

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-28345

(P2010-28345A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.

H01P 5/107 (2006.01)

F I

H01P 5/107

B

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-185823 (P2008-185823)
 (22) 出願日 平成20年7月17日 (2008.7.17)

(71) 出願人 000229737
 日本ビラー工業株式会社
 大阪府大阪市淀川区野中南2丁目11番4
 8号
 (74) 代理人 100107847
 弁理士 大槻 聡
 (72) 発明者 奥長 剛
 兵庫県三田市下内神字打場541番地の1
 日本ビラー工業株式会社三田工場内
 (72) 発明者 藤田 隆彰
 兵庫県三田市下内神字打場541番地の1
 日本ビラー工業株式会社三田工場内

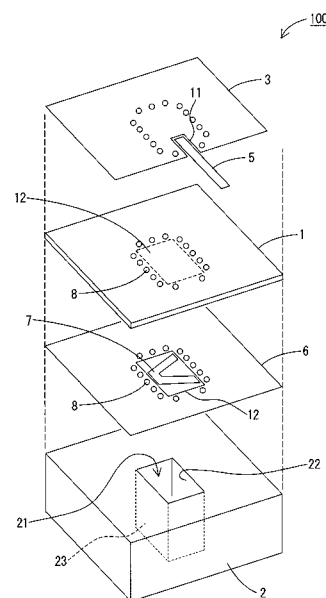
(54) 【発明の名称】 導波管・ストリップ線路変換器及び高周波回路

(57) 【要約】

【課題】 ストリップ線路が導波管の短辺と交差させて配置される導波管・ストリップ線路変換器を提供することを目的とする。

【解決手段】 導波管2の開口部21を閉鎖している誘電体基板1の下面には整合素子7が形成されている。一方、上記誘電体基板1の上面には、導波管2を短絡させる短絡板3が形成されるとともに、短絡板3の切り込み11内にストリップ線路5が形成され、誘電体基板1を介して、ストリップ線路5及び整合素子7が電磁的に結合している。上記整合素子7は、開口部21の短辺25を傾斜させた方向に延び、上記ストリップ線路5は、整合素子7を更に傾斜させた方向に配置されているため、変換効率を著しく低下させることなく、ストリップ線路5を開口部21の短辺25と交差させて配置することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

導波管の矩形からなる開口部を閉鎖する第一面を有する誘電体基板と、
上記誘電体基板の第二面に形成され、上記導波管を短絡させる短絡板と、
上記誘電体基板の第一面に形成され、上記開口部の短辺を傾斜させた方向に延びる整合素子と、

上記短絡板の切り込み内に形成され、上記整合素子を更に傾斜させた方向に配置され、
上記整合素子と電磁的に結合するストリップ線路とを備えたことを特徴とする導波管・ストリップ線路変換器。

【請求項 2】

上記ストリップ線路は、上記開口部の短辺と交差するように配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の導波管・ストリップ線路変換器。

【請求項 3】

上記整合素子は、上記開口部の長手中央を通るように配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の導波管・ストリップ線路変換器。

【請求項 4】

上記整合素子は、上記開口部の短辺を互いに逆向きに傾斜させた各方向に延びる 2 つの傾斜素子片を含む形状からなることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の導波管・ストリップ線路変換器。

【請求項 5】

上記整合素子は、上記開口部の長辺と平行に延び、2 つの上記傾斜素子片を連結する連結素子片を含む形状からなることを特徴とする請求項 4 に記載の導波管・ストリップ線路変換器。

【請求項 6】

同一の誘電体基板上に 2 以上の導波管・ストリップ線路変換器が形成され、上記誘電体基板の第一面によって 2 以上の導波管の矩形からなる開口部が閉鎖される高周波回路において、

上記導波管・ストリップ線路変換器は、

上記誘電体基板の第二面に形成され、上記導波管を短絡させる短絡板と、

上記誘電体基板の第一面に形成され、上記開口部の短辺を傾斜させた方向に延びる整合素子と、

上記短絡板の切り込み内に形成され、上記整合素子を更に傾斜させた方向に延び、上記開口部の短辺と交差するように配置され、上記整合素子と電磁的に結合するストリップ線路とを有し、

2 以上の上記導波管は、上記開口部の長辺が互いに対向するように整列配置されることを特徴とする高周波回路。

【請求項 7】

上記導波管・ストリップ線路変換器は、上記誘電体基板の端辺に沿って整列配置され、上記ストリップ線路が上記端辺とは反対側へ向って延びることを特徴とする請求項 6 に記載の高周波回路。

【請求項 8】

2 以上の上記ストリップ線路は、互いに平行に延びるアンテナ素子を形成し、2 以上の上記アンテナ素子によって、フェーズドアレイアンテナが形成されることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の高周波回路。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、導波管・ストリップ線路変換器及び高周波回路に係り、更に詳しくは、マイクロ波、ミリ波を伝送するための導波管及びストリップ線路間において電力変換を行う導波管・ストリップ線路変換器、並びに、このような導波管・ストリップ線路変換器を利用

10

20

30

40

50

した高周波回路に関する。

【背景技術】

【0002】

導波管及びストリップ線路を接続する場合に、導波管及びストリップ線路の伝送電力を相互に変換する導波管・ストリップ線路変換器が用いられる（例えば、特許文献1）。一般的な導波管・ストリップ線路変換器では、ストリップ線路から短絡面までの距離を管内波長 λ の $1/4$ にするための短絡導波管ブロックが必要となる。このため、マイクロ波やミリ波用の導波管・ストリップ線路変換器ではその小型化が難しく、また、製造時に短絡面の位置決めを高精度で行う必要があった。このような問題点を解決するために改良された導波管・ストリップ線路変換器が知られている（例えば、特許文献2）。

10

【0003】

図17及び図18は、特許文献2に示された導波管・ストリップ線路変換器の構成を示した図である。図17は斜視図、図18は、図17の誘電体基板1の平面図であり、図中の(a)に誘電体基板1の上面、(b)に誘電体基板1の下面が示されている。この導波管・ストリップ線路変換器109は、導波管2の開口部が、誘電体基板1の下面に密着固定されており、当該誘電体基板1の上面には短絡板3が形成され、その切り込み11内にストリップ線路5が形成されている。一方、誘電体基板1の下面には矩形からなる整合素子7'が形成されている。ストリップ線路5及び整合素子7'は、誘電体基板1を挟んで近接して配置されることにより互いに電磁的に結合し、この電磁的結合によって電力変換が行われる。従って、短絡導波管ブロックを必要としない導波管・ストリップ線路変換器を実現することができる。しかも、上記誘電体基板1上に高周波回路を形成することができるため、装置全体を更に小型化することができる。

20

【特許文献1】特開平10-126114号公報

【特許文献2】特開2002-359508号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般に、導波管は、断面が長方形の中空部を有し、この中空部内に形成される電磁界によって高周波電力を伝送しており、この中空部内には、理論上、その短辺に平行な電界が存在しないことが知られている。このため、導波管・ストリップ線路変換器の変換効率は、ストリップ線路と短辺のなす角度によって変化する。つまり、ストリップ線路を短辺と平行にすれば最大の変換効率が得られ、上記角度が 45° を超えると変換効率が顕著に低下し、 90° に近づくと変換器として機能しなくなる。

30

【0005】

このため、従来の導波管・ストリップ線路変換器では、ストリップ線路が導波管の短辺と略平行となるように配置されていた。つまり、ストリップ線路の引き出し方向が、導波管の長辺側に限定され、誘電体基板上における導波管・ストリップ線路変換器のレイアウトの自由度が低いという問題があった。

【0006】

特に、同じ誘電体基板上に2以上の導波管・ストリップ線路変換器を整列配置させた高周波回路を小型化しようとする場合に障害となる。各導波管・ストリップ線路変換器から同一方向へストリップ線路を引き出そうとする場合に、ストリップ線路を導波管の短辺側から引き出すことができなければ、隣接する導波管の短辺が対向するように各導波管を配置する必要がある。このため、隣接する導波管の長辺が対向するように各導波管を配置した場合に比べ、導波管のピッチが広くなり、小型化には不利となる。

40

【0007】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、変換効率の低下を抑制しつつ、ストリップ線路を導波管の短辺に対し傾斜させて配置した導波管・ストリップ線路変換器を提供することを目的とする。特に、実用的な変換効率を確保しつつ、導波管の短辺と交差させてストリップ線路を配置した導波管・ストリップ線路変換器を提供することを目的と

50

する。

【0008】

また、本発明は、導波管の2以上の辺のうち、任意の辺と交差させてストリップ線路を配置することができる導波管・ストリップ線路変換器を提供することを目的とする。特に、導波管の4辺のうち、任意の辺に交差させてストリップ線路を配置することができる導波管・ストリップ線路変換器を提供することを目的とする。

【0009】

さらに、本発明は、同一の誘電体基板上に2以上の導波管・ストリップ線路変換器を整列配置させた高周波回路を小型化することを目的とする。特に、同一の誘電体基板上にフェーズドアレイアンテナと2以上の導波管・ストリップ線路変換器とが形成された高周波回路を小型化することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

第1の本発明による導波管・ストリップ線路変換器は、導波管の矩形からなる開口部を閉鎖する第一面を有する誘電体基板と、上記誘電体基板の第二面に形成され、上記導波管を短絡させる短絡板と、上記誘電体基板の第一面に形成され、上記開口部の短辺を傾斜させた方向に延びる整合素子と、上記短絡板の切り込み内に形成され、上記整合素子を更に傾斜させた方向に配置され、上記整合素子と電磁的に結合するストリップ線路とを備えて構成される。

【0011】

20

このような構成により、開口部の短辺及びストリップ線路のなす角度は、開口部の短辺及び整合素子のなす角度と、整合素子及びストリップ線路のなす角度との和となり、ストリップ線路を開口部の短辺に対し傾けて配置した場合であっても、そのことによる変換効率の低下を抑制することができる。特に、実用的な変換効率を確保しつつ、ストリップ線路を開口部の短辺に対し45°を越えて傾斜させることが可能になる。

【0012】

第2の本発明による導波管・ストリップ線路変換器は、上記構成に加えて、上記ストリップ線路が、上記開口部の短辺と交差するように配置される。このような構成により、誘電体基板上における導波管・ストリップ線路変換器のレイアウトの自由度を向上させることができる。

30

【0013】

第3の本発明による導波管・ストリップ線路変換器は、上記構成に加えて、上記整合素子が、上記開口部の長手中央を通るように配置される。導波管は、その断面の長手方向の中央において電界強度が最大になることから、上記開口部の長手中央を通るように整合素子を配置することにより、変換効率を向上させることができる。

【0014】

第4の本発明による導波管・ストリップ線路変換器は、上記構成に加えて、上記整合素子が、上記開口部の短辺を互いに逆向きに傾斜させた各方向に延びる2つの傾斜素子片を含む形状からなる。このような構成により、ストリップ線路を開口部の2つの短辺のいずれからでも引き出すことができ、導波管・ストリップ線路変換器のレイアウトの自由度を更に向上させることができる。

40

【0015】

第5の本発明による導波管・ストリップ線路変換器は、上記構成に加えて、上記整合素子が、上記開口部の長辺と平行に延び、2つの上記傾斜素子片を連結する連結素子片を含む形状からなる。このような構成により、ストリップ線路を開口部の4辺のいずれからでも引き出すことができ、導波管・ストリップ線路変換器のレイアウトの自由度を更に向上させることができる。

【0016】

第6の本発明による高周波回路は、上記構成に加えて、同一の誘電体基板上に2以上の導波管・ストリップ線路変換器が形成され、上記誘電体基板の第一面によって2以上の導

50

波管の矩形からなる開口部が閉鎖される高周波回路であって、上記導波管・ストリップ線路変換器は、上記誘電体基板の第二面に形成され、上記導波管を短絡させる短絡板と、上記誘電体基板の第一面に形成され、上記開口部の短辺を傾斜させた方向に延びる整合素子と、上記短絡板の切り込み内に形成され、上記整合素子を更に傾斜させた方向に延び、上記開口部の短辺と交差するように配置され、上記整合素子と電磁的に結合するストリップ線路とを有し、2以上の上記導波管は、上記開口部の長辺が互いに対向するように整列配置される。

【0017】

ストリップ線路を導波管の開口部の短辺と交差させた導波管・ストリップ線路変換器を用いることによって、同一の誘電体基板上に2以上の導波管・ストリップ線路変換器が形成された高周波回路において、隣接する導波管の開口部の長辺が対向するように各導波管を整列配置させることができる。従って、開口部の短辺が対向するように各導波管を整列配置させる場合と比較すれば、導波管の配置ピッチが同じであれば、導波管の間隔が広がり、製造が容易になる。また、導波管の間隔が同じであれば、導波管の配置ピッチを狭小化することができ、誘電体基板を小型化することができる。

10

【0018】

第7の本発明による高周波回路は、上記構成に加えて、上記導波管・ストリップ線路変換器が、上記誘電体基板の端辺に沿って整列配置され、上記ストリップ線路が上記端辺とは反対側へ向って延びるように構成される。このような構成により、誘電体基板の端辺に沿って多くの導波管・ストリップ線路変換器を整列配置することができ、誘電体基板を小型化することができる。

20

【0019】

第8の本発明による高周波回路は、上記構成に加えて、2以上の上記ストリップ線路が、互いに平行に延びるアンテナ素子を形成し、2以上の上記アンテナ素子によって、フェーズドアレイアンテナが形成されるように構成される。このような構成により、誘電体基板上に特性の揃ったアンテナ素子を互いに平行に形成し、各アンテナ素子を同一の誘電体基板上に形成された導波管・ストリップ線路変換器に接続しようとする場合に、各アンテナ素子を狭ピッチで配置することができるので、小型で高性能なアンテナ装置を実現することができる。

30

【発明の効果】

【0020】

本発明による導波管・ストリップ線路変換器は、整合素子が導波管の開口部の短辺を傾斜させた方向に延び、上記整合素子と電磁的に結合させるストリップ線路が、上記整合素子を更に傾斜させた方向に配置されている。このため、変換効率の低下を抑制しつつ、ストリップ線路を導波管の短辺に対し傾斜させて配置することができる。特に、実用的な変換効率を確保しつつ、導波管の短辺と交差させてストリップ線路を配置させることができる。

40

【0021】

また、本発明による導波管・ストリップ線路変換器は、上記整合素子が、導波管の開口部の短辺を互いに逆向きに傾斜させた各方向に延びる2つの傾斜素子片を含む形状からなる。このため、導波管の2以上の辺のうち、任意の辺と交差させてストリップ線路を配置することができる。

【0022】

さらに、本発明による高周波回路は、各導波管・ストリップ線路変換器を構成するストリップ線路を導波管の開口部の短辺と交差するように配置し、各導波管を互いの開口部の長辺に対向させるように配置している。このため、高周波回路を小型化することができる。また、小型で高性能なフェーズドアレイアンテナを実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

実施の形態1 .

50

図１～図３は、本発明の実施の形態１による導波管・ストリップ線路変換器の一構成例を示した図である。図１には展開斜視図、図２には誘電体基板１の平面図、図３には図１のＡ－Ａ切断線による断面図が示されている。

【００２４】

この導波管・ストリップ線路変換器１００は、ストリップ線路５が形成された誘電体基板１によって構成される。この誘電体基板１は、導波管２の開口部２１に配置され、導波管２及びストリップ線路５の伝送電力を相互に変換することができる。更に、誘電体基板１上においてストリップ線路５が導波管２の短手側へ引き出されているため、従来の導波管・ストリップ線路変換器１０９に比べて、レイアウト上の自由度が高く、装置全体を容易に小型化することができる。

10

【００２５】

導波管２は、導電性材料からなる管壁２２によって囲まれた中空部２３を有し、この中空部２３内を電波が伝搬する。この導波管２は、管壁２２が２つの狭壁及び２つの広壁からなる方形導波管であり、伝搬方向に直交する中空部２３の断面は、広壁に相当する長辺２Ｌと狭壁に相当する短辺２Ｓからなる長方形となっている。さらに、導波管２の一端には開口部２１が形成されている。この開口部２１は、導波管２を伝搬方向に直交する切断面によって切断することによって形成され、中空部２３と同一の形状からなる。

【００２６】

誘電体基板１は、その下面が導波管２の開口部２１を閉鎖するように配置されている。この誘電体基板１は開口部２１よりも広く、誘電体基板１上の閉鎖領域１２によって開口部２１が閉鎖され、閉鎖領域１２周辺の誘電体基板１上に管壁２２の端面が密着固定されている。更に、誘電体基板１の両面には、導電性金属の薄膜が形成されている。誘電体基板１の上面には、短絡板３及びストリップ線路５が設けられ、下面には、接地板６及び整合素子７が設けられている。これらの薄膜は、蒸着やスパッタリングなどの方法によって誘電体基板１上に成膜され、必要に応じてフォトリソグラフィなどの方法によってパターニングされている。

20

【００２７】

短絡板３は、誘電体基板１の閉鎖領域１２の大部分を覆うように形成され、導波管２の短絡面を構成している。また、短絡板３には、閉鎖領域１２に達するストリップ状の切り込み１１が形成され、この切り込み１１内にストリップ線路５が形成されている。ストリップ線路５は、短絡板３から一定の距離を隔てて配置され、短絡板３とともにコプレーナ線路を形成している。短絡板３の切り込み１１は、開口部２１の長辺２Ｌと平行に延び、短辺２Ｓの一つと交差するように形成されている。つまり、ストリップ線路５は、誘電体基板１上において、閉鎖領域１２内から導波管２の短手側へ引き出されるように配置されている。

30

【００２８】

接地板６は、閉鎖領域１２を残して、閉鎖領域１２を取り囲むように形成されている。この接地板６に導波管２の端面を密着させることによって、接地板６及び導波管２を導通させている。整合素子７は、接地板６と導通しないように、閉鎖領域１２内に形成されたＶ字形状のストリップ素子である。この整合素子７は、その一部が誘電体基板１を挟んでストリップ線路５と重複するように配置され、ストリップ線路５と電磁的に結合されている。この電磁的結合は、誘電体基板１の誘電率や厚さなどによって制御することができるため、短絡導波管ブロックを用いる従来の構造に比べて、加工が容易であり、また、小型化にも適している。

40

【００２９】

スルーホール８は、誘電体基板１の貫通孔に導電性材料を充填させることにより形成されている。このスルーホール８を介して、短絡板３及び接地板６を導通させ、短絡板３を導波管２と同電位に保持している。また、閉鎖領域１２の周辺に複数のスルーホール８を配置し、閉鎖領域１２を取り囲むことによって、誘電体基板１における電力損失を抑制している。

50

【 0 0 3 0 】

図 4 は、図 1 の整合素子 7 及びストリップ線路 5 の一構成例を示した図である。整合素子 7 は、整合素子片 7 1 ~ 7 3 によって構成される左右対称の V 字形状からなり、閉鎖領域 1 2 の略中央に配置されている。整合素子片 7 1 は、開口部 2 1 の短辺 2 S を反時計回りに傾斜させた方向に延びる形状からなるストリップ素子である。一方、整合素子片 7 3 は、短辺 2 S を時計回りに傾斜させた方向に延びる形状からなるストリップ素子である。つまり、整合素子片 7 1 及び 7 3 は、短辺 2 S に対し逆方向に傾斜させた傾斜素子片である。整合素子片 7 3 は、長辺 2 L と平行に延びる直線形状からなるストリップ素子であり、整合素子片 7 1 及び 7 3 のより近い一端を連結する連結素子片である。

【 0 0 3 1 】

導波管 2 内には短辺 2 S に平行な電界しか存在せず、当該電界は、長手中央において最大となることが知られている。このため、導波管 2 の長辺 2 L を垂直二等分する中心線 2 C を通るように整合素子 7 を配置することが望ましい。ここでは、整合素子 7 が中心線 2 C に関し対称となるように配置されている。また、ストリップ線路 5 の閉鎖領域 1 2 への挿入量と、短辺 2 S の中央からの距離とを調整することにより、インピーダンス整合を図ることができる。

【 0 0 3 2 】

ストリップ線路 5 は、その先端が整合素子片 7 3 と重複しており、当該先端から導波管 2 の長辺 2 L と平行に延び、開口部 2 1 の短辺 2 S の略中央を通過して、閉鎖領域 1 2 から引き出されるように配置されている。導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 の周波数帯域の中心周波数は、整合素子 7 の形状によって決まる。すなわち、V 字形状の屈曲部と先端、つまり、整合素子片 7 2 の中央下端と、整合素子片 7 3 の先端とを結んだ直線 L の長さが整合素子 7 の共振長であり、この共振長は誘電体基板 1 内の伝搬波長の $1/2$ に一致させておく必要がある。なお、整合素子 7 の位置を導波管 2 の長辺 2 L に平行に動かすことによって中心周波数を調整することもできる

【 0 0 3 3 】

開口部 2 1 の短辺 2 S 及び整合素子片 7 3 の共振方向がなす角度を $\theta 1$ 、当該共振方向及びストリップ線路 5 がなす角度を $\theta 2$ 、短辺 2 S 及びストリップ線路 5 がなす角度を $\theta 3$ とすれば、 $\theta 3 = \theta 1 + \theta 2$ の関係が成り立っている。短辺 2 S 及びストリップ線路 5 のなす角度が 45° を超えると、導波管・ストリップ線路変換器の変換効率は急激に低下する。このため、角度 $\theta 3$ を 2 つの角度 $\theta 1$ 及び $\theta 2$ に分割することによって、変換効率を著しく低下させることなく、ストリップ線路 5 を短辺 2 S に対し、大きく傾斜させて配置することができる。その結果、従来の導波管・ストリップ線路変換器 1 0 9 において、ストリップ線路 5 のみを角度 $\theta 3$ だけ傾けた場合に比べて、高い変換効率を得られる。

【 0 0 3 4 】

特に、従来の導波管・ストリップ線路変換器 1 0 9 では $\theta 3$ が 90° に近い値であれば、実用的な変換効率を得られないのに対し、本実施の形態による導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 では、 $\theta 1$ 及び $\theta 2$ をそれぞれ 45° にすることによって、十分な変換効率を確保することができる。つまり、変換効率を著しく低下させることなく、ストリップ線路 5 を導波管 2 の短手側へ引き出すことが可能になる。

【 0 0 3 5 】

図 5 は、実施の形態 1 による導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 における透過量及び反射量を計測した計測結果が示されている。この導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 は、 75 GHz が中心周波数となるように整合素子 7 の共振長 L を決定するとともに、最も高い変換効率を得られるように、ストリップ線路 5 の短辺 2 S と交差させる位置や閉鎖領域 1 2 への挿入長が最適化されている。このような導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 を用いれば、良好な変換特性が得られることがわかる。

【 0 0 3 6 】

図 6 は、実施の形態 1 による導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 の透過量を従来の装置と比較して示した図である。図中の (a) は、図 6 に示した本発明による導波管・スト

10

20

30

40

50

リップ線路変換器 100 の場合であり、透過率は - 0 . 4 5 d B であった。これに対し、図中の (b) は、従来の導波管・ストリップ線路変換器 109 において、ストリップ線路 5 を開口部 21 の長辺 2 L と平行に引き出し、開口部 21 の短辺 2 S と交差するように配置した導波管・ストリップ線路変換器 109' の例である。この導波管・ストリップ線路変換器 109' の場合、透過率は - 4 0 d B であり、電力がほとんど透過していないことがわかる。

【 0 0 3 7 】

図 7 は、実施の形態 1 による導波管・ストリップ線路変換器の他の構成例について、その透過量を従来の装置と比較して示した図である。図中の (a) に示した導波管・ストリップ線路変換器 101 は、導波管・ストリップ線路変換器 100 と同様、V 字形状の整合素子 7 を備えているが、ストリップ線路 5 の先端を整合素子 7 の屈曲部と重複させ、短辺 2 S と平行となるように、長辺 2 L の略中央からストリップ線路 5 を引き出している。この導波管・ストリップ線路変換器 101 の透過量は - 0 . 3 0 d B であった。一方、図中の (b) は、従来の導波管・ストリップ線路変換器 109 の場合であり、透過量は - 0 . 3 0 d B であった。つまり、両者の透過量は同一であった。

【 0 0 3 8 】

この結果から、実施の形態 1 による導波管・ストリップ線路変換器 100 は、変換効率を顕著に低下させることなく、ストリップ線路 5 を開口部 21 の長辺 2 L、短辺 2 S のいずれ側へ引き出すこともできることがわかる。しかも、整合素子 7 が左右対称形であり、整合素子片 73 を利用して右の短辺 2 S からストリップ線路 5 を引き出すことができるのと全く同様にして、整合素子片 71 を利用して左の短辺 2 S からストリップ線路 5 を引き出すことができる。

【 0 0 3 9 】

図 8 は、実施の形態 1 による導波管・ストリップ線路変換器 100 からストリップ線路 5 が引き出し可能な方向の一例を示した図であり、導波管の長辺 2 L が横軸、短辺 2 S が縦軸となるように示されている。図中の L1 ~ L3 は、整合素子片 71 ~ 73 の共振方向であり、D1 ~ D3 は、ストリップ線路 5 を引き出すことができる方向である。

【 0 0 4 0 】

導波管 2 内の電界方向及び整合素子 7 の共振方向がなす角度が 45° を大きく越えている場合、導波管・ストリップ線路変換器 100 の変換効率は著しく低下する。このため、整合素子片 71、73 の共振方向 L1、L3 が、短辺 2 S となす角度は 45° 以下であることが望ましい。このため、図 8 では、共振方向 L1、L3 が、短辺 2 S を逆方向にそれぞれ 45° 傾斜させた方向である場合が示されている。なお、整合素子片 72 の共振方向 L1 は、短辺 2 S と平行になっている。

【 0 0 4 1 】

また、整合素子 7 の共振方向及びストリップ線路 5 のなす角度が 45° を大きく越えている場合、導波管・ストリップ線路変換器 100 の変換効率が著しく低下する。このため、引き出し方向 D1 ~ D3 は、それぞれ共振方向 L1 ~ L3 から 45° 以下の範囲となっていることが望ましい。このため、縦軸の上向き方向を 0° とすれば、0° ~ 90°、135° ~ 225° 及び 270° ~ 360° の方向にストリップ線路 5 を引き出すことができる。つまり、上下左右の任意の方向へ引き出すことができ、斜め方向に引き出すこともできる。

【 0 0 4 2 】

本実施の形態による導波管・ストリップ線路変換器 100、101 は、整合素子 7 を V 字形状とすることにより、変換効率を顕著に低下させることなく、ストリップ線路 5 を開口部 21 の長辺 2 L、短辺 2 S のいずれからでも引き出すことができる。従って、誘電体基板 1 上におけるレイアウトの自由度を向上させることができる。

【 0 0 4 3 】

なお、上記実施の形態では、整合素子 5 が対称形である場合の例について説明したが、本発明はこの様な場合には限定されない。すなわち、整合素子 5 が、開口部 21 の短辺 2

10

20

30

40

50

S に対し傾斜させた整合素子片 7 1 及び 7 3 を有する形状であればよく、必ずしも対称形である必要はない。ただし、対称形であれば、ストリップ線路 5 を 2 つの短辺 2 S のいずれ側から引き出しても同じ変換特性を得ることができる。

【0044】

また、上記実施の形態では、整合素子 7 が 3 つの整合素子片 7 1 ~ 7 3 によって構成され、各整合素子片 7 1 ~ 7 3 が、直線形状からなる場合について説明したが、本発明はこの様な場合には限定されない。図 9 は、整合素子 7 の他の構成例を示した図である。図中の (a) には、その外縁が曲線で構成される整合素子 7 が示されている。また、図中の (b) には、整合素子片 7 1 及び 7 3 のみで構成され、整合素子片 7 2 を有しない整合素子 7 の例が示されている。このような整合素子 7 を上記導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 に適用してもよい。

10

【0045】

実施の形態 2 .

実施の形態 1 では、1 つのストリップ線路 5 を有する導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 , 1 0 1 について説明した。これに対し、本実施の形態では、2 以上のストリップ線路 5 1 ~ 5 3 を有する導波管・ストリップ線路変換器 1 0 2 ~ 1 0 4 の例について説明する。

【0046】

図 1 0 は、実施の形態 2 による導波管・ストリップ線路変換器の一構成例を示した図である。この導波管・ストリップ線路変換器 1 0 2 は、2 つのストリップ線路 5 1 、5 3 を有する 2 ポート型の変換器である。ストリップ線路 5 1 は、その先端が整合素子片 7 1 と重複するように配置され、左の短辺 2 S の略中央から引き出されている。一方、ストリップ線路 5 3 は、その先端が整合素子片 7 3 と重複するように配置され、右の短辺 2 S の略中央から引き出されている。ストリップ線路 5 1 , 5 3 の透過量はそれぞれ - 3 . 4 d B であり、導波管・ストリップ線路変換器 1 0 2 は、2 ポート型の変換器として使用することができる。

20

【0047】

図 1 1 は、実施の形態 2 による導波管・ストリップ線路変換器の他の構成例を示した図である。この導波管・ストリップ線路変換器 1 0 3 は、3 つのストリップ線路 5 1 ~ 5 3 を有する 3 ポート型の変換器である。すなわち、図 9 の導波管・ストリップ線路変換器 1 0 2 に、更にストリップ線路 5 2 を加えて構成される。ストリップ線路 5 2 は、ストリップ線路 5 の先端を整合素子 7 の屈曲部と重複させ、長辺 2 L の略中央から引き出されている。ストリップ線路 5 1 , 5 3 の透過量はそれぞれ - 6 . 3 d B 、ストリップ線路 5 2 の透過量は - 3 . 5 d B であり、導波管・ストリップ線路変換器 1 0 3 は、3 ポート型の変換器として使用することができる。

30

【0048】

図 1 2 は、実施の形態 2 による導波管・ストリップ線路変換器の更に他の構成例を示した図である。この導波管・ストリップ線路変換器 1 0 4 も 3 ポート型の変換器であるが、ストリップ線路 5 1 及び 5 3 の配置が図 1 1 の場合とは異なっている。この導波管・ストリップ線路変換器 1 0 4 は、図 9 の導波管・ストリップ線路変換器 1 0 3 のストリップ線路 5 1 及び 5 3 を開口部 2 1 の短辺 2 S と平行に、長辺 2 L と交差させて引き出している。すなわち、一方の長辺 2 L からストリップ線路 5 2 が引き出され、他方の長辺 2 L からストリップ線路 5 1 , 5 3 が引き出されている。各ストリップ線路 5 1 ~ 5 3 の透過量は、導波管・ストリップ線路変換器 1 0 3 の場合と同様である。

40

【0049】

実施の形態 3 .

実施の形態 1 では、整合素子 7 が V 字形状からなる導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 について説明した。これに対し、本実施の形態では、整合素子 7 が開口部 2 1 の短辺 2 S に対し傾斜させた直線形状からなる場合について説明する。

【0050】

50

図 1 3 は、実施の形態 3 による導波管・ストリップ線路変換器の一構成例を示した図である。この導波管・ストリップ線路変換器 1 0 5 は、図 1 ~ 図 4 に示した導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 (実施の形態 1) と比較すれば、整合素子 7 の形状が異なっている。

【 0 0 5 1 】

整合素子 7 は、開口部 2 1 の短辺 2 S に対し傾斜させた方向に直線的に延びる形状からなり、実施の形態 1 における整合素子片 7 3 に相当する。整合素子 7 は、開口部 2 1 の長手中央を示す中心線 2 C を通るよう配置されていることが望ましいことは、実施の形態 1 の場合と同様である。

【 0 0 5 2 】

ストリップ線路 5 は、実施の形態 1 の場合と同様、その先端が整合素子 7 と重複しており、開口部 2 1 の長辺と平行に延び、導波管 2 の短辺 2 S の略中央を通して開口部 2 1 から引き出されるよう配置されている。つまり、整合素子 7 は短辺 2 S を時計回りに傾斜させた方向に延びており、ストリップ線路 5 は、上記共振方向を時計回りに更に傾斜させた方向に配置されている。このため、変換効率の低下を抑制しつつ、ストリップ線路 5 を短辺 2 S に対し傾斜させて配置することができる。

【 0 0 5 3 】

本実施の形態による導波管・ストリップ線路変換器 1 0 5 は、整合素子 7 を開口部 2 1 の短辺 2 S に対し傾斜させた方向に延びる形状とすることにより、変換効率を顕著に低下させることなく、ストリップ線路 5 を開口部 2 1 の短辺 2 S から引き出すことができる。従って、誘電体基板 1 上におけるレイアウトの自由度を向上させることができる。

【 0 0 5 4 】

なお、実施の形態では、整合素子 7 が直線形状からなる場合について説明したが、本発明はこのような場合には限定されない。すなわち、開口部 2 1 の短辺 2 S に対し傾斜させた方向に共振するモードが得られる形状であればよく、整合素子 7 が直線形状である場合には限定されない。

【 0 0 5 5 】

また、本実施の形態では、短辺 2 S に対し整合素子 7 を時計回りに傾斜させ、整合素子 7 に対しストリップ線路 5 を時計回りに傾斜させた場合の例について説明したが、本発明は、このような場合には限定されない。すなわち、整合素子 7 及びストリップ線路 5 を傾斜させる方向が同一方向であればよく、反時計回りであってもよいことは言うまでもない。更に、ストリップ線路 5 が短辺 2 S に直交している場合には、整合素子 7 が当該短辺 2 S に対し傾斜していればよく、その方向は問わない。

【 0 0 5 6 】

実施の形態 4 .

図 1 4 は、本発明の実施の形態 4 による高周波回路の一構成例を示した図である。この高周波回路 2 0 0 は、導波管ブロック 3 0 を第 1 及び第 2 の回路基板 3 1 及び 3 2 により挟み込んで構成される。

【 0 0 5 7 】

第 1 の回路基板 3 1 は、誘電体基板からなり、その端辺に沿って形成された変換器領域 A 1 と、残りの領域に形成された回路領域 A 2 とに区分されている。変換器領域 A 1 には、2 以上の導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 が形成されている。回路領域 A 2 には、2 以上のアンテナ素子 3 4 により構成される複合アンテナ 3 5 が形成されている。各アンテナ素子 3 4 は、互いに平行に延びるストリップ線路 5 によって形成され、各ストリップ線路 5 は、導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 にそれぞれ接続されている。

【 0 0 5 8 】

導波管ブロック 3 0 は、2 以上の独立した中空部 2 3 を有する金属ブロックであり、一体的に形成された 2 以上の導波管 2 に相当する。各導波管 2 ごとに、上面及び下面に開口部 2 1 U 及び 2 1 D を有している。上面の開口部 2 1 U は、第 1 の回路基板 3 1 の下面によって閉鎖され、対応する導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 にそれぞれ接続されてい

10

20

30

40

50

る。一方、下面の開口部 2 1 D は、第 2 の回路基板 3 2 に接続されている。第 2 の回路基板 3 2 には、導波管 2 がそれぞれ接続される高周波回路、例えば、ミリ波やマイクロ波の送受信回路が形成されている。ここでは、第 2 の回路基板 3 2 の上面には、各開口部 2 1 D と対向させて M M I C (モノリシックマイクロ波集積回路) 3 8 が設けられており、各アンテナ素子 3 4 の制御を行っている。

【0059】

上記複合アンテナ 3 5 がフェーズドアレイアンテナである場合、アンテナ素子 3 4 の特性は同一であることが望ましい。すなわち、各アンテナ素子 3 4 の向きや形状が同一であることが望ましく、また、互いに平行に形成されていることが望ましい。このため、2 以上の導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 は、第 1 の回路基板 3 1 の端辺に沿って一列に整列配置され、各導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 からは、回路領域 A 2 に向ってストリップ線路 5 が引き出され、各アンテナ素子 3 4 を形成している。なお、各導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 の短絡板 3 は、互いに導通している方がより望ましいが、導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 ごとに分離されていてもよい。接地板 6 についても全く同様である。

【0060】

図 1 5 は、図 1 4 の高周波回路 2 0 0 を B - B 切断線により切断した場合の断面図である。導波管ブロック 3 0 の上面には、開口部 2 1 U を取り囲むリム 3 7 が設けられている。リム 3 7 は、平坦な導波管ブロック 3 0 の上面から一定の高さだけ突出させた環状体であり、開口部 2 1 U ごとに形成されている。このようなリム 3 7 を設けることによって、第 1 の回路基板 3 1 の下面と、導波管ブロック 3 0 の上面と会合させた状態で固定すれば、開口部 2 1 U を第 1 の回路基板 3 1 の下面によって確実に閉鎖することができる。同様にして、導波管ブロック 3 0 の下面にも開口部 2 1 D を取り囲むリム 3 7 が設けられている。

【0061】

図 1 6 は、図 1 4 の変換器領域 A 1 を従来例と比較して示した図である。図中の (a) には、本実施の形態による例、図中の (b) には、比較例として従来例が示されている。いずれも長辺が 2 . 5 4 mm、短辺が 1 . 2 7 mm の導波管 2 を 3 mm ピッチで配列した場合の例である。

【0062】

本実施の形態による導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 は、導波管 2 の短辺 2 S 側からストリップ線路 5 が引き出されている。また、ストリップ線路 5 は、誘電体基板 1 の端辺とは反対側、つまり、回路領域 A 2 側へ引き出す必要がある。このため、図中の (a) に示した通り、導波管ブロック 3 0 の上面に形成される 2 以上の開口部 2 1 U は、長辺 2 L を互いに対向させるように配列される。これに対し、従来例の導波管・ストリップ線路変換器 1 0 9 は、導波管 2 の長辺 2 L 側からストリップ線路 5 が引き出されている。このため、図中の (b) に示した通り、導波管ブロック 3 0 の上面に形成される 2 以上の開口部 2 1 U は、短辺 2 S を互いに対向させるように配列される。

【0063】

その結果、導波管 2 を同一のピッチで配置したとしても、従来例の導波管・ストリップ線路変換器 1 0 9 では、開口部 2 1 U の間隔が狭く、リム 3 7 の幅を考慮すれば、高い加工精度が求められる。これに対し、本実施の形態による導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 では、開口部 2 1 U の間隔が広く、容易に加工することができる。しかも、導波管・ストリップ線路変換器 1 0 0 の場合には、開口部 2 1 U のピッチを更に狭小化させることが可能であり、それに伴って、ストリップ線路 5 の間隔を更に狭小化することができる。

【0064】

開口部 2 1 U の長辺 2 L を対向させて、狭ピッチで配列させた場合と、開口部 2 1 U の短辺 2 S を対向させて、より広いピッチで配列させた場合とを比較しても、変換器領域 A 1 の面積に大きな差は生じない。しかしながら、ストリップ線路を狭ピッチで配置させることができれば、回路領域 A 2 の面積を小さくすることができる。このため、誘電体基板

1の面積を小さくすることができ、高周波回路200をより小型化することができる。特に、誘電体基板1に占める面積が、変換器領域A1よりも回路領域A2の方が大きい場合には、その効果が顕著となる。

【0065】

本実施の形態によれば、同一の誘電体基板上に2以上の導波管・ストリップ線路変換器100が形成された高周波回路200において、隣接する開口部21Uの長辺2Lが対向するように、導波管ブロック30の各開口部21Uを整列配置させることによって、開口部21Uの配置ピッチが同じであれば、導波管の間隔を広がり、製造が容易になる。また、開口部21Uの間隔が同じであれば、開口部21Uの配置ピッチを狭小化することができる。

10

【0066】

特に、誘電体基板1上に特性の揃ったアンテナ素子34を互いに平行に形成し、各アンテナ素子34を同一の誘電体基板1上の導波管・ストリップ線路変換器100にそれぞれ接続してフェーズドアレイアンテナを製作すれば、小型で高性能のアンテナを実現することができる。このようなフェーズドアレイアンテナは、例えば、自動車用のミリ波レーダ用のアンテナとして好適である。

【0067】

なお、本実施の形態では、複数の導波管を一体化した導波管ブロック30を用いる場合の例について説明したが、本発明は、このような導波管ブロック30を用いる場合には限定されない。すなわち、導波管2がそれぞれ独立している高周波回路にも、全く同様にして本発明を適用することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】本発明の実施の形態1による導波管・ストリップ線路変換器100を示した斜視図である。

【図2】図1の誘電体基板1の平面図である。

【図3】図2のA-A切断線による断面図が示されている。

【図4】図1の整合素子7及びストリップ線路5の一構成例を示した図である。

【図5】導波管・ストリップ線路変換器100における透過量及び反射量を計測した計測結果が示されている。

30

【図6】導波管・ストリップ線路変換器100の透過量を従来装置と比較して示した図である。

【図7】導波管・ストリップ線路変換器101の透過量を従来装置と比較して示した図である。

【図8】導波管・ストリップ線路変換器100からストリップ線路5が引き出し可能な方向の一例を示した図である。

【図9】整合素子7の他の構成例を示した図である。

【図10】本発明の実施の形態2による2ポート型の導波管・ストリップ線路変換器102を示した図である（実施の形態2）。

【図11】3ポート型の導波管・ストリップ線路変換器103を示した図である。

40

【図12】実施の形態3による導波管・ストリップ線路変換器104を示した図である。

【図13】実施の形態3による導波管・ストリップ線路変換器105を示した図である。

【図14】本発明の実施の形態4による高周波回路200を示した図である。

【図15】図14の高周波回路200をB-B切断線により切断した場合の断面図である。

【図16】図14の変換器領域A1を従来例と比較して示した図である。

【図17】従来の導波管・ストリップ線路変換器109の構成を示した斜視図である。

【図18】図17の誘電体基板1の平面図である。

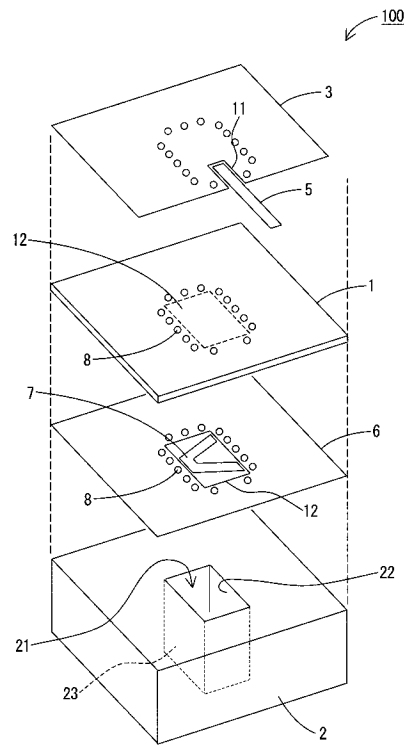
【符号の説明】

【0069】

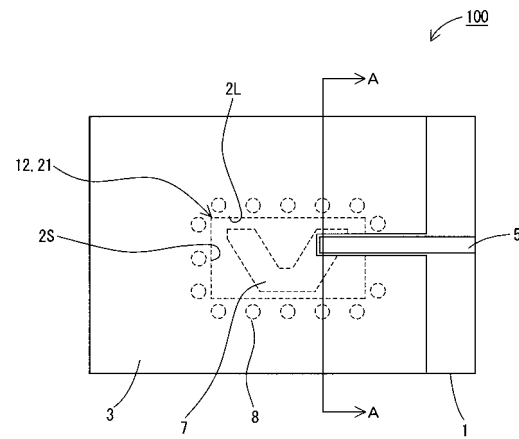
50

1	誘電体基板	
2	導波管	
2 C	中心線	
2 L	長辺	
2 S	短辺	
3	短絡板	
5	ストリップ線路	
6	接地板	
7	整合素子	
8	スルーホール	10
1 1	切り込み	
1 2	閉鎖領域	
2 1 , 2 1 U , 2 1 D	開口部	
2 2	管壁	
2 3	中空部	
3 0	導波管ブロック	
3 1 , 3 2	回路基板	
3 4	アンテナ素子	
3 5	複合アンテナ	
3 7	リム	20
3 8	MMIC (モノリシックマイクロ波集積回路)	
5 , 5 1 ~ 5 3	ストリップ線路	
7 1 ~ 7 3	整合素子片	
1 0 0 ~ 1 0 5	導波管・ストリップ線路変換器	
2 0 0	高周波回路	
A 1	変換器領域	
A 2	回路領域	
D 1 ~ D 3	ストリップ線路 5 の引き出し方向	
L , L 1 ~ L 3	整合素子 7 の共振方向	

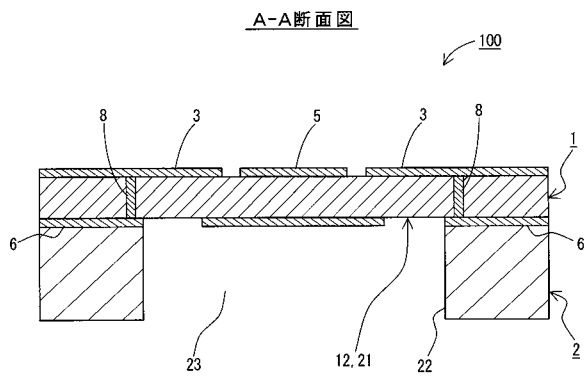
【 図 1 】



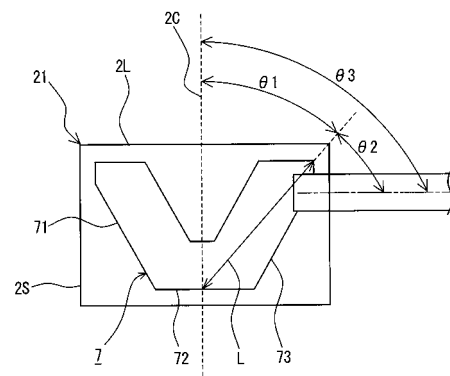
【 図 2 】



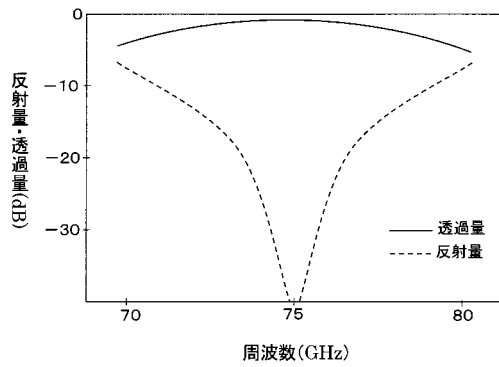
【 図 3 】



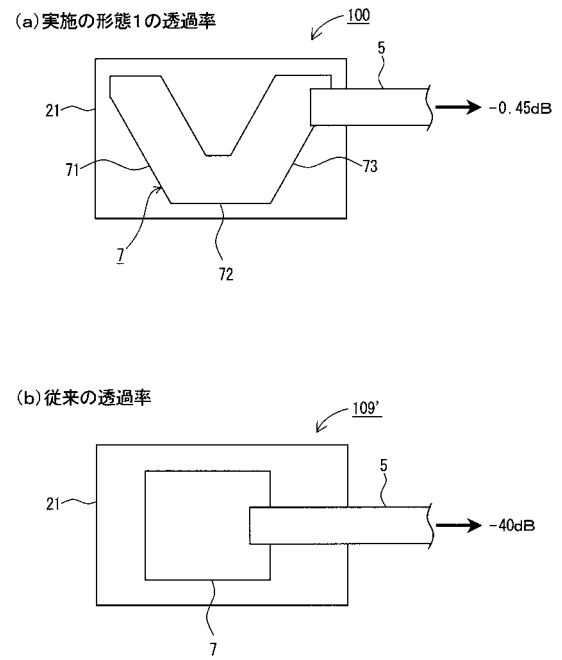
【 図 4 】



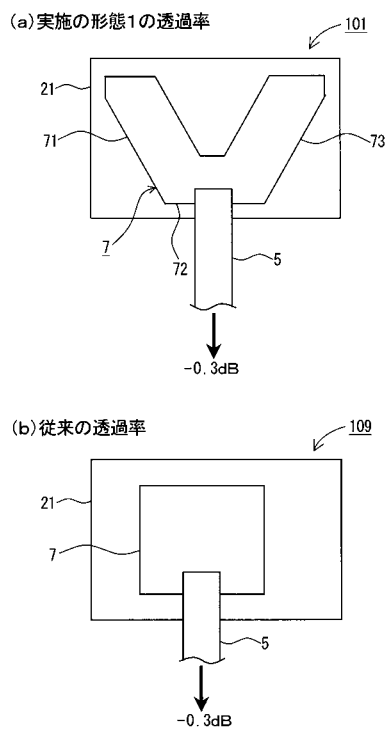
【図 5】



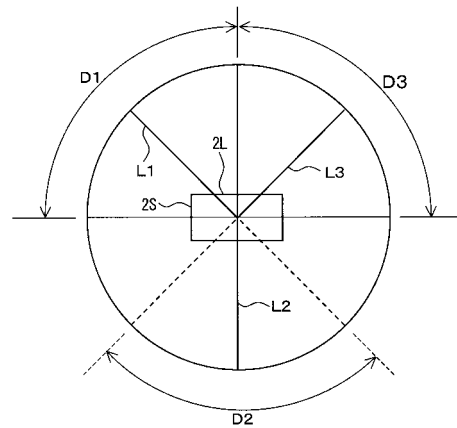
【図 6】



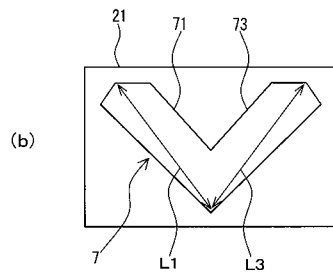
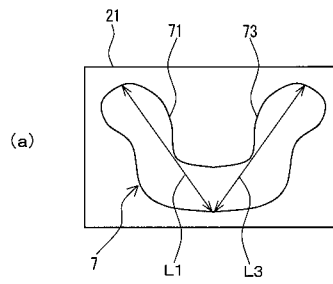
【図 7】



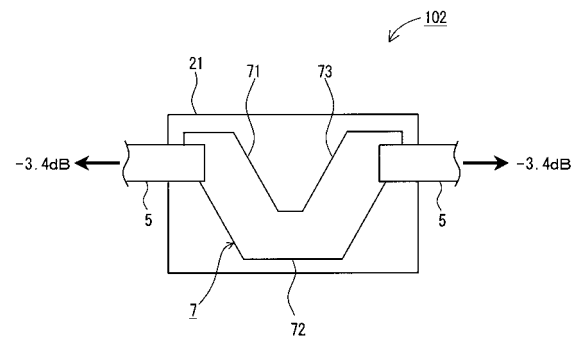
【図 8】



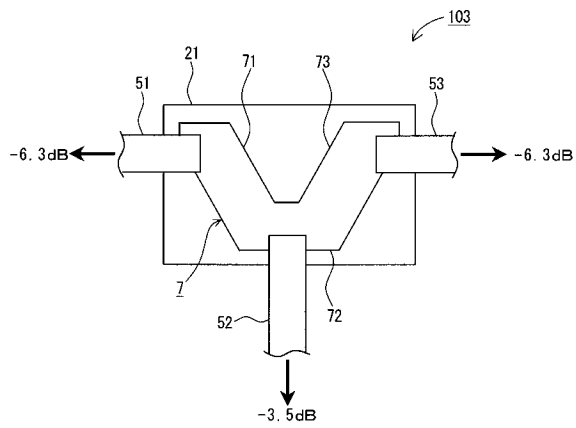
【 図 9 】



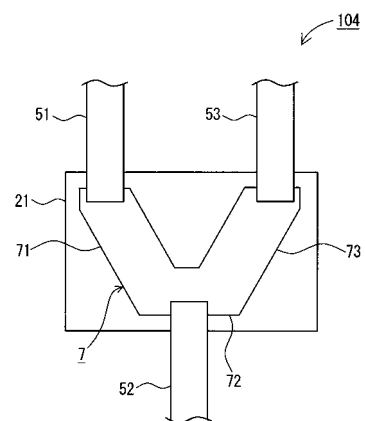
【 図 1 0 】



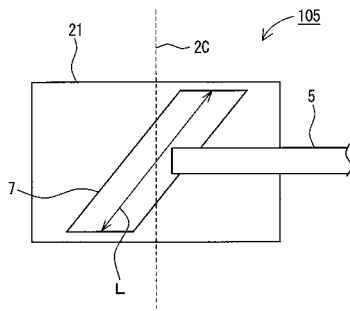
【 図 1 1 】



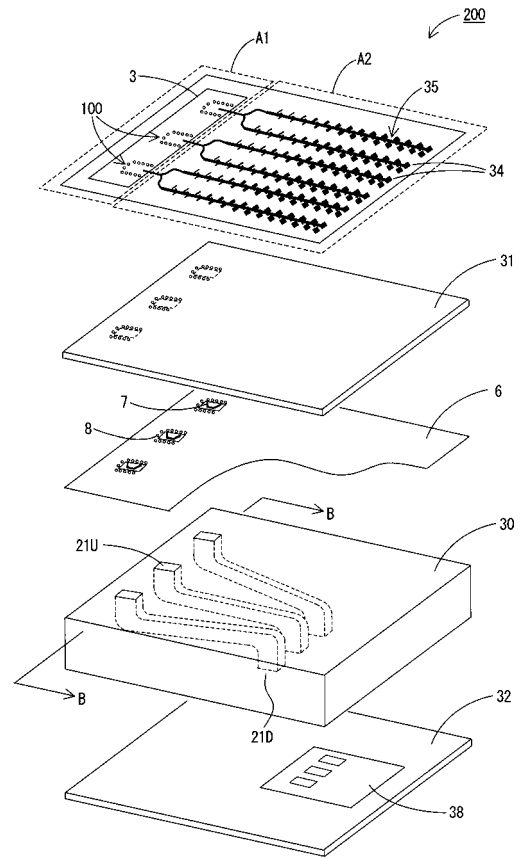
【 図 1 2 】



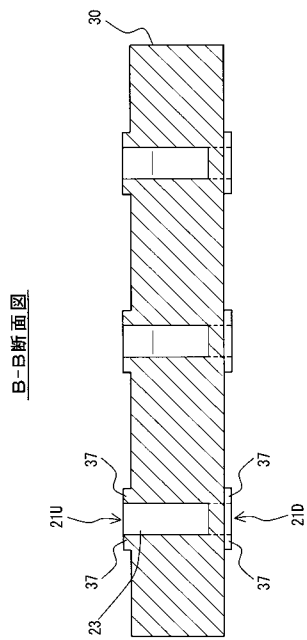
【図 13】



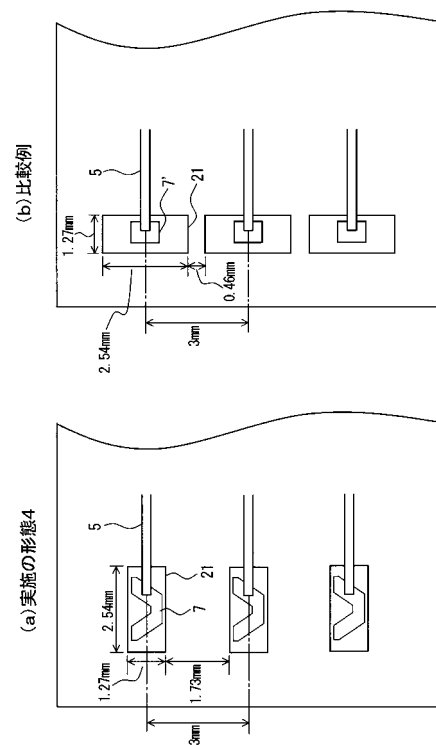
【図 14】



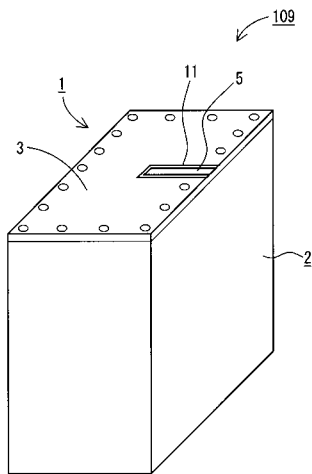
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【図 18】

