



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 694 34 567 T2** 2006.07.27

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 707 388 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **694 34 567.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **94 307 493.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **12.10.1994**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.04.1996**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.12.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.07.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H04B 5/00** (2006.01)
H01P 1/06 (2006.01)

(73) Patentinhaber:
Dai Nippon Printing Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
JUNG HML, 80799 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH, DE, FR, GB, LI

(72) Erfinder:
**Hoshino, Masaru, Shinjuku-ku, Tokyo-to, JP;
Sano, Toyokazu, Ishikari-cho, Hokkaido,, JP; Oe,
Takeo, Ishikari-cho, Hokkaido,, JP**

(54) Bezeichnung: **Signalübertragungseinrichtung unter Verwendung eines festen und eines drehbaren Körpers**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Signalübertragungsvorrichtung.

[0002] Bisher wird zwischen einer sendenden Einheit und einer empfangenden Einheit, die getrennt aufgebaut und gegeneinander in einer Weise gedreht werden, dass sie sich nicht berühren, ein Signal über ein drahtloses Übertragungssystem übertragen, welches Sende- und Empfangsantennen verwendet. Allerdings ist bei einem drahtlosen Übertragungssystem eine Einmischung von externem Rauschen unvermeidbar, und deshalb ist ein solches System für eine exakte Signalübertragung unzuverlässig.

[0003] Die japanischen veröffentlichten Anmeldungen Nr. JP5090830 und JP6197052 schlagen ein Signalübertragungssystem zum Übertragen von Signalen zwischen einer Sendeeinheit und einer Empfangseinheit vor, welche relativ zueinander auf eine Weise gedreht werden, dass sie sich nicht berühren. Bei diesen vorgeschlagenen Systemen wird ein Signal zwischen der Sendeeinheit und der Empfangseinheit auf eine berührungslose Weise übertragen, und demzufolge wird das gewünschte Signal zuverlässig zwischen Einheiten übertragen, die relativ zueinander gedreht werden.

[0004] Allerdings gibt es bei einem Signalübertragungssystem Probleme. Beispielsweise wird bei dem oben genannten System ein Signal hauptsächlich mittels einer Wanderwellenkomponente desselben übertragen, welche eine Wellenlänge hat, die der Frequenz des zu übertragenden Signals entspricht. Wenn der Betragspegel der von der Empfangseinheit empfangenen Wanderwellenkomponente nicht hoch genug ist, dann kann das Signal nicht angemessen übertragen werden.

[0005] Zum zweiten ist die Verstärkung des übertragenen Signals nicht flach innerhalb des Übertragungsfrequenzbandes desselben. Die Verstärkungen des Signals sind nämlich von Frequenz zu Frequenz verschieden, und Spitzenwertpunkt sowie Tiefstwertpunkte der Übertragungsverstärkung erscheinen wiederholt entlang einer Frequenzachse. Wenn eine Vielzahl von Signalen auf verschiedene Träger innerhalb des Übertragungsfrequenzbandes aufmoduliert und dann übertragen wird, dann wird demnach die Anzahl der zu übertragenden Signale durch die Übertragungscharakteristika begrenzt, weil die Trägerfrequenzen aus den Spitzenwertfrequenzen auszuwählen sind, wo die Übertragungsverstärkung ausreichend ist. Außerdem wird bei Frequenzen, die geringfügig von den Spitzenwertfrequenzen abweichen, die Übertragungsverstärkung plötzlich verringert, und deshalb wird eine Übertragungsgenauigkeit verschlechtert, auch wenn die Spitzenwertfrequenz als Träger verwendet wird.

[0006] Darüber hinaus ist es bei einem solchen Signalübertragungssystem erwünscht, eine bidirektionale Übertragung durchzuführen. Beispielsweise wird bei einem Inspektionssystem, bei welchem Objekte von Inspektionskameras photographiert werden und die Qualität der Objekte auf der Basis der Bildsignale beurteilt wird, verlangt, dass ein Inspektionsbildsignal von einer Detektiereinheit zu einer Signalverarbeitungseinheit übertragen wird, während gleichzeitig verlangt wird, dass ein Synchronisiersignal zum Steuern der Inspektionskameras von der Signalverarbeitungseinheit zu der Detektiereinheit übertragen wird. In einem solchen Fall werden zwei Signalübertragungssysteme für die Bildsignalübertragung und die Synchronisiersignalübertragung vorbereitet. Allerdings ist es bei einigen Arten von Systemen schwierig, eine Vielzahl von Signalübertragungssystemen vorzusehen. Wenn eine bidirektionale Übertragung durch eine einzige Übertragungsvorrichtung realisiert wird, werden außerdem die Konstruktion des gesamten Systems und die Steuerung des Systems vereinfacht.

[0007] Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, ein Signalübertragungsgerät zu schaffen, welches in der Lage ist, Signale zuverlässig und wirksam zu übertragen.

[0008] US-A-4327334 beschreibt eine Signalübertragungsvorrichtung, umfassend:
einen ersten Körper, der an einer drehbaren Welle befestigt ist, die den ersten Körper durchdringt, wobei sich der erste Körper zusammen mit der drehbaren Welle um eine Achse der drehbaren Welle dreht;
einen zweiten Körper, der ortsfest um die drehbare Welle angeordnet ist;
ein erstes leitfähiges Element, das in dem ersten Körper angeordnet ist;
ein zweites leitfähiges Element, welches in dem zweiten Körper angeordnet ist;
eine erste Symmetriereinheit (englisch: balun unit) zur Lieferung eines Signals an einen Signaleingangspunkt des ersten oder des zweiten leitfähigen Elementes; und
eine zweite Symmetriereinheit zum Empfangen eines Signals von einem Signalausgangspunkt des zweiten Elementes.

[0009] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Signalübertragungsvorrichtung, wie sie obenstehend definiert ist, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl der erste Körper als auch der zweite Körper aus einem elektromagnetisch abschirmenden Material gefertigt ist;
dass die erste Symmetriereinheit eine erste Symmetrierstufe zur Umwandlung der Impedanz eines zu übertragenden Signals von einer ersten Impedanz in eine zweite Impedanz, die größer als die erste Impedanz ist, sowie eine zweite Symmetrierstufe zur Umwandlung der Impedanz des von der ersten Symme-

trierstufe ausgegebenen Signals von der zweiten Impedanz in die erste Impedanz und gleichermaßen zum Liefern des umgewandelten Signals an mehrfache Signaleingangspunkte an dem ersten leitfähigen Element umfasst;

und dass die zweite Symmetriereinheit eine erste Symmetrierstufe zum Umwandeln der Impedanz des Signals, das von mehrfachen Signalausgabepunkten an dem zweiten leitfähigen Element gleichermaßen empfangen wird, von einer ersten Impedanz in eine zweite Impedanz, die größer ist als die erste Impedanz, sowie eine zweite Symmetrierstufe zum Umwandeln der Impedanz des Signals, das von der ersten Symmetrierstufe ausgegeben wird, von der ersten Impedanz in die zweite Impedanz zur Erzeugung eines Ausgangssignals umfasst.

[0010] Wenn das zu übertragende Signal gleichermaßen an mehrfache Signaleingangspunkte an dem ersten leitfähigen Element über Symmetrierglieder geliefert wird, dann werden Signalreflexionen absorbiert. Ferner wird die Signalübertragungsintensität zwischen den Elementen geglättet, und deshalb wird das Signal stabil mit geringer Abweichung der Übertragungsverstärkung innerhalb des Signalübertragungsbandes übertragen. Eine Signalverschlechterung infolge äußerer Störungen oder einer Abweichung bei den physikalischen Formen der Elemente kann vermieden werden.

[0011] Vorzugsweise ist die Anzahl der Signaleingangspunkte von der Anzahl der Signalausgangspunkte verschieden.

[0012] In einer Ausgestaltung umfasst die Signalübertragungsvorrichtung ferner einen ersten Duplexer zum Hindurchschicken eines Signals innerhalb eines ersten vorgegebenen Frequenzbandes und zum Liefern des hindurchgeschickten Signals an das erste leitfähige Element; und einen zweiten Duplexer zum Empfangen eines Signals von dem zweiten Element und zum Hindurchschicken des Signals innerhalb eines zweiten Frequenzbandes.

[0013] Bei einer Signalübertragungsvorrichtung, wie sie oben beschrieben wurde, wird eine bidirektionale Übertragung in einem drehbaren System realisiert, in welchem ein Teil des Systems sich dreht.

[0014] In einer Ausgestaltung umfasst bei einer Signalübertragungsvorrichtung, wie sie oben definiert wurde, der erste Körper oder der zweite Körper wenigstens eine ringförmige Nut, wobei die ringförmige Nut eine wie ein Ring geformte Kammer schafft, wenn der erste Körper und der zweite Körper miteinander gekoppelt werden und das erste Element sowie das zweite Element in der hohlen Kammer einander gegenüberliegen.

[0015] Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung

werden nachstehend beispielhaft mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen zeigen:

[0016] [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht eines drehbaren Rohrinspektionssystems gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0017] [Fig. 2](#) eine Seitenansicht des in [Fig. 1](#) gezeigten drehbaren Rohrinspektionssystems;

[0018] [Fig. 3](#) eine Schemazeichnung, welche eine Bewegung eines Laminatrohres in dem in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten System illustriert;

[0019] [Fig. 4A–Fig. 4D](#) Schnittansichten eines Einführabschnittes des drehbaren Rohrinspektionssystems;

[0020] [Fig. 5A–Fig. 5D](#) Schemazeichnungen, welche eine Inspektionsweise des Laminatrohres mit Hilfe des drehbaren Rohrinspektionssystems illustriert;

[0021] [Fig. 6](#) ein Blockdiagramm, welches eine Signalverarbeitung mit Hilfe des drehbaren Rohrinspektionssystems illustriert;

[0022] [Fig. 7](#) eine Seitenansicht, welche eine Signalübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0023] [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) Draufsichten der in [Fig. 7](#) gezeigten Vorrichtung;

[0024] [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) Draufsichten, welche ein Sendeelement und ein Empfangselement der in [Fig. 7](#) gezeigten Vorrichtung zeigen;

[0025] [Fig. 10](#) eine Schemazeichnung, welche die Konstruktion der Signalübertragungsvorrichtung der [Fig. 7](#) illustriert;

[0026] [Fig. 11](#) eine Schemazeichnung, welche die Stromkreisconfiguration der Signalübertragungsvorrichtung der [Fig. 7](#) illustriert;

[0027] [Fig. 12](#) ein Diagramm, welches die Übertragungscharakteristik einer Vorrichtung gemäß der [Fig. 7](#) illustriert;

[0028] [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) schematische Darstellungen, welche eine Signalübertragungsvorrichtung vom Spiralelementtyp und deren Übertragungscharakteristik zeigen;

[0029] [Fig. 14A](#) und [Fig. 14B](#) schematische Darstellungen, welche eine Signalübertragungsvorrichtung vom Spiralelementtyp und deren Übertragungscharakteristik zeigen;

[0030] [Fig. 15A](#) und [Fig. 15B](#) Draufsichten, welche Sende- und Empfangselemente einer Vorrichtung wie in [Fig. 7](#) dargestellt zeigen;

[0031] [Fig. 16](#) eine Schemazeichnung, welche die Beziehung zwischen Signalübertragungselementen und dem Körper der Vorrichtung illustriert;

[0032] [Fig. 17A–Fig. 17C](#) Ansichten, welche Beispiele von Merkmalen einer Signalübertragungsvorrichtung gemäß [Fig. 7](#) zeigen;

[0033] [Fig. 18](#) ein Blockdiagramm, welches die Konstruktion einer Signalübertragungsvorrichtung gemäß der Erfindung zeigt;

[0034] [Fig. 19](#) ein Diagramm, welches Übertragungscharakteristika von Duplexern illustriert;

[0035] [Fig. 20](#) ein Blockdiagramm, welches eine detaillierte Konstruktion der Signalübertragungsvorrichtung der [Fig. 18](#) illustriert; und

[0036] [Fig. 21](#) eine Schemazeichnung, welche eine Ausführungsform einer Signalübertragungsvorrichtung illustriert.

Drehbares Rohrinspektionssystem:

[0037] Vor einer Beschreibung von bevorzugten Ausgestaltungen einer Signalübertragungsvorrichtung gemäß der Erfindung wird nachstehend ein drehbares Rohrinspektionssystem beschrieben, bei dem die Signalübertragungsvorrichtung verwendet wird.

[0038] Die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) illustrieren eine Konstruktion eines drehbaren Rohrinspektionssystems, bei dem eine Signalübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Wie dargestellt umfasst das drehbare Rohrinspektionssystem **2** eine Basis **35**, einen Motor **36**, eine drehbare Welle **37**, einen drehbaren Inspektionstisch **12**, eine Nockenbahn **46**, einen Nockenfolger **47**, Zentrierwellen **48**, Zentrierfutter **38**, Inspektionsvorrichtungen **39**, einen Kamerawähler **43**, einen Mischer **44**, eine Antenneneinheit **45**, bei der eine Signalübertragungsvorrichtung verwendet wird, einen drehbaren Drehmelder **49**, einen ortsfesten Drehmelder **50**, einen Lichtmengenprüfer **51**. Das drehbare Rohrinspektionssystem **2** inspiziert Laminatrohre T und erzeugt ein Inspektionsbildsignal. Das Inspektionsbildsignal wird zu einer Signalverarbeitungseinheit über die Antenneneinheit **45** übertragen, deren Einzelheiten später beschrieben werden.

[0039] Im Zentrum der Basis **35** ist eine (nicht gezeigte) feste Welle vorgesehen, und die drehbare Welle **37** hat ein mit demjenigen der festen Welle gemeinsames Wellenzentrum derart, dass die drehbare

Welle **37** die feste Welle überdeckt. Die drehbare Welle **37** wird durch den Motor **36** drehangetrieben. Der drehbare Drehmelder **49** und der ortsfeste Drehmelder **50** sind dazu vorgesehen, die Winkelposition der festen Welle und der drehbaren Welle **37** zu messen. Der drehbare Inspektionstisch **12** ist mit der drehbaren Welle **37** gekoppelt und dreht sich in Verbindung mit der drehbaren Welle. Auf dem drehbaren Inspektionstisch **12** kann der Halter H zum Halten des Rohres T montiert werden. Der Halter H wird durch die Zentrierwelle **48** auf und ab bewegt und gedreht. Die Aufwärts- und Abwärtsbewegung des Halters H wird durch die Nockenbahn **46** und den Nockenfolger **47** ausgeführt, der an dem unteren Ende der zentrierwelle **48** vorgesehen ist. In den Halter H kann die Klemm-Ausgangsseite des Laminatrohres T eingesetzt werden. Das Zentrierfutter **38** zum zirkularen Halten der hinteren Seite des Rohres T wird an dem oberen Abschnitt des Halters H abgestützt. Die Inspektionsvorrichtung **39** zum Inspizieren der Innenseite des Laminatrohres T umfasst einen Einführabschnitt **40**, ein Bohrungssichtgerät **41** und eine CCD-Kamera **42**. Das Bohrungssichtgerät **41** umfasst einen Bohrungssichtgerätekörper **52** und einen Bohrungssichtgeräte-Einführabschnitt **53**. Der Einführabschnitt **40** umfasst den Bohrungssichtgeräte-Einführabschnitt **53**, eine Lichtemitterdiodensektion **54** und einen Photosensor **55**. Der Bohrungssichtgeräte-Einführabschnitt **53** inspiziert hauptsächlich die Seite der inneren Bodenfläche, d.h. die Klemmöffnungsseite in der Figur des Laminatrohres T, und der Photosensor **55** inspiziert hauptsächlich die innere Seitenfläche des Laminatrohres T.

[0040] Als nächstes wird ein Betrieb des drehbaren Rohrinspektionssystems mit Bezug auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) beschrieben. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, wird ein Laminatrohr T von dem Halter H gehalten und durch den Tragförderer **9** zu dem Sternrad **11** überführt. Das Sternrad **11** entnimmt das Laminatrohr T mit dem Halter H und setzt es auf den drehbaren Inspektionstisch **12** des Inspektionssystems **2**. Nachdem es auf den drehbaren Inspektionstisch **12** aufgesetzt worden ist, bewegt sich der Halter H aufwärts und abwärts entsprechend der Bewegung der Zentrierwelle **48**, die der Kurve der Nockenbahn **46** folgt, und dreht sich intermittierend um die Zentrierwelle **48**. Und zwar dreht sich, wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, das Laminatrohr T um seine Achse, während es sich gleichzeitig um die drehbare Welle **37** in der Drehrichtung des drehbaren Inspektionstisches **12** dreht. Bei dieser Drehung unterbricht das Laminatrohr T die Drehung in den Positionen P₁ bis P₄ für eine vorgegebene Zeitspanne. Wenn der Halter H sich aufwärts bewegt, dann bewegt sich auch das Laminatrohr T aufwärts, und der Einführabschnitt **40** der Rohrinspektionsvorrichtung **39** wird in das Laminatrohr T eingeführt, welches durch das Zentrierfutter **38** zirkular gehalten wird. Auf diese Weise dreht sich das Laminatrohr T intermittierend um seine Achse in den Positionen P₁

bis P_4 , während der Einführabschnitt **40** eingeführt ist, und die Rohrinspektionsvorrichtung **39** inspiziert die Boden- und Innenwand des Rohres in den Perioden von P_1 bis P_4 . Die Lichtmenge des Einführabschnittes **40** wird durch den Lichtmengenprüfer **51** vor dessen Einführung geprüft, und das Ergebnis wird bei einer Datenverarbeitung verwendet. Wenn die Lichtmenge kleiner als ein Referenzwert ist, dann wird ein Alarm ausgegeben, und das lichtemittierende Element wird, falls erforderlich, ausgewechselt.

[0041] Als nächstes wird der Aufbau und der Betrieb des Einführabschnittes **40** mehr im einzelnen mit Bezug auf die [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4D](#) und die [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5D](#) beschrieben. [Fig. 4A](#) ist eine Schnittansicht des Einführabschnittes **40**, wobei das Bohrungssichtgerät eingeführt ist, und [Fig. 4B](#) ist eine Schnittansicht des Bohrungssichtgeräte-Einführabschnittes **53**. Die [Fig. 4C](#) und [Fig. 4D](#) sind Schnittansichten des Einführabschnittes **40**, geschnitten entlang der in [Fig. 4A](#) gezeigten Schnittlinie B-B und der Schnittlinie C-C. Der Einführabschnitt **40** umfasst eine Lichtemitterdiodensektion **54** und Photosensoren **55a**, **55b**, **55c**, **55d**, **55e** und **55f**, die an dem Bohrungssichtgeräte-Einführabschnitt **53** durch einen metallischen Fitting **56** und einen Bolzen **57** befestigt sind. Wie in [Fig. 4B](#) gezeigt ist, ist an dem Bohrungssichtgeräte-Einführabschnitt **53** eine Linsensektion **60** zum Aufnehmen eines Bildes innerhalb eines rostfreien Rohres **58** vorgesehen, und eine Lichtquellenbohrungs-Fasersektion **59**, welche feine Glasfasern umfasst, ist um die Linsensektion **60** herum angeordnet. Wenn auch in [Fig. 4B](#) die Endfläche D des Bohrungssichtgeräte-Einführabschnittes **53** senkrecht zu der Achse des Bohrungssichtgeräte-Einführabschnittes **53** liegt, so kann sie doch auch eine mit einem bestimmten Winkel schräg gegenüber dieser Achse geschnittene Form haben. In diesem Fall ist das Sichtfeld nicht nur in einer vertikal abwärts weisenden Richtung sondern auch in einer schrägen Richtung erweitert. Der Bohrungssichtgeräte-Einführabschnitt **53** wird in das Laminatrohr T in einem bezüglich der Achse desselben exzentrischen Zustand eingeführt. Das ist in den [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5C](#) dargestellt. Und zwar wird die Inspektionsregion F_1 des Bohrungssichtgeräte-Einführabschnittes **53** zu einem Quadrantabschnitt, den man erhält, indem man einen Maskenbereich (schraffierter Abschnitt M) von einem quadratischen Kamerasichtbereich V entfernt. Das Laminatrohr T führt, wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, eine intermittierende Drehung um seine Achse aus und unterbricht diese Drehung zeitweilig in den Inspektionspositionen P_1 , P_2 , P_3 und P_4 . Aus diesem Grund kann die Region F_1 während der Stoppperiode in der Position P_1 inspiziert werden. In gleicher Weise wird die Region F_2 während der Stoppperiode in der Position P_2 inspiziert. Auf die gleiche Weise werden die Regionen F_3 bzw. F_4 während der Stoppperioden in den Positionen P_3 bzw. P_4 inspiziert. Auf diese Weise wird die Bodenfläche des Laminatrohres T in die Inspekti-

onsregionen aufgeteilt, wie in den [Fig. 4A](#) und [Fig. 4C](#) gezeigt ist, und eine Bildaufnahme wird in dem Zustand ausgeführt, in welchem der Bohrungssichtgeräte-Einführabschnitt **53** nahe dem Boden des Laminatrohres T positioniert ist, wodurch es möglich wird, die Auflösung weiter zu verbessern im Vergleich zu dem Verfahren, bei welchem der Bohrungssichtgeräte-Einführabschnitt **53** in der Achse des Laminatrohres T angeordnet und eine Inspektion als eine einzige Inspektionsregion ausgeführt wird, wie in den [Fig. 4B](#) und [Fig. 4D](#) gezeigt ist. Mit diesem Verfahren kann demnach ein Defekt einer feineren Mixtur oder ein Riss usw. detektiert werden. Es sei bemerkt, dass die Anzahl der Bodenflächenaufteilung nicht auf vier beschränkt ist, sondern auch andere Werte haben kann.

[0042] Die Lichtemitterdiodensektion **54** hat eine Länge, die groß genug ist, um die Innenwandfläche vom Boden bis zur oberen Öffnung des Laminatrohres T abzudecken, so dass sie die Innenwandfläche von dem oberen Ende bis zum unteren Ende beleuchten kann. Jeweilige Paare von Photosensoren **55a** bis **55c** sowie **55d** bis **55f** sind an der Lichtemitterdiodensektion **54** entlang deren beiden Seitenlinien angebracht. Wie in [Fig. 4C](#) gezeigt ist, sind diese Photosensoren so ausgebildet, dass sich die Inspektionsregionen gegenseitig überlappen. Durch einen solchen Aufbau können die Photosensoren **55a** bis **55f** die innenseitige Wandfläche des Laminatrohres T inspizieren, während sich dieses um seine Achse dreht. In diesem Fall können die Photosensoren **55a** bis **55f** in einer einzigen Linie angeordnet sein, und es können alternativ dazu photoelektrische Konvertierungselemente, beispielsweise CCD-Elemente anstelle der Photosensoren verwendet werden.

[0043] Als nächstes wird die Verarbeitung des von der Inspektionsvorrichtung **39** aufgenommenen Inspektionsbildsignals beschrieben. Die folgende Beschreibung ist aus Gründen einer Vereinfachung nur auf die Verarbeitung von Inspektionsbildsignalen ausgerichtet, die von den CCD-Kameras **42** aufgenommen werden. [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm, welches eine Signalverarbeitungseinheit illustriert. Die Signalverarbeitungseinheit ist grob in zwei Einheiten aufgeteilt, und zwar einen drehbaren Block **85** und einen stationären Block **86**. Der drehbare Block **85** entspricht der Seite des Rohrinspektionssystems **2** zum Aufnehmen von Inspektionsbildsignalen unter Verwendung der CCD-Kameras **42**. Der stationäre Block **86** ist eine Einheit zum Beurteilen der Qualität des Laminatrohres T auf der Basis der Inspektionsbildsignale, die von den CCD-Kameras **42** in dem drehbaren Block **85** aufgenommen worden sind. Die Inspektionsbildsignale werden der Antenneneinheit **45** zugeführt, welche die Inspektionsbildsignale an den stationären Block **86** sendet, während eine Seite der Antenneneinheit sich dreht. Die Einzelheiten der Antenneneinheit werden später beschrieben. Wie in

Fig. 6 gezeigt ist, umfasst der drehbare Block **85** zwölf CCD-Kameras **42a** bis **42l**, sowie VIDEO-Wähler **43a**, **43b**, **43c** und **43d**, um zwölf CCD-Kameras in vier Gruppen zu sortieren, deren jede drei Kameras aufweist, um eine von drei Kameras auszuwählen und das Inspektionsbild zu gewinnen. Von den VIDEO-Wählern **43a**, **43b**, **43c** und **43d** ausgewählte Inspektionsbilder werden durch einen RF-Konverter konvertiert. Diese so gewonnenen Signale werden durch RF-Verstärker **44e**, **44f**, **44g** und **44h** verstärkt. Die durch die RF-Verstärker **44e**, **44f**, **44g** und **44h** verstärkten Signale werden durch Bandpassfilter (BPF) **44i**, **44j**, **44k** und **44l** hindurchgeschickt. Danach werden diese Signale durch einen Mischer **44** gesendet, um die durch die vier VIDEO-Wähler **43a**, **43b**, **43c** und **43d** ausgewählten Signale zu mischen. Ein Ausgangssignal von dem Mischer **44** wird über den BPF **95** zu der Antenneneinheit **45a** gesendet. Die Antenneneinheit **45a** überträgt das Signal von dem drehbaren Block **85** berührungslos zu dem stationären Block **86**, während die drehbare Blockseite der Antenneneinheit sich dreht. Einzelheiten der Antenneneinheit, die der Signalübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung entspricht, werden später beschrieben.

[0044] Das Bildsignal wird von der Antenneneinheit **45a** an den Verteiler **88** geliefert. Der stationäre Block **86** umfasst einen Verteiler **88** zum Verteilen des empfangenden Bildsignals auf vier Tuner **89a**, **89b**, **89c** und **89d** entsprechend den Frequenzen, die durch die zuvor beschriebenen RF-Konverter **44a**, **44b**, **44c** und **44d** konvertiert wurden, sowie Speichersektionen **20a**, **20b**, **20c**, **20d**, **21a**, **21b**, **21c** und **21d** zum Speichern von Bildern, die durch die oben genannten vier Tuner **89a**, **89b**, **89c** und **89d** reproduziert wurden. Sodann werden die in den Speichersektionen **20a**, **20b**, **20c** und **20d** gespeicherten Bilddaten an die Video-Bildprüfer **90A** und **90B** geliefert, um die Bilddaten zu verarbeiten. Von den Video-Bildprüfern **90A** und **90B** verarbeitete Daten werden als Beurteilungsausgangssignale über Ausgangsverstärker **91a** und **91b** ausgegeben. Andererseits werden horizontale und vertikale Synchronisiersignale von den Video-Bildprüfern **90A** und **90B** ausgegeben und jeweils durch Signalverstärker **92a** und **92b** verstärkt. Sodann werden Synchronisiersignale von den Signalverstärkern **92a** und **92b** zu jeweiligen Verstärkern **93a**, **93b**, **93c** und **93d** übertragen und durch diese verstärkt. Danach werden Synchronisiersignale von den Verstärkern **93a**, **93b**, **93c** und **93d** durch Mischer **94a** und **94b** gemischt. Das so gewonnene gemischte Signal wird über die BPFs **99a** und **99b** und die Antenneneinheiten **45b** und **45c** an den drehbaren Block **85** gesendet. Ein von der Antenneneinheit auf seiten des drehbaren Blockes **85** wird durch den Verteiler **95** auf zwei Sätze von Verstärkern auf der empfangenden Seite aufgeteilt. Ausgangssignale von den Verstärkern **96a**, **96b**, **96c** und **96d** werden über Puffer **97a** und **97b** an die CCD-Kameras **42a**

bis **42l** gesendet. Zu diesem Zeitpunkt werden die Synchronisiersignale so aufgeteilt, dass die jeweiligen Video-Prüfer den jeweiligen Kameras entsprechen, denen die jeweiligen Video-Prüfungen obliegen. Diese Synchronisiersignale werden zusammen mit Bildsignalen von den CCD-Kameras übertragen, und diese Bildsignale werden in dem stationären Block **86** entsprechend den Synchronisiersignalen unterschieden (discriminated). Durch die Video-Bildprüfer **90A** und **90B** werden zu verarbeitende Bildsignale in Binärform umgewandelt. Als Ergebnis wird, wenn irgendein Fremdmaterial wie etwa ein Defekt oder eine Verunreinigung nicht gefunden wird, ein OK-Signal an die Verstärker **91a** und **91b** ausgegeben, während dann, wenn irgendein Fremdmaterial gefunden wird, ein "Nicht-Gut"-Signal an diese ausgegeben wird. Die verstärkten Signale werden von diesen Verstärkern als Beurteilungs-Ausgabesignale ausgegeben, welche die Qualität des Laminatrohres T angeben.

Signalübertragungsvorrichtung:

[0045] Als nächstes wird eine Ausgestaltung einer Signalübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben. **Fig. 7** zeigt eine Seitenansicht einer Antenneneinheit **45** gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung. Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, umfasst die Antenneneinheit **45** eine Sendeeinheit **300** und eine Empfangseinheit **310**. **Fig. 8A** und **Fig. 8B** sind jeweils Drauf sichten der Sendeeinheit **300** bzw. der Empfangseinheit **310**. Die Sendeeinheit **300** und die Empfangseinheit **310** sind miteinander in der vertikalen Richtung gekoppelt, wie in **Fig. 7** gezeigt ist, und innerhalb der so gekoppelten Antenneneinheit **45** sind diese elektromagnetisch nach außen hin abgeschirmt. Die Sendeeinheit **300** und die Empfangseinheit **310** liegen sich ständig einander gegenüber, während eine derselben sich dreht, und deshalb wird ein Signal zuverlässig während der Drehung übertragen. Da die Antenneneinheit **45** auf diese Weise abgeschirmt ist, wird außerdem eine Signalübertragung nicht durch externes Rauschen gestört, und das Übertragungssignal dringt nicht nach außen. Im Hinblick auf die Abschirmeigenschaft sind die Sendeeinheit **300** und die Empfangseinheit **310** beispielsweise aus A1-Aluminium hergestellt. Die Sendeeinheit **300** ist mit einer Öffnung **318** zum Aufnehmen und Halten der drehbaren Welle **37** ausgestattet, welche durch die Öffnung **318** hindurchdringt, und die Sendeeinheit **300** dreht sich um die drehbare Welle **37** infolge der Drehung der drehbaren Welle **37**. Das Signal von dem BPF **95** wird einem Übertragungselement **301** zugeführt, welches in der Sendeeinheit **300** horizontal gehalten wird. Das Übertragungselement **301** umfasst Substrate **301a** und **301b**, die miteinander parallel mit einem vorgegebenen Zwischenraum zwischen diesen gekoppelt sind. Die Oberflächen der Substrate **301a** und **301b** sind in den **Fig. 9A** und **Fig. 9B** illustriert. Das Substrat **301a**

besteht aus einem Glasfaser-Epoxydharz-Substrat, auf welchem ein Kupferelement in der in [Fig. 9A](#) gezeigten Form ausgebildet ist, und das Substrat **301b** besteht aus einem Glasfaser-Epoxydharz-Substrat, auf welchem ein Kupferelement in der in [Fig. 9B](#) gezeigten Form ausgebildet ist. In dem Abschnitt **350** auf dem Substrat **301a** sind Symmetrierglieder (werden später beschrieben) vorgesehen. Ein Übertragungssignal von dem Mischer **44** wird von dem Element **301** abgestrahlt. Andererseits ist die Empfangseinheit **310** mit einer ringförmigen Nut **311** ausgestattet, in welchem ein Empfangselement **312**, dessen Form und Aufbau identisch mit dem Element **301** ist, horizontal angeordnet ist. Durch einen Aufbau, bei welchem das Übertragungselement **301** und das Empfangselement **312** in Form und Aufbau identisch sind, werden Frequenzcharakteristika beider Elemente identisch, und der Pegel des Ausgangssignals wird stabilisiert. Das ist bei einer bidirektionalen Übertragung von Vorteil, wie später beschrieben wird. Bei einer Signalübertragung dreht sich die Sendeeinheit **300** entsprechend der Drehung der drehbaren Welle **37**, während das Empfangselement fest ist. Das Übertragungselement **301** und das Empfangselement **312** liegen einander gegenüber, mit einem Zwischenraum von annähernd 3 mm dazwischen. Deshalb dreht sich das Empfangselement **312** entsprechend der Drehung der drehbaren Welle **37** unter Beibehaltung des Zwischenraums zum Übertragungselement oberhalb dieses Übertragungselementes **301**, wodurch ein Signal übertragen wird. Die Sendeeinheit **300** und die Empfangseinheit **310** sind mit BNC-Verbindern **304** und **315** sowie mit (nicht gezeigten) Leitungsdrähten zum jeweiligen Eingeben sowie Ausgeben von Signalen ausgestattet. Es sei bemerkt, dass das Übertragungselement **301** und das Empfangselement **312** sich relativ zueinander drehen sollen, und jedes von diesen kann angetrieben sein. Vorzugsweise können die aus einem leitfähigen Material hergestellten Elemente **301** und **312** schleifenförmig ausgebildet sein, so dass Signale gleichermaßen zu mehrfachen Signaleingabepunkten geliefert und gleichermaßen von mehrfachen Signalausgabepunkten ausgegeben werden.

[0046] Als nächstes wird unten eine Signalübertragungsweise beschrieben. [Fig. 10](#) ist ein Blockdiagramm, welches den Aufbau des Übertragungselementes **301** und des Empfangselementes **312** illustriert, und [Fig. 11](#) ist eine Schemazeichnung, welche den konkreten Schaltkreis der Elemente **301** und **312** illustriert. Das Übertragungselement **301** umfasst die Substrate **301a** und **301b**, wie in [Fig. 8](#) gezeigt ist, und es umfasst ferner drei Symmetrierglieder **351** bis **353**, die auf eine sandwichartig durch die Substrate **301a** und **301b** gefasste Weise gehalten werden. Insbesondere sind die Symmetrierglieder **351** bis **353** bei dem Abschnitt **350** des Substrates **301a** vorgesehen, und Ausgangssignale von den Symmetriergliedern **352** und **353** werden den Signaleingabepunkten

A_1 bis A_4 des Substrates **301a** über leitfähige Elemente mit der gleichen Länge zugeführt. Die Signaleingabepunkte A_1 bis A_4 sind in Positionen angeordnet, welche jeweils in Bezug auf die benachbarten Punkte um 90 Grad Winkel versetzt sind, und sie sind mit entsprechenden Punkten des gegenüberliegenden Substrates **301b** über Leitungsdrähte verbunden. Ein dem Übertragungselement **301** zugeführtes Signal S_1 wird von dem Element E_5 des in [Fig. 9B](#) gezeigten Substrates **301b** abgestrahlt. Es sei bemerkt, dass in den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) das Substrat **301a** fortgelassen wurde und nur das Substrat **301b** dargestellt ist, und zwar aus Gründen der Vereinfachung. Das Empfangselement **312** hat die gleiche Form und den gleichen Aufbau wie das Übertragungselement **301**. Und zwar sind drei Symmetrierglieder **354** bis **356** zwischen den Substraten **312a** und **312b** vorgesehen, und vier Eingabeanschlüsse der Symmetrierglieder **354** und **355** sind mit den Signalausgabepunkten B_1 bis B_4 verbunden, die jeweils um Winkel von 90 Grad versetzt sind. Demnach liegen das Übertragungselement **301** und das Empfangselement **312** einander gegenüber, wobei die in [Fig. 9B](#) gezeigten inneren Elementflächen innerhalb derselben einander zugewandt sind, und ein Signal wird zwischen den Elementflächen **301b** und **312b** übertragen.

[0047] Als nächstes wird der Betrieb der Antenneneinheit **45** beschrieben. Das Inspektionssignal S_i , welches von dem drehbaren Block **85** generiert wird, wird in das Symmetrierglied **351** eingegeben. Ein Symmetrierglied ist ein Schaltkreis für eine Umwandlung zwischen einer symmetrischen Schaltung und einer unsymmetrischen Schaltung, und das Symmetrierglied **351** ist durch einen Transformatorschaltkreis gebildet, welcher einander gegenüberliegende Spulen umfasst. In dem Symmetrierglied **351** hat die eingabeseitige Spule L_a eine Impedanz von 50Ω , und die ausgabeseitige Spule L_b hat eine Impedanz von $1 \text{ k}\Omega$. Deshalb wird das Inspektionssignal S_i einer Impedanzumwandlung unterzogen, und es wird in zwei Signale S_a und S_b aufgeteilt. Die Signale S_a und S_b werden jeweils in die Symmetrierglieder **352** bzw. **353** eingegeben. Die Symmetrierglieder **352** und **353** sind auch durch einen Transformatorschaltkreis gebildet, allerdings hat die eingabeseitige Spule L_b eine Impedanz von $1 \text{ k}\Omega$, und die ausgabeseitige Spule L_c hat eine Impedanz von 50Ω . Demzufolge wird das Signal S_a als Signale S_1 und S_2 mit einer Impedanz von 50Ω ausgegeben, und das Signal S_b wird als Signale S_3 und S_4 mit einer Impedanz von 50Ω ausgegeben. Die so erzeugten Signale S_1 bis S_4 werden jeweils den Signaleingabepunkten A_1 bis A_4 geliefert. Das Übertragungselement **301** und Empfangselement **312** funktionieren bei einer Signalübertragung als eine Art Kondensator. Die Signale S_1 bis S_4 werden von den vier Signaleingabepunkten A_1 bis A_4 abgestrahlt, durch kapazitive Kopplung übertragen und von dem Empfangselement **312** empfangen.

Und zwar pflanzt sich zwischen den einander gegenüberliegenden Substraten **301b** und **312b** ein von dem Element E_5 auf dem in **Fig. 9** gezeigten Substrat **301b** abgestrahltes Signal durch den Zwischenraum zwischen den Elementen fort und wird von dem ringförmigen Element E_5 auf dem Substrat **312b** empfangen. Wie oben beschrieben wurde, hat das Empfangselement **312** die gleiche Form und den gleichen Aufbau wie das Übertragungselement **301**, und die von dem Empfangselement E_5 empfangenen Signale werden von den vier Signalausgabepunkten B_1 bis B_4 ausgegeben. Diese Signale werden durch die Serie der Symmetrierglieder **354** bis **356**, die einen Aufbau identisch mit der Serie der Symmetrierglieder **351** bis **352** haben, Impedanzumwandlungen von 50Ω in $1 \text{ k}\Omega$ sowie $1 \text{ k}\Omega$ in 50Ω unterworfen sowie kombiniert und an die Signalverarbeitungseinheit als ein einziges Signal S_0 ausgegeben.

[0048] Bei der so aufgebauten Signalübertragungsvorrichtung gemäß der Erfindung sind die Symmetrierglieder zwischen den Signaleingabe-/ausgabeseiten und den Signalübertragungselementen angeordnet, und die Signale werden gleichermaßen zu mehrfachen Punkten des Übertragungselementes geliefert, und es werden Signale gleichermaßen von mehrfachen Punkten der Empfangseinheit ausgegeben. Durch die Zwischenanordnung der Symmetrierglieder wird die Impedanzanpassung zwischen der Signaleingabeseite, den Übertragungs-/Empfangselementen und der Signalausgabeseite verbessert, und eine Signalreflexion wird absorbiert und stabilisiert. Da die Impedanz des Signals durch die Symmetrierglieder in eine hohe Impedanz umgewandelt wird, ist es ferner möglich, den Einfluss eines externen Rauschens oder Kapazitätsänderungen, die durch die Unebenheit der physikalischen Formen von Elementabschnitten verursacht werden, auf die Signalübertragungscharakteristik zu reduzieren. Da Signale mehrfachen Punkten auf den Elementen zugeführt und von mehrfachen Punkten ausgegeben werden, wird darüber hinaus die Verteilung der Signalübertragungsintensität zwischen den Elementen geglättet. Aus den oben beschriebenen Gründen wird eine Änderung der Signalübertragungscharakteristika stabilisiert. Da das Übertragungselement **301** und das Empfangselement **312** jeweils über die Symmetrierglieder und die Elemente identischer Länge mit den Signaleingabepunkten A_1 bis A_4 und den Signalausgabepunkten B_1 bis B_4 verbunden sind, unterscheiden sich die Signale an allen Signaleingabe-/ausgabepunkten in ihrem Betrag und ihrer Phase nicht voneinander, und sie werden unter den gleichen Bedingungen abgestrahlt. Das trägt zu einer Angleichung der Signalübertragungsintensität zwischen den Elementen bei.

[0049] **Fig. 12** zeigt eine Übertragungscharakteristik der Signalübertragungsvorrichtung, und die **Fig. 13B** und **Fig. 14B** zeigen Übertragungscharakteristika

der Signalübertragungsvorrichtung, die in den **Fig. 13A** und **Fig. 14A** gezeigt ist. Aus diesen Figuren wird klar, dass die Änderung der Übertragungsverstärkung innerhalb des Frequenzbandes eines Übertragungssignals verbessert wird.

[0050] Bei der Signalübertragungsvorrichtung **45** sind das Übertragungselement **301** und das Empfangselement **312** so positioniert, dass sie einander gegenüberliegen. In einem aktuellen Experiment sind die beiden Elemente **301** und **312** so positioniert, dass ein Zwischenraum von annähernd 3 mm dazwischen besteht. Wenn der Zwischenraum zwischen den beiden Elementen eng ist, dann wird die Übertragungsverstärkung erhöht. Allerdings variiert das relative Positionsverhältnis der vier Signaleingabepunkte und der vier Signalausgabepunkte infolge der Drehung von einem der Elemente, und die Übertragungsverstärkung variiert zeitlich in Abhängigkeit von der relativen Positionsbeziehung. Je enger der Zwischenraum zwischen den Elementen ist, um so größer wird die Variation der Übertragungsverstärkung. In diesem Hinblick wird gefordert, dass die beiden Elemente mit einem geeigneten Intervall dazwischen positioniert werden derart, dass die Intensität der von den vier Signaleingabepunkten abgestrahlten Signale annähernd gleich von allen Signalausgabepunkten des Empfangselementes empfangen werden. In der oben beschriebenen Ausgestaltung ist die Anzahl der Signaleingabepunkte an dem Übertragungselement **301** sowie der Signalausgabepunkte an dem Empfangselement **312** jeweils gleich vier. Wenn jedoch die Anzahl erhöht wird, dann wird eine Unebenheit der Signalübertragungsintensität weiter begradigt und eine Änderung der Übertragungsverstärkung wird weiter stabilisiert. Zusätzlich ist in der oben beschriebenen Ausgestaltung die Anzahl der Signaleingabepunkte gleich der Anzahl der Signalausgabepunkte. Wenn diese jedoch unterschiedlich sind, dann kann die Übertragungsintensität weiter begradigt werden. Es sei bemerkt, dass das Übertragungselement **301** und das Empfangselement **312** in der in den **Fig. 15A** und **Fig. 15B** gezeigten Weise ausgebildet sein können. In diesem Fall sind die drei Symmetrierglieder jeweils in den Positionen **350a** bis **350c** angeordnet. Allerdings sind die vier Signaleingabepunkte und die vier Signalausgabepunkte in jeweils 90 Grad-Drehwinkeln zueinander in der gleichen Weise angeordnet, wie in den **Fig. 9A** und **Fig. 9B** gezeigt.

[0051] Als nächstes werden die Positionen der Elemente innerhalb des Signalübertragungsvorrichtungskörpers geprüft. Wie in **Fig. 16** gezeigt ist, sind in der oben beschriebenen Signalübertragungsvorrichtung das Übertragungselement **301** und das Empfangselement **312** magnetisch gegen die äußere Umgebung durch die Übertragungseinheit **300** und die Empfangseinheit **310** (nachstehend als "Hülle" bezeichnet) abgeschirmt. Es wird bevorzugt, dass

die Distanz d_1 zwischen dem Übertragungselement **301** und dem Empfangselement **312** größer als die Distanz d_2 zu der Hülle **320** und die Distanz d_3 zu der GND-Fläche des Übertragungselementes **301** ist. In dem man so verfährt, wird die Kapazität des Übertragungselementes **301** bezüglich des Empfangselementes **312** größer als die Kapazität des Übertragungselementes **301** bezüglich der Hülle **320** und der GND-Fläche. Als Ergebnis dessen wird das sich zu dem Empfangselement fortpflanzende Signal größer als das sich zu der Hülle fortpflanzende Signal, und es kann eine effiziente Signalübertragung durchgeführt werden.

[0052] Bei der Signalübertragungsvorrichtung wird gefordert, dass das Übertragungselement und das Empfangselement sich relativ zueinander drehen. In dieser Hinsicht braucht die drehbare Welle durch lediglich eines der Elemente hindurch zu dringen, wie in [Fig. 17B](#) gezeigt ist, oder es dringt durch lediglich eines der Elemente, wie in [Fig. 17A](#) gezeigt ist. Alternativ dazu können die Elemente an den oberen oder unteren Flächen F eines zylindrischen Körpers vorgesehen sein, wie in [Fig. 17C](#) gezeigt ist. Das zu übertragende Signal wird gleichermaßen zu mehrfachen Signaleingabepunkten an dem Übertragungselement über Symmetrierglieder geliefert. Deshalb wird eine Signalreflexion absorbiert. Ferner wird eine Signalübertragungsintensität zwischen den Elementen geglättet, und deshalb wird das Signal stabil übertragen, mit geringerer Abweichung der Übertragungsverstärkung innerhalb des Signalübertragungsbandes. Darüber hinaus kann eine Signalverschlechterung infolge einer Störung von außen oder einer Abweichung der physikalischen Formen der Elemente vermieden werden.

[0053] [Fig. 18](#) ist ein Blockdiagramm, welches eine Signalverarbeitung gemäß dieser Ausgestaltung illustriert. Wie in [Fig. 18](#) gezeigt ist, werden zwei Inspektionsbildsignale, die von den Kameras **401a** und **401b** erzeugt werden, über die Antenneneinheit **45** zu dem stationären Block **86** übertragen, und ein Synchronisiersignal, das durch die Bildsignalverarbeitungseinheiten **408a** und **408b** erzeugt wird, wird über die Antenneneinheit **45** zu dem drehbaren Block **85** übertragen. Das wird unten mehr im einzelnen beschrieben. Das Inspektionsbildsignal, das durch die Kamera **401a** aufgenommen wird, wird einer Frequenzmodulation in dem Bildübertragungssystem **402a** unter Verwendung einer Trägerfrequenz f_1 unterworfen und dann dem Mischer **403** zugeführt. Das durch die Kamera **401b** aufgenommene Inspektionsbildsignal wird auch in dem Bildübertragungssystem **402b** unter Verwendung einer Trägerfrequenz f_2 frequenzmoduliert und sodann dem Mischer **403** zugeführt. Der Mischer **403** mischt die beiden frequenzmodulierten Signale miteinander und führt sie dem Duplexer **404** zu. Der Duplexer **404** liefert das gemischte Bildsignal an die Antenneneinheit **45**. Die Anten-

neneinheit **45** überträgt das Bildsignal berührungslos zur Seite des stationären Blockes **86** hin. Das so übertragene Inspektionsbildsignal wird über den Duplexer **405** an den Verteiler **406** geliefert. Der Verteiler **406** teilt das Inspektionsbildsignal in das durch den Träger f_1 modulierte Inspektionsbildsignal und das durch den Träger f_2 modulierte Inspektionsbildsignal auf und führt diese jeweils den Bildempfangssystemen **407a** bzw. **407b** zu. Die Bildempfangssystemen **407a** und **407b** demodulieren die Inspektionsbildsignale und führen diese jeweils den Bildprozessoren **408a** bzw. **408b** zu. Die Bildprozessoren **408a** und **408b** führen auf der Basis der auf diese Weise zugeführten Inspektionsbildsignale Beurteilungen durch, die sich auf Defekte oder Staubablagerungen in dem Laminatrohr beziehen. Die Bildprozessoren **408a** und **408b** erzeugen Synchronisiersignale (Composit-Synchronisiersignale) für eine Synchronsteuerung der Kameras **401a** und **401b**. Diese Synchronisiersignale werden den Synchron-Übertragungssystemen **409a** und **409b** zugeführt. Die Synchron-Übertragungssysteme **409a** und **409b** modulieren die Synchronisiersignale mittels FM (Frequenzmodulation) unter Verwendung der Trägerfrequenzen f_3 und f_4 , und führen diese dem Mischer **410** zu. Der Mischer **410** mischt die frequenzmodulierten Synchronisiersignale und gibt diese an den Duplexer **405** aus. Der Duplexer **405** liefert das gemischte Synchronisiersignal an die Antenneneinheit **45**. Die Antenneneinheit **45** überträgt das Synchronisiersignal berührungslos an die drehbare Einheit **85**. Das so übertragene Synchronisiersignal wird dem Verteiler **411** über den Duplexer **404** zugeführt, und es wird in das durch die Träger f_3 und f_4 modulierte Synchronisiersignal aufgeteilt. Die Synchronisiersignale werden sodann in die Synchronisier-Empfangssysteme **412a** und **412b** eingegeben und demoduliert, so dass sie die jeweils originalen Composit-Synchronisiersignale darstellen. Die Synchronisiersignale werden den Kameras **401a** und **401b** zugeführt, um eine Aufnahme des Inspektionsbildes zu steuern.

[0054] Der Duplexer **404** gibt das Inspektionsbildsignal weiter, welches von dem Mischer **403** entsprechend der in [Fig. 50](#) gezeigten Übertragungscharakteristik C_1 zugeführt wurde, und gibt die Synchronisiersignale weiter, die von der Antenneneinheit **45** entsprechend der in [Fig. 19](#) gezeigten Übertragungscharakteristik C_2 zugeführt wurden. Deshalb mischt sich das Inspektionsbildsignal von dem Mischer **403** nicht mit dem von dem Verteiler **411** zugeführten Synchronisiersignal, und das Synchronisiersignal von der Antenneneinheit **45** gelangt nicht in den Mischer **403**. In ähnlicher Weise gibt der Duplexer **405** das Inspektionsbildsignal entsprechend der Übertragungscharakteristik C_1 weiter, und er gibt nur das Synchronisiersignal von dem Mischer **410** entsprechend der Übertragungscharakteristik C_2 an die Antenneneinheit **45** weiter. Entsprechend der Funktion des Duplexers werden das Inspektionsbildsignal und das Syn-

chronisiersignal bidirektional übertragen. Als Antenneneinheit **45** können verschiedene Typen von Signalübertragungsvorrichtungen verwendet werden. Beispielsweise kann eine in [Fig. 13A](#) gezeigte Übertragungsvorrichtung vom Spiralelementtyp sowie eine in [Fig. 14A](#) gezeigte Übertragungsvorrichtung vom Ringformelementtyp verwendet werden.

[0055] Als nächstes werden Einzelheiten des Inspektionsblockes und des Signalverarbeitungsblockes mit Bezug auf die [Fig. 20](#) beschrieben. Alle drei Leitungen der Inspektionsbildsignale, die von den CCD-Kameras **401a** bis **401l** aufgenommen werden, werden in die vier Video-Wähler **430a** bis **430d** eingegeben. Jeder der Video-Wähler gibt ein Inspektionsbild von drei Bildern in zeitlich aufgeteilter Weise an die Bildübertragungssysteme **402a** bis **402d**. Jeder der Video-Wähler hat einen identischen Aufbau und führt eine identische Operation durch, und deshalb wird die nachfolgende Beschreibung aus Gründen der Einfachheit nur auf das Bildübertragungssystem **402a** gerichtet. Das von dem Video-Wähler **402a** ausgegebene Inspektionsbild wird durch den Verstärker **421a** so verstärkt, dass es eine vorgegebene Amplitude hat, und sodann in den VCO **422a** eingegeben. Das verstärkte Bildsignal wird als Steuerspannung einer Oszillationsfrequenz verwendet. Das bedeutet eine Modulation der Oszillationsfrequenz des VCO (f_1) durch das Inspektionsbildsignal, und das Ausgangssignal des VCO ist ein frequenzmoduliertes Inspektionsbildsignal, welches das Trägersignal mit der Frequenz f_1 verwendet. Dieses frequenzmodulierte Inspektionsbildsignal wird durch den Pufferverstärker **423a** und den RF-Verstärker **424a** verstärkt und sodann in den BPF **425a** eingegeben. Der BPF **425a** extrahiert das FM-Inspektionsbildsignal um die Trägerfrequenz f_1 herum. Und zwar hat der BPF **425a** die Funktion, höhere Oberwellen des Inspektionsbildsignals zu eliminieren. Das Ausgangssignal des BPF **425a** wird dem Mischer **403** zugeführt. In ähnlicher Weise modulieren die Bildübertragungssysteme **402b** bis **402d** die Inspektionsbildsignale unter Verwendung der Trägerfrequenzen f_2 bis f_4 , eliminieren höhere Oberwellen, und liefern sie an den Mischer **403**. Das von dem Mischer **403** gemischte Signal wird über den Duplexer **404**, die Antenneneinheit **45** und den Duplexer **405** zu dem Verteiler **406** übertragen. Der Verteiler **406** teilt das FM-Inspektionsbildsignal, welches von dem Mischer **403** gemischt wurde, in vier Inspektionsbildsignale auf und gibt diese in die Bildempfangssysteme **407a** bis **407d** ein. Hier hat jedes der Bildempfangssysteme **407a** bis **407d** einen identischen Aufbau und führt eine identische Operation durch, und deshalb wird die nachfolgende Beschreibung aus Gründen der Vereinfachung nur auf das Bildempfangssystem **407a** gerichtet. Der BPF **431a** extrahiert eine Komponente der Trägerfrequenz f_1 aus dem von dem Verteiler **406** ausgegebenen FM-Inspektionsbildsignal. Das Ausgangssignal von dem BPF **431a** wird durch den

RF-Verstärker **432** verstärkt und dem Mischer **433a** zugeführt. Andererseits wird ein Ausgangssignal des lokalen Oszillators **439a** über den BPF **438a** dem Mischer **433a** zugeführt, und die Signalfrequenzen werden darin gemischt. Das Ausgangssignal des Mixers **433a** wird zu dem FM-Detektierschaltkreis **436a** über den BPF **434a** und den IF-Verstärker **435a** übertragen. Das durch den FM-Detektierschaltkreis **436a** detektierte Inspektionsbildsignal wird durch den Video-Verstärker **437a** verstärkt und der Bildverarbeitungsvorrichtung **408a** zugeführt, um eine Bildanalyse durchzuführen. In ähnlicher Weise führt jedes der Bildempfangssysteme **407b** bis **407d** identische Operationen durch und führt das Inspektionsbildsignal den Bildverarbeitungsvorrichtungen **408a** und **408b** zu. Die Bildverarbeitungsvorrichtungen **408a** und **408b** detektieren einen Defekt oder eine Verschmutzung in dem Laminatrohr und geben Ergebnissignale über die Verstärker **450a** und **450b** aus. Andererseits erzeugen die Bildverarbeitungsvorrichtungen **408a** und **408b** Synchronisiersignale zum Steuern einer Synchronisierung der CCD-Kameras **401** und führen diese den Synchronisierübertragungssystemen **409a** und **409b** zu. Die Synchronisierübertragungssysteme **409a** und **409b** haben einen mit den Bildübertragungssystemen **402a** bis **402d** identischen Aufbau, und sie modulieren die Synchronisiersignale unter Verwendung der Trägerfrequenzen (beispielsweise f_5 und f_6) durch Frequenzmodulation und führen diese dem Mischer **410** zu. Die FM-Synchronisiersignale werden über die Antenneneinheit **45** zu dem Verteiler **411** übertragen und sodann den Synchronisierempfangssystemen **412a** und **412b** zugeführt. Die Synchronisierempfangssysteme **412a** und **412b** haben einen mit den Bildempfangssystemen **407a** bis **407d** identischen Aufbau, und sie demodulieren die Synchronisiersignale auf die gleiche Weise. Die demodulierten Synchronisiersignale werden einer Wellenformkorrektur unterzogen, durch die Synchronisierstufen **441a** und **441b** in die horizontalen und vertikalen Synchronisiersignale getrennt und sodann über die Treiber in die CCD-Kameras eingegeben. Auf diese Weise werden die CCD-Kameras durch die Synchronisiersignale gesteuert, welche von den Bildverarbeitungsvorrichtungen in dem Signalverarbeitungsblock erzeugt werden.

[0056] [Fig. 21](#) ist ein Blockdiagramm, welches den Aufbau des Übertragungselementes **501** und des Empfangselementes **512** illustriert. In dieser Ausgestaltung ist in der in [Fig. 10](#) gezeigten Antenneneinheit **45** ein Paar Duplexer D_1 und D_2 vorgesehen, um auf diese Weise eine bidirektionale Übertragung zu erreichen. In dieser Abwandlung werden Synchronisiersignale über die in [Fig. 21](#) gezeigte Antenneneinheit von dem Signalverarbeitungsblock zu dem Inspektionsblock übertragen. Die CCD-Kameras nehmen unter Verwendung der so übertragenen Synchronisiersignale Inspektionsbilder auf und übertra-

gen die Inspektionsbilder über die Antenneneinheit **45** zu dem Signalverarbeitungsblock. Indem man die Duplexer auf diese Weise einsetzt, wird das Inspektionsbildsignal von dem Inspektionsblock zu dem Signalverarbeitungsblock übertragen, während ein Synchronisiersignal von dem Verarbeitungsblock zu dem Inspektionsblock übertragen wird, und zwar unter Verwendung einer einzigen Antenneneinheit.

[0057] In der oben beschriebenen Ausgestaltung ist das durch die Antenneneinheit übertragene Signal ein Bildsignal und ein Synchronisiersignal; die vorliegende Erfindung ist jedoch auf dieses Merkmal nicht beschränkt. Es ist möglich, Kameras auf beiden Seiten der Antenneneinheit vorzusehen, und auf beiden Seiten aufgenommene Bildsignale können bidirektional übertragen werden. Ferner ist das zu übertragende Signal nicht auf ein Bildsignal beschränkt; vielmehr können verschiedene Arten von Signalen übertragen werden. Beispielsweise können ein Steuersignal zum Steuern irgendeiner Art von Hardware oder Datensignale übertragen werden.

[0058] Wie oben beschrieben wurde, wird eine bidirektionale Übertragung in einem drehbaren System realisiert, in welchem ein Teil des System sich dreht.

Bezugszeichenliste

Fig. 6

42a–42l	Kameras
43a–43d	Video-Wähler
44	Mischer
44a–44d	RF-Wandler
44e–44h	RF-Verstärker
44i–44l	Bypassfilter
85	drehbarer Block
86	stationärer Block
87	Positions-Zeitfolge
88	Verteiler
90A, B	Video-Bildprüfer
91a, b	Ausgangsverstärker
92a	Vertikal-RF-Verstärker
92b	Horizontal-RF-Verstärker
93a, c	Vertikal-TX-Verstärker
93b, d	Horizontal-TX-Verstärker
94a, b	Mischer
95	Bypassfilter, Verteiler
96a, c	RX (Vertikal)-Verstärker
96b, d	RX (Horizontal)-Verstärker
97a	Horizontal-Synchronpuffer
97b	Vertikal-Synchronpuffer
99a, b	Bandpassfilter
189a–189d	Tuner
	camera switching signal Kameraumschaltsignal

Fig. 10

351–356 Symmetrierglied

Fig. 11

IN ein
OUT aus

Fig. 12

GAIN Verstärkung
FREQUENCY Frequenz

Fig. 13B

GAIN Verstärkung
FREQUENCY Frequenz

Fig. 14B

GAIN Verstärkung
Frequenz **FREQUENCY**

Fig. 16

IN ein
OUT aus

Fig. 18

401a, b	Kamera
402a, b	Bildübertragungssystem
403	Mischer
404	Duplexer
405	Duplexer
406	Verteiler
407a, b	Bildempfangssystem
408a, b	Bildverarbeitungseinrichtung
409a, b	Synchron-Übertragungssystem
410	Mischer
411	Verteiler
412a, b	Synchron-Empfangssystem
IMAGE	Bild
SYNC.	Synchronisierung

Fig. 19

GAIN Verstärkung
FREQUENCY Frequenz

Fig. 20

401a–401l	Kamera
403	Mischer
404	Duplexer
405	Duplexer
406	Verteiler
408a, b	Bildverarbeitungseinrichtung
410	Mischer

411	Verteiler
421a	Modulator Verstärker
422a	V.C.O. = spannungsgesteuerter Oszillator
423a	Pufferverstärker
424a	RF-Verstärker
425a	Bandpassfilter
431	Bandpassfilter
432a	RF-Verstärker
433a	Mischer
434a	Bandpassfilter
435a	IF-Verstärker
436a	FM-Detektor
437a	Video-Verstärker
438a	Bandpassfilter
439a	V.C.O.
440a, b	W.F.-Korrekturglied
441a, b	Synchron-Trennstufe
442	Treiber
450a, b	Verstärker
camera switch	Kameraschalter
output	Ausgangssignal

Fig. 21

BALUN	Symmetrierglied
DUPLEXER	Duplexer

Patentansprüche

1. Signalübertragungsvorrichtung (45), umfassend:
einen ersten Körper (300), der an einer drehbaren Welle (37) befestigt ist, die den ersten Körper durchdringt, wobei sich der erste Körper zusammen mit der drehbaren Welle um eine Achse der drehbaren Welle dreht;
einen zweiten Körper (310), der ortsfest um die drehbare Welle angeordnet ist;
ein erstes leitfähiges Element (301), das in dem ersten Körper angeordnet ist;
ein zweites leitfähiges Element (312), das in dem zweiten Körper angeordnet ist;
eine erste Symmetriereinheit zur Lieferung eines Signals an einen Signaleingangspunkt des ersten oder des zweiten leitfähigen Elements, und
eine zweite Symmetriereinheit zum Empfang eines Signals von einem Signalausgangspunkt des zweiten Elements,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste Körper (300) und der zweiten Körper (310) aus einem elektromagnetisch abschirmenden Material gefertigt sind; dass die erste Symmetriereinheit eine erste Symmetrierstufe (351) zur Umwandlung der Impedanz eines zu übertragenden Signals (S_i) von einer ersten Impedanz in eine zweite Impedanz, die größer ist als die erste Impedanz; und eine zweite Symmetrierstufe (352, 353) zur Umwandlung der Impedanz des von der ersten Symmetrierstufe ausgegebenen Signals von der zweiten Impedanz in die erste Impedanz und

gleichermaßen zur Lieferung des umgewandelten Signals an mehrfache Signaleingangspunkte (A_1-A_4) an dem ersten leitfähigen Element (301) umfasst; und dass die zweite Symmetriereinheit eine erste Symmetrierstufe (354, 355) zur Umwandlung der Impedanz des Signals, das von mehrfachen Signalausgangspunkten (B_1-B_4) an dem zweiten leitfähigen Element gleichermaßen empfangen wird, von einer ersten Impedanz in eine zweite Impedanz, die größer ist als die erste Impedanz, und eine zweite Symmetrierstufe (356) zur Umwandlung der Impedanz des Signals, das von der ersten Symmetrierstufe ausgegeben wird, von der ersten Impedanz in die zweite Impedanz zur Erzeugung eines Ausgangssignals (S_o) umfasst.

2. Signalübertragungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Zahl an Signaleingangspunkten von der Zahl an Signalausgangspunkten abweicht.

3. Signalübertragungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine bidirektionale Übertragung in einem drehbaren System realisiert wird, in dem sich ein Abschnitt des Systems dreht.

4. Signalübertragungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der erste Körper (300) oder der zweite Körper (310) mindestens eine Ringnut (111) umfasst, wobei die Ringnut eine ringförmige Hohlkammer bildet, wenn der erste Körper und der zweite Körper miteinander gekoppelt sind, und sich das erste Element und das zweite Element in der Hohlkammer einander gegenüber liegen.

5. Signalübertragungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, des Weiteren umfassend:
einen ersten Duplexer (D_1) zum Durchlassen eines Signals innerhalb eines ersten festgelegten Frequenzbandes und zur Bereitstellung des durchgelassenen Signals für das erste leitfähige Element (501); und
einen zweiten Duplexer (D_2) zum Empfang eines Signals von dem zweiten Element (512) und zum Durchlassen des Signals in einem zweiten Frequenzband.

Es folgen 21 Blatt Zeichnungen

FIG. 2

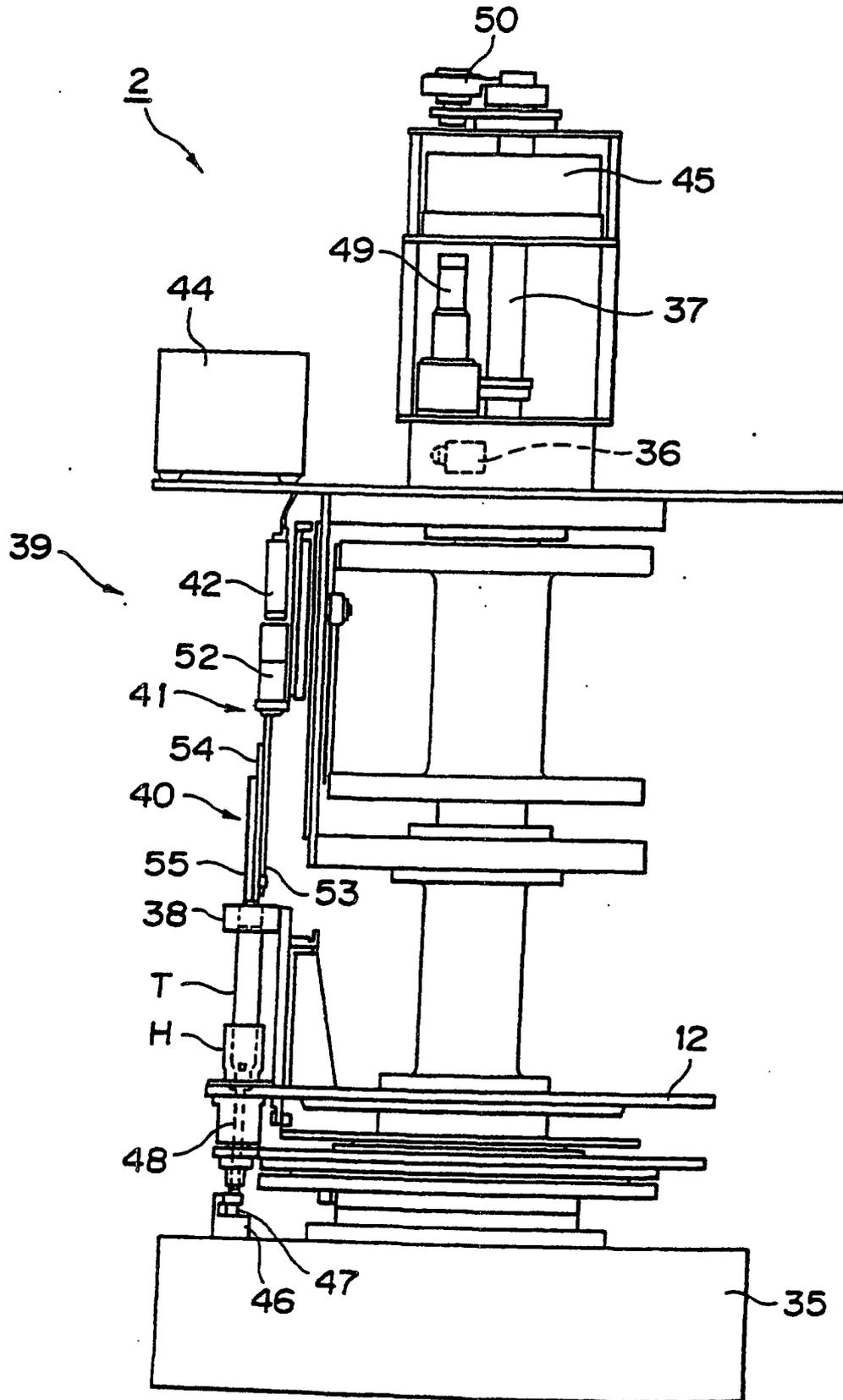


FIG. 3

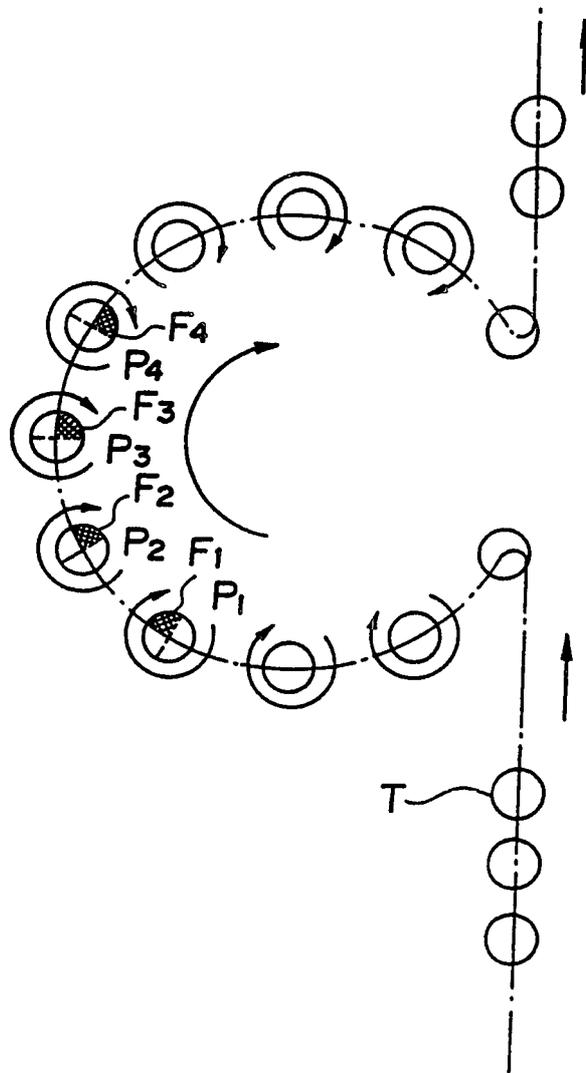


FIG. 4A

FIG. 4B

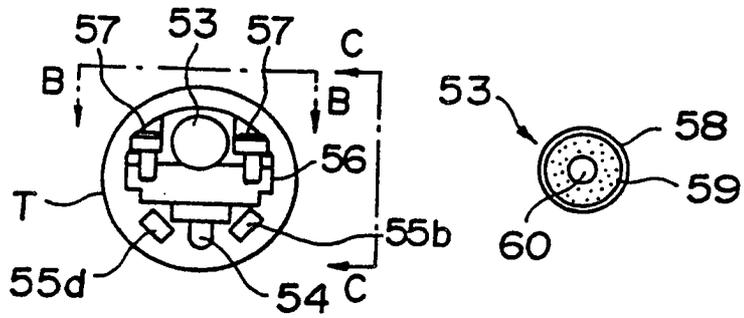


FIG. 4C

FIG. 4D

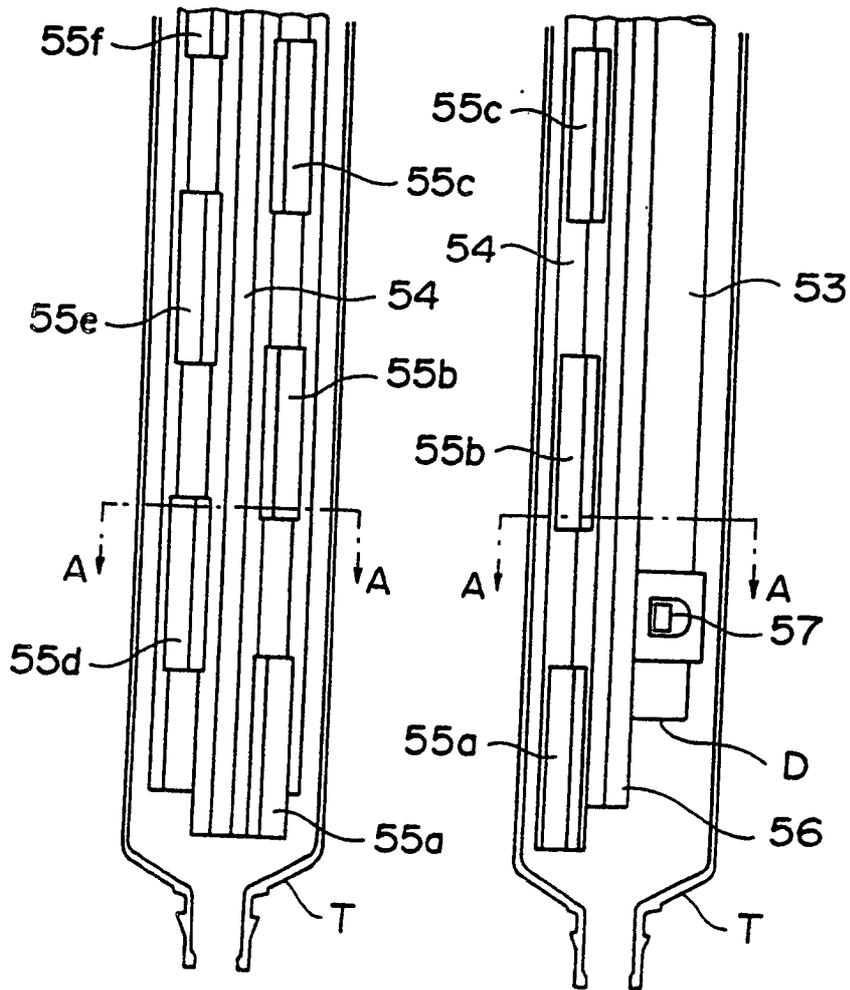


FIG.5A FIG.5B

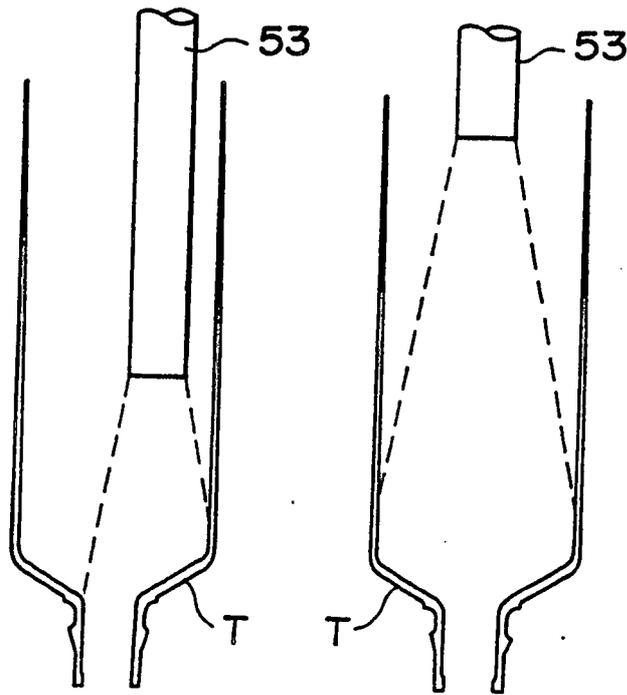


FIG.5C FIG.5D

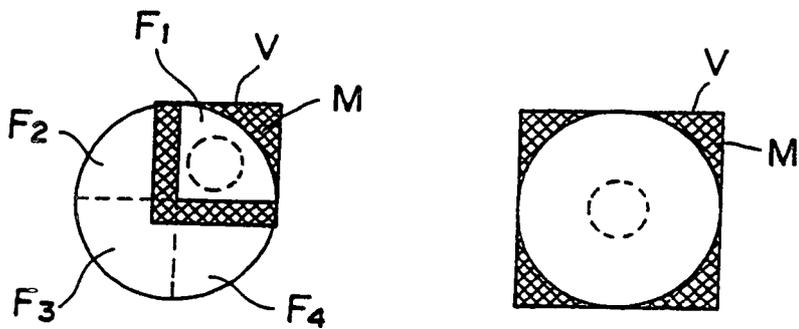


FIG. 6

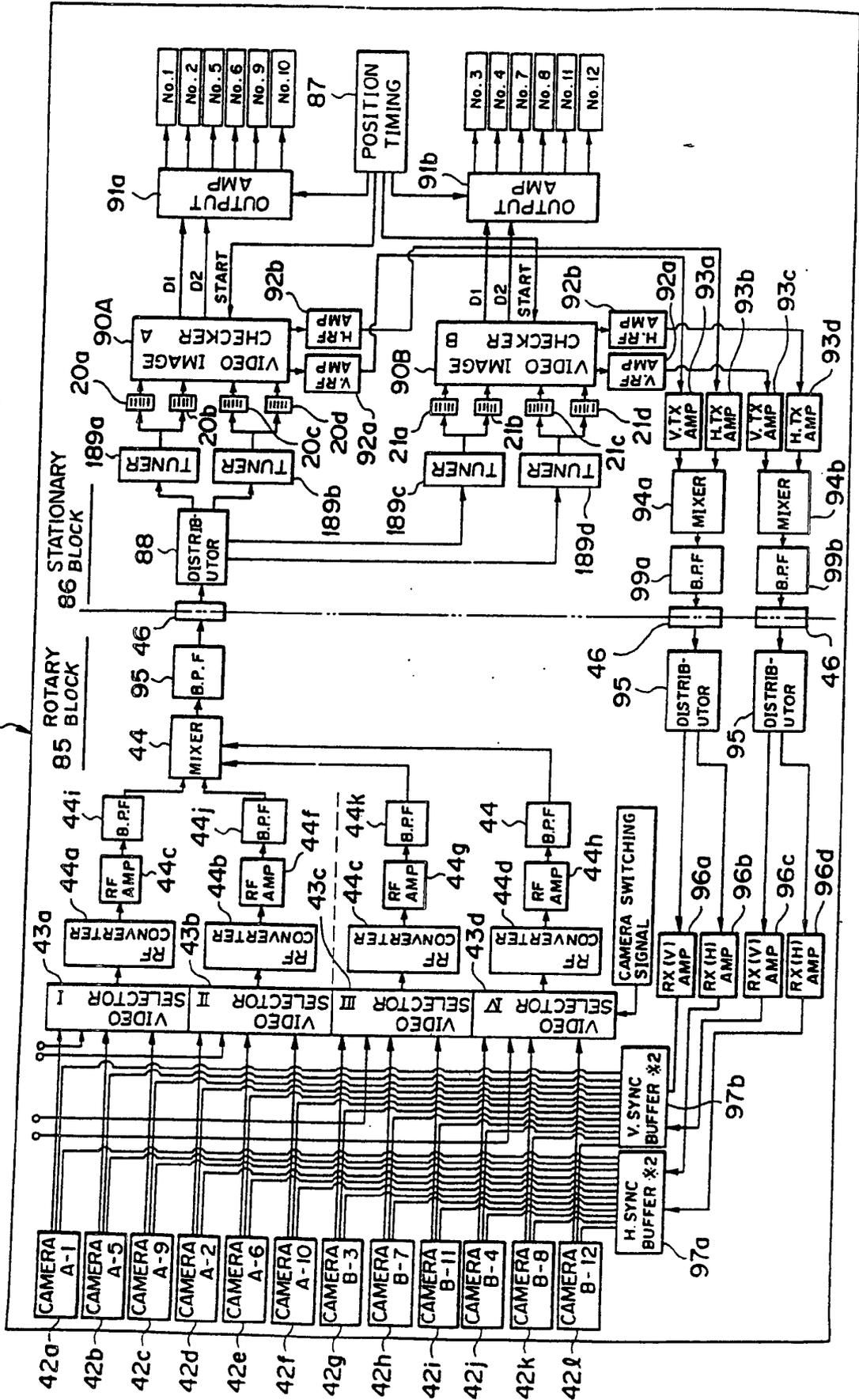


FIG. 7

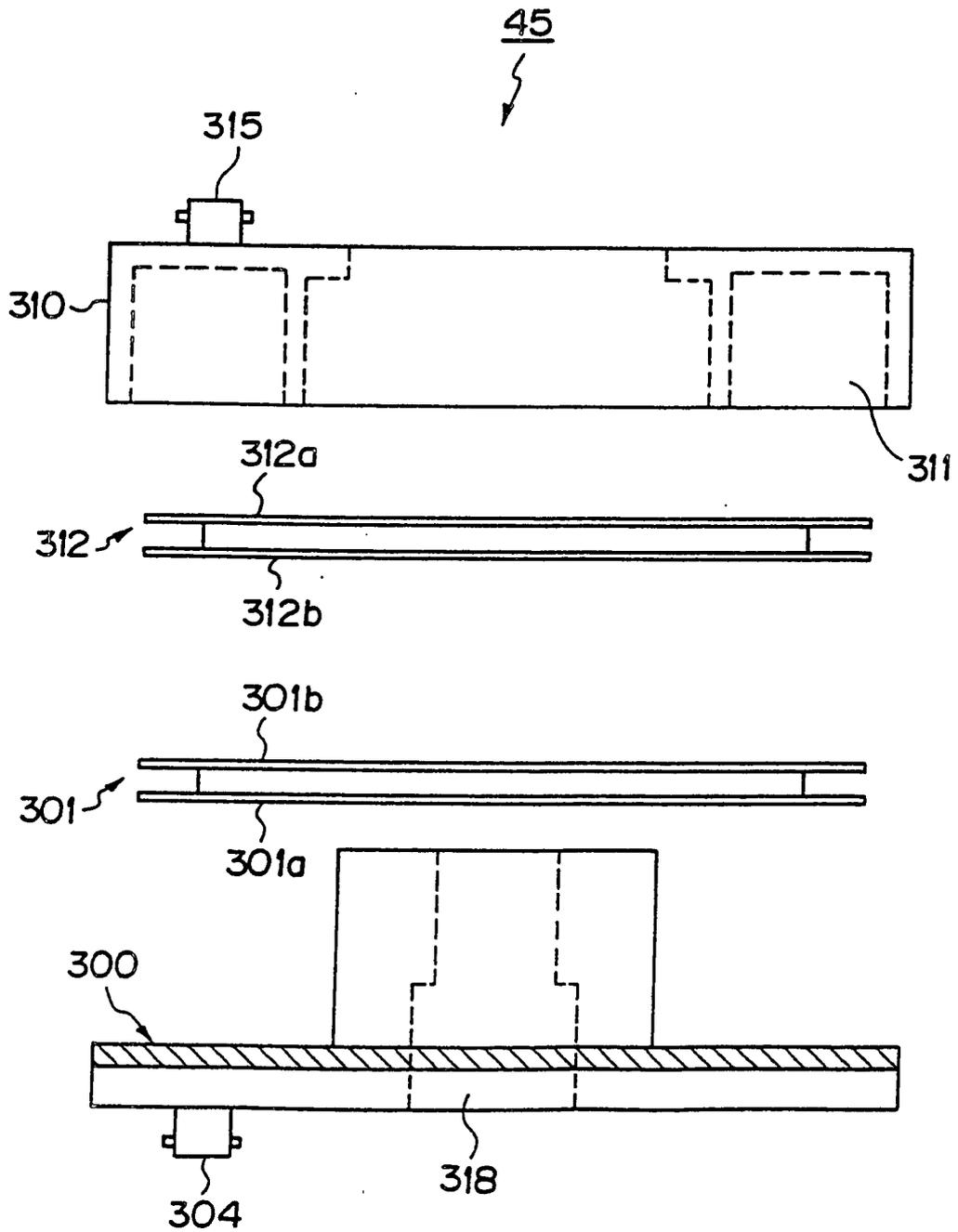


FIG. 8A

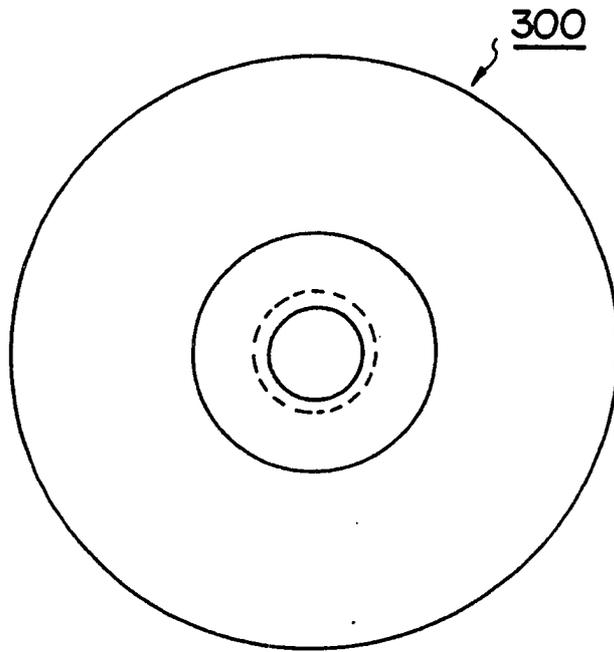


FIG. 8B

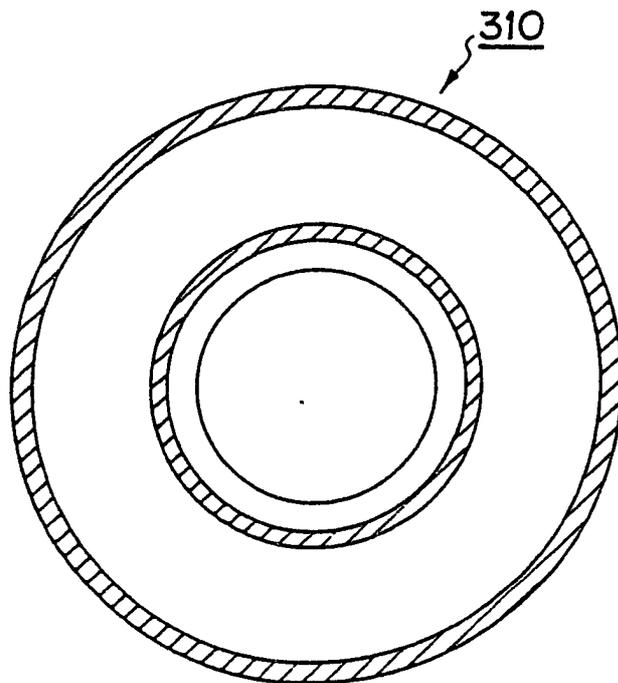


FIG. 9A

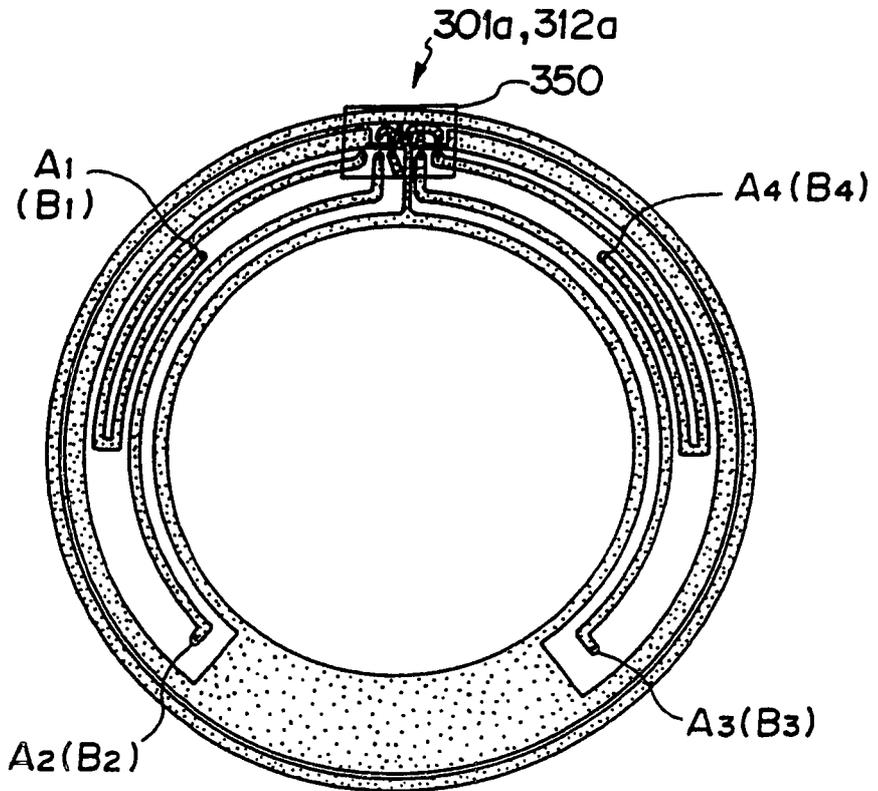


FIG. 9B

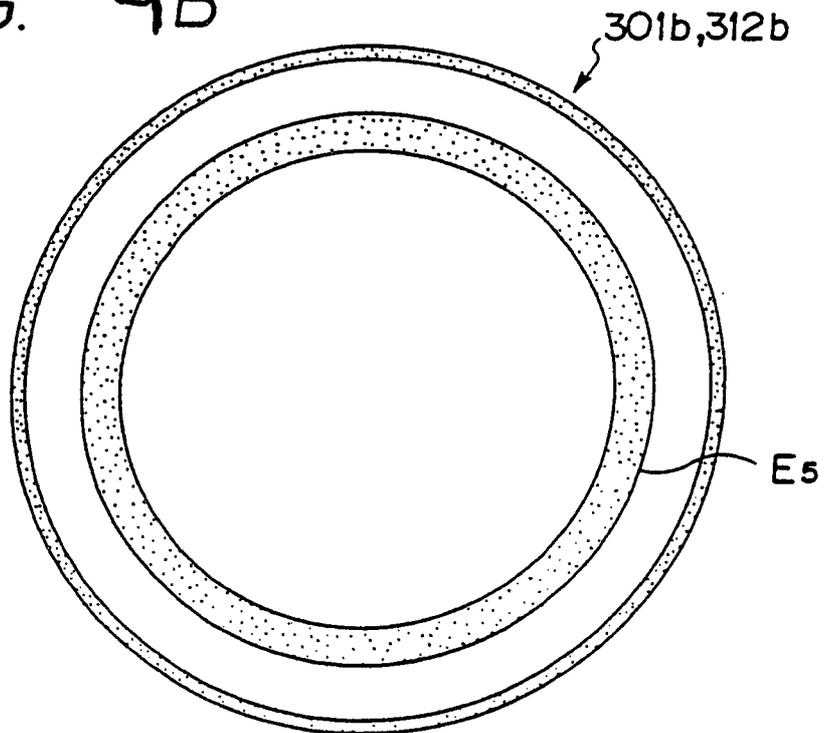


FIG. 10

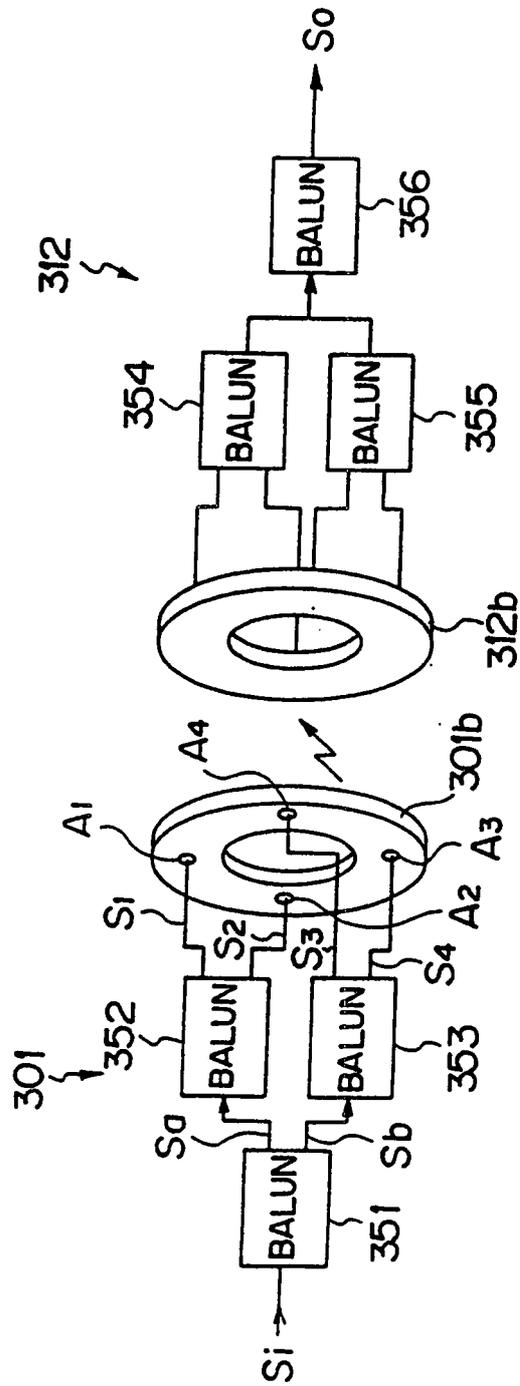


FIG. 11

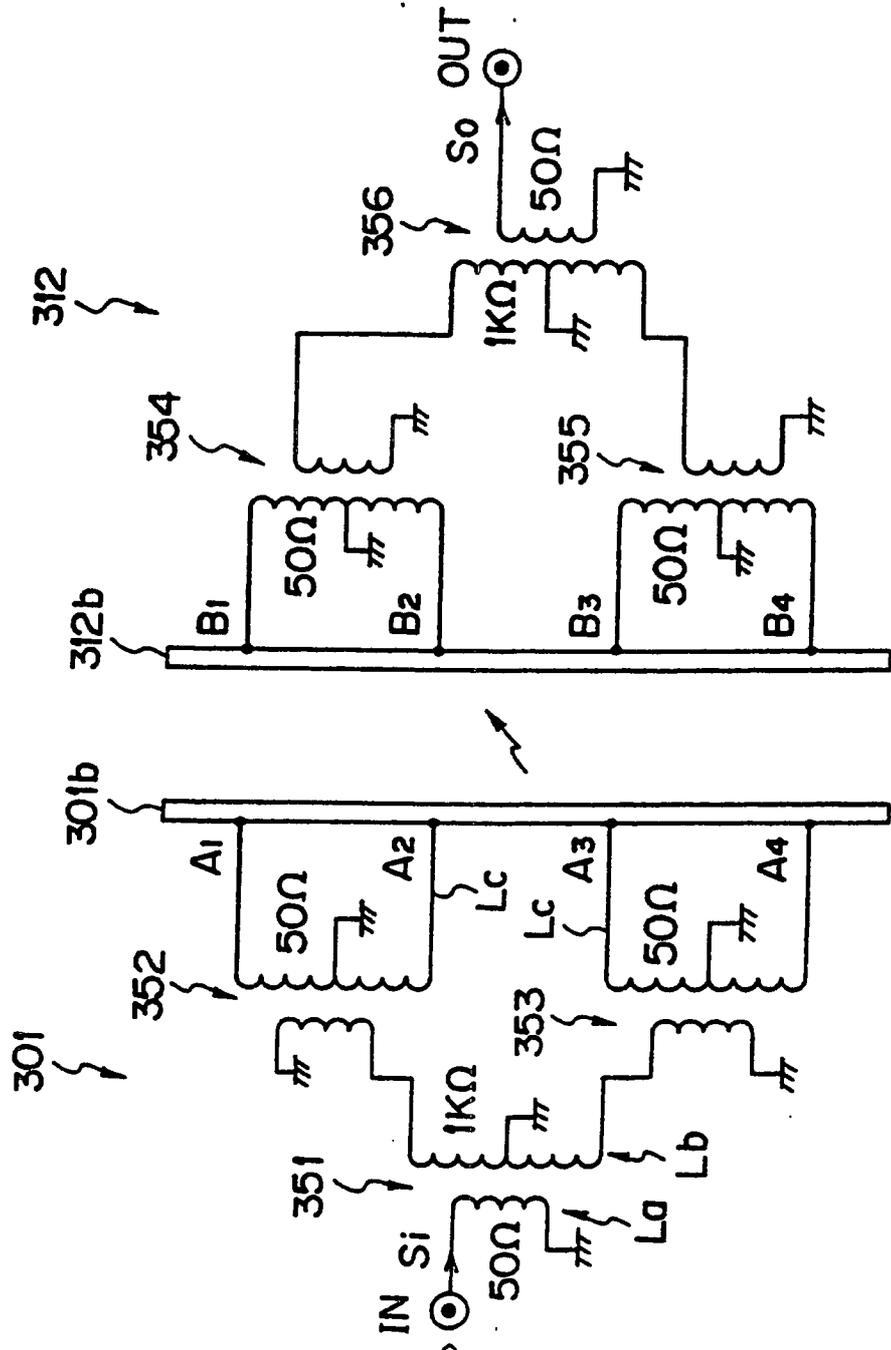


FIG. 12

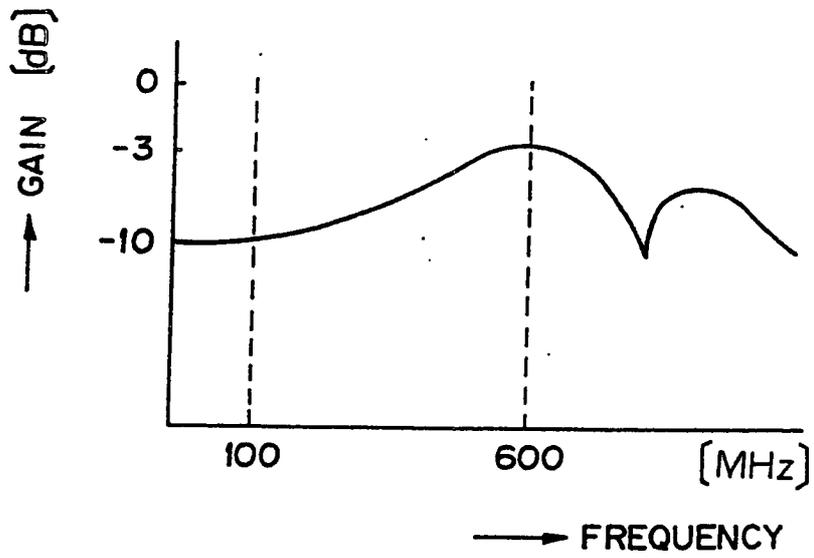


FIG. 13 A

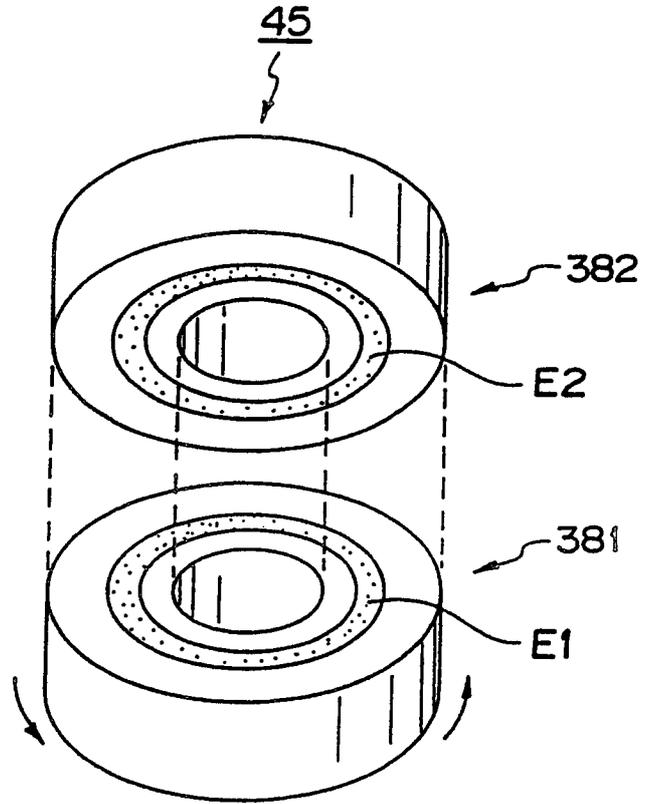


FIG. 13 B

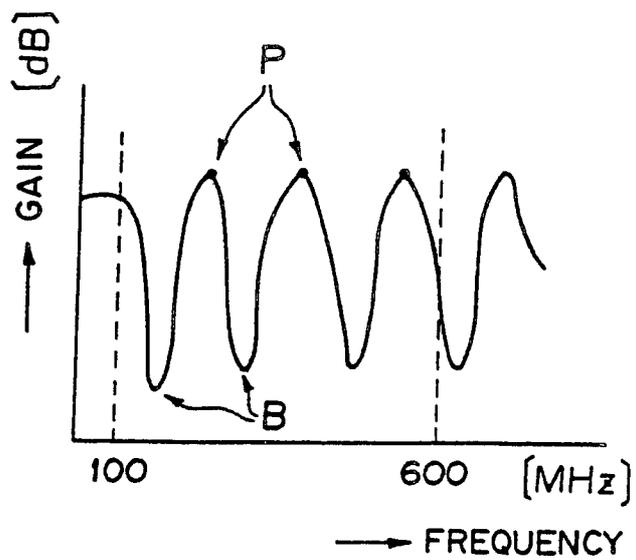


FIG. 14 A

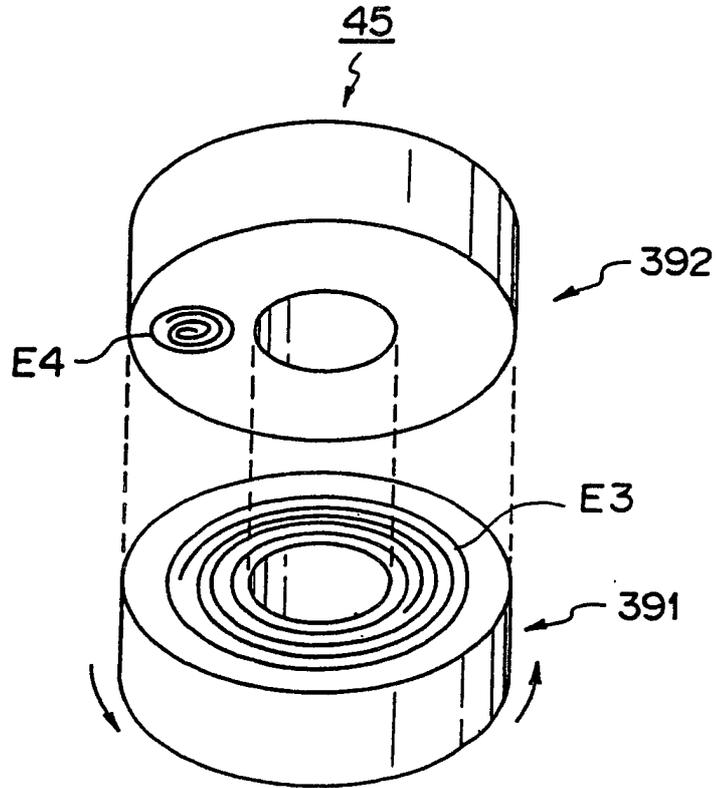
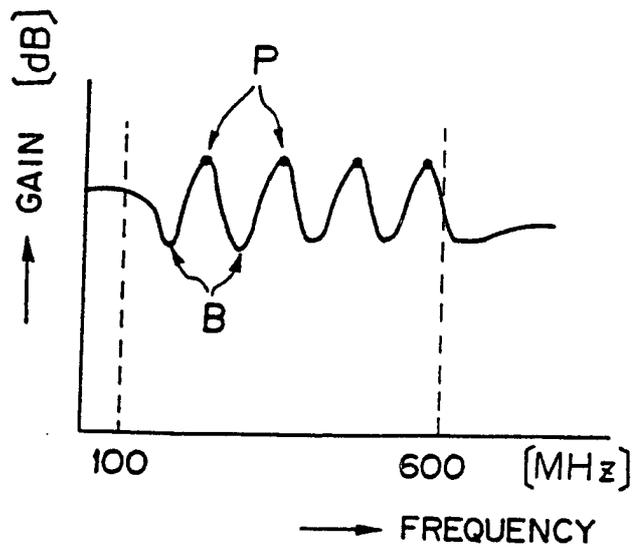


FIG. 14 B



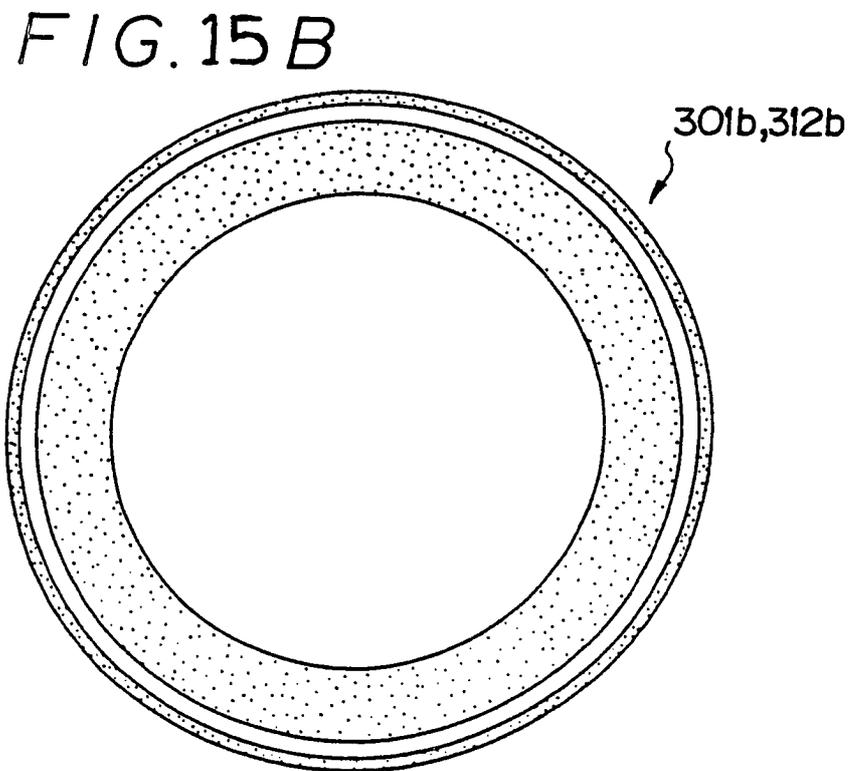
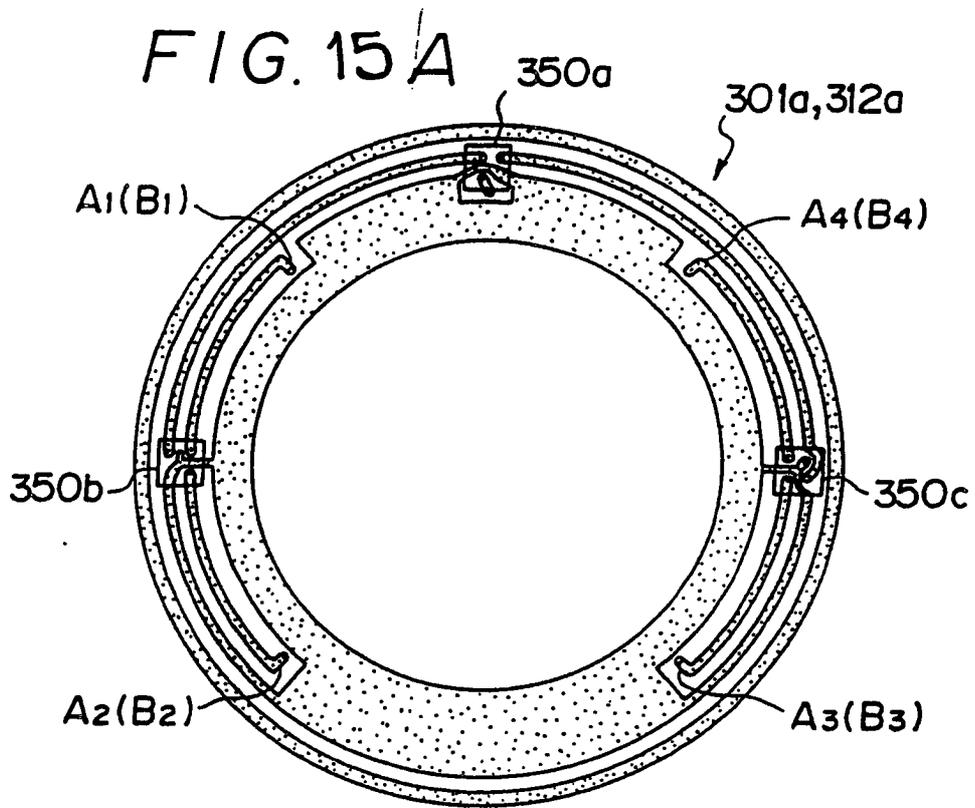


FIG. 16

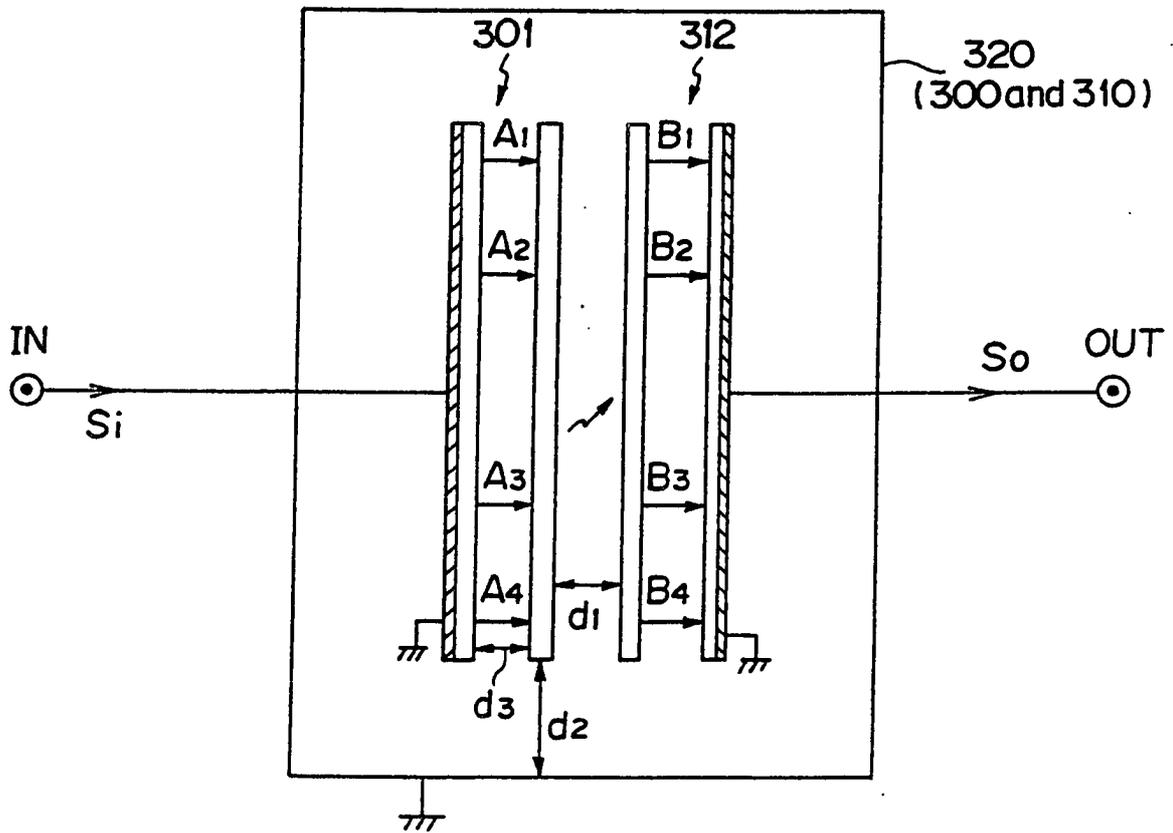


FIG. 17A FIG. 17B FIG. 17C

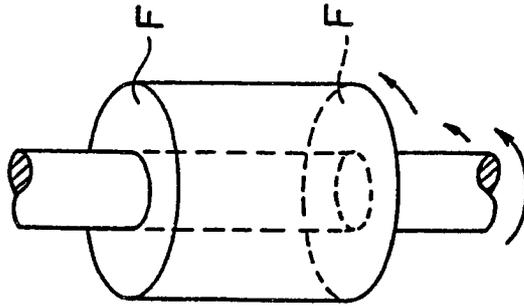
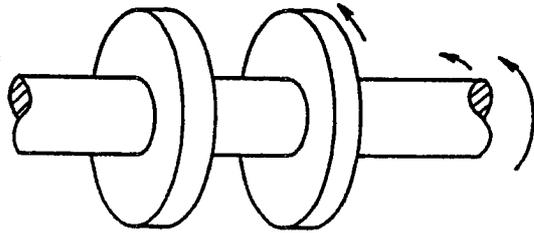
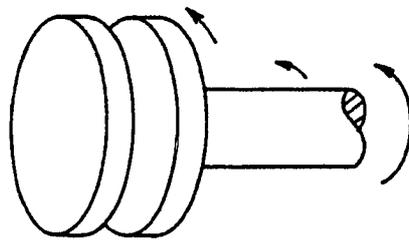


FIG. 18

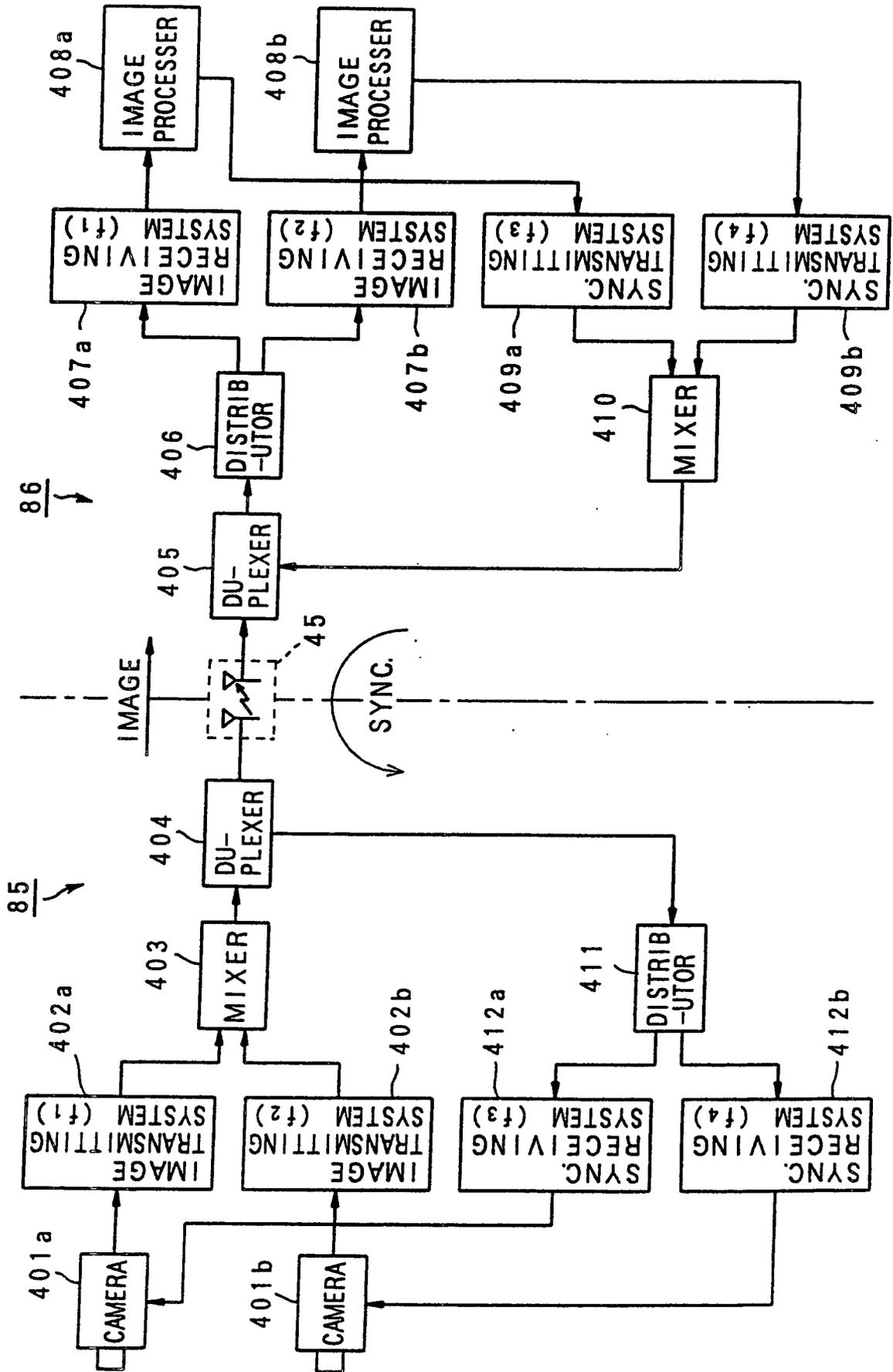


FIG. 19

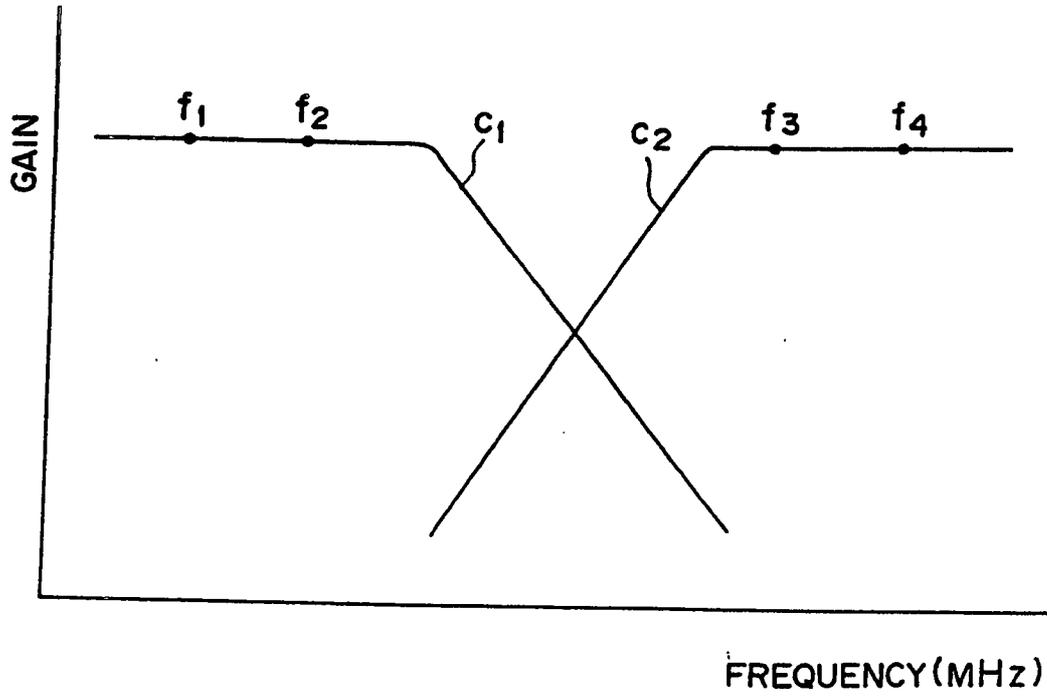


FIG. 20

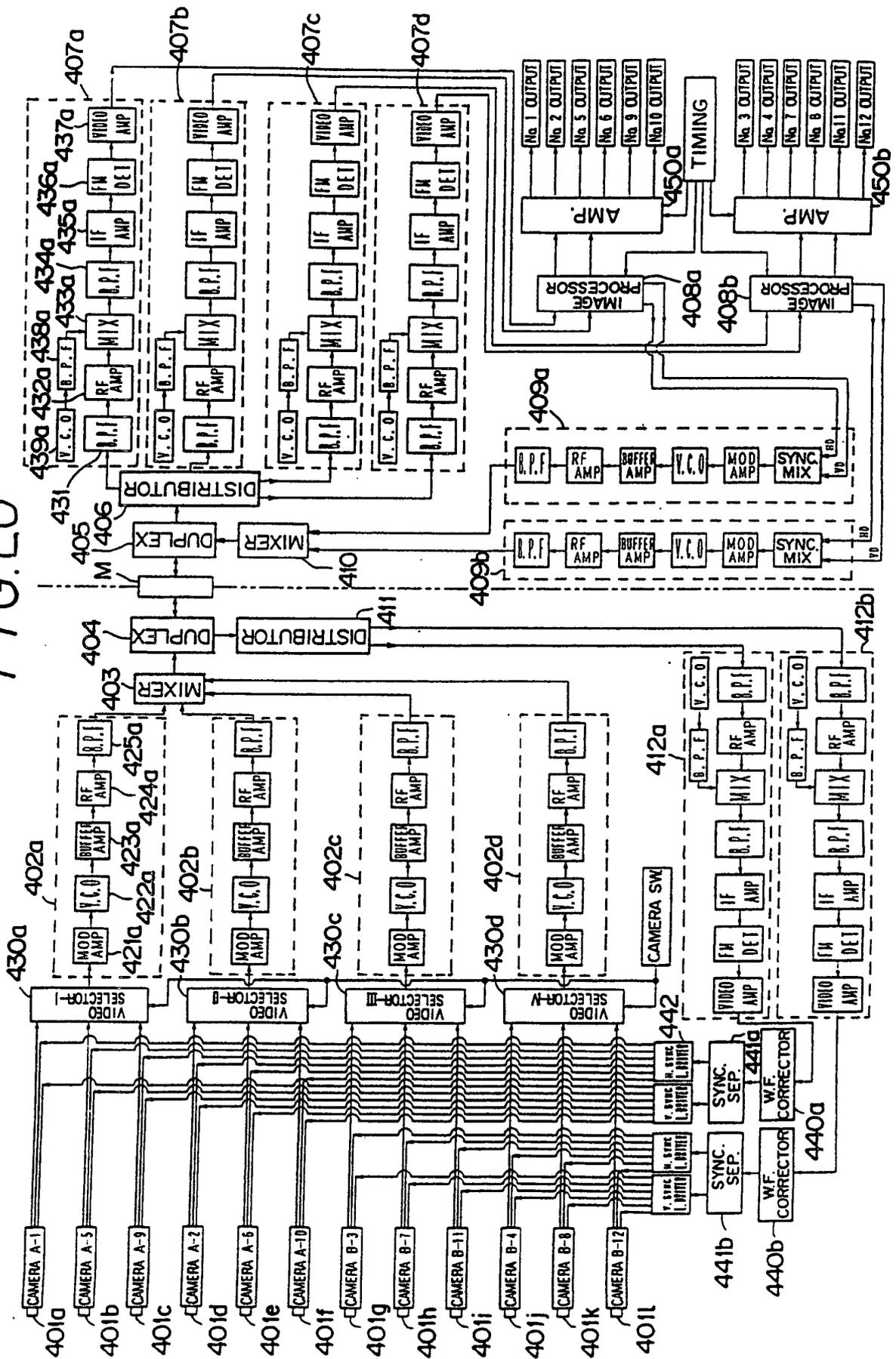


FIG. 21

