

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5209610号  
(P5209610)

(45) 発行日 平成25年6月12日(2013.6.12)

(24) 登録日 平成25年3月1日(2013.3.1)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L	23/12	(2006.01)	HO 1 L	23/12 3 O 1 J
HO 1 P	5/08	(2006.01)	HO 1 P	5/08 M
HO 1 Q	23/00	(2006.01)	HO 1 Q	23/00
HO 1 P	3/12	(2006.01)	HO 1 P	3/12

請求項の数 17 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2009-510811 (P2009-510811)	(73) 特許権者	000006633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(86) (22) 出願日	平成20年3月31日(2008.3.31)	(74) 代理人	100075557 弁理士 西教 圭一郎
(86) 国際出願番号	PCT/JP2008/056441	(72) 発明者	佐々木 元 京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地3号 京セラ株式会社中央研究所内
(87) 国際公開番号	W02008/129923	(72) 発明者	早田 和樹 京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地3号 京セラ株式会社中央研究所内
(87) 国際公開日	平成20年10月30日(2008.10.30)	審査官	粟野 正明
審査請求日	平成21年9月14日(2009.9.14)		
(31) 優先権主張番号	特願2007-106564 (P2007-106564)		
(32) 優先日	平成19年4月13日(2007.4.13)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波回路基板、高周波回路モジュールおよびレーダ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体基板と、  
前記誘電体基板の表面に設けられ、電子部品が搭載される搭載部と、  
前記誘電体基板に形成される導波管と、  
前記搭載部および前記導波管の間にわたって形成され、前記誘電体基板の熱伝導率よりも高い熱伝導率を有する熱伝導体とを含み、

前記導波管は、

互いの表面を対向させて同じ向きに延びて配置され、導電性を有する1対の主導體層と、

導電性を有し、前記1対の主導體層の間にわたって形成され、電気信号の伝送方向に遮断波長以下の間隔を互いにあけて、前記伝送方向に沿って2列に配列される複数の導體柱とを含み、

前記1対の主導體層の各主面は、それぞれ、前記誘電体基板の表面に平行に設けられることを特徴とする高周波回路基板。

【請求項2】

前記導波管は、前記電気信号の伝送方向に沿って延び、前記複数の導體柱を列ごとにそれぞれ個別に電氣的に接続する導電性を有する少なくとも1対の副導體層を含むことを特徴とする請求項1記載の高周波回路基板。

【請求項3】

前記導波管の一部と、前記搭載部と、前記熱伝導体とが一体に形成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の高周波回路基板。

【請求項 4】

前記導波管は、少なくとも前記誘電体基板の一表面から他表面側に離間して形成され、前記 1 対の主導体層のうちの、前記誘電体基板の前記一表面寄りの主導体層から延びて形成され、前記主導体層と一体に形成される接地導体層と、

前記誘電体基板の厚み方向の一方から見て前記接地導体が形成される領域において、前記誘電体基板の前記一表面上に設けられ、導電性を有する線路とをさらに含むことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の高周波回路基板。

【請求項 5】

前記導波管は、少なくとも前記誘電体基板の一表面から他表面側に離間して形成され、前記誘電体基板には、前記一表面から前記導波管に連なる凹所が形成され、

前記導波管のうちの前記凹所を通して前記誘電体基板から露出する部分と、前記搭載部と、前記熱伝導体とが一体に形成されることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の高周波回路基板。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の高周波回路基板と、

前記搭載部に搭載され、高周波信号を発生する高周波発振器とを含み、

前記高周波回路基板には、一端が前記高周波発振器に接続され、前記高周波発振器からの高周波信号を伝送し、かつ高周波信号を放射する送信用アンテナと電磁結合するアンテナポートを他端に有する伝送線路が設けられ、

前記導波管は、前記伝送線路の少なくとも一部を構成することを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の高周波回路基板と、

前記搭載部に搭載され、高周波信号を検波する高周波検波器とを含み、

前記高周波回路基板には、一端が前記高周波検波器に接続され、高周波信号を補捉する受信用アンテナと電磁結合するアンテナポートを他端に有し、前記アンテナポートから与えられる高周波信号を伝送する伝送線路が設けられ、

前記導波管は、前記伝送線路の少なくとも一部を構成することを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項 8】

前記伝送線路は、他端に複数の前記アンテナポートを有し、一端と複数のアンテナポートのうちのいずれか 1 つとを選択的に接続可能な切替スイッチをさらに含むことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の高周波回路基板と、

前記搭載部に搭載され、高周波信号を発生する高周波発振器とを含み、

前記高周波回路基板には、

前記高周波発振器に接続され、高周波信号を伝送する第 1 伝送線路と

第 1、第 2 および第 3 端子を有し、前記 1 端子が前記第 1 伝送線路に接続され、前記第 1 端子に与えられる高周波信号を前記第 2 端子または前記第 3 端子に選択的に出力する分岐器と、

前記第 2 端子に接続され、前記第 2 端子から与えられる高周波信号を伝送する第 2 伝送線路と、

第 4、第 5 および第 6 端子を有し、前記第 2 伝送線路を介して前記第 4 端子に与えられる高周波信号を前記第 5 端子に出力し、かつ前記第 5 端子に与えられる高周波信号を前記第 6 端子に出力する分岐器と、

前記第 5 端子に一端が接続され、他端に高周波信号を放射および補捉する送受信アンテナと電磁結合するアンテナポートを有し、前記第 5 端子から出力される高周波信号を

10

20

30

40

50

前記アンテナポートに伝送し、前記アンテナポートから与えられる高周波信号を前記第 5 端子に伝送する第 3 伝送線路と、

前記第 3 端子に接続され、前記第 3 端子から出力される高周波信号を伝送する第 4 伝送線路と、

前記第 6 端子に接続され、前記第 6 端子から出力される高周波信号を伝送する第 5 伝送線路と、

前記第 4 および第 5 伝送線路に接続され、前記第 4 および第 5 伝送線路から与えられる高周波信号を混合して中間周波信号を出力するミキサとが設けられ、

前記導波管は、前記第 1 ~ 第 5 伝送線路のうち少なくともいずれか 1 つの少なくとも一部を構成することを特徴とする高周波回路モジュール。

10

【請求項 10】

前記分波器は、ハイブリッド回路またはサーキュレータによって形成されることを特徴とする請求項 9 記載の高周波回路モジュール。

【請求項 11】

前記第 3 伝送線路は、他端に複数の前記アンテナポートを有し、一端と複数のアンテナポートのうちのいずれか 1 つとを選択的に接続可能な切替スイッチをさらに含むことを特徴とする請求項 9 または 10 記載の高周波回路モジュール。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の高周波回路基板と、

前記搭載部に搭載され、高周波信号を発生する高周波発振器とを含み、

20

前記高周波回路基板には、

前記高周波発振器に接続され、高周波信号を伝送する第 1 伝送線路と、

第 1、第 2 および第 3 端子を有し、前記第 1 端子が前記第 1 伝送線路に接続され、前記第 1 端子に与えられる高周波信号を前記第 2 端子または前記第 3 端子に選択的に出力する分岐器と、

一端に高周波信号を放射する送信用アンテナと電磁結合する送信用のアンテナポートを有し、前記第 2 端子に他端が接続され、前記第 2 端子から与えられる高周波信号を前記送信用のアンテナポートに伝送する第 2 伝送線路と、

一端に高周波信号を捕捉する受信用アンテナと電磁結合する受信用のアンテナポートを有し、前記受信用のアンテナポートから与えられる高周波信号を伝送する第 3 伝送線路と、

30

前記第 3 端子に一端が接続され、前記第 3 端子から出力される高周波信号を伝送する第 4 伝送線路と、

前記第 3 伝送線路の他端および第 4 伝送線路の他端に接続され、前記第 3 および第 4 伝送線路から与えられる高周波信号を混合して中間周波信号を出力するミキサとが設けられ、

前記導波管は、前記第 1 ~ 第 4 伝送線路のうち少なくともいずれか 1 つの少なくとも一部を構成することを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項 13】

前記第 2 伝送線路は、一端に複数の送信用のアンテナポートを有し、他端と複数の送信用のアンテナポートのうちのいずれか 1 つとを選択的に接続可能な切替スイッチをさらに含むことを特徴とする請求項 12 記載の高周波回路モジュール。

40

【請求項 14】

前記第 3 伝送線路は、一端に複数の受信用のアンテナポートを有し、他端と複数の受信用のアンテナポートのうちのいずれか 1 つとを選択的に接続可能な切替スイッチをさらに含むことを特徴とする請求項 12 記載の高周波回路モジュール。

【請求項 15】

前記第 2 伝送線路は、一端に複数の送信用のアンテナポートを有し、他端と複数の送信用のアンテナポートのうちのいずれか 1 つとを選択的に接続可能な切替スイッチをさらに含む、

50

前記第3伝送線路は、一端に複数の受信用のアンテナポートを有し、他端と複数の受信用のアンテナポートのうちのいずれか1つとを選択的に接続可能な切替スイッチをさらに含むことを特徴とする請求項12記載の高周波回路モジュール。

【請求項16】

請求項9～11のうちのいずれか1つに記載の高周波回路モジュールと、  
前記アンテナポートに電磁結合される送信用アンテナと、  
前記ミキサからの中間周波信号に基づいて、前記高周波回路モジュールから探知対象物までの距離を検出する距離検出器とを含むことを特徴とするレーダ装置。

【請求項17】

請求項12～15のうちのいずれか1つに記載の高周波回路モジュールと、  
前記送信用のアンテナポートに電磁結合される送信用アンテナと、  
前記受信用のアンテナポートに電磁結合される受信用アンテナと、  
前記ミキサからの中間周波信号に基づいて、前記高周波回路モジュールから探知対象物までの距離を検出する距離検出器とを含むことを特徴とするレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子部品を実装可能な高周波回路基板、およびこの高周波回路基板を備える高周波回路モジュール、ならびにこの高周波回路モジュールを備えるレーダ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

高周波信号を伝送する伝送線路として、マイクロストリップ線路およびコプレーナ線路などの平面回路用の伝送線路があり、これらの伝送線路が誘電体基板に形成された高周波回路基板がある。また平面回路用の伝送線路に加えて、基板に導波管を形成した高周波回路基板がある（たとえば特開2002-289737号公報参照）。この高周波回路基板には、MMIC（Microwave Monolithic Integrated Circuit）および受動電子部品などの電子部品が実装されて、高周波回路モジュールが実現される。導波管が形成された高周波回路基板は、たとえば77GHzといったミリ波帯の高周波信号を低損失で伝送することができるので、車両の衝突防止用のミリ波レーダなどの高周波回路モジュールに使用することができる。

【0003】

電子部品の高機能化にともなって、電子部品の発熱量が多くなる傾向がある。そこで高周波回路基板の小形化を図りつつ、電子部品に生じる熱を効率良く放熱することができ、電子部品を安定に動作することができる高周波回路基板が求められている。

【0004】

従来技術では、電子部品に生じる熱を可及的速やかに放熱するために、電子部品にヒートシンクを取付けているものがある（たとえば特開2003-179181号公報参照）。また基板の一表面に電子部品を搭載し、基板の他表面に放熱板を設け、この電子部品と放熱板とを接続する貫通導体を基板に形成する高周波回路基板がある（たとえば特開平8-330696号公報および特開2001-284803号公報参照）。このような高周波回路基板では、電子部品に生じた熱が貫通導体を介して放熱板に移動し、放熱板から放熱される。

【0005】

ヒートシンクを電子部品に取付ける場合には、電子部品を実装した後に、ヒートシンクを取付ける工程が必要となり、工程数が増加するという問題、およびヒートシンクを取付けるスペースを確保するために、設計の自由度が低下するという問題などがある。

【0006】

また基板に放熱用の貫通導体を設ける場合には、導波管と貫通導体との両者が基板に形成されるので、基板内で両者が複雑に交錯し、設計の自由度が低下するとともに、基板が

10

20

30

40

50

大形化してしまうという問題がある。

【発明の開示】

【0007】

本発明の目的は、設計の自由度が低下することなく、実装される電子部品に生じる熱を効率的に放熱することができる高周波回路基板、およびこの高周波回路基板を備える高周波回路モジュールならびにこの高周波回路モジュールを備えるレーダ装置を提供することである。

【0008】

本発明は、誘電体基板と、  
前記誘電体基板の表面に設けられ、電子部品が搭載される搭載部と、  
前記誘電体基板に形成される導波管と、  
前記搭載部および前記導波管の間にわたって形成され、前記誘電体基板の熱伝導率よりも高い熱伝導率を有する熱伝導体とを含み、

前記導波管は、

互いの表面を対向させて同じ向きに延びて配置され、導電性を有する1対の主導体層と、

導電性を有し、前記1対の主導体層の間にわたって形成され、電気信号の伝送方向に遮断波長以下の間隔を互いにあけて、前記伝送方向に沿って2列に配列される複数の導体柱とを含み、

前記1対の主導体層の各主面は、それぞれ、前記誘電体基板の表面に平行に設けられることを特徴とする高周波回路基板である。

【0009】

また本発明は、前記高周波回路基板と、  
前記搭載部に搭載され、高周波信号を発生する高周波発振器とを含み、  
前記高周波回路基板には、一端が前記高周波発振器に接続され、前記高周波発振器からの高周波信号を伝送し、かつ高周波信号を放射する送信用アンテナと電磁結合するアンテナポートを他端に有する伝送線路が設けられ、

前記導波管は、前記伝送線路の少なくとも一部を構成する、高周波回路モジュールである。

【0010】

また本発明は、前記高周波回路基板と、  
前記搭載部に搭載され、高周波信号を検波する高周波検波器とを含み、  
前記高周波回路基板には、一端が前記高周波検波器に接続され、高周波信号を補捉する受信用アンテナと電磁結合するアンテナポートを他端に有し、前記アンテナポートから与えられる高周波信号を伝送する伝送線路が設けられ、

前記導波管は、前記伝送線路の少なくとも一部を構成する、高周波回路モジュールである。

【0011】

また本発明は、前記高周波回路基板と、  
前記搭載部に搭載され、高周波信号を発生する高周波発振器とを含み、  
前記高周波回路基板には、  
前記高周波発振器に接続され、高周波信号を伝送する第1伝送線路と、  
第1、第2および第3端子を有し、前記1端子が前記第1伝送線路に接続され、前記第1端子に与えられる高周波信号を前記第2端子または前記第3端子に選択的に出力する分岐器と、

前記第2端子に接続され、前記第2端子から与えられる高周波信号を伝送する第2伝送線路と、

第4、第5および第6端子を有し、前記第2伝送線路を介して前記第4端子に与えられる高周波信号を前記第5端子に出力し、かつ前記第5端子に与えられる高周波信号を前記第6端子に出力する分波器と、

10

20

30

40

50

前記第 5 端子に一端が接続され、他端に高周波信号を放射および補捉する送受信アンテナと電磁結合するアンテナポートを有し、前記第 5 端子から出力される高周波信号を前記アンテナポートに伝送し、前記アンテナポートから与えられる高周波信号を前記第 5 端子に伝送する第 3 伝送線路と、

前記第 3 端子に接続され、前記第 3 端子から出力される高周波信号を伝送する第 4 伝送線路と、

前記第 6 端子に接続され、前記第 6 端子から出力される高周波信号を伝送する第 5 伝送線路と、

前記第 4 および第 5 伝送線路に接続され、前記第 4 および第 5 伝送線路から与えられる高周波信号を混合して中間周波信号を出力するミキサとが設けられ、

前記導波管は、前記第 1 ~ 第 5 伝送線路のうち少なくともいずれか 1 つの少なくとも一部を構成する、高周波回路モジュールである。

#### 【 0 0 1 2 】

また本発明は、前記高周波回路基板と、

前記搭載部に搭載され、高周波信号を発生する高周波発振器とを含み、

前記高周波回路基板には、

前記高周波発振器に接続され、高周波信号を伝送する第 1 伝送線路と、

第 1、第 2 および第 3 端子を有し、前記第 1 端子が前記第 1 伝送線路に接続され、前記第 1 端子に与えられる高周波信号を前記第 2 端子または前記第 3 端子に選択的に出力する分岐器と、

一端に高周波信号を放射する送信用アンテナと電磁結合する送信用のアンテナポートを有し、前記第 2 端子に他端が接続され、前記第 2 端子から与えられる高周波信号を前記送信用のアンテナポートに伝送する第 2 伝送線路と、

一端に高周波信号を捕捉する受信用アンテナと電磁結合する受信用のアンテナポートを有し、前記受信用のアンテナポートから与えられる高周波信号を伝送する第 3 伝送線路と、

前記第 3 端子に一端が接続され、前記第 3 端子から出力される高周波信号を伝送する第 4 伝送線路と、

前記第 3 伝送線路の他端および第 4 伝送線路の他端に接続され、前記第 3 および第 4 伝送線路から与えられる高周波信号を混合して中間周波信号を出力するミキサとが設けられ、

前記導波管は、前記第 1 ~ 第 4 伝送線路のうち少なくともいずれか 1 つの少なくとも一部を構成する、高周波回路モジュールである。

#### 【 0 0 1 3 】

また本発明は、前記高周波回路モジュールと、

前記アンテナポートに電磁結合される送受信アンテナと、

前記ミキサからの中間周波信号に基づいて、前記高周波回路モジュールから探知対象物までの距離を検出する距離検出器とを含むレーダ装置である。

#### 【 0 0 1 4 】

また本発明は、前記高周波回路モジュールと、

前記送信用のアンテナポートに電磁結合される送信用アンテナと、

前記受信用のアンテナポートに電磁結合される受信用アンテナと、

前記ミキサからの中間周波信号に基づいて、前記高周波回路モジュールから探知対象物までの距離を検出する距離検出器とを含むレーダ装置である。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 1 5 】

本発明の目的、特色、および利点は、下記の詳細な説明と図面とからより明確になるであろう。

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態の高周波回路基板を示す平面図である。

【 図 2 】 図 1 の切断面線 I I - I I から見た高周波回路基板の断面図である。

10

20

30

40

50

- 【図 3】本発明の第 2 の実施形態の高周波回路基板を示す断面図である。
- 【図 4】本発明の第 3 の実施形態の高周波回路基板を示す断面図である。
- 【図 5】本発明の第 4 の実施形態の高周波回路基板を示す断面図である。
- 【図 6】本発明の第 5 の実施形態の高周波回路基板を示す平面図である。
- 【図 7】図 6 の切断面線 V I I - V I I から見た高周波回路基板を示す断面図である。
- 【図 8】本発明の第 6 の実施形態の高周波回路基板を示す断面図である。
- 【図 9】本発明の第 7 の実施形態の送信器を示す断面図である。
- 【図 10】送信器を示す下面図である。
- 【図 11】送信器の構成を示す模式図である。
- 【図 12】本発明の第 8 の実施形態の送信器の断面図である。
- 【図 13】本発明の第 9 の実施形態の受信器の構成を示す模式図である。
- 【図 14】本発明の第 10 の実施形態のレーダ装置の構成を示す模式図である。
- 【図 15】本発明の第 11 の実施形態のレーダ装置の構成を示す模式図である。
- 【図 16】本発明の第 12 の実施形態のレーダ装置の構成を模式的に示す図である。
- 【図 17】本発明の第 13 の実施形態の送信器を構成を模式的に示す図である。
- 【図 18】本発明の第 14 の実施形態の受信器を構成を模式的に示す図である。
- 【図 19】本発明の第 15 の実施形態のレーダ装置の構成を模式的に示す図である。
- 【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下図面を参考にして本発明の好適な実施形態を詳細に説明する。

(第 1 の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態の高周波回路基板 1 を示す平面図である。図 2 は、図 1 の切断面線 I I - I I から見た高周波回路基板 1 の断面図である。高周波回路基板 1 には、M M I C および受動電子部品などの電子部品 2 が実装され、高周波回路基板 1 に形成された回路と電子部品 2 とを電気的に接続することによって電子装置が実現される。

【0017】

高周波回路基板 1 は、誘電体基板 3 と、誘電体基板 3 の表面に設けられ、電子部品 2 が搭載されるべき搭載部 4 と、誘電体基板 3 に形成される導波管 5 と、搭載部 4 および導波管 5 の間にわたって形成され、誘電体基板 3 の熱伝導率よりも高い熱伝導率を有する熱伝導体 6 とを含んで構成される。

【0018】

誘電体基板 3 には、電子部品 2 に電気的に接続されて、電気信号を伝送する平面線路 7 がさらに形成されている。この平面線路 7 は、たとえばストリップ線路、マイクロストリップ線路、スロット線路およびコプレナ線路などの平面線路によって実現され、本実施形態ではマイクロストリップ線路によって実現される。誘電体基板 3 の一表面 3 a 上には、導電性を有する線路として、ストリップ導体 9 が線状に延びて形成される。

【0019】

誘電体基板 3 は、たとえば誘電体セラミックス、ガラスセラミックス、ガラス、樹脂材料、液晶ポリマ、および樹脂とセラミックスとの混合物などによって実現される。誘電体基板 3 は、1 または複数の層が積層されて構成され、本実施形態では第 1 ~ 第 4 誘電体層 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 がこの順に積層されて構成される。

【0020】

搭載部 4 は、誘電体基板 3 の一表面 3 a 上に形成され、本実施形態では長手薄板状に形成される。搭載部 4 は、前述した平面線路 7 の一端に近接して設けられる。本実施形態における搭載部 4 は、上下方向上方(以下、単に上方 Z 1 という)から見て、導波管 5 と重ならない位置に配置される。すなわち搭載部 4 の上下方向下方(以下、単に下方 Z 2 という)には導波管 5 が設けられず、搭載部 4 の下方 Z 2 とは異なる位置に導波管 5 が設けられる。

【0021】

電子部品 2 は、搭載部 4 に搭載される。本実施形態では、電子部品 2 として、ガリウム

10

20

30

40

50

砒素 (GaAs)、シリコン・ゲルマニウム (SiGe) およびインジウム燐 (InP) 系などの半導体材料によって形成されるベアチップの状態のMMICが用いられる。本実施形態では、ベアチップの状態の電子部品2を、半田などの合金、導電性接着剤または樹脂製の接着剤によって搭載部4に接着して搭載する。電子部品2の入力端子、出力端子または入出力端子と、平面線路7とは、導電性を有する接続体8によって電氣的に接続される。接続体8は、ボンディングワイヤ、ワイヤリボンおよびバンプなどによって実現され、本実施形態ではボンディングワイヤによって実現される。

#### 【0022】

導波管5は、第1～第3誘電体層11, 12, 13の一部を囲って形成される。第1～第3誘電体層11, 12, 13のうちの導波管5に囲まれる部分は、高周波信号が伝送する導波路15として機能する。導波路15は、空気よりも誘電率の大きい誘電体によって実現されるので、導波管5を伝播する電気信号の波長が、中空の導波管に比べて短くなる。これによって、中空の導波管に比べて導波管5を小形化することができ、高周波回路基板1も小形化することができる。

10

#### 【0023】

本実施形態における導波管5は、互いの表面を対向させて同じ向きに延びて配置され、導電性を有する1対の主導体層16と、導電性を有し、1対の主導体層16の間にわたって形成され、電気信号の伝送方向に遮断波長以下の間隔を互いにあけて、前記伝送方向に沿って2列に配列される複数の導波管用導体柱17とを含んで構成される。導波管5は、高周波回路基板1に形成する回路に応じて適宜設定され、図1にはL字型の導波管5を示している。

20

#### 【0024】

1対の主導体層16は、第3誘電体層13の上方Z1の表面13aに形成される一方主導体層18と、第1誘電体層11の下方Z2の表面11bに形成される他方主導体層19とを含んで構成される。

#### 【0025】

本実施形態では、第3誘電体層13の上方Z1の表面13aに、導波管5から少なくとも搭載部4の下方Z2まで延びる中間導体層21が形成される。この中間導体層21は、前述した一方主導体層18に連なって、この一方主導体層18と一体に形成され、一部が一方主導体層18として機能する。また第1誘電体層11の下方Z2の表面11bには、たとえばアンテナなどの他の高周波回路と導波管15との間で高周波信号を伝播させる部分を除いて、ほぼ一面に裏面導体層22が形成される。この裏面導体層22は、その一部分が他方主導体層19として機能するように前述した他方主導体層19と一体に形成される。

30

#### 【0026】

本実施形態における各導波管用導体柱17は、上下方向Zに延びて一方主導体層18と他方主導体層19とを接続する。各導波管用導体柱17の上下方向Zに垂直な断面の形状は、円形、多角形および楕円形などによって実現され、また上下方向Zの位置によって形状が異なってもよい。本実施形態における導波管用導体柱17は、円柱状に形成される。

#### 【0027】

相互に隣接して配置される導波管用導体柱17の間には、隙間が形成されるが、各導波管用導体柱17は、伝送方向に遮断波長以下の間隔をあけて配置されるので、相互に隣接して配置される導波管用導体柱17の間の隙間から高周波信号が漏れることを抑制している。換言すると、各列に配置される複数の導波管用導体柱17は、高周波信号に対して1対の側壁として機能する。

40

#### 【0028】

この1対の主導体層16と複数の導波管用導体柱17とによって、方形導波管と同様に機能する導波管5が実現される。上下方向Zおよび伝送方向に垂直な幅方向の導波管用導体柱17の間隔aは、方形導波管の幅方向の間隔に相当し、一方主導体層18と他方主導体層19との間隔bは、方形導波管の高さ方向の間隔に相当する。遮断周波数は、間隔a

50

、bによって定められる。導波管5が熱膨張係数の大きい材料によって形成される場合、導波管5が温度変化すると、間隔a、bが変化して遮断周波数が変化する。したがって、導波管5の形状は、導波管5を伝播させようとする高周波信号の周波数よりも遮断周波数が大きくなるように、熱膨張係数と、温度変化幅と、伝播させる高周波信号の周波数とによって定められる。

#### 【0029】

誘電体基板3には、搭載部4から裏面導体層22まで下方Z2に延びる1または複数の放熱用導体柱24がさらに設けられる。前述したように搭載部4の下方Z2には中間導体層21が形成されるので、放熱用導体柱24は、中間導体層21に接続される。放熱用導体柱24によって、搭載部4が裏面導体層22と等電位となり、裏面導体層22の電位を基準電位として設定すると、搭載部4の電位も基準電位に保たれる。放熱用導体柱24は、前述の導波管用導体柱17と同様に形成される。

10

#### 【0030】

さらに本実施形態における誘電体基板3には、第2誘電体層12と第3誘電体層13との間、および第3誘電体層13と第4誘電体層14との間に、それぞれメタライズ層25が設けられる。前述した放熱用導体柱24は、一部がメタライズ層25と接続される。

#### 【0031】

搭載部4と導波管5との間にわたって形成される熱伝導体6は、放熱用導体柱24のうちの搭載部4および中間導体層21間に設けられる部分6aと、中間導体層21のうちの導波管5および放熱用導体柱24間に設けられる部分6bとによって構成される。

20

#### 【0032】

さらに誘電体基板3には、ストリップ導体9の下方Z2において、平面線路7を伝播する高周波信号の伝送方向および上下方向Zに垂直な方向にストリップ導体9よりも幅広に形成される接地導体層10が設けられる。この接地導体層10は、1対の主導体層16のうちの、誘電体基板3の一表面3a寄りの主導体層(一方主導体層18)から延びて形成され、この主導体層(一方主導体層18)を含んで形成され、この主導体層と一体に形成される。すなわち接地導体層10は、本実施形態では第3誘電体層13の一表面13a上に形成される。また換言すると、ストリップ導体9は、上方Z1から見て接地導体層10が形成される領域において、誘電体基板3の一表面3a上に設けられる。接地導体層10は、導波管5を介して裏面導体層22に電氣的に接続され、裏面導体層22を基準電位に設定すると、基準電位と等電位に設定される。導波管5は、少なくとも誘電体基板3の一表面3aから他表面側に離間して形成され、接地導体層10と、ストリップ導体9との間には、第4誘電体層14が介在する。このストリップ導体9と、接地導体層10と、第4誘電体層14のうちのストリップ導体9および接地導体層10の間に介在する誘電体20とによって、マイクロストリップ線路として機能し、前述した平面線路7が実現される。

30

#### 【0033】

本実施形態では、ストリップ導体9の下方Z2の一方主導体層18に、上下方向Zに貫通し、ストリップ導体9の延びる方向に延びるスロットが形成される。このスロットを介して、平面線路7を伝播する高周波信号が導波管5に伝播して、さらに導波管5を伝播したり、導波管5を伝播する高周波信号が平面線路7に伝播して、さらに平面線路7を伝播したりする。これによってたとえば電子部品2から接続体8を介して平面線路7に出力された高周波信号が、導波管5を伝播する。

40

#### 【0034】

以下、高周波回路基板1の製造方法について説明する。まずたとえばアルミナおよびシリカ(SiO<sub>2</sub>)などの原料粉末に適当な有機溶剤、溶媒を添加混合して泥漿状とし、ドクターブレード法およびカレンダーロール法などによってシート状のセラミックグリーンシートに成形して、第1～第4誘電体層11, 12, 13, 14用のセラミックグリーンシートを用意する。

#### 【0035】

次に第1～第4誘電体層11, 12, 13, 14用のセラミックグリーンシートに金型

50

やパンチングによる打ち抜き方法またはレーザ加工などの加工方法によって導波管用導体柱 17 および放熱用導体柱 24 用の貫通孔を形成する。次に、形成した貫通孔にメタライズペーストをスクリーン印刷法などの印刷手段により充填するとともに、搭載部 4、ストリップ導体 9、中間導体層 21、裏面導体層 22、およびメタライズ層 25 など用のメタライズペーストを印刷塗布する。

【0036】

次に第 1～第 4 誘電体層 11, 12, 13, 14 用のセラミックグリーンシートをたとえば約 1500～1800 の高温で焼成することによって高周波回路基板 1 が製作される。

【0037】

搭載部 4、ストリップ導体 9、中間導体層 21、裏面導体層 22、およびメタライズ層 25 は、おもに Cu (銅)、Ag (銀)、W (タングステン)、Mo (モリブデン)、Al (アルミニウム)、Ni (ニッケル) および Au (金) などの導電性を有する金属によって形成される。さらに具体的には、搭載部 4、ストリップ導体 9、中間導体層 21、裏面導体層 22、およびメタライズ層 25 は、誘電体基板 3 がアルミナによって形成される場合には、W および Mo などの高融点金属材料によって形成され、誘電体基板 3 が、ガラスセラミックスによって形成される場合には、Cu および Ag などによって形成される。

【0038】

以上説明した本実施形態の高周波回路基板 1 によれば、導波管 5 と搭載部 4 とは、誘電体基板 3 の熱伝導率よりも高い熱伝導率を有する熱伝導体 6 によって接続される。このような構成の誘電体基板 3 の搭載部 4 に電子部品 2 が搭載されると、電子部品 2 に生じる熱は、熱伝導体 6 を介して導波管 5 に伝導され、導波管 5 の延びる方向に沿って放熱される。このように電子部品 2 から誘電体基板 3 に形成される導波管 5 に熱を移動させることによって、誘電体基板 3 の厚み方向だけでなく、導波管 5 の延びる方向にも放熱することができる。また、導波管 5 が放熱機構として機能するので、従来の技術のように放熱板を設ける必要がなくなり、低コスト化を図るとともに、装置の小形化を実現することができる。また搭載部と放熱板とを接続するために、従来の技術のように誘電体基板を貫通して形成される貫通導体を設ける必要がないので、たとえば誘電体基板 3 の厚み方向の一方から見て搭載部 4 と重なる領域に回路として導波管 5 を形成したり、導波管 5 とは異なる回路などを形成したりすることができ、放熱機構を設けることによって設計の自由度が低下することを抑制することができる。

【0039】

また本実施形態の高周波回路基板 1 によれば、2 列に配列される複数の導波管用導体柱 17 は、電気信号の伝送方向に遮断波長以下の間隔を互いにあけて設けられるので、導波管 5 を通る電子信号が導波管用導体柱 17 の間から漏れることを抑制することができる。したがって、1 対の主導体層 16 と、複数の導波管用導体柱 17 とによって導波管 5 が構成され、1 対の主導体層 16 と、2 列に配列される複数の導波管用導体柱 17 とによって囲まれる領域が導波路 15 として機能する。このような導波管 5 は、前述したようにセラミックグリーンシートを積層する一般的なセラミック基板を製造する過程において形成されるので、たとえば導波管を誘電体基板に埋め込むような高周波回路基板に比べて、量産性に優れる。

【0040】

さらに本実施形態の高周波回路基板 1 によれば、ストリップ導体 9 と、接地導体層 10 と、第 4 誘電体層 14 のうちのストリップ導体 9 および接地導体層 10 の間に介在する誘電体 20 とによって、平面線路 7 を構成することによって、誘電体基板 3 の上下方向 Z に階層的に回路を構成することができ、高周波回路基板 1 の小形化を図ることができる。

【0041】

さらに本実施形態の高周波回路基板 1 によれば、放熱用導体柱 24 とメタライズ層 25 とが接続されるので、電子部品 2 に生じる熱が、搭載部 4 および放熱用導体柱 24 を介し

10

20

30

40

50

てメタライズ層 2 5 に伝導して、効率的に放熱される。

【 0 0 4 2 】

( 第 2 の実施形態 )

図 3 は、本発明の第 2 の実施形態の高周波回路基板 3 1 を示す断面図である。本実施形態の高周波回路基板 3 1 は、第 1 の実施形態の高周波回路基板 1 とほぼ同様の構成であり、対応する構成については同一の名称に同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する場合がある。

【 0 0 4 3 】

本実施形態における高周波回路基板 3 1 は、導波管 5 の電気信号の伝送方向に沿って延び、複数の導波管用導体柱 1 7 を列ごとにそれぞれ個別に電氣的に接続する導電性を有する 1 対の副導体層 3 2 をさらに含んで構成される。高周波回路基板 3 3 では、少なくとも 1 対の副導体層 3 2 を設ければよく、本実施形態では 2 対の副導体層 3 2 が設けられる。

10

【 0 0 4 4 】

2 対の副導体層 3 2 のうちの 1 対の副導体層 3 2 は、第 2 誘電体層 1 2 と第 3 誘電体層 1 3 との間に設けられ、もう 1 対の副導体層 3 2 は、第 1 誘電体層 1 1 と第 2 誘電体層 1 2 との間に設けられる。各副導体層 3 2 は、導波管用導体柱 1 7 に対して導波管 5 の幅方向の一方と他方との両方に少しだけ突出して形成される。

【 0 0 4 5 】

以上説明した本実施形態の高周波回路基板 3 1 によれば、電子部品 2 から導波管 5 に移動した熱は、主導体層 1 6 に加えて、副導体層 3 2 に沿って移動するので、より効率的に放熱することができる。またこの副導体層 3 2 は、導波路 1 5 に電磁波を閉じこめる機能を発揮するので、導波管 5 の伝送損失を低減することができる。さらに、第 1 ~ 第 4 誘電体層 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 用のセラミックグリーンシートを積層するとき、各層に形成される導波管用導体柱 1 7 の位置が互いにずれたとしても、副導体層 3 2 を介して各層の導波管用導体柱 1 7 を電氣的に接続することができる。

20

【 0 0 4 6 】

( 第 3 の実施形態 )

図 4 は、本発明の第 3 の実施形態の高周波回路基板 3 3 を示す断面図である。本実施形態の高周波回路基板 3 3 は、第 2 の実施形態の高周波回路基板 3 1 とほぼ同様の構成であり、対応する構成については同一の名称に同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する。

30

【 0 0 4 7 】

本実施形態の各対の副導体層 3 2 は、各列に配列された複数の導波管用導体柱 1 7 から、導波管 5 に対して離反する向きにそれぞれ延びて形成される。少なくとも 1 つの副導体層 3 2 は、導波管用導体柱 1 7 から、搭載部 4 の下方 Z 2 まで延びて形成される。

【 0 0 4 8 】

本実施形態の搭載部 4 は、上方 Z 1 からみて一部が導波管 5 と重なるとともに、一部が副導体層 3 2 に重なる位置に配置される。

【 0 0 4 9 】

本実施形態における放熱用導体柱 2 4 は、上方 Z 1 から見て搭載部 4 と副導体層 3 2 とが重なる位置に配置され、搭載部 4 と副導体層 3 2 との間にわたって形成される。この放熱用導体柱 2 4 は、中間導体層 2 1 とも接続される。熱伝導体 6 は、放熱用導体柱 2 4 のうちの搭載部 4 および中間導体層 2 1 間に設けられる部分 6 a と、中間導体層 2 1 のうちの導波管 5 および放熱用導体柱 2 4 間に設けられる部分 6 b と、放熱用導体柱 2 4 のうちの搭載部 4 および副導体層 3 2 間に設けられる部分 6 c と、副導体層 3 2 のうちの導波管 5 および放熱用導体柱 2 4 間に設けられる部分 6 d とによって構成される。

40

【 0 0 5 0 】

以上説明した本実施形態の高周波回路基板 3 3 によれば、副導体層 3 2 は、各列に配列された複数の導波管用導体柱 1 7 から、導波管 5 に対して離反する向きにそれぞれ延びて形成されるので、副導体層 3 2 の放熱面積が前述の実施形態よりもさらに増大し、電子部

50

品 2 に生じる熱を、より効率的に放熱することができる。さらに、副導体層 3 2 と放熱用導体柱 2 4 とが接続されるので、電子部品 2 に生じる熱を、副導体層 3 2 に直接的に伝導させることができ、より効率的に放熱することができる。

**【 0 0 5 1 】**

( 第 4 の実施形態 )

図 5 は、本発明の第 4 の実施形態の高周波回路基板 3 5 を示す断面図である。本実施形態の高周波回路基板 3 5 は、前述の各実施形態の高周波回路基板 1 , 3 1 , 3 3 とほぼ同様の構成であり、対応する構成については同一の名称に同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する場合がある。

**【 0 0 5 2 】**

本実施形態の高周波回路基板 3 5 は、第 1 の実施形態の高周波回路基板 1 と主に搭載部 4 の配置位置が異なる。本実施形態における搭載部 4 は、上方 Z 1 から見て、少なくとも一部が導波管 5 に重なって配置される。具体的には、搭載部 4 は、上方 Z 1 から見て、導波管 5 の幅方向の一方と他方との両方から突出して形成される。

**【 0 0 5 3 】**

本実施形態の放熱用導体柱 2 4 は、熱伝導体 6 に相当し、上下方向 Z に延びて、搭載部 4 と一方主導体層 1 8 との間にわたって形成される。

**【 0 0 5 4 】**

以上説明した本実施形態の高周波回路基板 3 5 によれば、搭載部 4 は、上方 Z 1 から見て、少なくとも一部が導波管 5 に重なって配置され、熱伝導体 6 が搭載部 4 と導波管 5 とを直線状に接続するので、熱伝導体 6 の長さを可及的に短く形成することができる。これによって、電子部品 2 に生じる熱を、効率的に導波管 5 に伝導し、効率的に放熱することができる。

**【 0 0 5 5 】**

( 第 5 の実施形態 )

図 6 は、本発明の第 5 の実施形態の高周波回路基板 3 7 を示す平面図である。図 7 は、図 6 の切断面線 V I I - V I I から見た高周波回路基板 3 7 を示す断面図である。本実施形態の高周波回路基板 3 7 は、前述の各実施形態の高周波回路基板 1 , 3 1 , 3 3 , 3 5 とほぼ同様の構成であり、対応する構成については同一の名称に同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する場合がある。

**【 0 0 5 6 】**

本実施形態における誘電体基板 3 には、一表面 3 a 側から導波管 5 に貫通する凹所 3 6 が形成される。本実施形態の電子部品 2 は、導波管 5 のうちの凹所を通して誘電体基板 3 から露出する部分に搭載される。すなわち、導波管 5 のうちの凹所を通して誘電体基板 3 から露出する部分と、搭載部 4 と熱伝導体 6 とが一体に形成され、すなわち、導波管 5 のうちの凹所を通して誘電体基板 3 から露出する部分が、搭載部 4 に相当するとともに、熱伝導体 6 にも相当し、これらの導波管 5 の一部分が搭載部 4 および熱伝導体 6 を兼ねている。

**【 0 0 5 7 】**

以上説明した本実施形態の高周波回路基板 3 7 によれば、導波管 5 のうちの凹所を通して誘電体基板 3 から露出する部分が、搭載部 4 と熱伝導体 6 との機能を兼ねるので、搭載部 4 に搭載される電子部品 2 に生じる熱が導波管 5 に直接伝導する。これによって、電子部品 2 に生じる熱を、より効率的に放熱することができる。

**【 0 0 5 8 】**

本実施形態の高周波回路基板 3 7 では、凹所 3 6 が一方主導体層 1 8 上に形成されるけれども、中間導体層 2 1 のうちの、一方主導体層 1 8 上を除く部分に形成されてもよい。この場合でも、電子部品 2 に生じる熱が導波管 5 まで伝導する経路を短くすることができるので、効率的に放熱することができる。

**【 0 0 5 9 】**

( 第 6 の実施形態 )

図 8 は、本発明の第 6 の実施形態の高周波回路基板 38 を示す断面図である。本実施形態の高周波回路基板 38 は、前述の各実施形態の高周波回路基板 1, 31, 33, 35, 37 の構成に類似するので、対応する構成については同一の名称に同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する場合がある。前述の各実施形態の高周波回路基板 1, 31, 33, 35, 37 では、誘電体層を積層することによって導波管 5 を形成したけれども、高周波回路基板 38 では、誘電体基板 3 を形成した後に、導波管 5 を誘電体基板 3 に埋め込んで形成する。たとえば誘電体基板 3 の他表面 3b から一表面 3a に延びる凹所を形成し、この凹所にたとえば矩形の導波管 5 を埋め込み、さらに凹所のうちの導波管 5 によって埋められていない部分をたとえば熱硬化性樹脂などの絶縁層 39 で充填することによって、導波管 5 を誘電体基板 3 に埋め込むことができる。誘電体基板 3 には、一表面 3a から前記凹所に連なる貫通孔が形成され、この貫通孔に熱伝導体 6 が設けられる。この場合、導波管 5 は、中空の導波管でも、誘電体導波管でもよい。導波管 5 を誘電体導波管で構成した場合には、中空の導波管に比べて電気信号の波長が短くなるので、導波管 5 を小形化することができ、これによって高周波回路基板も小形化することができる。

#### 【0060】

また、前述の各実施形態の高周波回路基板 1, 31, 33, 35, 37, 38 に、他方主导体層 19 に当接する金属体をさらに設けてもよい。この金属体は、たとえば筐体などの設計上必要なものでもよく、放熱用に特別に設けたものでもよい。電子部品 2 に生じた熱は、熱伝導体 6 および導波管 5 を介して金属体に伝導するので、より効率的に放熱することができる。

#### 【0061】

(第 7 の実施形態)

図 9 は、本発明の第 7 の実施形態の送信器 41 を示す断面図である。図 10 は、送信器 41 を示す下面図である。図 11 は、送信器 41 の構成を示す模式図である。送信器 41 は、前述した各実施形態の高周波回路基板のいずれか 1 つの高周波回路基板 42 と、搭載部 4 に搭載され、高周波信号を発生する高周波発振器 43 とを含む高周波回路モジュールと、送信用アンテナ 45 とを含んで構成される。本実施形態の高周波回路基板 42 は、図 4 に示す高周波回路基板 33 とほぼ同じ構成であるが、第 4 誘電体層 14 に凹所を形成して、中間导体層 21 が搭載部 4 および熱伝導体 6 を兼ね、さらに、放熱用导体柱 24 が裏面导体層 22 に接続される。

#### 【0062】

高周波発振器 43 は、ガンダイオードを利用したガン発振器、またはインパットダイオードを利用したインパット発振器または FET (Field Effect Transistor) などのトランジスタを利用した発振器として機能する MMIC などを含んで構成され、高周波信号を発生する。

#### 【0063】

高周波回路基板 33 には、一端 44a が高周波発振器 43 に接続され、高周波発振器 43 からの高周波信号を伝送し、かつ高周波信号を放射する送信用アンテナ 45 と電磁結合するアンテナポート 46 を他端 44b に有する伝送線路 44 が設けられる。

#### 【0064】

送信用アンテナ 45 は、長手薄板状であって、金属材料から形成される固定用导体 47 と、固定用导体 47 の表面上に長手薄板状に形成されるアンテナ用誘電体基板 48 と、アンテナ用誘電体基板 48 の表面上の中央に長手薄板状に形成される金属材料から形成される平面アンテナ导体 49 とを含んで構成される。

#### 【0065】

アンテナポート 46 は、たとえば他方主导体層を上下方向 Z に貫通するスロットを形成することによって実現される。また固定用导体 47 には、上下方向 Z に貫通するスロット 50 が形成される。送信用アンテナ 45 は、固定用导体 47 に形成されるスロット 50 をアンテナポート 46 に一致させるようにして高周波回路基板 42 に固定される。

#### 【0066】

10

20

30

40

50

伝送線路 4 4 は、前述した接続体 8 と、前述した平面線路 7 と、導波管 5 とによって実現される。平面線路 7 と導波管 5 とは、前述したように導波管 5 の一方主導体層 1 8 に上下方向 Z に貫通するスロットによって電磁的に結合される。

【 0 0 6 7 】

高周波発振器 4 3 が発生した高周波信号は、接続体 8 と、前述した平面線路 7 と、導波管 5 とから成る伝送線路 4 4 を伝播して送信用アンテナ 4 5 に与えられ、電波として放射される。

【 0 0 6 8 】

以上説明した本実施形態の高周波回路モジュールによれば、高周波発振器 4 3 に生じる熱は、伝送線路 4 4 の一部を構成する導波管 5 に伝導して効率的に放熱されるので、高周波発振器 4 3 が高温になることを抑制することができ、高い送信出力を持つ送信器 4 1 を実現することができる。

10

【 0 0 6 9 】

さらに固定用導体 4 7 が導波管 5 に接続されるので、高周波発振器 4 3 に生じる熱が導波管 5 を介して固定用導体 4 7 に伝導して放熱される。これによって、高周波発振器 4 3 が高温になることをより抑制することができる。

【 0 0 7 0 】

( 第 8 の実施形態 )

図 1 2 は、本発明の第 8 の実施形態の送信器の断面図である。本実施形態の送信器は、前述の図 9 および図 1 0 に示す送信器 4 1 において、送信用アンテナ 4 5 をホーンアンテナによって実現した構成であり、他の構成は送信器 4 1 と同様である。ホーンアンテナは、アンテナポート 4 6 に開口を臨ませて設けられる。このような構成であっても、送信器 4 1 と同様の効果を達成することができる。

20

【 0 0 7 1 】

( 第 9 の実施形態 )

図 1 3 は、本発明の第 9 の実施形態の受信器 5 1 の構成を示す模式図である。受信器 5 1 は、前述した各実施形態の高周波回路基板のいずれか 1 つの高周波回路基板と、搭載部 4 に搭載され、高周波信号を検波する高周波発振器 4 3 とを含む高周波回路モジュールと、受信用アンテナ 5 3 とを含んで構成される。本実施形態の高周波回路基板 4 2 は、前述の実施形態の高周波回路基板 4 2 と同様であるので説明を省略する。

30

【 0 0 7 2 】

高周波回路基板 4 2 には、一端 4 4 a が高周波検波器 5 2 に接続され、高周波信号を捕捉する受信用アンテナ 5 3 と電磁結合するアンテナポート 4 6 を他端に有し、受信用アンテナ 5 3 によって捕捉される高周波信号を伝送する伝送線路 4 4 が設けられる。この伝送線路 4 4、前述の伝送線路 4 4 と同様に、接続体 8 と、前述した平面線路 7 と、導波管 5 とから成る。

【 0 0 7 3 】

受信用アンテナ 5 3 によって捕捉した高周波信号は、伝送線路 4 4 に伝送されて高周波検波器 5 2 によって検波される。この高周波検波器 5 2 は、搭載部 4 に搭載される。前述したように、高周波検波器 5 2 に生じる熱は、伝送線路 4 4 の一部を構成する導波管 5 に伝導して効率的に放熱されるので、高周波検波器 5 2 が高温になることを抑制することができ、高い検波出力を持つ受信器 5 1 を実現することができる。

40

【 0 0 7 4 】

さらに固定用導体 4 7 が導波管 5 に接続されるので、高周波検波器 5 2 に生じる熱が導波管 5 を介して固定用導体 4 7 に伝導して放熱される。これによって、高周波検波器 5 2 が高温になることをより抑制することができる。

【 0 0 7 5 】

( 第 1 0 の実施形態 )

図 1 4 は、本発明の第 1 0 の実施形態のレーダ装置 6 1 の構成を示す模式図である。レーダ装置 6 1 は、前述した各実施形態の高周波回路基板のいずれか 1 つの高周波回路基板

50

4 2 と、搭載部 4 に搭載され、高周波信号を発生する高周波発振器 4 3 とを含む高周波回路モジュールと、送受信アンテナ 6 2 とを含んで構成される。

【 0 0 7 6 】

高周波回路基板 4 2 には、第 1 伝送線路 6 3 と、分岐器 6 4 と、第 2 伝送線路 6 5 と、分波器 6 6 と、第 3 伝送線路 6 7 と、第 4 伝送線路 6 8 と、第 5 伝送線路 6 9 と、ミキサ 7 0 とが設けられる。第 1 伝送線路 6 3 は、高周波発振器 4 3 に接続され、高周波信号を伝送する。分岐器 6 4 は、第 1、第 2 および第 3 端子 6 4 a, 6 4 b, 6 4 c を有し、前記第 1 端子 6 4 a が前記第 1 伝送線路 6 3 に接続され、前記第 1 端子 6 4 a に与えられる高周波信号を前記第 2 端子 6 4 b または前記第 3 端子 6 4 c に出力する。第 2 伝送線路 6 5 は、前記第 2 端子 6 4 b に接続され、前記第 2 端子 6 4 b から与えられる高周波信号を伝送する。分波器 6 6 は、第 4、第 5 および第 6 端子 6 6 a, 6 6 b, 6 6 c を有し、前記第 2 伝送線路 6 5 を介して前記第 4 端子 6 6 a に与えられる高周波信号を前記第 5 端子 6 6 b に出力し、かつ前記第 5 端子 6 6 b に与えられる高周波信号を前記第 6 端子 6 6 c に出力する。第 3 伝送線路 6 7 は、一端に高周波信号を放射および補捉する送受信アンテナと電磁結合するアンテナポートを有し、前記第 5 端子 6 6 b に他端が接続され、前記第 5 端子 6 6 b から出力される高周波信号を伝送し、前記第 5 端子 6 6 b に高周波信号を伝送する。第 4 伝送線路 6 8 は、前記第 3 端子 6 4 c に接続され、前記第 3 端子 6 4 c から出力される高周波信号を伝送する。第 5 伝送線路 6 9 は、前記第 6 端子 6 6 c に接続され、前記第 6 端子 6 6 c から出力される高周波信号を伝送する。ミキサ 7 0 は、前記第 4 および第 5 伝送線路 6 8, 6 9 に接続され、前記第 4 および第 5 伝送線路 6 8, 6 9 から与えられる高周波信号を混合して中間周波信号を出力する。

10

20

【 0 0 7 7 】

高周波回路基板 4 2 には、さらにミキサからの中間周波信号に基づいて、前記高周波回路モジュールから探知対象物までの距離を検出する距離検出器 7 1 が設けられる。

【 0 0 7 8 】

分岐器（切替器）6 4 は、第 1 端子 6 4 a に与えられる高周波信号を、第 2 端子 6 4 b および第 3 端子 6 4 c に選択的に出力する。分岐器 6 4 は、たとえば高周波スイッチ素子によって実現される。分岐器 6 4 には、図示しない制御部から制御信号が与えられ、制御信号に基づいて第 1 端子 6 4 a および第 2 端子 6 4 b、または第 1 端子 6 4 a および第 3 端子 6 4 c を選択的に接続する。

30

【 0 0 7 9 】

レーダ装置 6 1 は、パルスレーダによって実現される。前記制御部は、第 1 端子 6 4 a および第 2 端子 6 4 b を接続して、パルス状の高周波信号を第 2 端子 6 4 b から出力させた後、第 1 端子 6 4 a および第 3 端子 6 4 c を接続して、高周波信号を第 3 端子 6 4 c から出力させる。レーダ装置 6 1 は、発振器に電圧制御型発振器を用いた FM - CW レーダによって実現してもよく、またたとえば、2 周波 CW レーダ、FM パルスレーダまたはスペクトル拡散レーダによって実現してもよい。

【 0 0 8 0 】

分波器 6 6 は、第 4 端子 6 6 a に与えられる高周波信号を第 5 端子 6 6 b に出力し、第 5 端子 6 6 b に与えられる高周波信号を第 6 端子 6 6 c に出力する。分波器 6 6 は、ハイブリッド回路またはサーキュレータによって実現される。ハイブリッド回路は、方向性結合器、ブランチャイン、マジック T またはラットレースなどによって実現される。

40

【 0 0 8 1 】

高周波発振器 4 3 で発生した高周波信号は、第 1 伝送線路 6 3 を通過して、分岐器 6 4、第 2 伝送線路 6 5、分波器 6 6 ならびに第 3 伝送線路 6 7 を介して送受信アンテナ 6 2 に与えられ、送受信アンテナ 6 2 から電波として放射される。また、高周波発振器 4 3 で発生した高周波信号は、第 1 伝送線路 6 3 を通過して、分岐器 6 4 ならびに第 4 伝送線路 6 8 を介してミキサ 7 0 にローカル信号として与えられる。

【 0 0 8 2 】

送受信アンテナ 6 2 によって外部から到来する電波を受信すると、送受信アンテナ

50

6 2 は電波に基づき高周波信号を第 3 伝送線路 6 7 に与え、分波器 6 6、第 5 伝送線路 6 9 を介してミキサ 7 0 に与えられる。

【 0 0 8 3 】

ミキサ 7 0 は、第 4 および第 5 伝送線路 6 8、6 9 から与えられる高周波信号を混合して中間周波信号を出力する。ミキサ 7 0 から出力される中間周波信号は、距離検出器 7 1 に与えられる。

【 0 0 8 4 】

距離検出器 7 1 は、前述した高周波検波器 5 2 を含んで構成され、送受信アンテナ 6 2 から放射され、測定対象物によって反射された電波（エコー）を受信して得られる前記中間周波信号に基づいて、測定対象物までの距離を算出する。距離検出器 7 1 は、たとえばマイクロコンピュータによって実現される。

【 0 0 8 5 】

本実施形態では、前述した導波管 5 が第 1 ~ 第 5 伝送線路 6 3、6 5、6 7、6 8、6 9 のうち少なくともいずれか 1 つの少なくとも一部を構成する。たとえば前述したアンテナポート 4 6 を有する導波管 5 によって、第 3 伝送線路 6 7 の一部を構成し、この導波管 5 と搭載部 4 とを熱伝導体 6 によって接続すればよい。さらに、第 1 ~ 第 5 伝送線路 6 3、6 5、6 7、6 8、6 9 の少なくとも一部を構成する導波管 5 と搭載部 4 とを熱伝導体 6 によって接続してもよい。

【 0 0 8 6 】

以上説明したレーダ装置 6 1 によれば、高周波発振器 4 3 は、搭載部 4 に搭載される。前述したように、高周波発振器 4 3 に生じる熱は、導波管 5 に伝導して効率的に放熱されるので、高周波発振器 4 3 が高温になることを抑制することができ、高い検波出力を持つ送受信器を実現することができ、また、たとえばミキサ 7 0 によって生成される中間周波数信号の信頼性を向上させることができる。これによって、検知対象物までの距離を正確に検出することができるレーダ装置 6 1 を実現することができる。

【 0 0 8 7 】

本実施形態のレーダ装置 6 1 では、搭載部 4 に高周波発振器 4 3 を搭載するとしても、分岐器 6 4、分波器 6 6、ミキサ 7 0 および距離検出器 7 1 をそれぞれ搭載部 4 に搭載してもよい。この場合には、分岐器 6 4、分波器 6 6、ミキサ 7 0 および距離検出器 7 1 に生じる熱が、熱伝導体 6 を介して導波管 5 に伝導して効率的に放熱される。

【 0 0 8 8 】

( 第 1 1 の実施形態 )

図 1 5 は、本発明の第 1 1 の実施形態のレーダ装置 7 5 の構成を示す模式図である。レーダ装置 7 5 は、前述した各実施形態の高周波回路基板のいずれか 1 つの高周波回路基板 4 2 と、搭載部 4 に搭載され、高周波信号を発生する高周波発振器 4 3 とを含む高周波回路モジュールと、送信用アンテナ 4 5 と、受信アンテナ 5 3 とを含んで構成される。本実施形態のレーダ装置 7 5 において、図 1 4 に示す前述のレーダ装置 6 1 の対応する構成については同一の符号を付して説明を省略する場合がある。

【 0 0 8 9 】

高周波回路基板 4 2 には、第 1 伝送線路 6 3 と、分岐器 6 4 と、第 2 伝送線路 6 5 と、第 3 伝送線路 6 7 と、第 4 伝送線路 6 8 と、ミキサ 7 0 とが設けられる。第 1 伝送線路 6 3 は、前記高周波発振器 4 3 に接続され、高周波信号を伝送する。分岐器 6 4 は、第 1、第 2 および第 3 端子 6 4 a、6 4 b、6 4 c を有し、前記第 1 端子 6 4 a が前記第 1 伝送線路 6 3 に接続され、前記第 1 端子 6 4 a に与えられる高周波信号を前記第 2 端子 6 4 b または前記第 3 端子 6 4 c に選択的に出力する。第 2 伝送線路 6 5 は、一端に高周波信号を放射する送信用アンテナ 4 5 と電磁結合する送信用のアンテナポートを有し、前記第 2 端子 6 4 b に他端が接続され、前記第 2 端子 6 4 b から与えられる高周波信号を伝送する。第 3 伝送線路 6 7 は、一端に高周波信号を捕捉する受信アンテナ 5 3 と電磁結合する受信アンテナポートを有し、捕捉した高周波信号を伝送する。第 4 伝送線路 6 8 は、前記第 3 端子 6 4 c に一端が接続され、前記第 3 端子 6 4 c から出力される高周波信号を

10

20

30

40

50

伝送する。ミキサ70は、前記第3伝送線路67の他端および第4伝送線路68の他端に接続され、前記第3および第4伝送線路から与えられる高周波信号を混合して中間周波信号を出力する。

【0090】

高周波回路基板42には、さらにミキサからの中間周波信号に基づいて、前記高周波回路モジュールから探知対象物までの距離を検出する距離検出器71が設けられる。

【0091】

高周波発振器43で発生した高周波信号は、第1伝送線路63を通過して、分岐器64、および第2伝送線路65を介して送信用アンテナ45に与えられ、送信用アンテナ45から電波として放射される。また、高周波発振器43で発生した高周波信号は、第1伝送線路63を通過して、分岐器64ならびに第4伝送線路68を介してミキサ70にローカル信号として与えられる。

10

【0092】

受信用アンテナ53によって外部から到来する電波を受信すると、受信用アンテナ53は電波に基づく高周波信号を第3伝送線路67に与え、ミキサ70に与えられる。

【0093】

ミキサ70は、第3および第4伝送線路67、68から与えられる高周波信号を混合して中間周波信号を出力する。ミキサ70から出力される中間周波信号は、距離検出器71に与えられる。

【0094】

20

本実施形態では、前述した導波管5が第1～第4伝送線路63、65、67、68のうち少なくともいずれか1つの少なくとも一部を構成する。たとえば前述したアンテナポート46を有する導波管5によって、第2および第3伝送線路65、67の一部を構成し、この導波管5と搭載部4とを熱伝導体6によって接続すればよい。さらに、第1～第4伝送線路63、65、67、68、69の少なくとも一部を構成する導波管5と搭載部4とを熱伝導体6によって接続してもよい。

【0095】

以上説明したレーダ装置75によれば、高周波発振器43は、搭載部4に搭載される。前述したように、高周波発振器43に生じる熱は、導波管5に伝導して効率的に放熱されるので、高周波発振器43が高温になることを抑制することができ、高い検波出力を持つ送受信器を実現することができ、また、たとえばミキサ70によって生成される中間周波数信号の信頼性を向上させることができる。これによって、検知対象物までの距離を正確に検出することができるレーダ装置75を実現することができる。

30

【0096】

(第12の実施形態)

図16は、本発明の第12の実施形態のレーダ装置77の構成を模式的に示す図である。本実施形態のレーダ装置77は、図14に示す第10の実施形態のレーダ装置61とほぼ同様の構成なので、対応する構成については同一の符号を付して重複する説明を省略する場合がある。

【0097】

40

本実施形態の第3伝送線路67は、他端に複数の前記アンテナポートを有し、一端と複数のアンテナポートのうちのいずれか1つとを選択的に接続可能な切替スイッチ78をさらに含む。またレーダ装置77は、前記各アンテナポートに電磁結合する複数の送受信アンテナ62を備える。

【0098】

切替スイッチ78には、図示しない制御部から制御信号が与えられ、制御信号に基づいて一端と複数のアンテナポートのうちのいずれか1つとを選択的に接続する。切替スイッチ78は、前述した分岐器64と同様に、たとえば高周波スイッチ素子によって実現される。

【0099】

50

たとえば複数の送受信アンテナ 6 2 から順次選択的に電波を送信するとともに、複数の送受信アンテナ 6 2 から順次選択的に電波を受信することによって、検知対象物の方位、距離および相対速度などを検出するレーダ装置 7 7 を実現することができる。

【 0 1 0 0 】

( 第 1 3 の実施形態 )

図 1 7 は、本発明の第 1 3 の実施形態の送信器 1 4 1 を構成を模式的に示す図である。本実施形態の送信器 1 4 1 は、図 1 1 に示す第 7 の実施形態の送信器 4 1 とほぼ同様の構成なので、対応する構成については同一の符号を付して重複する説明を省略する場合がある。送信器 4 1 は、1 つの送信用アンテナ 4 5 を備える構成であるが、送信器 1 4 1 は、複数の送信用アンテナ 4 5 を備えている。この場合には、伝送線路 4 4 は、他端に複数の前記アンテナポートを有し、一端と複数のアンテナポートのうちのいずれか 1 つとを選択的に接続可能な切替スイッチ 7 8 をさらに含む。複数の送信用アンテナ 4 5 は、各アンテナポートにそれぞれ電磁結合して設けられる。このような送信器 4 1 では、複数の送信用アンテナ 4 5 から順次選択的に電波を送信することができる。

10

【 0 1 0 1 】

( 第 1 4 の実施形態 )

図 1 8 は、本発明の第 1 4 の実施形態の受信器 1 5 1 を構成を模式的に示す図である。本実施形態の受信器 1 5 1 は、図 1 3 に示す第 9 の実施形態の受信器 5 1 とほぼ同様の構成なので、対応する構成については同一の符号を付して重複する説明を省略する場合がある。受信器 5 1 は、1 つの受信アンテナ 5 3 を備える構成であるが、受信器 1 5 1 では、複数の受信アンテナ 5 3 を備えている。この場合には、伝送線路 4 4 は、他端に複数の前記アンテナポートを有し、一端と複数のアンテナポートのうちのいずれか 1 つとを選択的に接続可能な切替スイッチ 7 8 をさらに含む。複数の受信アンテナ 5 3 は、各アンテナポートにそれぞれ電磁結合して設けられる。このような受信器 5 1 では、複数の受信アンテナ 5 3 から順次選択的に電波を受信することができる。

20

【 0 1 0 2 】

( 第 1 5 の実施形態 )

図 1 9 は、本発明の第 1 5 の実施形態のレーダ装置 1 7 5 の構成を模式的に示す図である。本実施形態のレーダ装置 1 7 5 は、図 1 5 に示す第 1 1 の実施形態のレーダ装置 7 5 とほぼ同様の構成なので、対応する構成については同一の符号を付して重複する説明を省略する場合がある。レーダ装置 7 5 は、1 つの送信用アンテナ 4 5 および 1 つの受信アンテナ 5 3 を備える構成であるが、レーダ装置 1 7 5 は、送信用アンテナ 4 5 および受信アンテナ 5 3 の両者について、複数のアンテナを備えている。複数の送信用アンテナ 4 5 を備える場合には、第 2 伝送線路 6 5 は、一端に複数の前記アンテナポートを有し、他端と複数のアンテナポートのうちのいずれか 1 つとを選択的に接続可能な切替スイッチ 7 8 をさらに含んで構成され、各送信用アンテナ 4 5 が各アンテナポートに電磁結合されて設けられる。また複数の受信アンテナ 5 3 を備える場合には、第 3 伝送線路 6 7 は、他端に複数の前記アンテナポートを有し、一端と複数のアンテナポートのうちのいずれか 1 つとを選択的に接続可能な切替スイッチ 7 8 をさらに含んで構成され、各受信アンテナ 5 3 が各アンテナポートに電磁結合されて設けられる。このようなレーダ装置 7 5 では、たとえば複数の送受信アンテナ 6 2 から順次選択的に電波を送信するとともに、複数の送受信アンテナ 6 2 から順次選択的に電波を受信することによって、検知対象物の方位、距離および相対速度などを検出することができる。レーダ装置 1 7 5 では、送信用アンテナ 4 5 および受信アンテナ 5 3 の両者について、それぞれ複数のアンテナを備えているが、送信用アンテナ 4 5 および受信アンテナ 5 3 のうちの少なくともいずれか一方について、複数のアンテナを備える構成であってもよい。

30

40

【 0 1 0 3 】

前述の各実施形態における、送信用アンテナ 4 5、受信アンテナ 5 3 および送受信アンテナ 6 2 は、たとえばパッチアンテナまたはスロットアンテナなどの平面アンテナ、レンズアンテナ、フェイズドアレイアンテナ、スイッチアンテナ、ノッチアンテナ、パラ

50

ボナアンテナなどによって実現されてもよい。

【 0 1 0 4 】

また前述の各実施形態の高周波回路基板において、送信用アンテナ 4 5、受信用アンテナ 5 3 および送受信用アンテナ 6 2 の少なくともいずれかと同様の機能を有するアンテナを該高周波回路基板に一体に形成してもよい。高周波回路基板に一体に形成されるアンテナの例としては、たとえば裏面導体層 2 2 に形成されるスロットを利用したスロットアンテナなどが挙げられる。

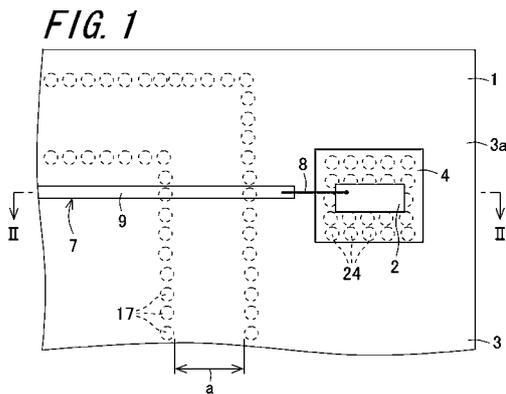
【 0 1 0 5 】

また前述した各実施形態の高周波回路基板において、誘電体基板 3 の厚み方向における複数の高さ位置に導波管 5 がそれぞれ形成されてもよく、たとえば、前記誘電体基板 3 の厚み方向に複数の導波管 5 を重ねて形成してもよい。

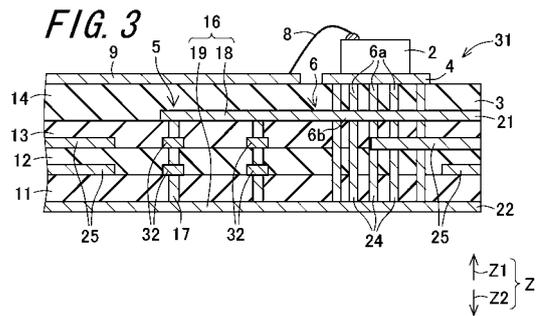
【 0 1 0 6 】

本発明は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形態で実施できる。したがって、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、本発明の範囲は特許請求の範囲に示すものであって、明細書本文には何ら拘束されない。さらに、特許請求の範囲に属する変形や変更は全て本発明の範囲内のものである。

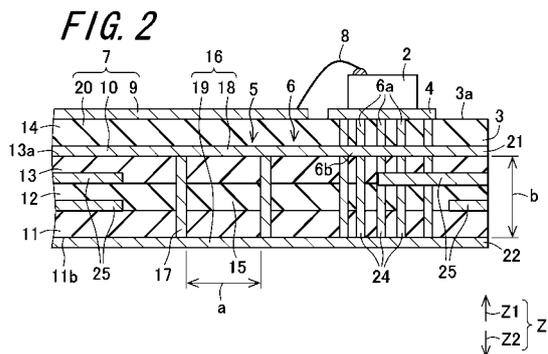
【 図 1 】



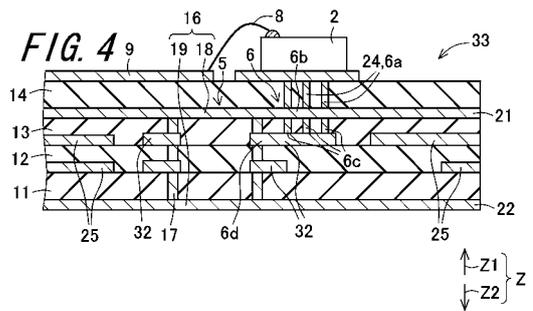
【 図 3 】



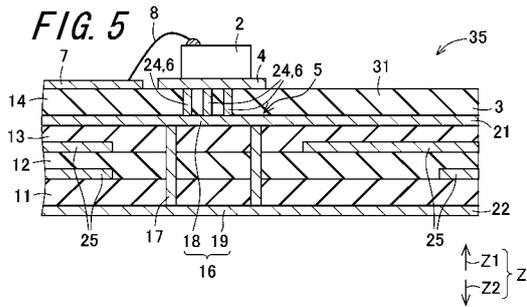
【 図 2 】



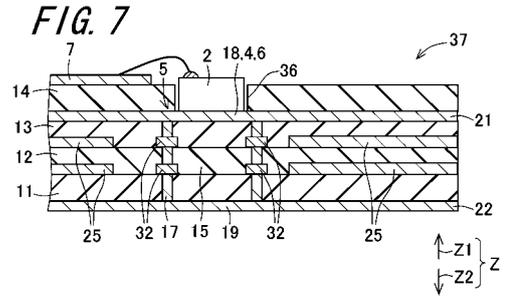
【 図 4 】



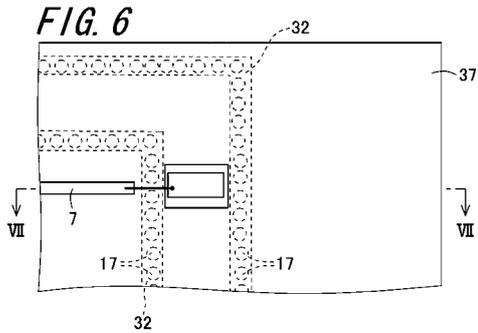
【 図 5 】



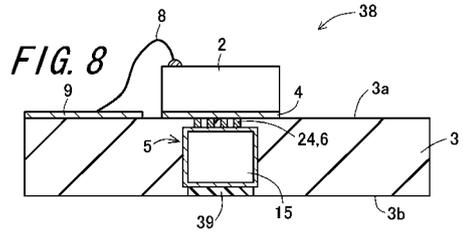
【 図 7 】



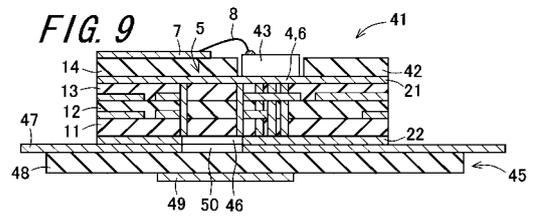
【 図 6 】



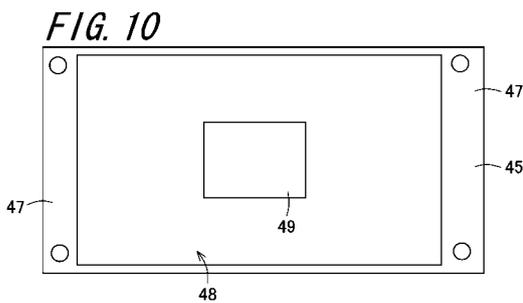
【 図 8 】



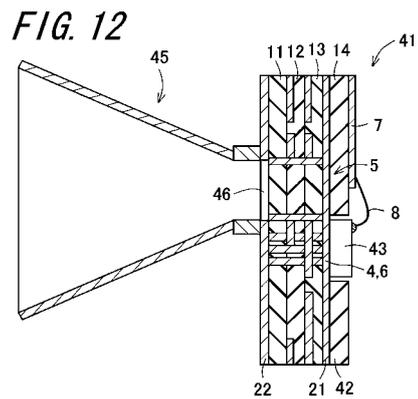
【 図 9 】



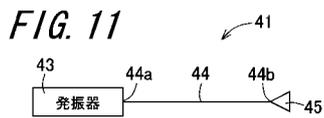
【 図 10 】



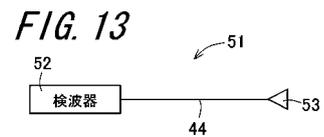
【 図 12 】



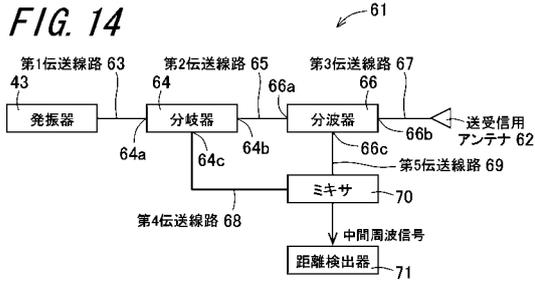
【 図 11 】



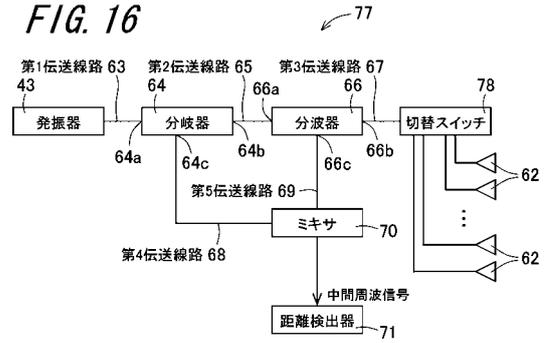
【 図 13 】



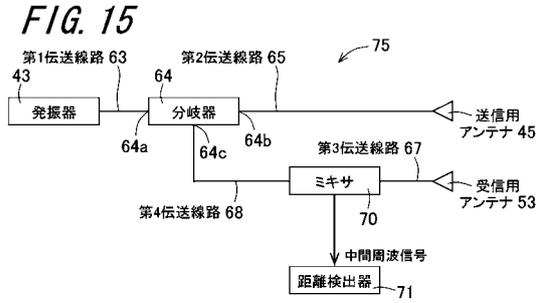
【図14】



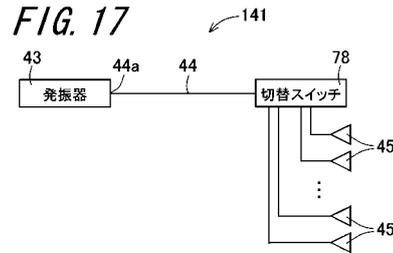
【図16】



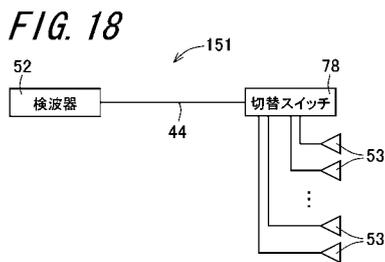
【図15】



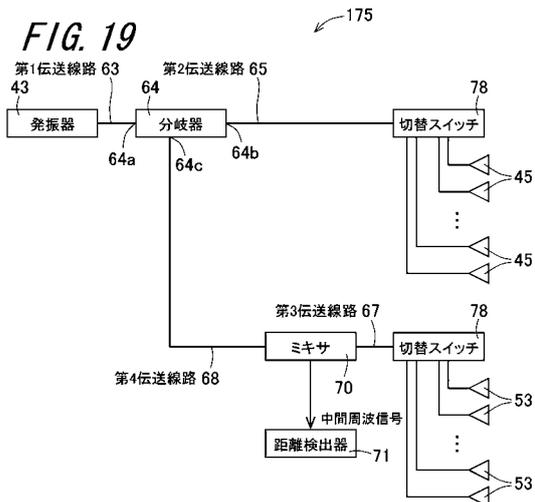
【図17】



【図18】



【図19】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-229073(JP,A)  
特開2003-188610(JP,A)  
特開2003-318319(JP,A)  
特開2002-084208(JP,A)  
特開2007-053440(JP,A)  
特開2005-311337(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/12  
H01P 3/10  
H01P 3/12  
H05K 1/02  
H05K 3/46  
H01Q 23/00