

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6699500号  
(P6699500)

(45) 発行日 令和2年5月27日(2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年5月7日(2020.5.7)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>GO1S</b>	<b>7/03</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO1S</b>	<b>7/03</b>	<b>240</b>
<b>HO1Q</b>	<b>1/38</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO1Q</b>	<b>1/38</b>	
<b>HO1Q</b>	<b>21/06</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO1Q</b>	<b>21/06</b>	

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2016-201129 (P2016-201129)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成28年10月12日 (2016.10.12)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2018-63159 (P2018-63159A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成30年4月19日 (2018.4.19)	(74) 代理人	110001128
審査請求日	平成31年2月27日 (2019.2.27)		特許業務法人ゆうあい特許事務所
		(72) 発明者	高畑 利彦
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	杉浦 和彦
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		審査官	安井 英己

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ミリ波レーダ装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ミリ波レーダ装置であって、  
 ケース(2)と、  
 前記ケースの内部に收容される実装基板(4)と、  
 前記実装基板に実装され、ミリ波を送信するアンテナ基板(10)とを備え、  
 前記アンテナ基板は、1つ以上の屈曲部(103、104)と、前記屈曲部を介して互  
 いにつながる複数の平面部(105、106、107)と、前記複数の平面部のそれぞれ  
 の表面上に形成されたアンテナ素子(102)とを有し、  
 前記複数の平面部の全体は、前記実装基板の厚さ方向で前記実装基板から離れる側に向  
 かって凸形状をなしており、  
 前記ミリ波レーダ装置は、ミリ波を発振させるための高周波用部品(8)を備え、  
 前記高周波用部品は、前記実装基板の一面(4a)に固定されており、  
 前記アンテナ基板は、前記高周波用部品を覆うように、前記実装基板の一面に固定され  
 ているミリ波レーダ装置。

【請求項2】

前記複数の平面部の法線方向(N1、N2、N3)が互いに交差している請求項1に記  
 載のミリ波レーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ミリ波レーダ装置およびその製造方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

車両に実際に搭載されている従来のミリ波レーダ装置は、一般的に、制御基板とアンテナ基板とが一体化された一体化基板が用いられている。一体化基板の表面には、複数の導体パターンが形成されている。複数の導体パターンのそれぞれがアンテナ素子として用いられている。一体化基板の裏面には、ミリ波を発信させるための高周波用部品としてのMMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuitの略称) チップが実装されている。

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

上記した従来のミリ波レーダ装置に対して、ミリ波の送信方向の多角化が求められている。上記したミリ波レーダ装置の構造において、これを実現させる方法としては、アンテナ面積を大きくして、MMICチップを複数搭載することが挙げられる。ただし、この方法では、アンテナ面積の増大に伴って、ミリ波レーダ装置全体の容積が大きくなる。このため、従来の構造においては、ミリ波の送信方向の多角化と、ミリ波レーダ装置の小型化とのトレードオフが避けられない。したがって、従来のミリ波レーダ装置では、ミリ波の送信方向の多角化と、ミリ波レーダ装置の小型化の両立が困難である。

## 【0004】

本発明は上記点に鑑みて、ミリ波の送信方向の多角化と、ミリ波レーダ装置全体の小型化の両立が可能なミリ波レーダ装置およびその製造方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明のミリ波レーダ装置は、  
ケース(2)と、  
ケースの内部に収容される実装基板(4)と、  
実装基板に実装され、ミリ波を送信するアンテナ基板(10)とを備え、  
アンテナ基板は、1つ以上の屈曲部(103、104)と、屈曲部を介して互いにつながる複数の平面部(105、106、107)と、複数の平面部のそれぞれの表面上に形成されたアンテナ素子(102)とを有し、

複数の平面部の全体は、実装基板の厚さ方向で実装基板から離れる側に向かって凸形状をなしており、

ミリ波レーダ装置は、ミリ波を発振させるための高周波用部品(8)を備え、

高周波用部品は、実装基板の一面(4a)に固定されており、

アンテナ基板は、高周波用部品を覆うように、実装基板の一面に固定されている。

## 【0006】

これによれば、アンテナ基板は、アンテナ素子が形成された平面部を複数有している。複数の平面部の全体は凸形状となっている。このため、アンテナ基板が、1つの平面部のみで構成されている場合と比較して、ミリ波の送信方向の広角化を実現することができる。

## 【0007】

さらに、アンテナ基板は、1つ以上の屈曲部で屈曲した状態で、ケースの内部に収容される。このため、アンテナ素子の数を多くしても、アンテナ基板が1つの平面部のみで構成されている場合と比較して、実装基板の表面に平行な方向での寸法の大型化を抑制できる。

## 【0008】

よって、これによれば、ミリ波の送信方向の多角化と、ミリ波レーダ装置全体の小型化の両立が可能である。

## 【0011】

なお、この欄および特許請求の範囲で記載した各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1実施形態におけるミリ波レーダ装置の断面構成を示す図である。

【図2】図1のミリ波レーダ装置の分解斜視図である。

【図3】制御基板に搭載する前の状態における第1実施形態のアンテナ基板10の平面図である。

【図4】制御基板に搭載した状態における第1実施形態のアンテナ基板10およびシールド基板の断面図である。

10

【図5】第1実施形態におけるミリ波レーダ装置の製造工程を示すフローチャートである。

【図6】第1実施形態におけるミリ波レーダ装置の車両搭載状態を示す図である。

【図7】第2実施形態におけるミリ波レーダ装置の主要部を示す断面図である。

【図8】第3実施形態におけるミリ波レーダ装置の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。

【0014】

20

(第1実施形態)

図1に示す本実施形態のミリ波レーダ装置1は、車両に搭載されるものである。このミリ波レーダ装置1は、送信アンテナ部からミリ波を送信し、物標が反射したミリ波を受信アンテナ部で受信することで、物標の情報を取得する。

【0015】

本実施形態のミリ波レーダ装置1は、ケース2と、制御基板4と、制御用チップ6と、MMICチップ8と、アンテナ基板10と、シールド基板12とを備える。

【0016】

ケース2は、制御基板4、制御用チップ6、MMICチップ8、アンテナ基板10、シールド基板12等の各部品を収容する。ケース2は、図1、2に示すように、レドーム22と、ケース本体部24とを有する。レドーム22は、電磁透過性カバーである。ケース本体部24に、制御基板4が固定される。

30

【0017】

制御基板4は、図1に示すように、第1面4aと第1面4aの反対側の第2面4bとを有する。第1面4aは、レドーム22側の表面である。第2面4bは、ケース本体部24側の表面である。第1面4aに複数のMMICチップ8が実装されている。第2面4bに複数の制御用チップ6が実装されている。本実施形態では、制御基板4が実装基板に相当する。また、第1面4aが実装基板の一面に相当する。

なお、図1には、便宜的に、MMICチップ8と制御用チップ6とが、それぞれ1つずつ図示されている。制御基板4は、図2に示すように、ネジ5によってケース本体部24に固定される。

40

【0018】

制御基板4は、制御用チップ6およびMMICチップ8とともに、ミリ波レーダ装置1の作動を制御する制御回路を構成している。制御回路は、各種信号処理回路、マイクロコンピュータ、電源回路などによって構成される。MMICチップ8は、ミリ波の発振器を構成している。したがって、本実施形態では、MMICチップ8がミリ波を発振させる高周波用部品である。

【0019】

アンテナ基板10は、シールド基板12に保持された状態で、制御基板4に実装されている。アンテナ基板10は、図3に示すように、誘電体フィルム101と複数の導体パタ

50

ーン102とを有している。

【0020】

誘電体フィルム101は、樹脂材料で構成されている。誘電体フィルム101を構成する樹脂材料としては、制御基板4を構成する絶縁材料よりも誘電率が低い樹脂材料が用いられる。誘電体フィルムの比誘電率は、2～4であることが好ましい。

【0021】

複数の導体パターン102は、誘電体フィルム101の表面に形成されている。複数の導体パターン102のそれぞれが、アンテナ素子である。複数の導体パターン102のそれぞれは、矩形である。複数の導体パターン102は、後述の通り、印刷法によって形成されたものである。

10

【0022】

複数の導体パターン102の全部がアンテナ部11を構成している。複数の導体パターン102のうち誘電体フィルム101の図3中の上側半分に位置する一部が、受信アンテナ部11aを構成している。複数の導体パターン102のうち誘電体フィルム101の図3中の下側半分に位置する他の一部が、送信アンテナ部11bを構成している。

【0023】

図3の例では、受信アンテナ部11aは、4個のパッチアンテナが5列配置されたパッチアレイアンテナである。送信アンテナ部11bは、4個のパッチアンテナが16列配置されたパッチアレイアンテナである。パッチアンテナ(すなわち、アンテナ素子)の数はこれに限定されず、任意に変更可能である。

20

【0024】

シールド基板12は、電波を遮断する。シールド基板12は、アンテナ基板10を保持する保持部としても機能する。シールド基板12が、アンテナ基板10の所望形状を維持する。シールド基板12は、洋白などの金属材料で構成される。シールド基板12は、はんだ付け等によって制御基板4に固定されている。

【0025】

アンテナ基板10は、図1に示すように、シールド基板12の形状に沿って折れ曲がっている。アンテナ基板10は、第1面4aから離れる側に向かって凸となるように屈曲した形状を有している。

【0026】

図4に示すように、具体的には、アンテナ基板10は、2つの屈曲部103、104と、3つの平面部105、106、107とを有している。換言すると、アンテナ基板10は、3つの平面部105、106、107を有するように、2つの屈曲部103、104で屈曲している。より詳細には、アンテナ基板10は、第1平面部105と、第1屈曲部103を挟んで第1平面部105の隣りに位置する第2平面部106と、第2平面部106側とは反対側で、第2屈曲部104を挟んで第1平面部106の隣りに位置する第3平面部107とを有する。

30

【0027】

屈曲部103の角度は鈍角である。屈曲部103の角度とは、平面部105と平面部106との制御基板4側でのなす角度である。屈曲部104の角度は鈍角である。屈曲部104の角度とは、平面部105と平面部107との制御基板4側でのなす角度である。このため、第1平面部105の法線方向N1と、第2平面部106の法線方向N2と、第3平面部107の法線方向N3とは、互いに交差している。

40

【0028】

本実施形態では、図3に示すように、第1平面部105には、受信アンテナ部11aを構成する複数の導体パターン102と、送信アンテナ部11bを構成する複数の導体パターン102とが形成されている。第2平面部106には、送信アンテナ部11bを構成する複数の導体パターン102が形成されている。第3平面部107には、送信アンテナ部11bを構成する複数の導体パターン102が形成されている。

【0029】

50

図1に示すように、アンテナ基板10は、MMICチップ8を覆うように、制御基板4の第1面4aに配置されている。アンテナ基板10は、制御基板4に機械的および電氣的に接続されている。このため、複数の導体パターン102のそれぞれは、対応するMMICチップ8と電氣的に接続されている。アンテナ基板10の制御基板4への接続方法としては、かしめやACF接続が挙げられる。ACF接続は、異方性導電フィルム(Anisotropic Conductive Film)を用いた接続方法である。

【0030】

ミリ波レーダ装置1は、さらに、コネクタ14と、電波吸収体16と、放熱部材18とを備える。

【0031】

コネクタ14は、制御基板4と外部とを電氣的に接続するための部品である。電波吸収体16は、電波を吸収する。電波吸収体16は、シールド基板12のMMICチップ8側の表面に固定されている。放熱部材18は、制御基板4および制御用チップ6の熱を放出するための部品である。放熱部材18は、ケース本体部24に固定されている。放熱部材18は、ケース本体部24に制御基板4を固定する固定部としても機能する。

【0032】

次に、本実施形態のミリ波レーダ装置1の製造方法について説明する。

【0033】

図5に示すように、ミリ波レーダ装置1は、準備工程S1と、実装工程S2と、組み付け工程S3とを順に行うことで製造される。

【0034】

準備工程では、ケース2、制御基板4、制御用チップ6、MMICチップ8、アンテナ基板10、シールド基板12、コネクタ14、電波吸収体16、放熱部材18等の各部品を準備する。

【0035】

アンテナ基板10の準備では、図3に示すように、誘電体フィルム101の表面上に複数の導体パターン102を印刷法によって形成する。この印刷法は、導電性ナノ材料と溶媒を含む溶液(すなわち、インク)を、誘電体フィルム101の表面上に塗布し、塗布した溶液を乾燥させる方法である。このとき、導電性ナノ材料を用いることで、誘電体フィルム101の耐熱温度よりも低温で乾燥させることができる。導電性ナノ材料としては、銀ナノ材料や銅ナノ材料を用いることができる。溶媒としては、水系溶媒や有機系溶媒を用いることができる。

【0036】

実装工程では、制御用チップ6、MMICチップ8、アンテナ基板10、シールド基板12、コネクタ14等の各部品を、制御基板4へ実装する。このとき、予めシールド基板12にアンテナ基板10を固定する。アンテナ基板10およびシールド基板12がMMICチップ8を覆うように、アンテナ基板10およびシールド基板12を制御基板4の第1面4aに固定する。なお、シールド基板12を制御基板4に固定した後、アンテナ基板10をシールド基板12に搭載してもよい。その後、アンテナ基板10を制御基板4に機械的および電氣的に接続する。

【0037】

組み付け工程では、制御基板4等の各部品を、ケースへ組み付ける。これにより、図1に示すミリ波レーダ装置1が製造される。

【0038】

上述の通り、本実施形態では、アンテナ基板10は、制御基板4とは別体とされている。アンテナ基板10は、制御基板4の厚さ方向で制御基板4から離れる側に向かって凸状となるように、アンテナ基板10が2つの屈曲部103、104で屈曲して、3つの平面部105、106、107を有する構造である。3つの平面部105、106、107のそれぞれからのミリ波の送信方向は、それぞれの法線方向N1、N2、N3を含む所定角度範囲となる。すなわち、3つの平面部105、106、107のそれぞれは、それぞれ

10

20

30

40

50

の法線方向 N 1、N 2、N 3 におけるミリ波の放射強度が最大もしくはそれに近いという指向性を有している。

【 0 0 3 9 】

このため、本実施形態によれば、アンテナ基板 1 0 が、1 つの平面部のみで構成されている場合と比較して、ミリ波の送信方向の広角化を実現することができる。図 6 に示すように、本実施形態のミリ波レーダ装置 1 を車両の後方コーナー部に搭載した場合、ミリ波の送信可能範囲 R 1 を示す角度 を図 6 に示す広角度とすることが可能となる。

【 0 0 4 0 】

さらに、アンテナ基板 1 0 は屈曲している。このため、アンテナ基板 1 0 が屈曲していない場合と比較して、制御基板 4 の表面に平行な方向での寸法の拡大を抑制することができる。

10

【 0 0 4 1 】

よって、本実施形態によれば、ミリ波の送信方向の多角化と、ミリ波レーダ装置 1 全体の小型化の両立が可能となる。

【 0 0 4 2 】

ところで、従来のミリ波レーダ装置では、アンテナ素子としての複数の導体パターンが、銅箔のエッチング工程を介して形成されていた。このため、複数の導体パターンの表面粗さが大きかった。交流電流は、導体の表面を密集して流れること（すなわち、表皮効果）が知られている。このため、複数の導体パターンの通過特性が悪かった。したがって、従来のミリ波レーダ装置では、アンテナの利得が下がってしまうという課題があった。

20

【 0 0 4 3 】

これに対して、本実施形態では、複数の導体パターン 1 0 2 が、溶液を印刷する印刷法によって形成されている。これによれば、エッチング工程を介さずに、溶液の濡れ性を利用して複数の導体パターン 1 0 2 が形成される。このため、エッチング工程を介して形成する場合と比較して、複数の導体パターンの出来上がりの表面の粗さ R a を低減化することができる。よって、アンテナの利得を上げることができる。

【 0 0 4 4 】

（第 2 実施形態）

本実施形態は、MMIC チップ 8 および電波吸収体 1 6 の配置が第 1 実施形態と異なる。ミリ波レーダ装置 1 のその他の構成は第 1 実施形態と同じである。

30

【 0 0 4 5 】

図 7 に示すように、MMIC チップ 8 は、アンテナ基板 1 0 の裏面に実装されている。アンテナ基板 1 0 の裏面は、アンテナ基板 1 0 のうち複数の導体パターン 1 0 2 が形成された表面の反対側の表面である。シールド基板 1 2 は、複数の開口部 1 2 1 を有する。MMIC チップ 8 は開口部 1 2 1 の内部に位置する。

【 0 0 4 6 】

電波吸収体 1 6 は、制御基板 4 の第 1 面 4 a のうちアンテナ基板 1 0 に覆われた部位に配置されている。

【 0 0 4 7 】

本実施形態では、MMIC チップ 8 をアンテナ基板 1 0 の裏面に実装する。その一方で、電波吸収体 1 6 およびシールド基板 1 2 を制御基板 4 に搭載して固定する。その後、アンテナ基板 1 0 をシールド基板 1 2 に搭載する。このとき、MMIC チップ 8 の位置をシールド基板 1 2 の開口部 1 2 1 の位置に合わせる。その後、アンテナ基板 1 0 を制御基板 4 に機械的および電氣的に接続する。

40

【 0 0 4 8 】

アンテナ基板 1 0 は、第 1 実施形態と同じである。このため、本実施形態においても、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 4 9 】

（第 3 実施形態）

本実施形態は、アンテナ基板の構成が第 1 実施形態と異なる。

50

## 【 0 0 5 0 】

図 8 に示すように、アンテナ基板 3 0 は、平板形状である。すなわち、アンテナ基板 3 0 は、1 つの平面部のみで構成されている。アンテナ基板 3 0 は、制御基板 4 に積層されている。

## 【 0 0 5 1 】

アンテナ基板 3 0 は、誘電体フィルム 3 2 の表面 3 2 a に、複数の導体パターン 3 4 が形成されている。複数の導体パターン 3 4 は、第 1 群の導体パターン 3 4 a と、第 2 群の導体パターン 3 4 b と、第 3 群の導体パターン 3 4 c とを有する。第 2 群の導体パターン 3 4 b は、第 1 群の導体パターン 3 4 a の隣りに位置する。第 3 群の導体パターン 3 4 c は、第 2 群の導体パターン 3 4 b 側とは反対側の第 1 群の導体パターン 3 4 a の隣りに位置する。

10

## 【 0 0 5 2 】

第 1 群の導体パターン 3 4 a の天面 3 4 1 a は、誘電体フィルム 3 2 の表面 3 2 a に平行である。第 1 群の導体パターン 3 4 a の側面 3 4 2 a は、誘電体フィルム 3 2 の表面 3 2 a に垂直である。

## 【 0 0 5 3 】

第 2 群の導体パターン 3 4 b の天面 3 4 1 b は、誘電体フィルム 3 2 の表面 3 2 a に平行である。第 2 群の導体パターン 3 4 b の側面 3 4 2 b は、誘電体フィルム 3 2 の表面 3 2 a に対して傾斜している。

## 【 0 0 5 4 】

第 3 群の導体パターン 3 4 c の天面 3 4 1 c は、誘電体フィルム 3 2 の表面 3 2 a に平行である。第 3 群の導体パターン 3 4 c の側面 3 4 2 c は、誘電体フィルム 3 2 の表面 3 2 a に対して傾斜している。

20

## 【 0 0 5 5 】

第 2 群の導体パターン 3 4 b および第 3 群の導体パターン 3 4 c は、側面 3 4 2 b、3 4 2 c が斜めとなるように、印刷法によって形成される。このとき、側面 3 4 2 b、3 4 2 c の面積が、それぞれ、天面 3 4 1 b、3 4 1 c の面積よりも大きくなるように形成されることが好ましい。

## 【 0 0 5 6 】

アンテナ基板 3 0 は、複数の導体パターン 3 4 を保護する保護層 3 6 を有している。アンテナ基板 3 0 の表面に、複数の M M I C チップ 8 が実装されている。ケース 2 のうちアンテナ基板 3 0 に対向する部位に、電波吸収体 1 6 が設置されている。

30

## 【 0 0 5 7 】

本実施形態では、第 1 群の導体パターン 3 4 a の天面 3 4 1 a と、第 2 群の導体パターン 3 4 b の側面 3 4 2 b と、第 3 群の導体パターン 3 4 c の側面 3 4 2 c とが、アンテナ面として利用される。天面 3 4 1 a の法線方向と、側面 3 4 2 b の法線方向と、側面 3 4 2 c の法線方向とが、互いに交差している。このため、本実施形態においても、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

## 【 0 0 5 8 】

( 他の実施形態 )

( 1 ) 第 1、第 2 実施形態では、アンテナ基板 1 0 において、屈曲部 1 0 3、1 0 4 のそれぞれの角度は、鈍角であったが、直角であってもよい。また、屈曲部 1 0 3、1 0 4 の角度は、同じであっても異なってもよい。

40

## 【 0 0 5 9 】

( 2 ) 第 1、第 2 実施形態では、3 つの平面部 1 0 5、1 0 6、1 0 7 のそれぞれに、複数の導体パターンが形成されていたが、これに限定されない。3 つの平面部 1 0 5、1 0 6、1 0 7 のそれぞれに、導体パターンが 1 つずつ形成されていてもよい。

## 【 0 0 6 0 】

( 3 ) 第 1、第 2 実施形態では、アンテナ基板 1 0 は、2 つの屈曲部 1 0 3、1 0 4 と、2 つの屈曲部 1 0 3、1 0 4 を介して互いにつながる 3 つの平面部 1 0 5、1 0 6、1

50

07とを有していたが、これに限定されない。アンテナ基板10が有する平面部の数は、2つ、または、4つ以上でもよい。これらの場合においても、複数の平面部の全体は、制御基板の厚さ方向で制御基板から離れる側に向かって凸形状をなしていればよい。

【0061】

本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能であり、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。また、上記各実施形態は、互いに無関係なものではなく、組み合わせが明らかに不可な場合を除き、適宜組み合わせが可能である。また、上記各実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。また、上記各実施形態において、実施形態の構成要素の個数、数値、量、範囲等の数値が言及されている場合、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではない。また、上記各実施形態において、構成要素等の材質、形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に特定の材質、形状、位置関係等に限定される場合等を除き、その材質、形状、位置関係等に限定されるものではない。

10

【符号の説明】

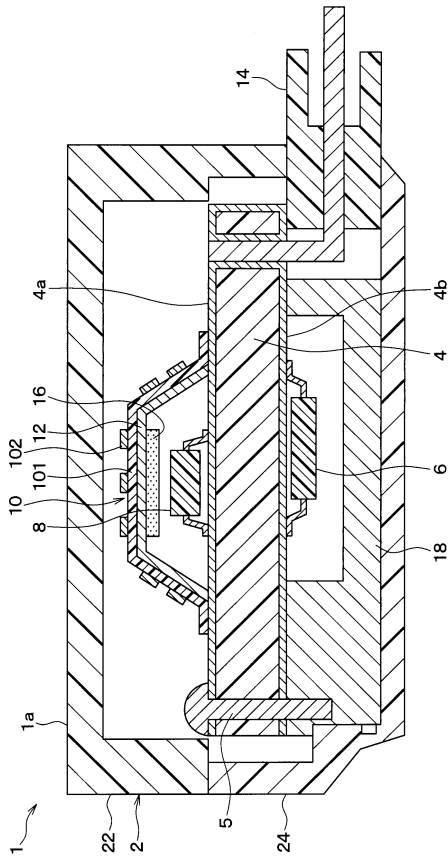
【0062】

- 1        ミリ波レーダ装置
- 2        ケース
- 4        制御基板
- 10      アンテナ基板
- 102     導体パターン
- 103     屈曲部
- 104     屈曲部
- 105     平面部
- 106     平面部
- 107     平面部

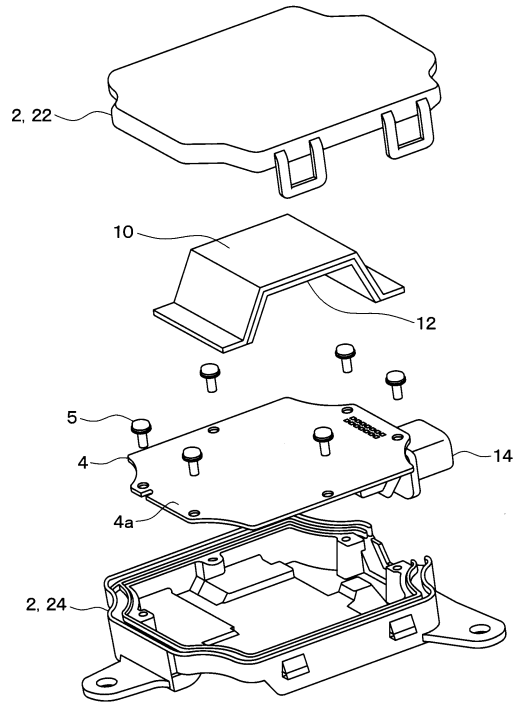
20



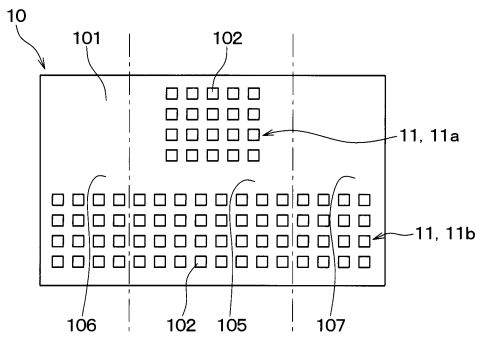
【図1】



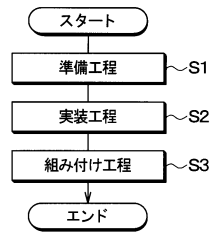
【図2】



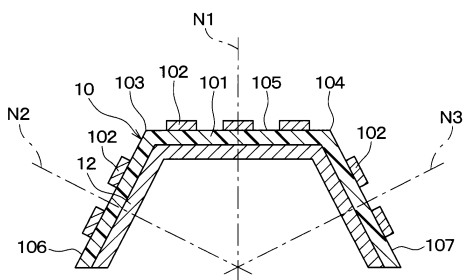
【図3】



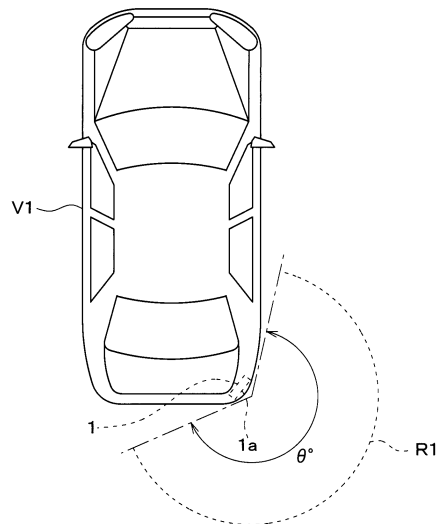
【図5】



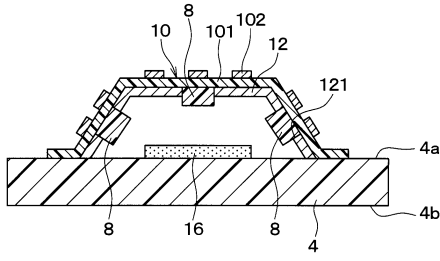
【図4】



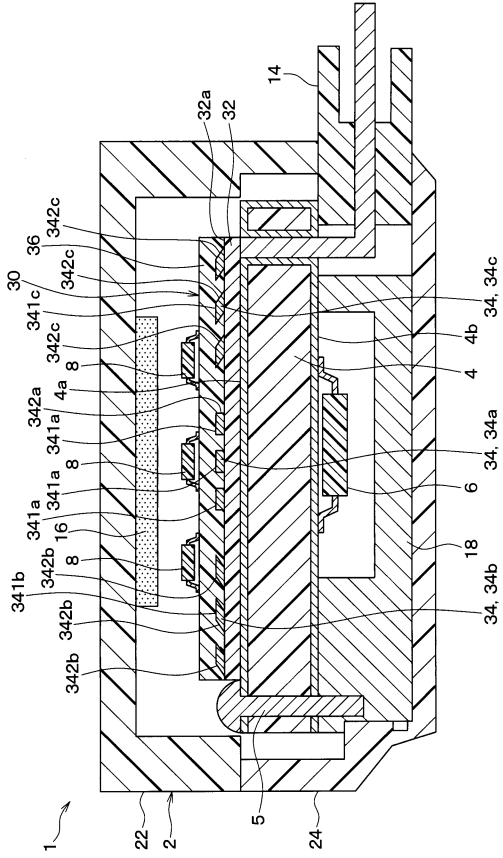
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2015-171070(JP,A)  
国際公開第2003/040754(WO,A1)  
特開2007-158352(JP,A)  
特開2012-029163(JP,A)  
米国特許出願公開第2010/0090902(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 7/42,  
G01S 13/00 - 13/95,  
H01Q 1/38,  
H01Q 21/06