

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6407498号  
(P6407498)

(45) 発行日 平成30年10月17日(2018.10.17)

(24) 登録日 平成30年9月28日(2018.9.28)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 P	5/107	(2006.01)	HO 1 P	5/107	B
HO 1 P	5/12	(2006.01)	HO 1 P	5/12	D
HO 1 P	3/123	(2006.01)	HO 1 P	3/123	
HO 1 P	5/16	(2006.01)	HO 1 P	5/16	B
HO 1 P	5/02	(2006.01)	HO 1 P	5/02	G O 1 A

請求項の数 11 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2018-533436 (P2018-533436)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成29年6月5日(2017.6.5)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/020813		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02018/029953	(74) 代理人	100123434
(87) 国際公開日	平成30年2月15日(2018.2.15)		弁理士 田澤 英昭
審査請求日	平成30年7月17日(2018.7.17)	(74) 代理人	100101133
(31) 優先権主張番号	PCT/JP2016/073720		弁理士 濱田 初音
(32) 優先日	平成28年8月12日(2016.8.12)	(74) 代理人	100199749
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 中島 成
早期審査対象出願		(74) 代理人	100188880
			弁理士 坂元 辰哉
		(74) 代理人	100197767
			弁理士 辻岡 将昭
		(74) 代理人	100201743
			弁理士 井上 和真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導波管ストリップ線路変換器及び給電回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ストリップ線路が内層に配線され、第1のグラウンド面が表面に形成され、第2のグラウンド面が裏面の一部に形成されている基板と、

方形の断面形状を形成している4つの管壁のうち、1つの管壁として前記基板が用いられている中空導波管と、

一端が前記ストリップ線路と接続され、他端が前記基板の裏面のうち、前記第2のグラウンド面が形成されていない非グラウンド面に配置されているビアホールと、

一端が前記ビアホールの他端と接続され、他端が前記中空導波管における管内の位置に配置されているプローブとを備え、

前記中空導波管は、2つの管口のうちの一方の管口が導体によって塞がれている導波管であり、

前記プローブのインピーダンスを調整する整合素子が前記ストリップ線路と接続され、前記整合素子は、前記ストリップ線路のうち、前記ビアホールが設けられている位置と、前記管口を塞いでいる導体が設けられている位置との間に存在しているストリップ線路と接続されている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】

前記整合素子は、

前記ストリップ線路の線路幅を広げるインピーダンス変成部と、

一端が前記ストリップ線路と接続され、他端が短絡されている短絡スタブとを備えてい

ることを特徴とする請求項 1 記載の導波管ストリップ線路変換器。

【請求項 3】

前記基板における前記中空導波管の管軸方向の端面のうち、前記中空導波管における開口側の端面が導体によってシールドされており、

前記導体によってシールドされている前記基板の端面に対して導体が接着されており、前記接着されている導体と前記基板が、前記中空導波管における 1 つの管壁を形成していることを特徴とする請求項 1 記載の導波管ストリップ線路変換器。

【請求項 4】

前記中空導波管における 1 つの管壁を形成している前記導体と前記基板との間に、断面形状が前記中空導波管と同一の導体プレートが挟まれていることを特徴とする請求項 3 記載の導波管ストリップ線路変換器。

10

【請求項 5】

ストリップ線路が内層に配線され、第 1 のグラウンド面が表面に形成され、第 2 のグラウンド面が裏面の一部に形成されている基板と、

方形の断面形状を形成している 4 つの管壁のうち、1 つの管壁として上記基板が用いられている中空導波管と、

一端が前記ストリップ線路と接続され、他端が前記基板の裏面のうち、前記第 2 のグラウンド面が形成されていない非グラウンド面に配置されているビアホールと、

一端が前記ビアホールの他端と接続され、他端が前記中空導波管における管内の位置に配置されているプローブとを備えた導波管ストリップ線路変換器が複数個並べられている第 1 の変換器群と、

20

前記導波管ストリップ線路変換器を含んでいる第 2 の変換器と、

前記第 1 の変換器群に含まれている複数の導波管ストリップ線路変換器のストリップ線路と、前記第 2 の変換器に含まれている導波管ストリップ線路変換器のストリップ線路とを接続している合成分配回路とを備え、

N (N は 2 以上の整数) 個の導波管ストリップ線路変換器が並べられている前記第 1 の変換器群が M (M は 2 以上の整数) 個並べられることで、 $M \times N$  個の導波管ストリップ線路変換器が 2 次元平面に配置されており、

M 個の第 1 の変換器群のうち、第 m (m は 1 以上、(M - 1) 以下の整数) 列の第 1 の変換器群に含まれている第 n (n は 1 以上、N 以下の整数) 行の導波管ストリップ線路変換器と、

30

第 (m + 1) 列の第 1 の変換器群に含まれている第 n 行の導波管ストリップ線路変換器とが、同一の円偏波発生器と接続されていることを特徴とする給電回路。

【請求項 6】

第 m 列の第 1 の変換器群に含まれている N 個の導波管ストリップ線路変換器のストリップ線路と接続されている合成分配回路と、

第 (m + 1) 列の変換器群に含まれている N 個の導波管ストリップ線路変換器のストリップ線路と接続されている合成分配回路とは、

前記基板内の異なる層に形成されていることを特徴とする請求項 5 記載の給電回路。

【請求項 7】

40

前記中空導波管における開口側の端面と接着されている導体が、前記基板の裏面に形成されている前記第 2 のグラウンド面の一部を覆うように、前記第 2 のグラウンド面と接続されていることを特徴とする請求項 3 記載の導波管ストリップ線路変換器。

【請求項 8】

前記中空導波管における 4 つの管壁のうち、前記基板を用いている管壁と対向している管壁の内面に凸部が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の導波管ストリップ線路変換器。

【請求項 9】

ストリップ線路が内層に配線され、第 1 のグラウンド面が表面に形成され、第 2 のグラウンド面が裏面の一部に形成されている基板と、

50

方形の断面形状を形成している4つの管壁のうち、1つの管壁として上記基板が用いられている中空導波管と、

一端が前記ストリップ線路と接続され、他端が前記基板の裏面のうち、前記第2のグラウンド面が形成されていない非グラウンド面に配置されているビアホールと、

一端が前記ビアホールの他端と接続され、他端が前記中空導波管における管内の位置に配置されているプローブとを備えた導波管ストリップ線路変換器と、

一端が前記導波管ストリップ線路変換器における前記中空導波管の一端と接続される変成器と、

一端が前記変成器の他端と接続され、他端が円偏波発生器の一端と接続される円偏波発生器入出力部とを備え、

前記中空導波管の管径が、前記円偏波発生器入出力部の管径よりも小さいことを特徴とする給電回路。

【請求項10】

前記中空導波管における4つの管壁のうち、前記基板を用いている管壁と対向している管壁の内面に凸部が設けられ、

前記変成器における4つの管壁のうち、前記凸部が設けられている管壁と同じ側の管壁の内面に凸部が設けられ、かつ、前記同じ側の管壁と対向している管壁の内面に凸部が設けられ、

前記円偏波発生器入出力部における4つの管壁のうち、前記凸部が設けられている管壁と対向している側の管壁の内面に凸部が設けられていることを特徴とする請求項9記載の給電回路。

【請求項11】

一端が前記円偏波発生器入出力部の他端と接続される円偏波発生器を備え、

前記中空導波管の管径が、前記変成器の管径よりも小さく、前記変成器の管径が、前記円偏波発生器入出力部の管径及び前記円偏波発生器の管径のそれぞれよりも小さいことを特徴とする請求項9記載の給電回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電磁波を入出力する導波管ストリップ線路変換器と、導波管ストリップ線路変換器を実装している給電回路とに関するものである。

【背景技術】

【0002】

以下の特許文献1には、例えば、マイクロ波やミリ波などの電磁波の伝送モードを変換する導波管ストリップ線路変換器が開示されている。

この導波管ストリップ線路変換器は、断面形状が方形の中空導波管を備えている。

中空導波管を形成している4つの管壁のうち、1つの管壁の上には、基板が設けられており、その基板の表面にはストリップ線路が配線されている。

また、基板が設けられている1つの管壁には、孔が設けられおり、ストリップ線路と接続されているプローブは、先端が中空導波管における管内の位置となるように、1つの管壁に設けられている孔の位置に配置されている。

なお、アレーアンテナを構成している複数のアンテナ素子に給電する給電回路は、一般的に、複数のアンテナ素子と同数の導波管ストリップ線路変換器が実装される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開昭59-40702号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

20

30

40

50

従来の導波管ストリップ線路変換器は、中空導波管を形成している4つの管壁のうち、1つの管壁の上に基板が設けられている。このため、導波管ストリップ線路変換器の外形寸法は、中空導波管と基板を合わせた寸法となり、中空導波管の外形寸法よりも大きくなってしまふという課題があった。

したがって、複数のアンテナ素子に給電する給電回路は、複数の導波管ストリップ線路変換器を実装する際、中空導波管の外形寸法だけでなく、基板の外形寸法を考慮して、複数の導波管ストリップ線路変換器を実装する必要がある。このため、基板を実装しない場合と比べて、複数の導波管ストリップ線路変換器の間隔が広くなり、アレーアンテナのフットプリントが大きくなることがある。

【0005】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、中空導波管の外形寸法と同寸法の導波管ストリップ線路変換器を得ることを目的とする。

また、この発明は、上記の導波管ストリップ線路変換器を実装している給電回路を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明に係る導波管ストリップ線路変換器は、ストリップ線路が内層に配線され、第1のグラウンド面が表面に形成され、第2のグラウンド面が裏面の一部に形成されている基板と、方形の断面形状を形成している4つの管壁のうち、1つの管壁として前記基板が用いられている中空導波管と、一端がストリップ線路と接続され、他端が前記基板の裏面のうち、第2のグラウンド面が形成されていない非グラウンド面に配置されているピアホールと、一端がピアホールの他端と接続され、他端が中空導波管における管内の位置に配置されているプローブとを備え、中空導波管は、2つの管口のうち、一方の管口が導体によって塞がれている導波管であり、プローブのインピーダンスを調整する整合素子がストリップ線路と接続され、整合素子は、ストリップ線路のうち、ピアホールが設けられている位置と、管口を塞いでいる導体が設けられている位置との間に存在しているストリップ線路と接続されているようにしたものである。

【発明の効果】

【0007】

この発明によれば、ストリップ線路が内層に配線され、第1のグラウンド面が表面に形成され、第2のグラウンド面が裏面の一部に形成されている基板が、中空導波管における1つの管壁として用いられているように構成したので、中空導波管の外形寸法と同寸法の導波管ストリップ線路変換器を得ることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1Aはこの発明の実施の形態1による導波管ストリップ線路変換器を示す断面図、図1Bはこの発明の実施の形態1による導波管ストリップ線路変換器を示す透過斜視図、図1Cはこの発明の実施の形態1による導波管ストリップ線路変換器を示す透過図である。

【図2】図2Aは図1BのAから見た導波管ストリップ線路変換器の設計例を示す透過図、図2Bは図1BのBから見た導波管ストリップ線路変換器の設計例を示す透過図である。

【図3】図2の導波管ストリップ線路変換器における反射特性を示す説明図である。

【図4】この発明の実施の形態1による他の導波管ストリップ線路変換器を示す分解図である。

【図5】この発明の実施の形態2による給電回路を示す透過斜視図である。

【図6】図6Aは図5のAから見た給電回路を示す透過図、図6Bは図5のBから見た給電回路を示す透過図、図6Cは図5のCから見た給電回路を示す透過図である。

【図7】この発明の実施の形態2による他の給電回路を示す分解図である。

【図8】この発明の実施の形態3による給電回路を示す透過斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 9】図 9 A は図 8 の A から見た給電回路を示す透過図、図 9 B は図 8 の B から見た給電回路を示す透過図である。

【図 10】図 10 A は図 8 の給電回路の基板 1 a , 1 b を示す透過斜視図、図 10 B は図 8 の A から見た給電回路の基板 1 a , 1 b を示す透過図、図 10 C は図 8 の B から見た給電回路の基板 1 a , 1 b を示す透過図、図 10 D は図 8 の C から見た給電回路の基板 1 a を示す透過図である。

【図 11】この発明の実施の形態 4 による給電回路を示す断面図である。

【図 12】図 12 A は図 11 の給電回路における A - A 断面図、図 12 B は図 11 の給電回路における B - B 断面図である。

【図 13】図 13 A は図 11 の給電回路における C - C 断面図、図 13 B は図 11 の給電回路における D - D 断面図である。

【図 14】この発明の実施の形態 5 による給電回路を示す断面図である。

【図 15】この発明の実施の形態 5 による給電回路を示す上面断面透視図である。

【図 16】この発明の実施の形態 5 による給電回路を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面にしたがって説明する。

【0010】

実施の形態 1 .

図 1 はこの発明の実施の形態 1 による導波管ストリップ線路変換器を示す構成図である。

図 1 A はこの発明の実施の形態 1 による導波管ストリップ線路変換器を示す断面図、図 1 B はこの発明の実施の形態 1 による導波管ストリップ線路変換器を示す透過斜視図、図 1 C はこの発明の実施の形態 1 による導波管ストリップ線路変換器を示す透過図である。

図 1 において、基板 1 はストリップ線路 2 が内層に配線され、第 1 のグラウンド面 3 が表面に形成され、第 2 のグラウンド面 4 が裏面の一部に形成されている。

基板 1 における中空導波管 11 の管軸方向の端面 5 , 6、即ち、基板 1 における y 方向の端面 5 , 6 のうち、中空導波管 11 における開口 11 a 側の端面 5 は、導体によってシールドされている。

導体によってシールドされている基板 1 の端面 5 には、導体 16 が接着されており、導体 16 と基板 1 は、中空導波管 11 における 1 つの管壁 12 を形成している。

【0011】

中空導波管 11 は断面形状が方形の導波管であり、その断面形状を形成している 4 つの管壁 12 , 13 , 14 , 15 を有している。

中空導波管 11 は 4 つの管壁 12 , 13 , 14 , 15 のうち、管壁 12 の一部として基板 1 を用いている。

また、中空導波管 11 は、2 つの管口のうち、一方の管口が導体 17 によって塞がっている導波管である。

バックショート 17 a は導体 17 における管内 11 b 側の面である。

【0012】

ブラインドピアホール（以下、「BVH」と称する）18 は一端がストリップ線路 2 と接続され、他端が基板 1 の裏面のうち、第 2 のグラウンド面 4 が形成されていない非グラウンド面 4 a に配置されているピアホールである。

プローブ 19 は電磁波を送受信する探針であり、プローブ 19 は一端が BVH 18 の他端と接続され、他端である先端 19 a が中空導波管 11 における管内 11 b の位置に配置されている。

【0013】

整合素子はインピーダンス変成部 21 及び短絡スタブ 22 を備えており、整合素子はプローブ 19 の入力インピーダンス又は出力インピーダンスを調整するために設けられてい

10

20

30

40

50

る。

整合素子は、ストリップ線路 2 のうち、BVH 18 が設けられている位置と、バックショート 17 a が設けられている位置との間に存在しているストリップ線路 2 と接続されている。

整合素子におけるインピーダンス変成部 21 はプローブ 19 の入力インピーダンス又は出力インピーダンスにおけるレジスタンス成分を調整するために、ストリップ線路 2 の線路幅を広げている導体である。

整合素子における短絡スタブ 22 は一端がストリップ線路 2 と接続され、他端が短絡されている導体である。

#### 【0014】

ビアホール 23 は電磁波の漏洩を防止するために、ストリップ線路 2 の周囲に配置されている。

ビアホール 23 は一端が第 1 のグラウンド面 3 と接続され、他端が第 2 のグラウンド面 4 と接続されている。

図 1 では、15 個のビアホール 23 が実装されている例を示しているが、ビアホール 23 の個数は 15 個に限るものではない。実際には、電磁波の漏洩を高精度に防止するため、15 個以上のビアホール 23 が実装されることが想定される。

#### 【0015】

次に動作について説明する。

図 1 の導波管ストリップ線路変換器における中空導波管 11 は、4 つの管壁 12, 13, 14, 15 を備えている。

4 つの管壁 12, 13, 14, 15 のうち、1 つの管壁 12 の一部は、基板 1 が担っている。

基板 1 の表面には第 1 のグラウンド面 3 が形成され、基板 1 の裏面には第 2 のグラウンド面 4 が形成されているため、基板 1 は、中空導波管 11 の管壁 12 として作用する。

導体によってシールドされている基板 1 の端面 5 には、例えば、導電性の接着剤や導電性ネジなどによって、導体 16 が接着されており、導体 16 と基板 1 は、中空導波管 11 における 1 つの管壁 12 を形成している。

#### 【0016】

基板 1 の内層にはストリップ線路 2 が配線されている。

ストリップ線路 2 の一端は、基板 1 における y 方向の端面 6 の位置にあり、ストリップ線路 2 の他端は、BVH 18 と接続されている。

プローブ 19 は、一端が BVH 18 と接続されているため、BVH 18 を介して、ストリップ線路 2 と電気的に接続されている。プローブ 19 と BVH 18 の接続としては、例えば、半田付を用いた接着などが考えられる。

プローブ 19 の先端 19 a は、中空導波管 11 における管内 11 b の位置に配置されている。

所望帯域の中心周波数での管内波長が  $g$  であるとする、プローブ 19 の先端 19 a は、例えば、プローブ 19 における先端 19 a の中心と、バックショート 17 a との間の距離が、約  $g/4$  となる位置に配置される。

#### 【0017】

例えば、中空導波管 11 の開口 11 a 側に配置されるアンテナ素子から電磁波を放射する場合、ストリップ線路 2 の一端から入射された電磁波は、プローブ 19 の先端 19 a から放射される。

プローブ 19 の先端 19 a から放射された電磁波は、中空導波管 11 の開口 11 a 側に進む電磁波と、バックショート 17 a 側に進む電磁波とに分かれる。

バックショート 17 a 側に進む電磁波は、バックショート 17 a に反射され、その後、中空導波管 11 の開口 11 a 側に進行する。

#### 【0018】

この実施の形態 1 では、プローブ 19 の先端 19 a が、プローブ 19 における先端 19

10

20

30

40

50

aの中心と、バックショート17aとの間の距離が、約  $g/4$  となる位置に配置されている。このため、バックショート17aに反射されて、中空導波管11の開口11a側に進む電磁波の位相と、プローブ19の先端19aから放射されて、直接、中空導波管11の開口11a側に進む電磁波の位相とは、同相になる。

この結果、双方の電磁波が干渉して強め合うため、大きな電力の電磁波をアンテナ素子に供給することが可能になる。

#### 【0019】

この実施の形態1では、アンテナ素子から広帯域な電磁波の送受信を可能にするため、インピーダンス変成部21及び短絡スタブ22を備えた整合素子をストリップ線路2に接続している。

以下、インピーダンス変成部21及び短絡スタブ22の作用を説明する。

アンテナ素子から電磁波を放射する場合のプローブ19の入力インピーダンス、あるいは、アンテナ素子が電磁波を受信する場合のプローブ19の出力インピーダンスは、プローブ19の長さによって変化する。以下、プローブ19の長さを中空導波管11への挿入長と称する。

このため、この実施の形態1では、図1の導波管ストリップ線路変換器を設計する際、プローブ19の入力インピーダンス又は出力インピーダンスにおけるリアクタンス成分が最小となる挿入長を選択し、その選択した挿入長のプローブ19が設けられているものとする。

#### 【0020】

整合素子におけるインピーダンス変成部21は、ストリップ線路2の線路幅を広げている導体であり、プローブ19の入力インピーダンス又は出力インピーダンスにおけるレジスタンス成分を調整することができる。

したがって、図1の導波管ストリップ線路変換器を設計する際、ストリップ線路2の線路幅を適正に設計すれば、プローブ19の入力インピーダンス又は出力インピーダンスにおけるレジスタンス成分を適正な値に調整することができる。

これにより、ストリップ線路2と接続されている図示せぬ外部回路のインピーダンスと、プローブ19の入力インピーダンス又は出力インピーダンスとの整合を図ることができる。しかし、インピーダンス変成部21によって、ストリップ線路2の線路幅を調整するだけでは、所望帯域の中心周波数近傍における1点のみの整合であるため、アンテナ素子が送受信可能な電磁波の帯域をあまり広げることができない。

#### 【0021】

この実施の形態1では、インピーダンス変成部21のほかに、短絡スタブ22をストリップ線路2に接続しているため、アンテナ素子が送受信可能な電磁波の帯域を広げることができる。

短絡スタブ22をストリップ線路2に接続することで、帯域端のリアクタンス成分を概ね正負逆転させることができるため、2点の整合ポイントを設けることができる。

この結果、整合素子として、インピーダンス変成部21だけを接続している場合よりも、アンテナ素子が広帯域な電磁波を送受信することが可能になる。

#### 【0022】

ここで、図2はこの発明の実施の形態1による導波管ストリップ線路変換器の設計例を示す透過図である。

図2Aは図1BのAから見た導波管ストリップ線路変換器の設計例を示す透過図、図2Bは図1BのBから見た導波管ストリップ線路変換器の設計例を示す透過図である。図2Bでは、図面の簡単化のため、ビアホール23の記述を省略している。

図2の設計例では、基板1のx方向の寸法が9.5mm、基板1のz方向の寸法が1mmである。

中空導波管11における管内11bのz方向の寸法が4.1mmである。

プローブ19における先端19aの中心と、バックショート17aとの間の距離寸法が3.5mm、プローブ19の挿入長が2.5mmである。

10

20

30

40

50

非グラウンド面 4 a の径 が 1 . 5 mm、プローブ 1 9 の径 が 0 . 5 mm である。

【 0 0 2 3 】

図 3 は図 2 の導波管ストリップ線路変換器における反射特性を示す説明図である。

図 3 に示す反射特性は、例えば、シミュレーションによって計算されている。

図 3 において、A は整合素子がストリップ線路 2 に接続されていない場合の反射特性である。

B は整合素子としてインピーダンス変成部 2 1 だけがストリップ線路 2 に接続されている場合の反射特性であり、C は整合素子としてインピーダンス変成部 2 1 と短絡スタブ 2 2 がストリップ線路 2 に接続されている場合の反射特性である。

【 0 0 2 4 】

整合素子としてインピーダンス変成部 2 1 だけがストリップ線路 2 に接続されている場合、1 点のみであっても整合がとられるため、図 3 に示すように、整合素子がストリップ線路 2 に接続されていない場合よりも、反射特性が良くなっている。

インピーダンス変成部 2 1 だけでなく、短絡スタブ 2 2 もストリップ線路 2 に接続されている場合、2 点で整合がとられるため、図 3 に示すように、インピーダンス変成部 2 1 だけがストリップ線路 2 に接続されている場合よりも、反射特性が良くなっている。

インピーダンス変成部 2 1 だけでなく、短絡スタブ 2 2 もストリップ線路 2 に接続されている場合、図 3 の C に示すように、所望帯域内の多くの帯域で、- 1 9 d B 以下の良好な反射特性が得られる。

【 0 0 2 5 】

以上で明らかのように、この実施の形態 1 によれば、ストリップ線路 2 が内層に配線され、第 1 のグラウンド面 3 が表面に形成され、第 2 のグラウンド面 4 が裏面の一部に形成されている基板 1 が、中空導波管 1 1 における 1 つの管壁 1 2 として用いられているように構成したので、中空導波管 1 1 の外形寸法と同寸法の導波管ストリップ線路変換器を得ることができる効果を奏する。

【 0 0 2 6 】

即ち、この実施の形態 1 によれば、基板 1 における y 方向の端面 5 , 6 のうち、中空導波管 1 1 における開口 1 1 a 側の端面 5 が導体によってシールドされており、導体によってシールドされている基板 1 の端面 5 に対して導体 1 6 が接着されており、接着されている導体 1 6 と基板 1 が、中空導波管 1 1 における 1 つの管壁 1 2 を形成しているように構成したので、基板 1 が中空導波管 1 1 の管壁 1 2 の一部となり、中空導波管 1 1 の外形寸法と同寸法の導波管ストリップ線路変換器が得られる。この結果、基板 1 を中空導波管 1 1 と別個に配置するスペースが不要になり、1 つの管壁の上に基板が設けられている場合よりも、導波管ストリップ線路変換器の外形寸法を小さくすることができる。

【 0 0 2 7 】

また、この実施の形態 1 によれば、プローブ 1 9 の入力インピーダンス又は出力インピーダンスを調整する整合素子がストリップ線路 2 と接続されているように構成したので、ストリップ線路 2 と接続されている図示せぬ外部回路のインピーダンスと、プローブ 1 9 の入力インピーダンス又は出力インピーダンスとの整合をとることができる効果を奏する。

【 0 0 2 8 】

また、この実施の形態 1 によれば、整合素子が、ストリップ線路 2 のうち、B V H 1 8 が設けられている位置と、バックショート 1 7 a が設けられている位置との間に存在しているストリップ線路 2 と接続されているように構成したので、中空導波管 1 1 の管軸方向である y 方向の寸法の増大を招くことなく、インピーダンスの整合をとることができる効果を奏する。

【 0 0 2 9 】

この実施の形態 1 によれば、整合素子が、ストリップ線路 2 の線路幅を広げるインピーダンス変成部 2 1 と、一端がストリップ線路 2 と接続され、他端が短絡されている短絡スタブ 2 2 とを備えているように構成したので、アンテナ素子が送受信可能な電磁波の帯域

10

20

30

40

50

を広げることができる効果を奏する。

【0030】

この実施の形態1では、導体によってシールドされている基板1の端面5が導体16と接着されて、導体16と基板1が、中空導波管11における1つの管壁12を形成しているものを示している。

導体16と基板1間の接着精度を高めるために、図4に示すように、導体16と基板1との間に、断面形状が中空導波管11と同一の導体プレート24が挟まれているようにしてもよい。

図4はこの発明の実施の形態1による他の導波管ストリップ線路変換器を示す分解図である。

10

【0031】

この実施の形態1では、基板1の内層にストリップ線路2が配線されている例を示しているが、これに限るものではなく、例えば、基板1の内層にマイクロストリップ線路が配線されているものであってもよく、同様の効果を得ることができる。

【0032】

実施の形態2

上記実施の形態1では、基板1が、中空導波管11における1つの管壁12として用いられている導波管ストリップ線路変換器について説明した。

この実施の形態2では、上記実施の形態1における図1の導波管ストリップ線路変換器を実装している給電回路について説明する。

20

【0033】

図5はこの発明の実施の形態2による給電回路を示す透過斜視図であり、図5において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

図5において、第1の変換器群31は導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dを備えた変換器群である。

導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dは図1の導波管ストリップ線路変換器と同じ導波管ストリップ線路変換器である。

図5では、第1の変換器群31が4つの導波管ストリップ線路変換器を備えている例を示しているが、2つ以上の導波管ストリップ線路変換器を備えていればよい。

【0034】

第2の変換器である導波管ストリップ線路変換器32は図1の導波管ストリップ線路変換器と同じ導波管ストリップ線路変換器であり、図中、y方向の向きが導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dと逆になっている。

このため、導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dにおける中空導波管11の開口11aは+y方向であるが、導波管ストリップ線路変換器32における中空導波管11の開口11aは-y方向である。

30

【0035】

合成分配回路33は第1の変換器群31に含まれている導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dのストリップ線路2と、導波管ストリップ線路変換器32のストリップ線路2とを接続している回路である。

40

基板1は導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31d及び導波管ストリップ線路変換器32で共通化されており、導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dのストリップ線路2及び導波管ストリップ線路変換器32のストリップ線路2が基板1の内層に配線されている。また、基板1の内層には合成分配回路33が配線されている。

【0036】

図6はこの発明の実施の形態2による給電回路を示す説明図である。

図6Aは図5のAから見た給電回路を示す透過図、図6Bは図5のBから見た給電回路を示す透過図、図6Cは図5のCから見た給電回路を示す透過図である。

【0037】

50

次に動作について説明する。

最初に、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に配置されるアンテナ素子から電磁波を放射する場合の動作について説明する。

導波管ストリップ線路変換器 3 2 における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a から電磁波が入射される。

導波管ストリップ線路変換器 3 2 における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a から入射された電磁波は、中空導波管 1 1 の管内 1 1 b を伝搬されて、導波管ストリップ線路変換器 3 2 におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から入射される。

【 0 0 3 8 】

導波管ストリップ線路変換器 3 2 におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から入射された電磁波は、合成分配回路 3 3 によって 4 つに分配される。

合成分配回路 3 3 によって 4 つに分配された電磁波のそれぞれは、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるストリップ線路 2 の一端から入射される。

【 0 0 3 9 】

導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるストリップ線路 2 の一端から入射された電磁波は、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射される。

導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射された電磁波は、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む電磁波と、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるバックショート 1 7 a 側に進む電磁波とに分かれる。

バックショート 1 7 a 側に進む電磁波は、バックショート 1 7 a に反射され、その後、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進行する。

【 0 0 4 0 】

この実施の形態 2 では、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a は、図 1 の導波管ストリップ線路変換器と同様に、プローブ 1 9 における先端 1 9 a の中心と、バックショート 1 7 a との間の距離が、約  $g/4$  となる位置に配置されている。このため、バックショート 1 7 a に反射されて、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む電磁波の位相と、プローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射されて、直接、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む電磁波の位相とは同相になる。

この結果、双方の電磁波が干渉して強め合うため、大きな電力の電磁波をアンテナ素子に供給することが可能になる。

【 0 0 4 1 】

次に、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に配置されるアンテナ素子から電磁波を受信する場合の動作について説明する。

アンテナ素子から出力された電磁波は、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a から入射される。

導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a から入射された電磁波は、中空導波管 1 1 の管内 1 1 b を伝搬されて、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から入射される。

【 0 0 4 2 】

導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から入射された電磁波は、合成分配回路 3 3 によって合成される。

合成分配回路 3 3 によって合成された電磁波は、導波管ストリップ線路変換器 3 2 におけるストリップ線路 2 の一端から入射される。

10

20

30

40

50

## 【0043】

導波管ストリップ線路変換器32におけるストリップ線路2の一端から入射された電磁波は、導波管ストリップ線路変換器32におけるプローブ19の先端19aから放射される。

導波管ストリップ線路変換器32におけるプローブ19の先端19aから放射された電磁波は、導波管ストリップ線路変換器32における中空導波管11の開口11a側に進む電磁波と、導波管ストリップ線路変換器32におけるバックショート17a側に進む電磁波とに分かれる。

バックショート17a側に進む電磁波は、バックショート17aに反射され、その後、中空導波管11の開口11a側に進行する。

10

## 【0044】

この実施の形態2では、導波管ストリップ線路変換器32におけるプローブ19の先端19aは、図1の導波管ストリップ線路変換器と同様に、プローブ19における先端19aの中心と、バックショート17aとの間の距離が、約  $g/4$  となる位置に配置されている。このため、バックショート17aに反射されて、中空導波管11の開口11a側に進む電磁波の位相と、プローブ19の先端19aから放射されて、直接、中空導波管11の開口11a側に進む電磁波の位相とは同相になる。

この結果、双方の電磁波が干渉して強め合うため、大きな電力の電磁波を図示せぬ外部回路に出力することが可能になる。

## 【0045】

20

図5の給電回路に実装されている導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31d及び導波管ストリップ線路変換器32は、1つの管壁の上に基板が設けられている導波管ストリップ線路変換器よりも、外形寸法が小さい図1の導波管ストリップ線路変換器と同一の導波管ストリップ線路変換器である。

このため、1つの管壁の上に基板が設けられている導波管ストリップ線路変換器を実装している場合よりも、給電回路の外形寸法を小さくすることができる。即ち、給電回路のz方向の寸法を短くすることができる。

アレーアンテナを構成している複数のアンテナ素子が2次元平面に配置されている場合、即ち、複数のアンテナ素子がx-z平面に配置されている場合、図5の給電回路をz方向に複数配列する必要があるが、給電回路のz方向の寸法を短くすることができるため、1つの管壁の上に基板が設けられている導波管ストリップ線路変換器を実装している場合よりも、アレーアンテナのフットプリントを小さくすることができる。

30

## 【0046】

この実施の形態2では、導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dを含んでいる第1の変換器群31と、導波管ストリップ線路変換器32とは、接するように配置することができる。

このため、管軸方向であるy方向の寸法についても短くすることができる。

## 【0047】

この実施の形態2では、内層にストリップ線路2が配線されている基板1が、導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31d及び導波管ストリップ線路変換器32で共通化されており、その基板1の内層に合成分配回路33が形成されている。したがって、合成分配回路33を実装するための基板を別途用意する必要がないため、合成分配回路33の形成に伴う部品点数の増加を抑えることができる。

40

## 【0048】

この実施の形態2では、第1の変換器群31と、第2の変換器である導波管ストリップ線路変換器32とが合成分配回路33によって接続されているものを示したが、さらに、第3の変換器や第4の変換器などを合成分配回路によって接続されているようにしてもよい。

## 【0049】

この実施の形態2では、導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31d

50

及び導波管ストリップ線路変換器 3 2 が、図 1 の導波管ストリップ線路変換器と同じ導波管ストリップ線路変換器である例を示したが、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d 及び導波管ストリップ線路変換器 3 2 が、図 4 の導波管ストリップ線路変換器と同じ導波管ストリップ線路変換器であってもよい。

図 7 はこの発明の実施の形態 2 による他の給電回路を示す分解図である。

図 7 の例では、図 4 の導波管ストリップ線路変換器と同様に、導体プレート 2 4 が設けられている。

#### 【 0 0 5 0 】

実施の形態 3 .

上記実施の形態 2 では、x 方向に並んでいる導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d と、1 つの導波管ストリップ線路変換器 3 2 とを備えた給電回路について説明した。

この実施の形態 3 では、x 方向に並んでいる導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d と、1 つの導波管ストリップ線路変換器 3 2 との組（以下、「導波管ストリップ線路変換器群」と称する）が、z 方向に複数並んでいる給電回路について説明する。

即ち、M（M は 2 以上の整数）個の導波管ストリップ線路変換器群が z 方向に配列され、M 個の導波管ストリップ線路変換器群における第 1 の変換器群 3 1 が N（N は 2 以上の整数）個の導波管ストリップ線路変換器を含んでいる給電回路について説明する。

#### 【 0 0 5 1 】

図 8 はこの発明の実施の形態 3 による給電回路を示す透過斜視図である。

図 9 はこの発明の実施の形態 3 による給電回路を示す透過図である。

図 9 A は図 8 の A から見た給電回路を示す透過図、図 9 B は図 8 の B から見た給電回路を示す透過図である。

図 8 及び図 9 において、図 1、図 5 及び図 6 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

図 8 及び図 9 では、基板 1 a , 1 b やセプタム 4 5 d などの描画の都合上、中空導波管 1 1 における x 方向の両端の管壁を省略しているが、実際には、中空導波管 1 1 における x 方向の両端には管壁が存在している。

#### 【 0 0 5 2 】

図 8 では、説明の簡単化のため、M = 2、N = 4 の例を示している。

即ち、2 個の導波管ストリップ線路変換器群が z 方向に配列され、2 個の導波管ストリップ線路変換器群における第 1 の変換器群 3 1 が 4 個の導波管ストリップ線路変換器をそれぞれ備えている例を説明する。

#### 【 0 0 5 3 】

第 1 の変換器群 4 1 は図 5 の第 1 の変換器群 3 1 と同様に、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d を備えた変換器群である。

図 8 では、第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d における共通の基板 1 については、説明の便宜上、1 a の符号で表している。

#### 【 0 0 5 4 】

第 1 の変換器群 4 2 は図 5 の第 1 の変換器群 3 1 と同様に、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d を備えた変換器群である。

図 8 では、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d における共通の基板 1 については、説明の便宜上、1 b の符号で表している。

基板 1 a と基板 1 b は、別々の基板であってもよいが、共通の基板 1 における異なる層であってもよい。

#### 【 0 0 5 5 】

第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a と、第 1 の変換

10

20

30

40

50

器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a は、基板 1 a と基板 1 b が向かい合うように配置されている。

また、第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 b と、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 b は、基板 1 a と基板 1 b が向かい合うように配置されている。

第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 c と、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 c は、基板 1 a と基板 1 b が向かい合うように配置されている。

また、第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 d と、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 d は、基板 1 a と基板 1 b が向かい合うように配置されている。

10

【 0 0 5 6 】

第 2 の変換器である導波管ストリップ線路変換器 4 3 は図 1 の導波管ストリップ線路変換器と同じ導波管ストリップ線路変換器であり、合成分配回路 3 3 を介して、第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d と接続されている。

第 2 の変換器である導波管ストリップ線路変換器 4 4 は図 1 の導波管ストリップ線路変換器と同じ導波管ストリップ線路変換器であり、合成分配回路 3 3 を介して、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d と接続されている。

20

【 0 0 5 7 】

この実施の形態 3 では、説明の便宜上、第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d が入出力する電磁波を偏波 A、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d が入出力する電磁波を偏波 B とし、偏波 A と偏波 B が異なる偏波であるものとする。

例えば、偏波 A として右旋偏波、偏波 B として左旋偏波の組み合わせなどが考えられる。

【 0 0 5 8 】

セブタム 4 5 a は第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a と、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a とが接続されている円偏波発生器である。

30

セブタム 4 5 a は例えば第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a のプローブ 1 9 から放射された偏波 A と、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a のプローブ 1 9 から放射された偏波 B とを合成して、円偏波をアンテナ素子に向けて出力する。

【 0 0 5 9 】

セブタム 4 5 b は第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 b と、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 b とが接続されている円偏波発生器である。

セブタム 4 5 b は例えば第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 b のプローブ 1 9 から放射された偏波 A と、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 b のプローブ 1 9 から放射された偏波 B とを合成して、円偏波をアンテナ素子に向けて出力する。

40

【 0 0 6 0 】

セブタム 4 5 c は第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 c と、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 c とが接続されている円偏波発生器である。

セブタム 4 5 c は例えば第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 c のプローブ 1 9 から放射された偏波 A と、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 c のプローブ 1 9 から放射された偏波 B とを合成して、円

50

偏波をアンテナ素子に向けて出力する。

【0061】

セプタム45dは第1の変換器群41に含まれている導波管ストリップ線路変換器31dと、第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31dとが接続されている円偏波発生器である。

セプタム45dは例えば第1の変換器群41に含まれている導波管ストリップ線路変換器31dのプロープ19から放射された偏波Aと、第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31dのプロープ19から放射された偏波Bとを合成して、円偏波をアンテナ素子に向けて出力する。

【0062】

ここでは、2個の導波管ストリップ線路変換器群がz方向に配列され、2個の導波管ストリップ線路変換器群における第1の変換器群が4個の導波管ストリップ線路変換器をそれぞれ備えている例を示している。

このため、例えば、第1の変換器群41に含まれている導波管ストリップ線路変換器31aと、第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31aとが、同一のセプタム45aと接続されている。

M個の導波管ストリップ線路変換器群がz方向に配列され、M個の導波管ストリップ線路変換器群における第1の変換器群がN個の導波管ストリップ線路変換器をそれぞれ備えている場合、M個の導波管ストリップ線路変換器群のうち、第m列の導波管ストリップ線路変換器群における第1の変換器群に含まれている第n行の導波管ストリップ線路変換器と、第(m+1)列の導波管ストリップ線路変換器群における第1の変換器群に含まれている第n行の導波管ストリップ線路変換器とが、同一のセプタムと接続される。

また、第m列の導波管ストリップ線路変換器群における第1の変換器群に含まれているN個の導波管ストリップ線路変換器のストリップ線路2と接続されている合成分配回路33は、基板1aの内層に形成され、第(m+1)列の導波管ストリップ線路変換器群における第1の変換器群に含まれているN個の導波管ストリップ線路変換器のストリップ線路2と接続されている合成分配回路33は、基板1aの内層に形成される。

基板1aと基板1bは、上述したように、別々の基板であってもよいが、共通の基板1における異なる層であってもよい。

【0063】

図10はこの発明の実施の形態3による給電回路の基板1a, 1bを示す透過図である。

図10Aは図8の給電回路の基板1a, 1bを示す透過斜視図、図10Bは図8のAから見た給電回路の基板1a, 1bを示す透過図である。

図10Cは図8のBから見た給電回路の基板1a, 1bを示す透過図、図10Dは図8のCから見た給電回路の基板1aを示す透過図である。

【0064】

次に動作について説明する。

最初に、第1の変換器群41, 42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dにおける中空導波管11の開口11a側に配置されるアンテナ素子から円偏波を放射する場合の動作について説明する。

導波管ストリップ線路変換器43における中空導波管11の開口11aから偏波Aが入射される。

また、導波管ストリップ線路変換器44における中空導波管11の開口11aから偏波Bが入射される。

導波管ストリップ線路変換器43における中空導波管11の開口11aから入射された偏波Aは、その中空導波管11の管内11bを伝搬されて、導波管ストリップ線路変換器43におけるプロープ19の先端19aから入射される。

また、導波管ストリップ線路変換器44における中空導波管11の開口11aから入射された偏波Bは、その中空導波管11の管内11bを伝搬されて、導波管ストリップ線路

10

20

30

40

50

変換器 4 4 におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から入射される。

【 0 0 6 5 】

導波管ストリップ線路変換器 4 3 におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から入射された偏波 A は、合成分配回路 3 3 によって 4 つに分配される。

合成分配回路 3 3 によって 4 つに分配された偏波 A のそれぞれは、第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるストリップ線路 2 の一端から入射される。

また、導波管ストリップ線路変換器 4 4 におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から入射された偏波 B は、合成分配回路 3 3 によって 4 つに分配される。

合成分配回路 3 3 によって 4 つに分配された偏波 B のそれぞれは、第 1 の変換器群 4 2 10 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるストリップ線路 2 の一端から入射される。

【 0 0 6 6 】

第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるストリップ線路 2 の一端から入射された偏波 A は、その導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射される。

第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射された偏波 A は、その導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 20 側に進む偏波 A と、バックショート 1 7 a 側に進む偏波 A とに分かれる。

バックショート 1 7 a 側に進む偏波 A は、バックショート 1 7 a に反射され、その後、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進行する。

バックショート 1 7 a に反射されて、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む偏波 A の位相と、プローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射されて、直接、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む偏波 A の位相とは同相になる。

この結果、双方の偏波 A が干渉して強め合うため、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a から大きな電力の偏波 A を出力することが可能になる。

【 0 0 6 7 】

また、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b 30 , 3 1 c , 3 1 d におけるストリップ線路 2 の一端から入射された偏波 B は、その導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射される。

第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射された偏波 B は、その導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む偏波 B と、バックショート 1 7 a 側に進む偏波 B とに分かれる。

バックショート 1 7 a 側に進む電磁波は、バックショート 1 7 a に反射され、その後、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進行する。

バックショート 1 7 a に反射されて、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む偏波 B の位相と、プローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射されて、直接、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側 40 に進む偏波 B の位相とは同相になる。

この結果、双方の偏波 B が干渉して強め合うため、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a から大きな電力の偏波 B を出力することが可能になる。

【 0 0 6 8 】

セプタム 4 5 a は、第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a から出力された偏波 A と、第 1 の変換器群 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a から出力された偏波 B とを合成して、円偏波をアンテナ素子に向けて出力する。

セプタム 4 5 b は、第 1 の変換器群 4 1 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 50

1 bにおける中空導波管11の開口11aから出力された偏波Aと、第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31bにおける中空導波管11の開口11aから出力された偏波Bとを合成して、円偏波をアンテナ素子に向けて出力する。

セプタム45cは、第1の変換器群41に含まれている導波管ストリップ線路変換器31cにおける中空導波管11の開口11aから出力された偏波Aと、第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31cにおける中空導波管11の開口11aから出力された偏波Bとを合成して、円偏波をアンテナ素子に向けて出力する。

セプタム45dは、第1の変換器群41に含まれている導波管ストリップ線路変換器31dにおける中空導波管11の開口11aから出力された偏波Aと、第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31dにおける中空導波管11の開口11aから出力された偏波Bとを合成して、円偏波をアンテナ素子に向けて出力する。

10

#### 【0069】

次に、第1の変換器群41, 42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dにおける中空導波管11の開口11a側に配置されるアンテナ素子から円偏波を受信する場合の動作について説明する。

アンテナ素子により受信された円偏波は、セプタム45a, 45b, 45c, 45dに入射される。

#### 【0070】

セプタム45aは、入射された円偏波を偏波Aと偏波Bに分配して、偏波Aを第1の変換器群41に含まれている導波管ストリップ線路変換器31aに出力し、偏波Bを第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31aに出力する。

20

セプタム45bは、入射された円偏波を偏波Aと偏波Bに分配して、偏波Aを第1の変換器群41に含まれている導波管ストリップ線路変換器31bに出力し、偏波Bを第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31bに出力する。

セプタム45cは、入射された円偏波を偏波Aと偏波Bに分配して、偏波Aを第1の変換器群41に含まれている導波管ストリップ線路変換器31cに出力し、偏波Bを第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31cに出力する。

セプタム45dは、入射された円偏波を偏波Aと偏波Bに分配して、偏波Aを第1の変換器群41に含まれている導波管ストリップ線路変換器31dに出力し、偏波Bを第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31dに出力する。

30

#### 【0071】

セプタム45a, 45b, 45c, 45dから出力された偏波Aは、第1の変換器群41に含まれている導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dにおける中空導波管11の管内11bを伝搬されて、その導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dにおけるプロープ19の先端19aから入射される。

セプタム45a, 45b, 45c, 45dから出力された偏波Bは、第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dにおける中空導波管11の管内11bを伝搬されて、その導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dにおけるプロープ19の先端19aから入射される。

#### 【0072】

40

第1の変換器群41に含まれている導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dにおけるプロープ19の先端19aから入射された偏波Aは、合成分配回路33によって合成される。

合成分配回路33によって合成された偏波Aは、導波管ストリップ線路変換器43におけるストリップ線路2の一端から入射される。

また、第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dにおけるプロープ19の先端19aから入射された偏波Bは、合成分配回路33によって合成される。

合成分配回路33によって合成された偏波Bは、導波管ストリップ線路変換器44におけるストリップ線路2の一端から入射される。

50

## 【 0 0 7 3 】

導波管ストリップ線路変換器 4 3 におけるストリップ線路 2 の一端から入射された偏波 A は、導波管ストリップ線路変換器 4 3 におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射される。

導波管ストリップ線路変換器 4 3 におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射された偏波 A は、導波管ストリップ線路変換器 4 3 における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む偏波 A と、導波管ストリップ線路変換器 4 3 におけるバックショート 1 7 a 側に進む偏波 A とに分かれる。

バックショート 1 7 a 側に進む偏波 A は、バックショート 1 7 a に反射され、その後、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進行する。

バックショート 1 7 a に反射されて、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む偏波 A の位相と、プローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射されて、直接、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む偏波 A の位相とは同相になる。

この結果、双方の偏波 A が干渉して強め合うため、大きな電力の偏波 A を図示せぬ外部回路に出力することが可能になる。

## 【 0 0 7 4 】

導波管ストリップ線路変換器 4 4 におけるストリップ線路 2 の一端から入射された偏波 B は、導波管ストリップ線路変換器 4 4 におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射される。

導波管ストリップ線路変換器 4 4 におけるプローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射された偏波 B は、導波管ストリップ線路変換器 4 4 における中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む偏波 B と、導波管ストリップ線路変換器 4 4 におけるバックショート 1 7 a 側に進む偏波 B とに分かれる。

バックショート 1 7 a 側に進む偏波 B は、バックショート 1 7 a に反射され、その後、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進行する。

バックショート 1 7 a に反射されて、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む偏波 B の位相と、プローブ 1 9 の先端 1 9 a から放射されて、直接、中空導波管 1 1 の開口 1 1 a 側に進む偏波 B の位相とは同相になる。

この結果、双方の偏波 B が干渉して強め合うため、大きな電力の偏波 B を図示せぬ外部回路に出力することが可能になる。

## 【 0 0 7 5 】

この実施の形態 3 によれば、上記実施の形態 2 と同様に、1 つの管壁の上に基板が設けられている導波管ストリップ線路変換器を実装している場合よりも、アレーアンテナのフットプリントを小さくすることができる効果が得られる。

即ち、第 1 の変換器群 4 1 , 4 2 に含まれている導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d と、第 2 の変換器である導波管ストリップ線路変換器 4 3 , 4 4 とは、1 つの管壁の上に基板が設けられている導波管ストリップ線路変換器よりも、外形寸法が小さい図 1 の導波管ストリップ線路変換器と同一の導波管ストリップ線路変換器である。

このため、1 つの管壁の上に基板が設けられている導波管ストリップ線路変換器を実装している場合よりも、給電回路の z 方向の寸法を短くすることができる。

アレーアンテナを構成している複数のアンテナ素子が x - z 平面に配置されている場合、第 1 の変換器群及び第 2 の変換器を z 方向に複数配列する必要があるが、給電回路の z 方向の寸法を短くすることができるため、1 つの管壁の上に基板が設けられている導波管ストリップ線路変換器を実装している場合よりも、アレーアンテナのフットプリントを小さくすることができる。

## 【 0 0 7 6 】

この実施の形態 3 では、第 1 の変換器群 4 1 において、導波管ストリップ線路変換器 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d を含んでいる第 1 の変換器群 3 1 と、導波管ストリップ線路変換器 4 3 とは、接するように配置することができる。

また、第1の変換器群42において、導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31dを含んでいる第1の変換器群31と、導波管ストリップ線路変換器44とは、接するように配置することができる。

このため、管軸方向であるy方向の寸法についても短くすることができる。

#### 【0077】

この実施の形態3では、内層にストリップ線路2が配線されている基板1aが、第1の変換器群41に含まれている導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31d及び導波管ストリップ線路変換器43で共通化されており、その基板1aの内層に合成分配回路33が形成されている。

また、内層にストリップ線路2が配線されている基板1bが、第1の変換器群42に含まれている導波管ストリップ線路変換器31a, 31b, 31c, 31d及び導波管ストリップ線路変換器44で共通化されており、その基板1bの内層に合成分配回路33が形成されている。

したがって、合成分配回路33を実装するための基板を別途用意する必要がないため、合成分配回路33の形成に伴う部品点数の増加を抑えることができる。

#### 【0078】

この実施の形態3では、M個の第1の変換器群のうち、第m列の第1の変換器群に含まれている第n行の導波管ストリップ線路変換器と、第(m+1)列の第1の変換器群に含まれている第n行の導波管ストリップ線路変換器とが、同一のセブタムと接続されているように構成したので、第m列の第1の変換器群に含まれている第n行の導波管ストリップ線路変換器と、第(m+1)列の第1の変換器群に含まれている第n行の導波管ストリップ線路変換器とが異なる偏波を入出力することで、アンテナ素子が円偏波を送受信することができる。

#### 【0079】

実施の形態4.

この実施の形態4では、導波管ストリップ線路変換器46に変成器47が接続され、変成器47に円偏波発生器入出力部48が接続されている給電回路について説明する。

図11はこの発明の実施の形態4による給電回路を示す断面図である。

図12及び図13は図11の給電回路の要部断面図である。

図12Aは図11の給電回路におけるA-A断面図、図12Bは図11の給電回路におけるB-B断面図である。

図13Aは図11の給電回路におけるC-C断面図、図13Bは図11の給電回路におけるD-D断面図である。

#### 【0080】

図11から図13において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

導波管ストリップ線路変換器46は、図1の導波管ストリップ線路変換器に相当する変換器である。

導波管ストリップ線路変換器46の中空導波管11における開口11a側の端面5と接着されている導体16は、基板1の裏面に形成されている第2のグラウンド面4の一部を覆うように、第2のグラウンド面4と接続されている。

即ち、導体16は、上記実施の形態1と同様に、例えば、導電性の接着剤又は導電性ネジなどによって、基板1の端面5と接着されているが、導体16の一部が延伸されており、導体16の延伸部16aは、第2のグラウンド面4の一部を覆うように、基板1と接着されている。

これにより、第2のグラウンド面4と導体16との密着性が上記実施の形態1よりも高まり、第2のグラウンド面4と導体16との密着が不完全であることに伴う電磁波の漏洩などの特性劣化要因を抑圧することができる。

#### 【0081】

変成器47は、中空導波管によって実現される部材である。

変成器 47 は、一端が導波管ストリップ線路変換器 46 の中空導波管 11 の一端と接続され、他端が円偏波発生器入出力部 48 の一端と接続されており、導波管ストリップ線路変換器 46 と円偏波発生器入出力部 48 との間の管系を変成する。

円偏波発生器入出力部 48 は、中空導波管によって実現される部材である。

円偏波発生器入出力部 48 は、一端が変成器 47 の他端と接続され、他端が図 14 に示す円偏波発生器 61 と接続されている入出力部である。

#### 【0082】

この実施の形態 4 では、導波管ストリップ線路変換器 46 における中空導波管 11 の管径は、変成器 47 の管径よりも小さく、変成器 47 の管径は、円偏波発生器入出力部 48 の管径よりも小さい。

ここで、導波管ストリップ線路変換器 46 における中空導波管 11 の管径は、図 12A 及び図 12B に示す B 寸法であり、変成器 47 の管径は、図 13A に示す B 寸法であり、円偏波発生器入出力部 48 の管径は、図 13B に示す B 寸法である。B 寸法は、z 方向の長さである。

図 12A に示す B 寸法は 3.1、図 12B に示す B 寸法は 2.6、図 13A に示す B 寸法は 3.6 であるため、導波管ストリップ線路変換器 46 における中空導波管 11 の管径は、変成器 47 の管径よりも小さい。

また、図 13B に示す B 寸法は 3.85 であるため、変成器 47 の管径は、円偏波発生器入出力部 48 の管径よりも小さい。

#### 【0083】

この実施の形態 4 では、図 12A 及び図 12B に示すように、導波管ストリップ線路変換器 46 における中空導波管 11 の 4 つの管壁 12, 13, 14, 15 のうち、基板 4 を用いている管壁 12 と対向している管壁 14 の内面に凸部 50 が設けられている。

また、図 13A に示すように、変成器 47 における 4 つの管壁のうち、凸部 50 が設けられている管壁と同じ側の管壁の内面に凸部 51b が設けられ、かつ、同じ側の管壁と対向している管壁の内面に凸部 51a が設けられている。

また、図 13B に示すように、円偏波発生器入出力部 48 における 4 つの管壁のうち、凸部 50 が設けられている管壁と対向している側の管壁の内面に凸部 52 が設けられている。

#### 【0084】

この実施の形態 4 の効果について説明する。

導体 16 の延伸部 16a が、第 2 のグラウンド面 4 の一部を覆うように、基板 1 と接着されている。

これにより、第 2 のグラウンド面 4 と導体 16 との密着性が上記実施の形態 1 よりも高まり、第 2 のグラウンド面 4 と導体 16 との密着が不完全であることに伴う電磁波の漏洩などの特性劣化要因を抑圧することができる。

#### 【0085】

また、導体 16 が延伸部 16a を備えることで、図 12B 及び図 13A に示すように、導波管ストリップ線路変換器 46 における中空導波管 11 の B 寸法が、変成器 47 の B 寸法よりも狭くなっており、延伸部 16a の z 方向の長さを調整することで、導波管ストリップ線路変換器 46 と円偏波発生器入出力部 48 との整合をとることができる。

したがって、導体 16 が延伸部 16a を備えることで、変成器 47 だけで、導波管ストリップ線路変換器 46 と円偏波発生器入出力部 48 との整合をとる場合よりも、整合がとり易くなる。

また、導体 16 が延伸部 16a を備える場合、変成器 47 だけで整合をとる場合と同じ程度の整合がとれる場合、変成器 47 の y 方向の長さを短くすることが可能になる。

即ち、導体 16 が延伸部 16a を備える場合、変成器 47 だけで整合をとる場合よりも、整合がとり易くなるため、変成器 47 の y 方向の長さが短くても、整合をとることができるようになる。したがって、変成器 47 の y 方向の長さを短くすることが可能になる。このため、変成器 47 だけで整合をとる場合よりも、給電回路の y 方向の長さを短くする

10

20

30

40

50

ことができる。

【0086】

図12A及び図12Bに示すように、導波管ストリップ線路変換器46における中空導波管11の4つの管壁12, 13, 14, 15のうち、基板4を用いている管壁12と対向している管壁14の内面に凸部50が設けられているため、導波管ストリップ線路変換器46が広帯域化される効果が得られる。

また、図13Aに示すように、変成器47における4つの管壁のうち、凸部50が設けられている管壁と同じ側の管壁の内面に凸部51bが設けられ、かつ、同じ側の管壁と対向している管壁の内面に凸部51aが設けられている。このため、凸部50が設けられている導波管ストリップ線路変換器46と、凸部52が設けられている円偏波発生器入出力部48との整合をとることができる。

10

【0087】

実施の形態5.

この実施の形態5では、上記実施の形態4の給電回路に、円偏波発生器61とアンテナ素子52が接続されている給電回路について説明する。

【0088】

図14はこの発明の実施の形態5による給電回路を示す断面図である。

図15はこの発明の実施の形態5による給電回路を示す上面断面透視図である。

図16はこの発明の実施の形態5による給電回路を示す斜視図である。

図14から図16において、図11と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

20

円偏波発生器61は、円偏波を発生するセブタムである。

円偏波発生器61は、一端が円偏波発生器入出力部48の他端と接続され、他端がアンテナ素子62と接続されている。

円偏波発生器61の管径は、円偏波発生器入出力部48の管径と概ね同じである。

アンテナ素子62は、円偏波発生器61から出力された円偏波を空間に放射し、また、円偏波を受信して、受信した円偏波を円偏波発生器61に出力する。

【0089】

この実施の形態5では、導波管ストリップ線路変換器46における中空導波管11の管径が、円偏波発生器入出力部48の管径及び円偏波発生器61の管径よりも小さい。

30

このため、アンテナ素子62を備えている給電回路をアレイ配列することで、アレイアンテナを構成する場合、複数の給電回路同士の間隔を広げることなく、複数のアンテナ素子62をアレイ配列することができる。

これにより、アレイアンテナにおける複数のアンテナ素子62のフットプリントを小さくすることができる。

【0090】

なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

【産業上の利用可能性】

40

【0091】

この発明は、電磁波を入出力する導波管ストリップ線路変換器と、導波管ストリップ線路変換器を実装している給電回路とに適している。

【符号の説明】

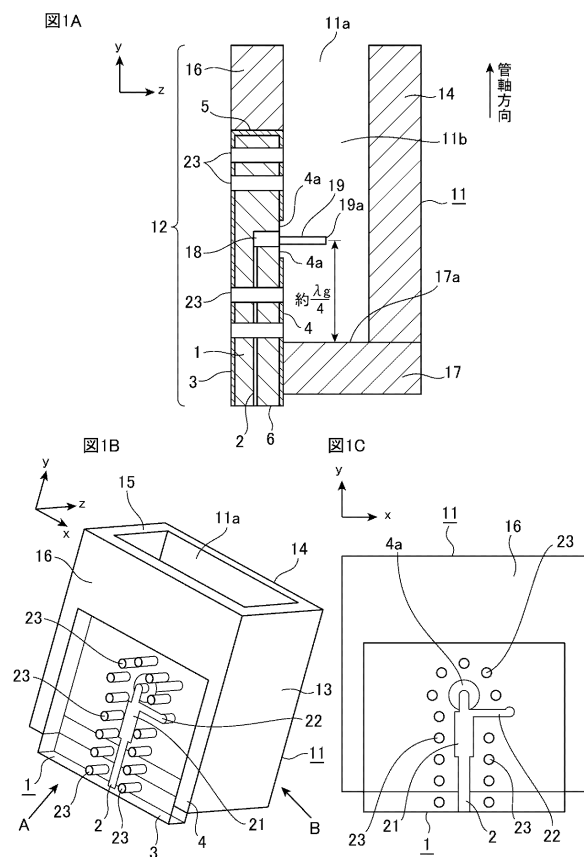
【0092】

1, 1a, 1b 基板、2 ストリップ線路、3 第1のグラウンド面、4 第2のグラウンド面、4a 非グラウンド面、5, 6 基板1における管軸方向の端面、11 中空導波管、11a 中空導波管11の開口、11b 中空導波管11の管内、12, 13, 14, 15 管壁、16 導体、16a 延伸部、17 導体、17a バックショート、18 BVH、19 プローブ、19a プローブ19の先端、21 インピーダン

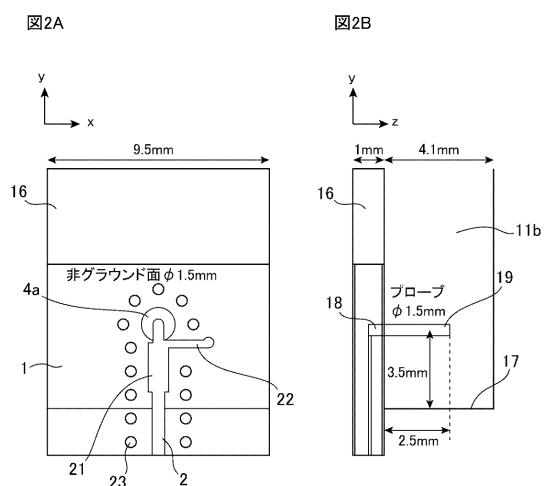
50

ス変成部、22 短絡スタブ、23 ピアホール、31 第1の変換器群、31a, 31b, 31c, 31d, 46 導波管ストリップ線路変換器、32 導波管ストリップ線路変換器(第2の変換器)、33 合成分配回路、41, 42 第1の変換器群、43, 44 導波管ストリップ線路変換器(第2の変換器)、45a, 45b, 45c, 45d、46 導波管ストリップ線路変換器、47 変成器、48 円偏波発生器入出力部、50, 51a, 51b, 52 凸部、61 円偏波発生器、62 アンテナ素子。

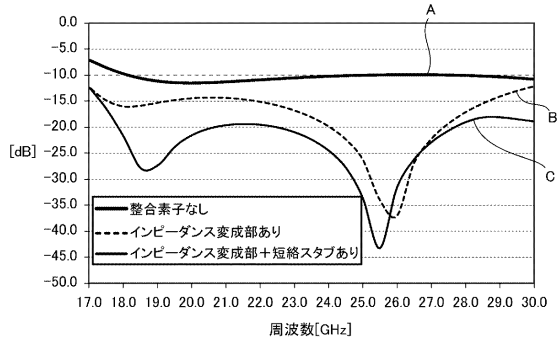
【図1】



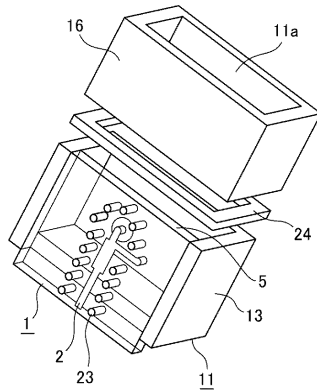
【図2】



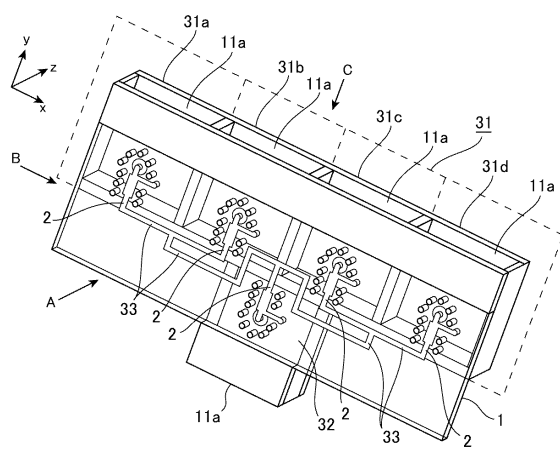
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

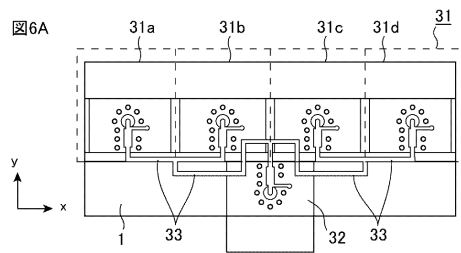


図5のAから見た図

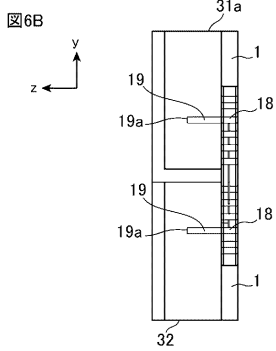


図5のBから見た図

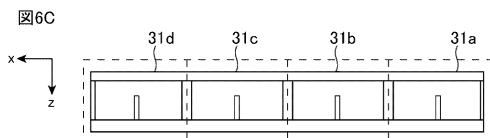
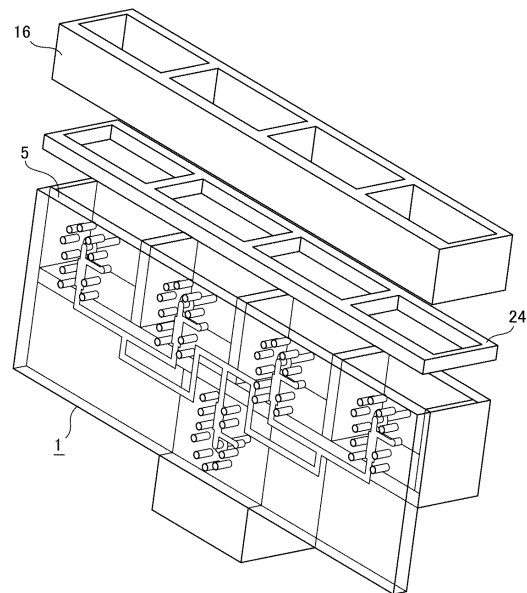


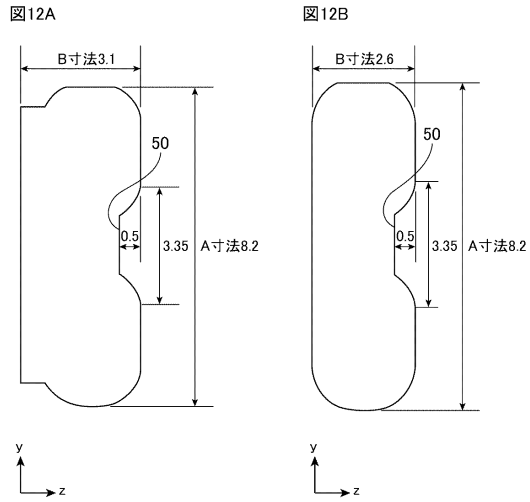
図5のCから見た図

【図7】

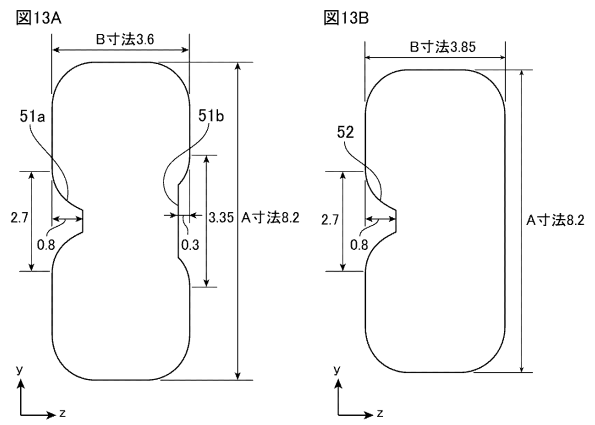




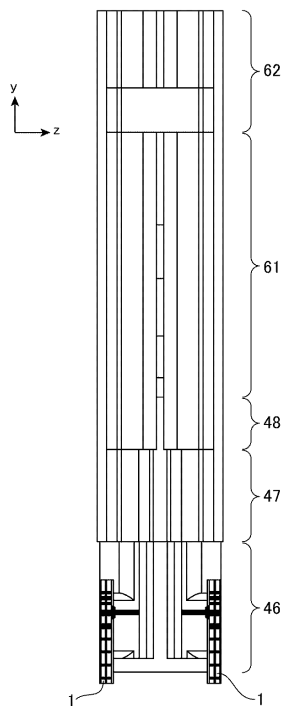
【 図 1 2 】



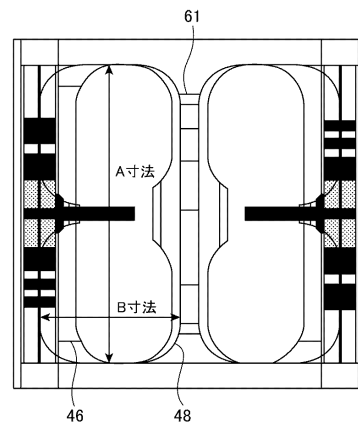
【 図 1 3 】



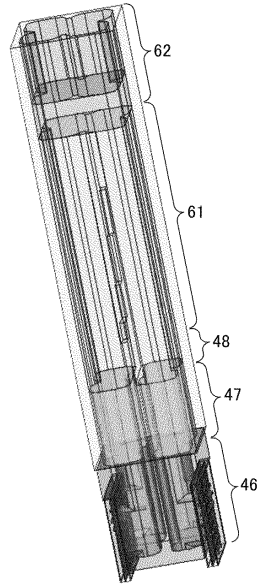
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【図16】



## フロントページの続き

- (72)発明者 渡辺 素実  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 荒井 晋二  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 高橋 智宏  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 大島 毅  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 湯浅 健  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 西村 拓真  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 湯川 秀憲  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 橘 均憲

- (56)参考文献 特開平2 - 280503 (JP, A)  
特開平2 - 058906 (JP, A)  
特開2007 - 318322 (JP, A)  
特開昭59 - 040702 (JP, A)  
特開2002 - 344210 (JP, A)  
特開2010 - 263285 (JP, A)  
特開2002 - 232216 (JP, A)  
特開2001 - 345602 (JP, A)  
特開2008 - 271498 (JP, A)  
実開昭57 - 198102 (JP, U)  
特開平10 - 32401 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01P1/00 - 11/00