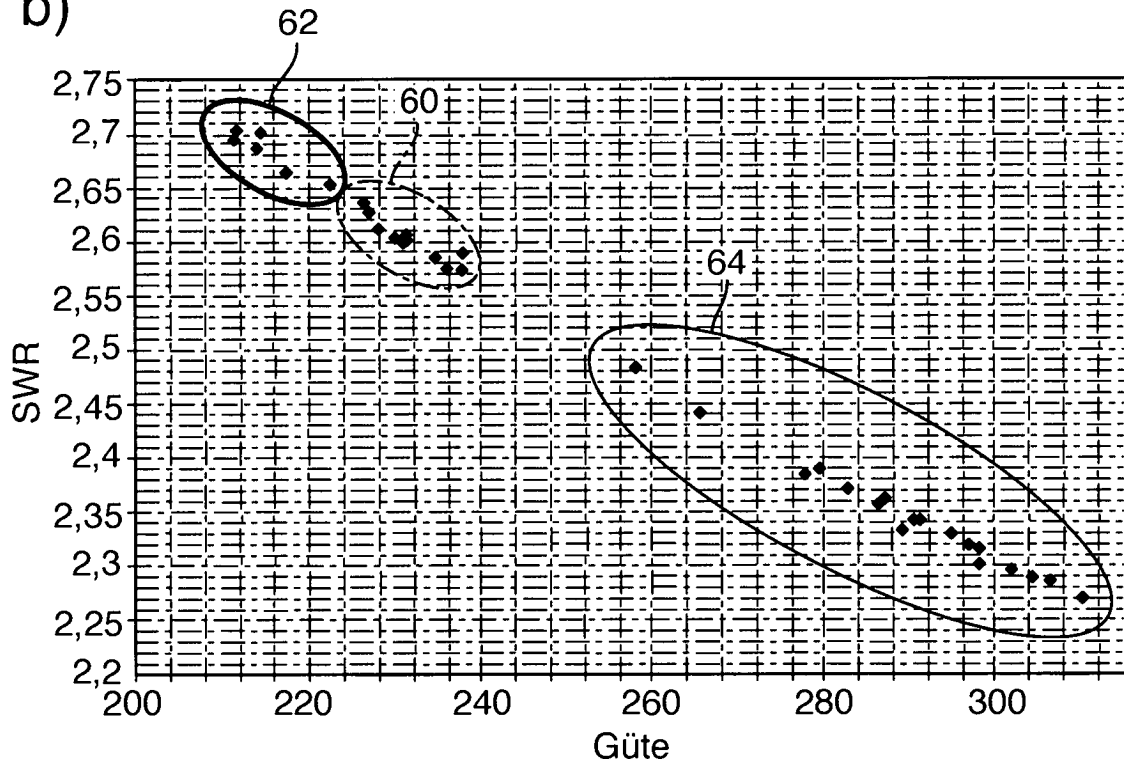


Fig. 7

