

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4858559号
(P4858559)

(45) 発行日 平成24年1月18日(2012.1.18)

(24) 登録日 平成23年11月11日(2011.11.11)

(51) Int.Cl.		F I			
HO1Q	3/22	(2006.01)	HO1Q	3/22	
GO1S	7/02	(2006.01)	GO1S	7/02	F
GO1S	7/03	(2006.01)	GO1S	7/03	D

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2009-65910 (P2009-65910)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成21年3月18日 (2009.3.18)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2010-220008 (P2010-220008A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成22年9月30日 (2010.9.30)	(74) 代理人	110000578
審査請求日	平成22年7月20日 (2010.7.20)		名古屋国際特許業務法人
		(72) 発明者	中林 健人
			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	夏目 一馬
			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	渡邊 優
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーダ波を送信する送信アンテナ部、及びレーダ波を反射した物体からの反射波を受信する受信アンテナ部からなる送受信手段と、

前記送信アンテナ部に供給する送信信号を生成する信号生成手段と、

前記受信アンテナ部から供給される受信信号を処理して前記レーダ波を反射した物体に関する情報を求める信号処理手段と、

を備えたレーダ装置において、

前記送受信手段を構成する送信アンテナ部及び受信アンテナ部のいずれもが、給電線路を介して進行波給電される複数の放射素子からなるアレーアンテナからなり、該アレーアンテナは、一つ又は複数の放射素子からなる放射素子部が、予め設定された第1方向に沿って給電順に配置され、且つ、前記放射素子部間に配線される前記給電線路の経路長が、前記放射素子部間の前記第1方向の配置間隔より大きく設定され、

前記信号生成手段は、前記送信信号の周波数を調整することによって、前記送信アンテナ部及び受信アンテナ部が形成するビームの向きを前記第1方向に沿って調整する調整手段を有し、

前記給電線路はクランク状に配線され、前記第1方向に沿って2列に配置された部分線路からなる第1部分線路群と、前記第1方向とは直交する第2方向に沿って配置された部分線路からなり、前記第1部分線路群に属する部分線路間を接続する第2部分線路群とで構成され、

前記放射素子部は、複数の放射素子により構成され、

前記放射素子部を構成する各放射素子は、前記第2部分線路群を構成する部分線路に沿って配置され、該第2部分線路群から給電を受けることを特徴とするレーダ装置。

【請求項2】

レーダ波を送信する送信アンテナ部、及びレーダ波を反射した物体からの反射波を受信する受信アンテナ部からなる送受信手段と、

前記送信アンテナ部に供給する送信信号を生成する信号生成手段と、

前記受信アンテナ部から供給される受信信号を処理して前記レーダ波を反射した物体に関する情報を求める信号処理手段と、

を備えたレーダ装置において、

前記送受信手段を構成する送信アンテナ部及び受信アンテナ部のいずれもが、給電線路を介して進行波給電される複数の放射素子からなるアレーアンテナからなり、該アレーアンテナは、一つ又は複数の放射素子からなる放射素子部が、予め設定された第1方向に沿って給電順に配置され、且つ、前記放射素子部間に配線される前記給電線路の経路長が、前記放射素子部間の前記第1方向の配置間隔より大きく設定され、

前記信号生成手段は、前記送信信号の周波数を調整することによって、前記送信アンテナ部及び受信アンテナ部が形成するビームの向きを前記第1方向に沿って調整する調整手段を有し、

前記給電線路はクランク状に配線され、前記第1方向に沿って2列に配置された部分線路からなる第1部分線路群と、前記第1方向とは直交する第2方向に沿って配置された部分線路からなり、前記第1部分線路群に属する部分線路間を接続する第2部分線路群とで構成され、

前記放射素子部は、前記給電線路から分岐する分岐線路および複数の放射素子により構成され、

前記放射素子部を構成する放射素子は、該分岐線路に沿って配置され、該分岐線路から給電を受け、

前記分岐線路は、前記第2方向の一方から順次給電する構造のものと該第2方向の一方とは反対方向から順次給電する構造のものが、交互に配置されていることを特徴とするレーダ装置。

【請求項3】

前記放射素子部の前記第1方向の配置間隔は、当該アレーアンテナを介して送受信する信号の自由空間波長の半分より小さな値に設定されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のレーダ装置。

【請求項4】

前記放射素子部間の前記第1方向の配置間隔は、当該アレーアンテナに適用する使用周波数帯の中心周波数の信号の前記給電線路における線路内波長に等しく、前記放射素子部間に配線される前記給電線路の経路長である部間経路長は、該部間経路長による移相量と、前記放射素子部の特性による移相量との加算値が前記線路内波長のn倍（nは2以上の整数）となるように設定されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のレーダ装置。

【請求項5】

前記放射素子として、該放射素子からの反射により給電点にて位相遅れが生じる構造を有したものをを用いることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のレーダ装置。

【請求項6】

前記放射素子部及び前記給電線路は、基板の同一パターン層に形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のレーダ装置。

【請求項7】

前記放射素子部及び前記給電線路は、基板の互いに異なったパターン層に形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のレーダ装置。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記給電線路を形成する層の誘電率が、前記放射素子を形成する層の誘電率より大きいことを特徴とする請求項 7 に記載のレーダ装置。

【請求項 9】

前記調整手段は、前記送信信号の周波数をフィードバック制御する PLL 回路からなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかに記載のレーダ装置。

【請求項 10】

前記送受信手段を構成するアレーアンテナが、前記第 1 方向が仰角方向となるように車両に取り付けて使用されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかに記載のレーダ装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、進行波給電されるアレーアンテナを用いるレーダ装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、車両前方を車幅方向（水平方向）に沿ってレーダ波を走査し、走行経路上に存在する障害物や先行車両等を検出する車載用のレーダ装置が知られている。

また、この種のレーダ装置に使用されるアンテナの一つとして、図 8（a）に示すように、一列に配列された複数の放射素子 103 を給電線路 105 で接続してなるアレーアンテナ 101 を使用し、アレーアンテナ 101 の先端（給電端とは反対側の端部）にて反射波が生じることがないように、その一端を抵抗器で終端し他端から給電を行う、いわゆる進行波給電により動作させるもの（以下、進行波給電アンテナともいう）が知られている。

【0003】

このような進行波給電アンテナ 101 は、放射素子 103 の配列方向が垂直方向に沿うような向きにして車両に取り付けられると共に、水平面内での方位検出が可能となるように水平方向に複数個並列配置した状態で使用される。

【0004】

ところで、進行波給電アンテナ 101 では、使用周波数を変化させると、ビーム方向が放射素子 103 の配列方向に沿って変化する。即ち、図 8（b）に示すように、放射素子 103 間の配置間隔（給電線路の経路長） D と給電線路 105 での送信信号の線路内波長とが等しい場合（図では周波数 f_1 の場合）には、全ての放射素子 103 から同位相のレーダ波が放射されることになるため、ビームの向きは、放射素子 103 が配置された放射面の正面方向（チルト角 = 0° ）を向くことになる。しかし、放射素子 103 間の配置間隔（給電線路の経路長） D と送信信号の線路内波長とが異なっていると、各放射素子 103 から位相差が一定量ずつ異なったレーダ波が放射されることになるため、ビームの向きは、放射面の正面方向に対して、位相のずれ量に応じた傾き（チルト角 0° ）を有することになる。

【0005】

このため、使用周波数を変化させてもチルト角が変化しないようにするための様々な工夫が提案されている（例えば、特許文献 1 ~ 2 参照）。

また、通常、車両にレーダ装置を車両に取り付ける際には、レーダ波の放射方向、特に仰角（チルト角）を調整する必要がある。

【0006】

具体的には、ネジ等を利用して手作業で取付状態を調整する方法の他、電子的信号処理（DBF, MUSIC 等）や、誘電体レンズ、ロトマンレンズ、パトラーマトリックス等のハードウェアによって、仰角方向のビーム走査を可能とし、所望のチルト角と一致した向きを有するビームを特定して動作させる方法が知られている。しかし、この場合、回路規模が大型化したり信号の処理量が増大するという問題がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

これに対して、回路規模や信号の処理量を増大させることなく、チルト角を調整する方法として、給電周波数によってチルト角が変化することを積極的に利用して、電氣的にチルト角を調整することが考えられる（例えば、特許文献3）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開平 0 8 - 0 9 7 6 2 0 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 6 - 2 7 9 5 2 5 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 6 - 6 4 6 2 8 号 公 報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

しかし、車載用のレーダ装置のように、使用周波数帯（76GHz～77GHz）が限られている場合、その周波数帯で最大限に周波数を変化させても高々2°（±1°程度：但し、放射素子間の配置間隔を、使用する信号の1波長分の長さとした場合）程度しかチルト角を変化させることができず、十分な調整を行うことができないという問題があった。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記問題点を解決するために、装置規模や信号の処理量を増大させることなく、ビームの可変範囲を簡易に増大させることが可能なアレーアンテナを用いるレーダ装置を提供することを目的とする。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

上記目的を達成するためになされた本発明は、レーダ波を送信する送信アンテナ部、及びレーダ波を反射した物体からの反射波を受信する受信アンテナ部からなるアンテナ部と、アンテナ部に供給する送信信号を生成する信号生成手段と、アンテナ部から供給される受信信号を処理してレーダ波を反射した物体に関する情報を求める信号処理手段とを備えたレーダ装置において、アンテナ部を構成する送信アンテナ部及び受信アンテナ部のいずれもが、給電線路を介して進行波給電される複数の放射素子からなるアレーアンテナからなり、該アレーアンテナは、一つ又は複数の放射素子からなる放射素子部が、予め設定された第1方向に沿って給電順に配置され、且つ、放射素子部間に配線される給電線路の経路長が、放射素子部間の第1方向の配置間隔より大きく設定され、信号生成手段は、送信信号の周波数を調整することによって、前記送信アンテナ部及び受信アンテナ部が形成するビームの向きを前記第1方向に沿って調整する調整手段を有する。

30

【 0 0 1 2 】

このように構成されたレーダ装置では、調整手段によって送信信号の周波数を調整することによって、送信アンテナ部及び受信アンテナ部が形成するビームの向きを、第1方向に沿って任意に調整することができる。

即ち、放射素子部間を接続する給電線路を、最短距離で配線するのではなく、屈曲させて配線することによって経路長を長くしているため、アレーアンテナでは、放射素子部間の第1の方向の配置間隔を増大させることなく、大きな移相を実現することができる。

40

【 0 0 1 3 】

その結果、使用することができる周波数範囲が限られている場合でも、グレーティングを生じさせたり、装置規模を増大させたりすることなく、ビームの可変範囲を任意に設定することができる。

【 0 0 1 4 】

また、本発明のレーダ装置における給電線路は、クランク状に配線され、第1方向に沿って2列に配置された部分線路からなる第1部分線路群と、前記第1方向とは直交する第2方向に沿って配置された部分線路からなり、第1部分線路群に属する部分線路間を接続

50

する第2部分線路群とで構成されている。

【0016】

そして、特に請求項1に記載のレーダ装置では、放射素子部が複数の放射素子により構成され、その放射素子部を構成する各放射素子は、第2部分線路群を構成する部分線路に沿って配置され、該第2部分線路群から給電を受けるように構成されている。

【0019】

なお、放射素子部を構成する各放射素子は、第2部分線路群を構成する部分線路上に、該第2部分線路群の中心軸に対して線対称な位置に配置されていることが望ましい。

【0020】

即ち、特に放射素子部が複数の放射素子で構成されている場合には、周波数を変化させることによって、個々の放射素子部を見ればビームの向きが第2方向に変化する。しかし、第2部分線路群に属する部分線路の給電方向は、一つおきに反対となっているため、周波数を変化させた時にビームの向きが変化する方向も反対になる。従って、全ての放射素子部による合成されたビームの向きは、第2方向については正面方向を向くことになり、第1方向にのみビームの向きを変化させることが可能となる。

【0021】

また、この場合、どの放射素子でも信号強度が等しくなるように、放射素子のサイズは、アレーアンテナの給電点から遠ざかるほど大きなものとなるように設定されていることが望ましい。

【0022】

また、特に請求項2に記載のレーダ装置では、放射素子部は、給電線路から分岐する分岐線路および複数の放射素子により構成され、当該放射素子部を構成する放射素子は、その分岐線路に沿って配置され、その分岐線路から給電を受けるように構成され、更に、分岐線路は、第2方向の一方向から順次給電する構造のものと該第2方向の一方向とは反対方向から順次給電する構造のものが、交互に配置されている。

【0024】

このような配置とすることにより、上述した第2部分線路群を構成する部分線路から給電を受ける場合と同様に、第1方向にのみビームの向きを変化させることが可能となる。

なお、本発明において、放射素子部の第1方向の配置間隔は、当該アレーアンテナを介して送受信する信号の自由空間波長の半分より小さな値に設定されていることが望ましい。

【0025】

この場合、グレーティングによる誤検出を確実に防止することができる。

また、本発明において、放射素子部の第1方向の配置間隔は、当該アレーアンテナに適用する使用周波数帯の中心周波数の信号の給電線路における線路内波長に等しく、また、放射素子部間に配線される給電線路の経路長である部間経路長は、その部間経路長による移相量と、放射素子部の特性による移相量との加算値が線路内波長の n 倍（ n は2以上の整数）となるように設定されていることが望ましい。

【0026】

この場合、ビームの向きは、中心周波数の時に放射面の正面方向となり、基本周波数より周波数を増減させることにより、正面方向を中心として第1方向に沿ってビームの向きを変化させることができる。

【0027】

また、放射素子として、該放射素子からの反射により給電点にて位相遅れが生じる構造を有したものをを用いてもよい。

この場合、放射素子にて位相遅れが生じる分だけ、部間経路長を短縮することができるため、給電線路の配線に要するスペースを削減でき、また、部間経路長が同じであれば、ビームの向きをより大きく変化させることができる。さらに、第2方向に複数のアレーアンテナを配置する場合、その間隔を狭くすることができる。

【0028】

10

20

30

40

50

更に、本発明において、放射素子部及び給電線路は、基板（片面基板，両面基板，多層基板のいずれでもよい）の同一パターン層に形成されていてもよいし、基板（両面基板または多層基板）の互いに異なったパターン層に形成されていてもよい。

【0029】

特に、多層基板を用いた場合は、給電線路のレイアウトや給電線路から放射素子部への給電方法の自由度を向上させることができる。

また、給電線路を形成する層の誘電率が、放射素子を形成する層の誘電率より大きい基板を用いてもよい。

【0030】

この場合、給電線路を形成する層の誘電率を大きくすることによって、部間経路長を短縮することができるため、給電線路の配線に要するスペースを削減でき、また、部間経路長が同じであれば、ビームの向きをより大きく変化させることができる。さらに、第2方向に複数のアレーアンテナを配置する場合、その間隔を狭くすることができる。

10

【0033】

なお、調整手段は、送信信号の周波数をフィードバック制御するPLL回路からなることが望ましい。この場合、精度良く周波数を調整することができる。

また、本発明のレーダ装置は、アンテナ部を構成するアレーアンテナが、第1方向が仰角方向となるように車両に取り付けて使用されることが望ましい。

【0034】

この場合、レーダ装置によるビームのチルト角の調整を、手作業によらず、送信信号の周波数を調整するだけで簡単に実施することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】レーダ装置の全体構成を示すブロック図。

【図2】アレーアンテナを構成する放射素子の配置、及び給電線路の配線状態を模式的に示した説明図。

【図3】放射素子のパターンを示した説明図。

【図4】発明に係る装置と従来装置との効果の違いを示す表およびグラフ。

【図5】第2実施形態のアレーアンテナを構成する放射素子の配置、及び給電線路の配線状態を模式的に示した説明図。

30

【図6】第3実施形態のアレーアンテナを構成する放射素子の配置、及び給電線路の配線状態を模式的に示した説明図。

【図7】第4実施形態のアレーアンテナの構成を示す平面図，断面図，分解図。

【図8】従来装置の構成及び問題点を示す説明図。

【図9】第2実施形態のアレーアンテナの変形例を示す説明図。

【図10】第3実施形態のアレーアンテナの変形例を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下に本発明の実施形態を図面と共に説明する。

[第1実施形態]

40

<全体構成>

図1は、本発明を適用して構成した車載用のレーダ装置1の全体構成を示すブロック図である。

【0037】

図1に示すように、レーダ装置1は、ミリ波帯のレーダ波を送信する送信アンテナ部2と、ミリ波帯（本実施形態では76GHz～77GHz）の高周波信号Hを発生させると共に、その高周波信号Hの周波数を制御指令Cに従って制御する周波数制御部4と、周波数制御部4にて生成された高周波信号Hを電力分配して、送信アンテナ部2に供給する送信信号S及びローカル信号Lを生成する送信回路部3と、ターゲットからの反射波を受信する受信アンテナ部5と、受信アンテナ部5から供給される受信信号R_i（i=1～4）に

50

、送信回路部 3 から供給されるローカル信号 L を混合してビート信号 B_i を生成する受信回路部 6 と、受信回路部 6 にて生成されたビート信号 B_i を A/D 変換する A/D 変換部 7 と、上述の制御指令 C を周波数制御部 4 に出力すると共に、A/D 変換部 7 を介して取り込んだビート信号 B_i のサンプリングデータ D_i に基づいて、レーダ波を反射したターゲットに関する情報（相対速度、距離、方位等）を求める信号処理部 8 とを備えている。

【0038】

なお、送信アンテナ部 2 は、複数の放射素子を給電線路を介して直列接続してなるアレーアンテナ 2 1 を一本用いて構成され、一方、受信アンテナ部 5 は、同様のアレーアンテナ 5 1 を複数本（ここでは 4 本）用いて構成されている。

【0039】

また、レーダ装置 1 は、アレーアンテナ 2 1, 5 1 を構成する放射素子の配列方向が車両の上下方向、受信アンテナ部 5 を構成する複数のアレーアンテナ 5 1 の配列方向が水平方向と一致するように、車両に取り付けて使用される。

【0040】

<送信回路部及び受信回路部>

送信回路部 3 は、周波数制御部 4 から供給される高周波信号 H を電力分配する分配器と、分配器にて生成された送信信号を増幅する増幅器を備えており、この増幅器にて増幅された送信信号 S を、送信アンテナ部 2 を構成するアレーアンテナ 2 1 に供給するように構成されている。

【0041】

一方、受信回路部 6 は、受信アンテナ部 5 を構成する各アレーアンテナ 5 1 から供給される受信信号 R_i にローカル信号 L を混合するミキサ、ミキサの出力から不要な周波数成分を除去するフィルタ、フィルタの出力を増幅する増幅器を、アレーアンテナ 5 1 毎に備えており、増幅器の出力を、ビート信号 B_i として A/D 変換部 7 に供給するように構成されている。

【0042】

なお、このような機能を有する送信回路部 3 及び受信回路部 6 は周知のものであり、いずれも 1 チップの M M I C（モノリシックマイクロ波集積回路）として構成されている。

<周波数制御部>

周波数制御部 4 は、図 1（b）に示すように、高周波信号を発生させる電圧制御発振器（VCO）4 1 と、VCO 4 1 の出力、及び信号処理部 8 からの制御指令 C に従って、VCO 3 1 の発振周波数を制御する PLL（Phase Locked Loop）回路 4 3 とで構成されている。

【0043】

なお、PLL 回路 4 3 は、周波数制御部 4 が発生させる高周波信号と比較して十分に周波数の低い基準信号（数百 KHz ~ 数十 MHz 程度）を発生させる基準信号発生器 4 3 1、VCO 4 1 の出力を、制御指令 C で指定される分周比で分周した分周信号を発生させる周波数変換器 4 3 2 と、基準信号の位相と分周信号の位相とを比較し、位相差分に応じたパルス幅を有する信号を出力する位相比較器 4 3 3 と、位相比較器 4 3 3 の出力を平滑化して位相差に応じた電圧信号（VCO 4 1 の制御信号）を発生させるループフィルタ 4 3 4 とを備えた周知のものである。

【0044】

<信号処理部>

信号処理部 8 は、当該レーダ装置 1 を車両に取り付けた際に、レーダ波の仰角方向（上下方向）の向き（チルト角）を設定するチルト角調整処理と、車両の走行時にレーダ波を送受信することによって得られるサンプリングデータに基づいて、レーダ波を反射した物体に関する情報（相対速度、距離、方位等）を求める物体検出処理とを少なくとも実行する。

【0045】

<アレーアンテナ>

送信アンテナ部 2 及び受信アンテナ部 5 を構成するアレーアンテナ 2 1 , 5 1 は、いずれも同じ構成を有しているため、ここでは、アレーアンテナ 2 1 の構成についてのみ説明する。

【 0 0 4 6 】

ここで、図 2 は、アレーアンテナ 2 1 における放射素子 2 3 の配置と、給電線路 2 5 の配線状態を模式的に示した説明図である。

図 2 に示すように、アレーアンテナ 2 1 は、一列に配置された複数の放射素子 2 3 と、各放射素子 2 3 を直列接続するように配線された給電線路 2 5 とで構成されている。

【 0 0 4 7 】

なお、放射素子 2 3 は矩形状のパッチアンテナからなり、給電線路 2 5 はマイクロストリップラインからなる。

そして、アレーアンテナ 2 1 において、給電線路 2 5 の一方の端部（以下、アンテナ給電点という）2 1 a は給電に使用され、他方の端部（以下、アンテナ終端点という）2 1 b は、信号の反射が生じないようにするための抵抗器（図示せず）によって終端されている。つまり、アレーアンテナ 2 1 は、進行波給電アンテナとして構成されている。

【 0 0 4 8 】

また、給電線路 2 5 は、クランク状に屈曲した状態で配線され、放射素子 2 3 の配列方向（以下、第 1 方向とうい）に沿って、2 列（列 A , 列 B ）に配列された部分線路 2 5 a を第 1 部分線路群と、その第 1 部分線路群に属する部分線路 2 5 a 同士を接続するように、第 1 方向とは直交する方向（以下、第 2 方向という）に沿って配線された部分線路 2 5 b からなる第 2 部分線路群とを有する。

【 0 0 4 9 】

但し、各放射素子 2 3 は、第 1 部分線路群に属する部分線路 2 5 a のうち、一方の列（ここでは列 A ）を形成するグループに属する部分線路 2 5 a のそれぞれから給電を受けるように接続されている。以下では、放射素子 2 3 と給電線路 2 5 との接続点を素子給電点 P ともいう。

【 0 0 5 0 】

ここで、放射素子 2 3 の数を M、放射素子 2 3 を識別する識別子を k（但し、アンテナ給電点 2 1 a 側から順に k = 1 , 2 , 3 , ... , M）、k 番目の放射素子 2 3 と k + 1 番目の放射素子 2 3 との配置間隔を d (k) とする。ここでは、放射素子 2 3 は、一定間隔 D にて配置されているため、D = d (1) = d (2) = ... = d (M - 1) である。

【 0 0 5 1 】

具体的には、給電信号の周波数を、レーダ装置 1 による使用周波数帯（7 6 G H z ~ 7 7 G H z）の中心周波数 f₀（7 6 . 5 G H z）とし、その給電信号の給電線路 2 5 における線路内波長を g として、放射素子 2 3 の配置間隔 D は、g と一致するように設定されている。

【 0 0 5 2 】

なお、給電信号の周波数が中心周波数 f₀ である場合に、1 番目の放射素子の素子給電点 P での位相を基準位相として、k 番目の放射素子の素子給電点における給電信号の位相を P_s (k)、k 番目の放射素子の特性に基づく移相量（位相の遅延量）を P_e (k)、k 番目の放射素子と k + 1 番目の放射素子との間の給電経路長に基づく移相量を P_l (k) とすると、k 番目と k + 1 番目の放射素子の素子給電点間における給電信号の位相差 P は、(1) に示す関係を有する。

【 0 0 5 3 】

【 数 1 】

$$\begin{aligned} \Delta P &= P_s(k+1) - P_s(k) \\ &= P_e(k) + P_l(k) \end{aligned} \quad (1)$$

そして、給電信号の周波数が中心周波数 f₀ である場合に、この位相差 P が 2 n [

10

20

30

40

50

rad] (nは自然数)となるように、k番目とk+1番目の放射素子の素子給電点間の給電経路長DLを(2)式から求める。

【0054】

【数2】

$$DL = \frac{Pl(k)}{2\pi} \times \lambda g \quad (2)$$

$$\text{但し、} Pl(k) = 2n\pi - Pe(k)$$

なお、本実施形態では、位相差 $P = 6$ (即ち、 $n = 3$)となるように設計されている。 10

【0055】

つまり、レーダ波のビームの向きは、給電信号の周波数を中心周波数 f_0 とした場合に、アレーアンテナ21の形成面に対する法線方向となり、中心周波数 f_0 より周波数を低くする(波長 g が長くなる)ほど、第1方向に沿ってアンテナ給電点21a側に傾斜し、逆に中心周波数 f_0 より周波数を高くする(波長 g が短くなる)ほど、第1方向に沿ってアンテナ終端点21b側に傾斜することになる。

【0056】

従って、信号処理部8が実行する調整処理では、給電信号の周波数を変化させる制御、即ち、所望の周波数に応じた分周数を設定する制御を行うことになる。 20

但し、放射素子23として、図3(a)に示すように、放射素子23から素子給電点Pへの反射が小さくなる構造を有したものをを用いた場合、(2)式から給電経路長DLを算出する時には、 $Pe(k) = 0$ とすればよい。一方、図3(b)に示すように、放射素子23から素子給電点Pへの反射が大きくなる構造を有したものをを用いた場合、 $Pe(k) = 0$ であるため、給電経路長DLは、 $Pe(k) = 0$ の場合より短くなる。

【0057】

<比較>

ここで、図4(a)は、放射素子の配置間隔 $D = g$ とし、放射素子間を接続する給電線路を最短距離で配線(即ち給電経路長 $DL = g$)とした従来装置、及び本発明に係るレーダ装置1(給電経路長 $DL = 3g$)について、給電信号の周波数を変化させた時に生じるk番目、k+1番目、k+2番目の放射素子23の素子給電点Pでの位相を、k番目を基準($Ps(k) = 0$)として示した表である。 30

【0058】

また、図4(b)(c)は、給電信号の周波数に対するチルト角の変化を示すグラフであり、(b)が本発明に係るレーダ装置1、(c)が従来装置である。

図4(a)からは、周波数を変化させた場合に、各素子給電点Pでの位相が、給電経路長DLの両者間の比に比例して、レーダ装置1では従来装置と比較して3倍変化することがわかる。

【0059】

また、これに伴って、給電信号の周波数を使用周波数帯(76GHz~77GHz)の全体に渡って変化させた時に、従来装置では、図4(c)に示すように、 $\pm 1^\circ$ (但し、中心周波数 $f_0 = 76.5$ GHzの時を 0° とする)程度、合計 2° 程度しか変化しなかったものが、レーダ装置1では、図4(b)に示すように、 $\pm 3^\circ$ 程度、合計 6° 程度変化することがわかる。 40

【0060】

<効果>

以上説明したように、レーダ装置1では、送信アンテナ部2及び受信アンテナ部5を、進行波給電される一又は複数本のアレーアンテナ21, 51により構成し、各アレーアンテナ21, 51において、放射素子23間の給電線路25を、最短距離ではなく迂回させて配線している。 50

【 0 0 6 1 】

従って、レーダ装置 1 によれば、放射素子 2 3 の配置間隔 D を増大させることなく、給電線路長 DL (ひいては移相量) を増大させることができる。その結果、給電信号の周波数の変化に対してビームの向きが変化する割合を大きくすることができるため、使用周波数範囲が限られている場合でも、装置規模を増大させたりすることなく、ビームの変換範囲を十分に確保することができる。

【 0 0 6 2 】

[第 2 実施形態]

次に第 2 実施形態について説明する。

< 構成 >

本実施形態では、送信アンテナ部 2 及び受信アンテナ部 5 を構成するアレーアンテナ 1 2 1 の構成が異なっているだけであるため、この構成の相違する部分を中心に説明する。

【 0 0 6 3 】

図 5 (a) は、本実施形態におけるアレーアンテナ 1 2 1 の放射素子 2 3 の配置および給電線路 2 5 の配線状態を模式的に示した説明図である。

図示されているように、給電線路 2 5 は、第 1 実施形態における給電線路 2 5 と同様の構成を有している。

【 0 0 6 4 】

そして、第 1 実施形態では、放射素子 2 3 は、第 1 方向に沿って 1 列に配置され、第 1 部分線路群を構成する部分線路 2 5 a のうち、一方の列 A 上の部分線路 2 5 a から給電を受けるように接続されているが、本実施形態では、放射素子 2 3 は、第 2 方向に沿って 2 列に配置され、第 1 部分線路群に属する部分線路 2 5 a の両方の列 A , B から、それぞれ給電を受けるように接続されている。

【 0 0 6 5 】

但し、各放射素子 2 3 は、その放射素子 2 3 の素子給電点 P での移相量が、アンテナ給電点 2 1 a に最も近い放射素子 2 3 の素子給電点 P での移相を基準として該放射素子 2 3 からの第 1 方向に沿った距離に比例して増大するように配置されている。

【 0 0 6 6 】

< 作用効果 >

このように構成されたアレーアンテナ 1 2 1 を用いて送信アンテナ部 2 及び受信アンテナ部 5 が構成された本実施形態のレーダ装置 1 によれば、第 1 実施形態のものと同様の効果を得ることができるだけでなく、図 5 (b) に示すように、放射素子 1 0 3 間を接続する給電線路 1 0 5 が直線状に配線されたアレーアンテナを 2 列並列に設けたものと同等の放射強度を確保することができる。

【 0 0 6 7 】

< 変形例 >

本実施形態では、第 1 部分線路群に属する部分線路 2 5 a の列 B から給電を受ける放射素子 2 3 を、給電線路の外側 (図中では列 B の左側) に配置したが、図 9 に示すように、給電線路の内側 (図中では列 B の右側) に配置してもよい。同様に、部分線路 2 5 a の列 A から給電を受ける放射素子 2 3 を、給電線路の外側 (図中では列 A の右側) ではなく、給電線路の内側 (図中では列 A の左側) に配置してもよい。

【 0 0 6 8 】

[第 3 実施形態]

次に第 3 実施形態について説明する。

< 構成 >

本実施形態では、送信アンテナ部 2 及び受信アンテナ部 5 を構成するアレーアンテナ 2 2 1 の構成が異なっているだけであるため、この構成の相違する部分を中心に説明する。

【 0 0 6 9 】

図 6 (a) は、本実施形態におけるアレーアンテナ 2 2 1 の放射素子 2 3 の配置および給電線路 2 5 の配線状態を模式的に示した説明図である。

10

20

30

40

50

図示されているように、本実施形態では、アレーアンテナ 2 2 1 の給電線路 2 5 は、第 1 実施形態の場合と同様にクランク状に配線されている。但し、第 1 部分線路群に属する各部分線路 2 5 a の長さが g に、第 2 部分線路群に属する各部分線路 2 5 b の長さが $3g$ に設定されている。

【 0 0 7 0 】

そして、第 2 部分線路群に属する部分線路 2 5 b のそれぞれには、複数（ここでは 4 個）の放射素子 2 3 からなる放射素子部 1 2 3 が接続されている。また、放射素子部 1 2 3 を構成する各放射素子 2 3 は、部分線路 2 5 b の中心軸に対して線対称となるように配置されている。

【 0 0 7 1 】

つまり、ここでは、放射素子 2 3 は、第 1 方向に沿って 4 列に配置されたものとなる。
< 作用効果 >

このように構成されたアレーアンテナ 2 2 1 では、第 2 部分線路群に属する部分線路 2 5 b は、第 1 方向に沿った配列順に従って交互に給電方向が逆向きとなる。従って、放射素子部 1 2 3 は、自身が接続された部分線路 2 5 b の給電方向によって二つのグループに分けることができる。

【 0 0 7 2 】

そして、給電信号の周波数を変化させた場合、放射素子部 1 2 3 により形成されるビームの向きは、両グループとも第 2 方向に沿って変化するが、その変化する向きは両グループで反対方向となり、且つ、その変化量は同じ大きさとなる。従って、両グループのビームを合成した合成ビームは、第 2 方向への傾きが相殺され正面を向くことになる。

【 0 0 7 3 】

また、第 1 方向に沿って並んだ各放射素子部 1 2 3 間の給電経路長は、平均 $4g$ となるため、給電信号の周波数を変化させた時に、各放射素子部 1 2 3 が形成するビームの第 1 方向に沿った向きは、いずれも同じ方向に同じ大きさだけ変化する。

【 0 0 7 4 】

従って、本実施形態のレーダ装置 1 によれば、第 1 実施形態のものと同様の効果を得ることができるだけでなく、図 6 (b) に示すように、放射素子 1 0 3 間を接続する給電線路 1 0 5 が直線状に配線されたアレーアンテナを 4 列並列に設けたものと同等の放射強度を確保することができる。

【 0 0 7 5 】

< 変形例 >

なお、本実施形態では、放射素子部 1 2 3 を複数の放射素子 2 3 で構成したが、これを単一の放射素子 2 3 で構成してもよい。

【 0 0 7 6 】

この場合、各部分線路 2 5 b 毎に設けられた放射素子 2 3 は、一列に並ぶように配置してもよいが、図 1 0 (a) に示すように、給電方向が異なる部分線路 2 5 b に設けられた放射素子 2 3 毎に、異なる列を構成するように配置してもよい。

【 0 0 7 7 】

いずれにしても、各放射素子 2 3 は、その放射素子 2 3 の素子給電点での移相量が、アンテナ給電点 2 1 a に最も近い放射素子 2 3 の素子給電点での移相量を基準として該放射素子 2 3 からの第 1 方向に沿った距離に比例して増大するように配置されていればよい。

【 0 0 7 8 】

また本実施形態では、放射素子部 1 2 3 を構成する各放射素子 2 3 は、部分線路 2 5 b から直接給電を受けるように接続されているが、図 1 0 (b) に示すように、単一の放射素子 2 3 からなる放射素子部 1 2 3 を接続する場合に素子給電点となる部位から分岐し、第 2 部分線路群に属する部分線路 2 5 b に沿って配線された分岐線路 1 2 5 を設けると共に、放射素子部 1 2 3 を構成する各放射素子 2 3 を、この分岐線路 1 2 5 に沿って配置し、且つ分岐線路 1 2 5 から給電を受けるように構成してもよい。

【 0 0 7 9 】

10

20

30

40

50

[第 4 実施形態]

次に第 4 実施形態について説明する。

< 構成 >

本実施形態では、送信アンテナ部 2 及び受信アンテナ部 5 を構成するアレーアンテナ 3 2 1 の構成が異なっているだけであるため、この構成の相違する部分を中心に説明する。

【 0 0 8 0 】

図 7 は、本実施形態におけるアレーアンテナ 3 2 1 の構成を示すものであり、(a) は平面図、(b) は断面図、(c) は分解図である。

図 7 に示すように、アレーアンテナ 3 2 1 は、一方の面に正方形形状のパターンからなる複数の放射素子 2 3 が第 1 方向に沿って一列かつ等間隔に形成された片面誘電体基板 9 0 a と、一方の面にクランク状に配線された給電線路 2 5、他方の面にグランド面 2 7 及び給電スロット 2 9 が形成された両面誘電体基板 9 0 b とを、ボンディングフィルム 9 0 c を介して接着してなる多層基板 9 0 によって構成されている。

10

【 0 0 8 1 】

なお、給電スロット 2 9 は、グランド面 2 7 に形成された長方形の開口であり、放射素子 2 3 と対向し且つ放射素子 2 3 の対角線に沿って配置されている。また、給電線路 2 5 の形成面には、給電スロット 2 9 の開口とほぼ同じ大きさのパターン 2 6 が、放射素子 2 3 の対角線に沿い、且つ、給電スロット 2 9 とは交差するように形成されている。更に、パターン 2 6 は、第 2 部分線路群に属する部分線路 2 5 b に接続されている。つまり、放射素子 2 3 は、部分線路 2 5 b からパターン 2 6、給電スロット 2 9 を介して給電を受けるように構成されている。

20

【 0 0 8 2 】

< 効果 >

このように構成されたアレーアンテナ 3 2 1 は、多層基板 9 0 を用いて構成され、しかも放射素子 2 3 と給電線路 2 5 とが互いに異なる層に形成されているため、給電線路 2 5 の配線パターンの自由度を向上させることができる。

【 0 0 8 3 】

[他の実施形態]

上記実施形態では、全ての放射素子 2 3 の配置間隔を一定とし、全ての放射素子 2 3 間の配線経路長も一定としたが、基準となる放射素子 2 3 からの第 1 方向に沿った距離に比例して移相量が変化するように設計されていれば、放射素子 2 3 の配置間隔や放射素子 2 3 間の配線経路長は全てが同じ長さでなくてもよい。

30

【 0 0 8 4 】

上記実施形態では、放射素子 2 3 の配置間隔を中心周波数 f_0 の線路内波長 g に設定したが、中心周波数 f_0 の自由空間波長 $\lambda_0 / 2$ より小さく設定することが望ましい。この場合、グレーティングによる影響を確実に除去することができる。

【 0 0 8 5 】

上記実施形態では、送信アンテナ部 2 を構成するアレーアンテナ 2 1 と、受信アンテナ部 5 を構成するアレーアンテナ 5 1 とは同一構造のものを用いていたが、構造の異なるものを用いてもよい。例えば、受信アンテナ部 5 では、第 1 実施形態のアレーアンテナ 5 1 (即ち 2 1) を使用し、送信アンテナ部 2 では、第 2 実施形態や第 3 実施形態のアレーアンテナ 1 2 1、2 2 1 を使用してもよい。但し、送信アンテナ部 2 と受信アンテナ部 5 とで、周波数を変化させた時のチルト角の変化が同じとなるようにすることが望ましい。

40

【 0 0 8 6 】

なお、給電線路 2 5 における移相を大きくする手法として、スローウェーブ構造 (例えば、特開 2 0 0 7 - 3 0 6 2 9 0 号公報参照) を用いてもよい。

【 符号の説明 】

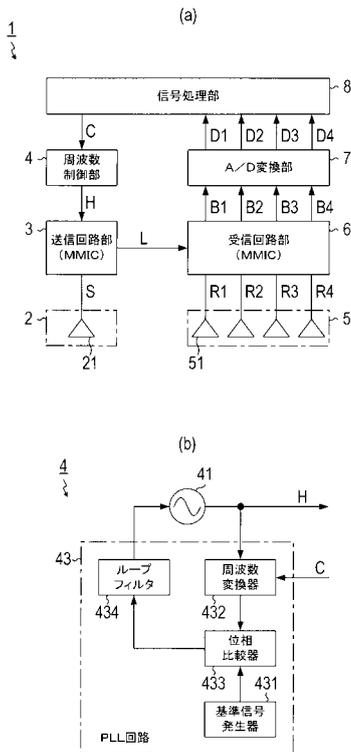
【 0 0 8 7 】

1 ... レーダ装置 2 ... 送信アンテナ部 3 ... 送信回路部 4 ... 周波数制御部 5 ... 受信アンテナ部 6 ... 受信回路部 7 ... A / D 変換部 8 ... 信号処理部 2 1, 5 1, 1 2 1

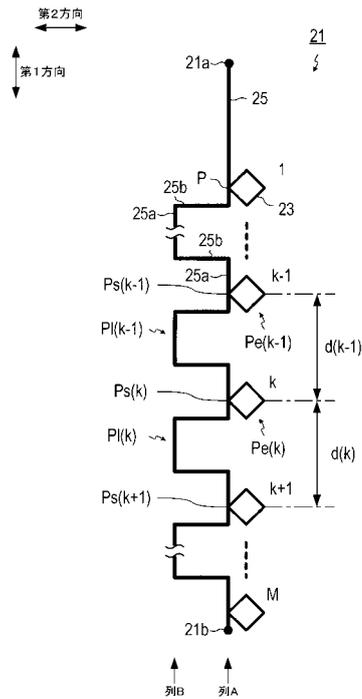
50

, 2 2 1 , 3 2 1 ... アレーアンテナ 2 3 ... 放射素子 2 5 ... 給電線路 2 6 ... パターン
 2 7 ... グランド面 2 9 ... 給電スロット 4 1 ... 電圧制御発振器 4 3 ... PLL回路
 9 0 ... 多層基板 1 2 3 ... 放射素子部 1 2 5 ... 分岐線路 4 3 1 ... 基準信号発生器 4
 3 2 ... 周波数変換器 4 3 3 ... 位相比較器 4 3 4 ... ループフィルタ

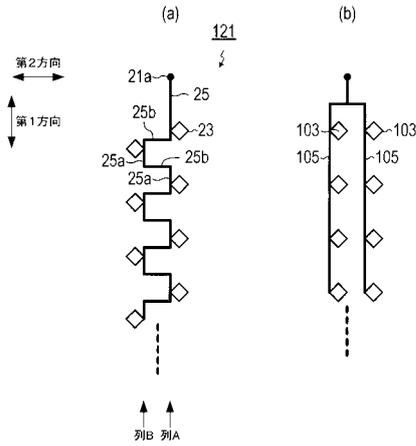
【図1】



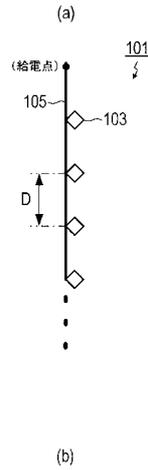
【図2】



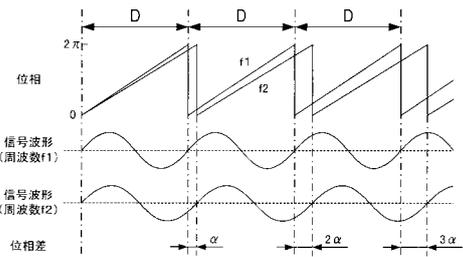
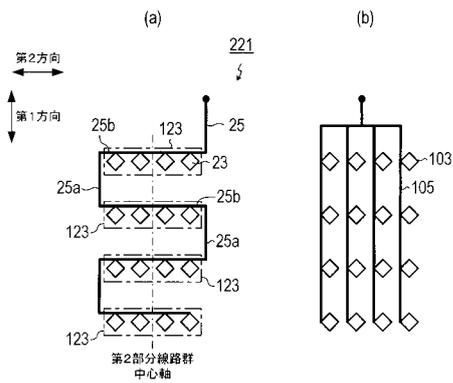
【 図 5 】



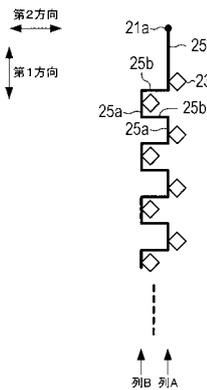
【 図 8 】



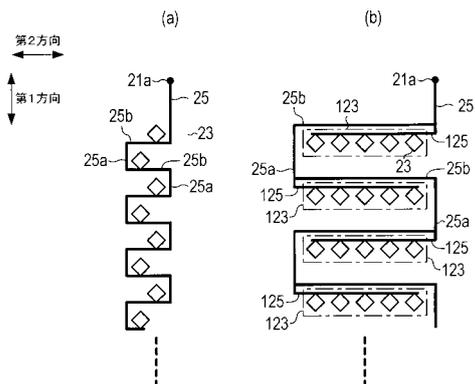
【 図 6 】



【 図 9 】

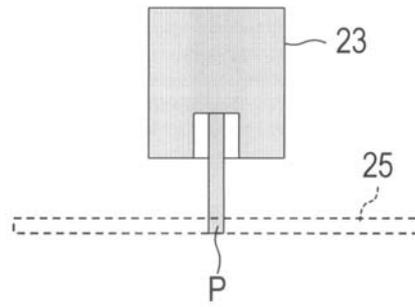


【 図 10 】

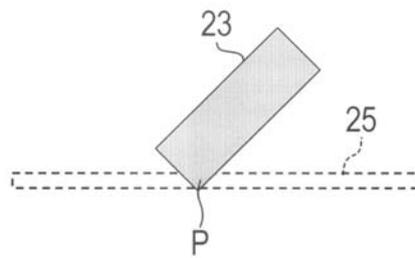


【 図 3 】

(a)



(b)

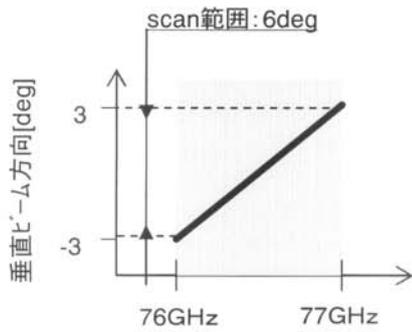


【 図 4 】

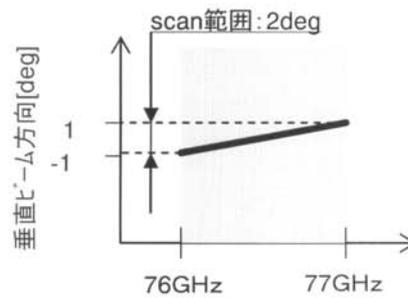
(a)

	周波数[Ghz]	k を基準とした位相[deg]			ビーム方向
		k	k+1	k+2	
従来	76	0	50	100	-1
	76.5	0	0	0	0
	77	0	-50	-100	1
本発明	76	0	150	300	-3
	76.5	0	0	0	0
	77	0	-150	-300	3

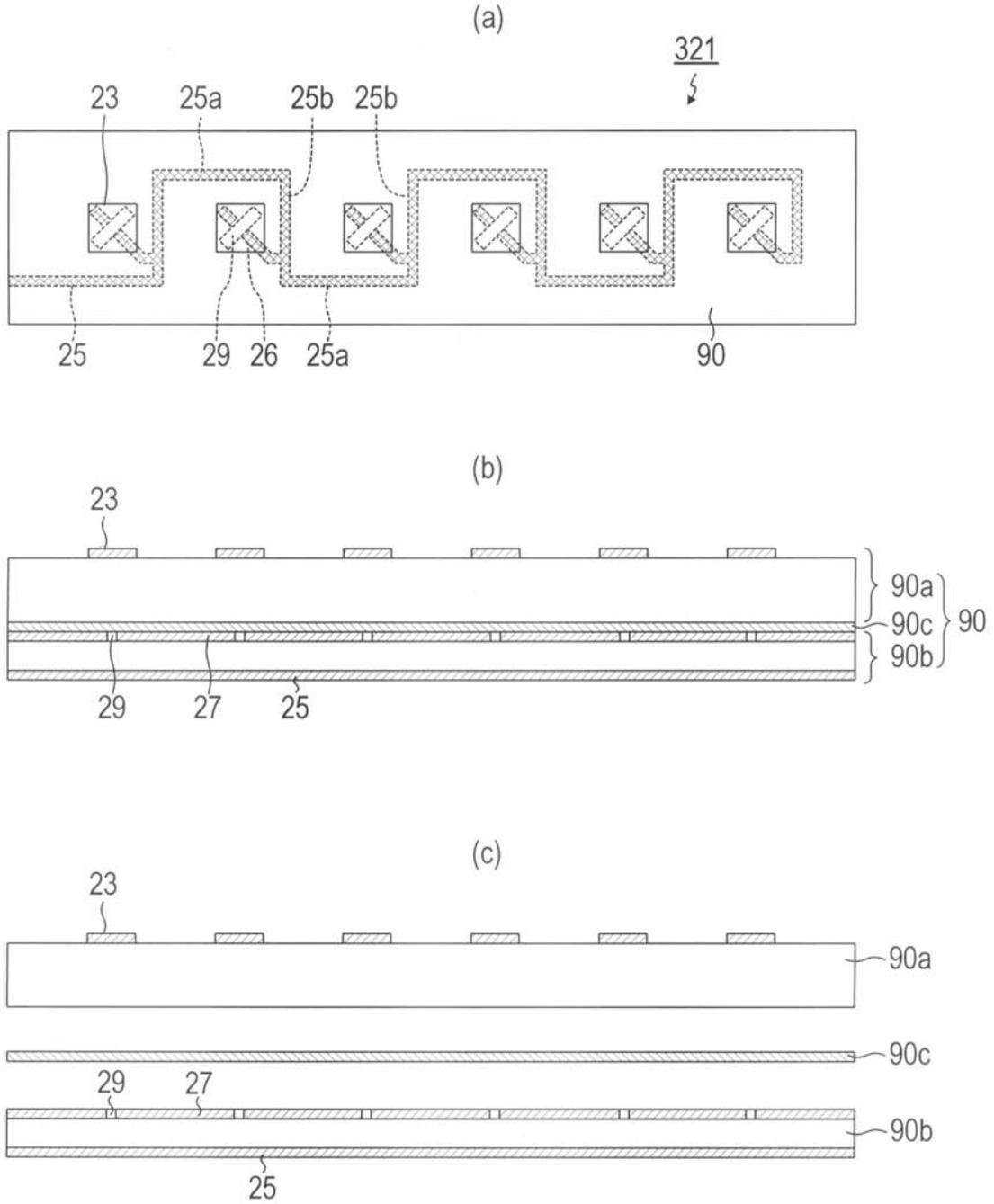
(b)



(c)



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 孝谷 卓哉
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 吉村 美香

(56)参考文献 特開平08-274529(JP,A)
特開平07-086826(JP,A)
特開2001-044752(JP,A)
特開平08-186436(JP,A)
特開平06-112725(JP,A)
特開2008-014643(JP,A)
特開2008-151583(JP,A)
特表2003-532319(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q	3/22
G01S	7/02
G01S	7/03
H01Q	21/08
H01Q	13/08