

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4456998号
(P4456998)

(45) 発行日 平成22年4月28日 (2010.4.28)

(24) 登録日 平成22年2月12日 (2010.2.12)

(51) Int. Cl.	F 1				
GO 1 S 13/60	(2006.01)	GO 1 S	13/60	C	
GO 1 P 3/36	(2006.01)	GO 1 P	3/36	Z	
GO 1 S 7/03	(2006.01)	GO 1 S	7/03	Q	

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2004-378770 (P2004-378770)	(73) 特許権者	509186579
(22) 出願日	平成16年12月28日 (2004.12.28)		日立オートモティブシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2006-184144 (P2006-184144A)		茨城県ひたちなか市高場2520番地
(43) 公開日	平成18年7月13日 (2006.7.13)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成19年5月29日 (2007.5.29)		弁理士 井上 学
		(72) 発明者	永作 俊幸
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	近藤 博司
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	篠田 博史
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 速度センサおよびそれを用いた対地車速センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

移動可能な物体に設置されるよう構成された速度センサであって、
波動の性質を有する送信信号を生成し、該送信信号が対象物により反射することによって生じる反射信号を受信し、受信した前記反射信号と前記送信信号とから、前記移動可能な物体と前記対象物との間の相対速度を算出するのに必要な信号を生成して出力するセンサ回路部と、

該センサ回路部により生成された送信信号の放射角度を変更するためのレンズとを具備して成り、

前記センサ回路部は、基板と、該基板に搭載された集積回路装置と、該集積回路装置と電氣的に接続され、前記送信信号を放射する送信アンテナと、前記集積回路装置と電氣的に接続され、前記反射信号を受信するための受信アンテナとを具備して成り、

前記送信信号は電磁波であり、前記レンズは前記電磁波の焦点距離を変更可能に構成された誘電体レンズであり、

前記誘電体レンズは、第1の誘電体レンズと、該第1の誘電体レンズとは別体として設けられた第2の誘電体レンズとを含んで構成され、

前記第1および第2の誘電体レンズのうち少なくとも一方の前記速度センサ内における位置を調整する調整機構を更に具備して成り、

前記送信信号はビーム形状を成し、該ビーム形状は、前記対象物近傍でのビーム幅が前記速度センサの前記送信信号を放射するための放射口近傍でのビーム幅と比べてほぼ等し

10

20

いかまたは小さくなるように前記レンズによって形成され、

前記送信信号は、前記移動可能な物体の前記対象物に対する相対速度方向と所定の角度を成す方向に前記放射口から放射され、前記所定の角度は、0度より大きく90度より小さいかまたは90度より大きく180度より小さいかのいずれかの任意の角度であり、

前記送信アンテナおよび前記受信アンテナのうちの少なくとも一方は、前記センサ回路部を構成する能動回路と共に同一の半導体基板上にモノリシックに形成され、

前記半導体基板は樹脂モールドパッケージにより実装され、

前記第1の誘電体レンズは、前記樹脂モールドパッケージ上に一体形成されていることを特徴とする速度センサ。

【請求項2】

請求項1において、

前記電磁波はマイクロ波帯からミリ波帯域の電磁波であることを特徴とする速度センサ。

【請求項3】

請求項1または2のいずれかにおいて、

前記送信アンテナおよび前記受信アンテナのうちの少なくとも一方は、パラボラ形状の側壁を具備して成る

ことを特徴とする速度センサ。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれかにおいて、

前記対象物と前記速度センサとの間の距離に関する情報を含んだ信号に基づいて前記調整機構を制御する制御装置を更に具備して成る

ことを特徴とする速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電磁波を放射し、その電磁波が対象物により反射された反射信号を受信することで、対象物との相対速度を検出する速度センサに関し、特に、地面からの反射波を受信することで、地面との速度を検出する対地車速センサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、対象物との相対速度を検出する速度センサとして、ドップラーセンサを利用したものが知られている。これは、電磁波や超音波を対象物に照射し、その反射波を受信することで、対象物との相対速度により生じるドップラー効果を利用するものである。その一例として、ドップラーセンサにより得られる対地車速値を、車両の重心回りの角速度に基づいて補正する車速検出装置があった（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

また、従来、正確な車速を検出する目的で、超音波信号を超音波送信器から路面に送波し、その反射波を超音波受波器で受波して、その受波した信号を増幅し、その増幅信号から反射波周波数を得る車載用超音波計測装置において、超音波送波器から路面に送波する超音波を路面上で収束させるものがあった（例えば、特許文献2参照）。

【0004】

また、従来、レーダセンサとして、発振器や混合器等の能動回路とアンテナとを同一の半導体基板上に一体形成して単一または複数のMMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit) チップに構成し、そのMMICチップを樹脂パッケージで封止すると共に、アンテナの上方に誘電体レンズを装着し、レンズと樹脂パッケージとを金型により一体形成して低コスト化を図るものがあった（例えば、特許文献3参照）。

【0005】

【特許文献1】特開平9-264952号公報

【0006】

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開平7 - 260931号公報

【特許文献3】特開2003 - 315438号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の発明者らは、本発明に先立って、速度センサおよびそれを対地車速センサに応用する技術について検討を行い、上記の従来技術文献を独自に抽出した。その結果、特許文献1および2に開示された技術には以下の問題点が存在することを、本発明の発明者らは独自に見出した。以下、その内容を詳細に説明する。

【0008】

特に近年では、電磁波の中でもマイクロ波やミリ波を用いた速度センサが多く利用されている。この速度センサにおいて、特に地面との相対速度、すなわち、対地速度を測定するものがある。この速度センサは、例えば図2に示すように電磁波をある角度 θ をもって地面に照射し、地面からの反射波を受信することで対地速度を検出する。このとき、反射波の周波数は、ドップラー効果により照射した信号の周波数に対して次式〔数1〕で示す周波数 f_d だけシフトする。

【0009】

【数1】

$$\text{数1} \quad f_d = \frac{2v \cos \theta}{c} f_0$$

【0010】

上式において、 f_0 は照射した信号の周波数、 v は対地速度、 c は光速を示している。したがって、この受信信号にFFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) 等の信号処理を施すことで受信信号の周波数成分から f_d を算出し、さらに上記〔数1〕を用いて f_d から対地速度 v を算出することができる。

【0011】

このようなドップラーセンサを利用した例として、特許文献1に開示されるドップラーセンサにより得られる対地車速値を、車両の重心回りの角速度に基づいて補正する車速検出装置が知られているが、以下の問題点が存在する。

【0012】

実際に放射される電磁波には、図2に示すようなある程度の広がりが存在する。仮に、この広がりより、電磁波と地面とのなす角が最大 θ_1 、最小 θ_2 であったとする。このとき、ドップラー効果による反射波の周波数シフト量も、上記〔数1〕における θ が θ_1 、 θ_2 の範囲内で変化する(ばらつく)ことに伴ってばらつきを持つことになる。このばらつきにより、最終的に検知される出力周波数は、この広がり範囲内で不確定性を持つことになる。すなわち、これを元に算出される対地速度も、同様に不確定性を持つため、これが検知誤差となって出力されるという問題があった。

このばらつきにより、最終的に検知される出力周波数は、この広がり範囲内で不確定性を持つことになる。すなわち、これを元に算出される対地速度も、同様に不確定性を持つため、これが検知誤差となって出力されるという問題があった。

【0013】

上記特許文献2が開示する構成は、特に冠水路面を走行する車両が路面から巻き起こす水飛沫の影響で車速検知誤差が生じるのを防止するために、路面に送波する超音波を路面上で収束させ、路面上に超音波ビームスポットを形成するものである。この構成は、ほぼ鉛直方向に、路面にスポットを形成するような形状の超音波信号を送信し、路面により反射された超音波信号を受信する構成であるが、このとき、路面上のスポットを第二の超音波放射源とみなしたとき、この放射源からの超音波信号のサイドローブを受信することで速度検出するものである。しかし、この構成では、サイドローブからの信号を利用するため、最もエネルギーレベルの大きい中心方向成分の信号を利用できず、センサの感度が小さくなるという問題があった。また、同文献の図2に開示されるようにスポットから超音波受波器R1、R2へ向かう方向と車両の走行方向との成す角を θ としたとき、実際に計測される速度は、車両の対地走行速度 v に対して、 $v \times \cos \theta$ として計測されるため、

10

20

30

40

50

速度分解能を向上させるためには を小さくする必要があるが、同文献が開示している構成では、サイドローブからの信号を受波して速度検知に利用することから、 がサイドローブの発生する角度に限定される。ここで、サイドローブの発生する角度がほぼ一定であることから、 もほぼ一定の値を取ることになり、可変にすることができない。例えば、比較的信号レベルの大きい第一サイドローブレベルを利用する場合、同文献の図2に開示されるように、その第一サイドローブが発生する角度に が決まってしまう。そのため、十分に速度分解能を向上させることができないという問題があった。そればかりでなく、車高の異なる種々の車両に同文献の計測装置構成を適用しようとすると、第一サイドローブが発生する角度に が決まってしまうため、車高すなわち超音波ビームスポットSPと超音波送波器UTとの距離の変化に応じて、UTを通る中心軸から超音波受波器R1、R2までの距離Lを変化させる必要がある。つまり、車高の変動に応じて計測装置自体のサイズを変更する必要が生じるという問題があった。

10

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の速度センサおよびそれを用いた対地車速センサの中から代表的なものの一例を概略的に示せば、以下ようになる。

まず、本発明の速度センサは、移動可能な物体に設置されるよう構成され、波動の性質を有する送信信号を放射し、その送信信号が対象物により反射することによって生じる反射信号を受信し、受信した反射信号と送信信号とから、上記の移動可能な物体と上記の対象物との間の相対速度を算出するのに必要な信号を生成して出力することを特徴とする。ここで、送信信号はビーム形状を成し、そのビーム形状は、対象物近傍でのビーム幅が速度センサの送信信号を放射するための放射口近傍でのビーム幅と比べてほぼ等しいかまたは小さくなるように形成される。さらに、送信信号は、移動可能な物体の対象物に対する相対速度方向と所定の角度を成す方向に放射口から放射され、その所定の角度は、0度より大きく90度より小さいかまたは90度より大きく180度より小さいかのいずれかの任意の角度である。

20

【0015】

また、本発明の速度センサを用いた対地車速センサは、ビーム発生部から地面に向けて放射したビームの周波数と、ビームが地面にて反射することにより発生する反射ビームの周波数とから、地面上を走行し且つビーム発生部が取り付けられた車両の対地走行速度を検知するために以下の構成を有することを特徴とする。まず、ビームの形状は、地面近傍でのビーム幅がビーム発生部のビームを放射するための放射口近傍でのビーム幅と比べてほぼ等しいかまたは小さくなるように形成されている。さらに、そのビームは、車両の地面に対する相対速度方向と所定の角度を成す方向に放射口から放射される。ここで、所定の角度は、0度より大きく90度より小さいかまたは90度より大きく180度より小さいかのいずれかの任意の角度である。

30

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、放射する電磁波をビーム形状に形成して速度検知に用いるため、速度センサの検知誤差を低減できるという効果がある。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本発明の速度センサおよびそれを用いた対地車速センサは、速度誤差の原因となる放射電磁波の広がりを抑制するために、センサから放射される電磁波の集光を行うと共に、所定のセンサ感度における最良の速度分解能を実現するために、センサの電磁波放射方向が車両の速度方向と所定の角度を成すように速度センサを配置することを特徴とする。

【0018】

一般的に、センサより放射される電磁波は、センサから遠方になるにしたがって、その広がりが大きくなる形状になるが、本発明では、センサ近傍での電磁波の広がりすなわちビーム幅に比して、測定する対象物の近傍での電磁波の広がりすなわちビーム幅がほぼ等

50

しいかまたは小さくなる形状となるようにビームを形成する。こうすることで、対象物に照射される電波の面積を抑えることが可能となり、高精度な速度検知が可能となる。なお、地面との相対速度を計測する対地車速センサの場合、この対象物は地面に相当する。

【0019】

速度センサ1近傍と対象物近傍とでビーム幅がほぼ等しい場合は、図2に示した角度のばらつきが解消されることは明白であるが、対象物近傍のほうが速度センサ1近傍よりもビーム幅が小さい場合でも以下の理由により図2に示した角度のばらつきが解消される場合がある。図1において、放射した電磁波(ビーム)の対象物(地面6)との成す角度は、厳密に言えば2の範囲内で変化する(ばらつく)ことになるが、速度センサ1の送信信号(電磁波)放射口となる第二のレンズ2の中心点から送信信号(電磁波)が対象物(地面)に到達する点までの距離dが第二のレンズ2の径に比べて十分に大きくなるように速度センサ1を構成することが可能であれば、角度、1、2は、近似的に1/2なる関係を満たす。よって、特にこのような条件が満たされる用途においては、ビーム形状を速度センサ1近傍と対象物近傍とでビーム幅がほぼ等しくなるように形成することが困難な場合であっても、対象物近傍のほうが速度センサ1近傍よりもビーム幅が小さくなるように速度センサ1を構成しさえすれば、図2に示した角度のばらつきの問題は解消されることになる。例えば、対地車速センサの場合、距離dは第二のレンズ2の直径の約10倍程度確保できるため、近似的に1/2が成り立ち、角度のばらつきを抑制することができ、以て、検知誤差の小さい高精度な速度検知が可能となる。

【0020】

一般に電磁波を放射する手段としてアンテナが利用されるが、このアンテナから放射されるビームを形成するためには、大口径のアンテナを用いる、アンテナをアレー化する、パラボラアンテナを用いる、さらには、アンテナと誘電体レンズを組み合わせるなどの手法が用いられる。また、アンテナ形状としては、さまざまなものが存在し、いずれの形状でも基本的には本発明に適用可能であるが、近年では機器の小型化を目的としてマイクロストリップパッチアンテナなどの平面形状のアンテナが利用されることが多いことから、本発明においても、小型化を図る目的で平面形状のアンテナを用いるのが好適である。

【0021】

ところで、誘電体レンズと平面アンテナを組み合わせて使用する場合、アンテナには素子数の少ないアンテナを用いることが多い。特に、このアンテナをMMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuit)上に構成する場合などは、MMICの面積がコストに比例するため、アンテナをアレー化することができないため、素子数の少ないアンテナを利用する必要がある。素子数の少ないアンテナを用いる場合、アンテナから放射される電磁波は十分なビーム合成ができないため、その放射電波の広がり角(放射角)は大きくなる。したがって、このビームの全電力範囲をカバーするためのレンズは、非常に径が大きなものとなる。一例として、アンテナに120度の放射角を持つ素子数が少ないアンテナを用いて、アンテナから5cmの距離に誘電体レンズを配置する場合、アンテナから放射される全電力範囲をカバーするためには、17cm以上の径を持つ誘電体レンズが必要となる。誘電体レンズの径は、誘電体レンズをアンテナから近い位置に配置することで小さくすることが可能であるが、以下に示すように、誘電体レンズの加工精度に対する要求が厳しくなるというトレードオフが存在する。

【0022】

図3に示すようなレンズの焦点Fと結像点A、Bに関する光学的な一次近似では、一般に次式[数2]で表される。

【0023】

【数2】

$$\text{数2} \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{A} + \frac{1}{B}$$

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

誘電体レンズの加工誤差により F が変化した時の結像点 B の変化を調べるために、上記 [数 2] を微分して次式 [数 3] が得られる。

【 0 0 2 5 】

【 数 3 】

$$\text{数 3} \quad \frac{dB}{dF} = \frac{A^2}{(A-F)^2}$$

【 0 0 2 6 】

対地車速センサでは、A は電磁波を放射する等価的な点光源の位置、B は対象物付近、すなわち、地面付近での結像点の位置、F はレンズの形状で決まる焦点に相当する。数式 3 は、点光源の位置 A がレンズの焦点 F に接近するほど、F の変動に対する B の変動が大きくなることを意味する。F はレンズの形状で定まる定数であるから、F をばらつきなく製造するためには、レンズの加工精度を厳しくする必要がある。また、結像点 B が無限大とならないようにするためには、 $F < A$ である必要がある。したがって、点光源 A とレンズとの距離は長いことが望ましい。

10

【 0 0 2 7 】

本発明は、上記の問題を、複数のレンズ（特に電磁波による場合は誘電体レンズ）を用いることで解決する。すなわち、第一のレンズをアンテナ近傍に配置する。この第一のレンズは、ビームの放射角を小さくするが、依然として結像点は無限遠点にある。そこで、さらに第二のレンズ 2 を配置することで、結像点 B が任意の位置になるように集光を行う。このとき、第一のレンズによりビームの放射角は狭められているため、第二のレンズ 2 をある程度の距離まで離しても、レンズの径は小さいままで全電力範囲をカバーすることが可能となる。また、第一のレンズはアンテナからのビームの放射角を小さくするために利用されており、結像点を決めるのは第二のレンズ 2 であるため、アンテナ近傍に存在する第一のレンズの加工精度は結像点に大きく影響しない。

20

【 0 0 2 8 】

一例として、第一のレンズによりビーム放射角が 30 度まで狭めることができたとして、第二のレンズ 2 を等価的な点光源の位置から 5 cm の距離に配置した場合、そのレンズの径は 4 cm 程度で十分である。

30

【 0 0 2 9 】

なお、上記の説明では 2 個のレンズを用いた場合で説明したが、これを 3 個以上の複数個用いても、少なくとも同等の効果が得られることは言うまでもない。また、同様に、素子数の少ない低素子アンテナと複数のレンズとを用いて電磁波をビーム形状に形成する例を用いて説明したが、これをアレーアンテナ、大口径のアンテナ、パラボラアンテナ、または、1 個または複数の誘電体レンズ、さらには、これらの組合せにより同等ビーム形状が得られ場合、少なくとも同等の効果が得られることは言うまでもない。

【 0 0 3 0 】

地面との相対速度を検知する対地車速センサの場合において、A は電磁波を放射する等価的な点光源の位置、B は地面近傍での結像点に相当する。速度検知誤差を低減するために、最も効果的なのは B が地面と一致する場合である。しかし、センサから地面までの距離は車種によって異なるため、車種に応じて最適な値を設定する必要がある。この場合、レンズの形状を変更しなくても、A の値を調整することで上記 [数 2] より B の値は変更することが可能である。そこで、速度センサに A の値を調整する機構を持たせることで、車種に応じた最適な B を設定することが可能となる。例えば、上記で説明した 2 個のレンズを用いる場合では、第二のレンズ 2 の位置と点光源の位置とを調整することで A を変更することが可能である。すなわち、第二のレンズ 2 の取付位置を調整する機構を持たせることで実現可能である。さらに、車高を測定する車高センサを具備することで、その出力信号を元に、第二のレンズ 2 の取付位置を自動調整する機構を設置することで、人手による調整工程を省略することが可能である。なお、本発明の対地車速センサはドップラーセン

40

50

サであるため、レーダの原理を応用することで対地車速センサに距離検知性能を持たせることが可能である。したがって、対地車速センサ自体に車高検知機能を持たせることも可能である。

【0031】

ドップラーセンサは、送信する信号を生成するための発振器、受信した信号を局部信号と混合して低周波信号を生成するための混合器などの回路素子と、送信信号を放射するための送信アンテナ、反射信号（反射波）を受信するための受信アンテナなどで構成される。また、必要に応じて増幅器などの回路素子が追加される。これらの回路素子は、通常、個別部品を組み合わせたHIC（Hybrid Integrated Circuit）やMMICで構成されるが、近年では、低コスト化を目的として、特にMMICがよく利用される。

10

【0032】

さらに、アンテナ素子をマイクロストリップアンテナのような平面回路として構成することで、アンテナ素子もMMIC上に構成することが可能となる。さらに、全ての必要な高周波回路と送受信アンテナとをモノリシックに形成することで、アンテナを介して送受信される電磁波以外の高周波信号は、MMICより外部に伝送する必要がなくなるため、簡易な実装方法が利用可能となる。簡易な実装方法の一例として、汎用ICで利用されている樹脂モールドパッケージなどを用いてもよい。また、前述のように、第一のレンズはアンテナ近傍に設けることが可能であり、パッケージ上に直接配置することも可能である。ICのパッケージとして樹脂モールドパッケージのような非金属製のパッケージを用いた場合、このレンズをパッケージと同一の材質で形成することにより、大量生産時は、金

20

【0033】

なお、以上の説明において、マイクロ波やミリ波などの高周波の電磁波を用いた速度センサ構成について説明したが、これを超音波や光を用いる速度センサ構成に置換した場合においても、少なくとも同等の効果が得られることは言うまでもない。

また、本発明の速度センサおよびそれを用いた対地車速センサが放射する電磁波のビーム形状は、センサ近傍でのビーム幅に対して地面近傍でのビーム幅が小さくなるビーム形状であれば種々の形状のものを適用可能であり、そのいずれのビーム形状を形成する場合にも、上記の装置構成は有効である。

【0034】

以下、本発明の速度センサおよびそれを用いた対地車速センサのいくつかの実施例を、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、これらの実施例の間で共通の部分は、同一の参照符号で指示されている。

30

【実施例1】

【0035】

図1および図15は、本発明の速度センサの第1の実施例であり、図15は本発明の速度センサを用いた対地車速センサが取り付けられた車両の概観図を示し、図1は本発明の速度センサから放射される電磁波の形状を示す。本発明の速度センサが対地車速センサとして利用される場合、速度センサ1は、車体5の下面、前面、あるいは後面などに取り付けられ、電磁波は対象物すなわち地面6に対して照射される。ここで、図15における v は車両5の速度、 h は車両5の車高すなわち対地車速センサ1の取付位置の高さ、 d は対地車速センサ1の電磁波放射口から地面6までの距離、 θ は対地速度 v の方向と電磁波放射方向との成す角度である。図1におけるセンサ回路部3では、地面6に照射するための電磁波を生成し、送信アンテナから放射する。さらに、地面6からの反射波は受信アンテナにより受信され、混合器により局部信号と混合することで、相対速度の算出に必要な信号を生成する。生成された信号は速度センサ1の外部に出力され、信号処理装置22に伝送される。ここで、混合器にて生成される信号は、通常、受信した反射信号より周波数の低い信号（低周波信号）である。センサ回路部3から放射された電磁波は、レンズ2によりビーム形状に形成された後、車両5の対地速度 v 方向と角度 θ を成す方向に放射され、地面6に照射される。ここで、レンズ2は誘電体レンズとするのが好適であるので、以下

40

50

では、特にこれを誘電体レンズとした場合について説明する。このとき、検知速度精度を向上させるために、ビーム4の形状はセンサ近傍のビーム幅に対して地面近傍のビーム幅が小さくなるようにする。また、電磁波としては、よく知られたマイクロ波やミリ波などの高周波信号を用いるのが好適である。

【0036】

なお、図1の構成では、ビームの形成に誘電体レンズを用いているが、それ以外にも、大口径のアンテナ、アレーアンテナ、あるいはパラボラアンテナなど、所望のビーム形状を形成可能なものであれば、他の種々の手段を用いてもよい。誘電体レンズを用いることにより、センサの大型化、特にレンズの大口径化を防止できるという効果があるが、例えば、マイクロストリップパッチアンテナのような平面構造のアレーアンテナを用いた場合は、センサをより薄型に構成できるという効果があり、パラボラアンテナを用いた場合は、パラボラ部分を筐体の金属部分と一体で構成でき、さらに、第一の誘電体レンズの機能を持たせることができるため、部品数の削減、組み立てコストの低減などが可能であるという効果がある。また、必要に応じて複数のビーム形成手段を組み合わせてもよい。例えば、誘電体レンズとアレーアンテナとを組み合わせ用いた場合は、誘電体レンズを利用することでアンテナのアレー数を低減することができ、アンテナ部分のコスト低減が可能であると同時に、アレーアンテナを利用しない場合と比較して薄型にできるという効果がある。

【0037】

図4は、図1に示した速度センサ構成におけるセンサ部分の断面図である。図4において、ドップラーセンサを構成するために必要な回路ブロックはMMIC10で構成されており、さらにこれらのMMIC10は高周波基板11上に実装されている。電磁波を送信するための送信アンテナおよび反射信号を受信するための受信アンテナは、高周波基板11上に平面アンテナ7として形成されている。このアンテナ7から放射された電磁波は、第一の誘電体レンズ8により、放射角が狭められ、第2の誘電体レンズ9により、地面付近でのビーム幅（例えばビーム断面の最大径と定義してもよい）がセンサの電磁波放射口付近でのビーム幅より小さいかまたはほぼ同じとなるようにビーム形状に形成される。

【0038】

図5は、本実施例で使用されるドップラーセンサのブロック図の一例を示す。ドップラーセンサは、信号を生成するための発振器12、送信信号を放射するための送信アンテナ14、反射信号を受信するための受信アンテナ15、および受信した反射信号と局部信号とを混合して相対速度の算出に必要な低周波信号を生成する混合器13を具備してなる。ここで、速度センサの使用条件等により十分な感度が得られない場合などに適用するために、適宜、送信信号を増幅するための電力増幅器16や受信した反射信号を増幅するための低雑音増幅器17を具備する構成とし、以て、送受信される電磁波に対するドップラーセンサの感度を補償するようにしてもよい。

【0039】

次に、図5に示した回路構成の動作を以下に説明する。まず、発振器12により所望の周波数信号を生成する。周波数信号としては、よく知られたマイクロ波やミリ波などの高周波信号とするのが好適である。この信号は、分配器36により分配され、一方は、直接または電力増幅器16にて増幅された後、送信アンテナ14へ送られ、送信アンテナ14から対象物、すなわち地面に向けて放射される。地面により反射された反射信号は、受信アンテナ15により受信され、直接または低雑音増幅器17により増幅された後、混合器13に入力される。混合器13では、元の送信信号と同じ信号を局部信号として受信した反射信号と混合することで、ドップラー効果による送信信号と反射信号との間の周波数シフト量を周波数とする低周波信号を生成する。この低周波信号に信号処理を行い、その周波数成分を検出することで、[数1]より速度の計算が行われる。

【0040】

図6は、本実施例における信号処理の流れと、それを構成する各機能ブロックとを示している。速度センサ1から出力されたアナログ信号は、A/Dコンバータ18によりディ

10

20

30

40

50

デジタル信号に変換されて、信号処理装置 22 に入力される。信号処理装置 22 では、まず、FFT 19 において FFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) などの信号処理を行い時間領域の信号から周波数領域の信号に変換した後、Peak 20 において信号スペクトルの中から地面からの反射信号に相当する信号スペクトルを検出する。さらに、Calc 21 において [数 1] の換算式を用いて信号スペクトルの周波数から速度に換算する。

【0041】

なお、信号処理装置 22 は、車体 5 の任意の位置に設置されるのが好適であるが、本発明はこれに限定されず、例えば、車両の走行範囲が狭い範囲に限定されるような条件下においては、無線通信装置を介して車体 5 の外部に設置されるようにしてもよい。信号処理装置 22 を車体 5 に設置した場合、車体外部の環境 (例えば、無線通信装置を介して車体 5 の外部で信号処理を行う場合は通信環境) によらず安定した処理が可能であるという効果がある。一方、信号処理装置 22 を車体 5 の外部に設置した場合、センサ部分をより簡易に構成することが可能であり、個々の車両に取り付けるセンサを低コストで製造することが可能であるという効果がある。

10

【0042】

また、本実施例においては、A/Dコンバータ 18 が速度センサ 1 の外部に設けられる構成を説明したが、本発明はこれに限定されず、例えば、速度センサ 1 の筐体内部に設けられるようにしてもよい。A/Dコンバータ 18 を速度センサ 1 の外部に設置した場合、筐体内部には、高周波回路部分を含めてアナログ回路しか存在しないため、A/Dコンバータによる雑音、特に電源線を介してセンサのアナログ回路部分に流入する雑音を低減することができるという効果がある。一方、A/Dコンバータ 18 を速度センサ 1 の筐体内部に設けた場合、筐体外部に出力される信号はデジタル信号となるため、筐体外部に存在する雑音に対して、より安定した信号を得ることが可能であるという効果がある。

20

【0043】

図 20 は、図 15 に示した車両 5 とは車高 h が異なる車両の概観図を示す。図 20 のように、取り付ける車種が、例えば大型トラックなどのように車高 h_2 が h よりも高い車種である場合、図 15 に示したと同じ角度で速度センサ 1 を取り付けると、速度センサ 1 と地面 6 との間の距離 d_2 が大きくなり、速度センサ 1 の感度が不足することが予想される。この場合、速度センサ 1 の電磁波の放射角度 θ_2 が よりも大きくなるように速度センサ 1 を設置することで、速度センサ 1 と地面 6 との間の距離 d_2 を図 15 の d と同程度に保つことができ、以て、速度センサ 1 の感度不足を補償することが可能である。また、逆に車高 h_2 が h よりも低い車種に取り付けた場合は、図 15 に示したと同じ角度で速度センサ 1 を取り付けると、速度センサ 1 と地面 6 との間の距離 d_2 が小さくなり、速度センサ 1 の感度が過剰となる。そこで、速度センサ 1 と地面 6 との間の距離 d_2 が図 15 の d と同程度となるまで速度センサ 1 の電磁波の放射角度 θ_2 を小さくして、速度センサ 1 の感度を最適に保つことができる。この場合、放射角度 θ_2 が小さくなった分、速度センサ 1 の速度分解能が向上するという効果も得られる。

30

【0044】

以上、本実施例によれば、地面に照射している電磁波の面積を小さく抑えることが可能であるため、検知誤差を低減することが可能であるという効果がある。

40

なお、以上の実施例では、誘電体レンズが 2 枚の場合を用いて説明したが、誘電体レンズが 3 枚以上の複数枚であっても同様の効果が得られることは言うまでもない。また、同等のビーム形状を得るために、誘電体レンズ以外に、大口径アンテナ、アンテナアレー、パラボラアンテナ、または、これらの組合せを用いてもよいことは、上述した通りである。

【0045】

さらに、本発明の速度センサは、送信信号 (送信電磁波) を送信する送信器と反射信号 (反射電磁波) を受信する受信器とが単一のセンサ部分筐体内の互いに近接した位置に設置されるため、反射波のサイドローブを反射信号として受信するために受信器を送信器から離して設置する構成とは異なり、車高 h が変化しても、電磁波の放射角度 θ を適切に設

50

定することで、速度センサ 1 の装置サイズを変更することなく、速度センサ 1 に固有の検知感度に見合った最適な検知距離 d を確保することが可能となり、場合によっては、速度分解能の向上も可能となる。これは見方を変えると、電磁波の放射角度を適切に設定することで、特に速度センサ 1 が固有に持つ検知感度（検知性能）を変更することなく、所定の範囲内で異なる車高 h を有するさまざまな車種に速度センサ 1 が適用可能となるということでもある。すなわち、本実施例によれば、適用車種ごとに速度センサ 1 を別々に設計・製造する必要がなくなり、以て、流通性が向上するばかりでなく、設計コストの低減も期待できるという効果がある。

【実施例 2】

【0046】

図 14 は、本発明の別の実施例である第 2 の実施例の速度センサ構成におけるセンサ部分の断面図を示している。図 14 において、ドップラーセンサを構成するために必要な回路ブロックは MMIC 10 で構成されており、さらにこれらの MMIC 10 は高周波基板 11 上に実装されている。電磁波を送信するための送信アンテナと反射信号を受信するための受信アンテナは、高周波基板 11 上に平面アンテナ 7 として形成されている。これらの高周波回路は高周波用のパッケージ 38 により封止される。高周波用のパッケージ 38 としては、例えば金属製のパッケージが用いられる。以下に、金属パッケージを用いた場合を例に説明する。パッケージ 38 には、アンテナから放射された電磁波を通過させるための窓が設けられており、その窓の部分に第一の誘電体レンズ 8 が設けられている。この第一の誘電体レンズ 8 と第二の誘電体レンズ 9 により、地面付近での電磁波の照射面積がセンサの電磁波放射口の面積より小さくなるようにビーム形状に形成される。

【0047】

本実施例によれば、高周波回路部分を個別に実装しパッケージ内に封止できるため、高周波回路の実装技術を必要とする比較的コストの高い組立工程と、そうでない組立工程とを分離することができ、以て、速度センサの製造プロセスの自由度を向上させることができる、あるいは、速度センサ構成の中でドップラーセンサ回路として機能する部分の実装コストを低減できるという効果がある。

【実施例 3】

【0048】

図 7 は、本発明のさらに別の実施例である第 3 の実施例の速度センサ構成におけるセンサ部分の断面図を示している。ドップラーセンサに必要な能動回路およびアンテナは、IC パッケージ 23 に封入されている。さらに、この IC パッケージ 23 は、電磁波を放射する側に第一の誘電体レンズ 8 を具備して構成される。

【0049】

図 8 は IC パッケージ 23 の断面図であり、図 16 は平面概観図である。また、図 17 は、この IC パッケージ 23 内部の MMIC 部分を通るように IC パッケージ 23 の装着面に平行な面で IC パッケージ 23 を切断したときの切断面の概観図を示す。発振器、ミキサ、混合器、電力増幅器、低雑音増幅器、送信アンテナ、および、受信アンテナは、それぞれ個別の MMIC や高周波基板を用いて構成することが可能であるが、これら全てを 1 チップの MMIC 上にモノリシックに形成すると低コスト化に適している。本実施例では、1 チップの MMIC 10 として形成されている例で説明する。このように全ての高周波回路をモノリシックに集積することで、アンテナにて放射または受信される電磁波以外に、この MMIC 10 の外部へ高周波信号を伝送する必要がなくなるため、安価な実装方法が利用可能になる。本実施例では MMIC 10 は樹脂モールドパッケージ 37 により実装されている。

【0050】

さらに、樹脂モールドパッケージ 37 の図中上部には第一の誘電体レンズ 8 が形成されている。この誘電体レンズ 8 は、樹脂モールドパッケージ 37 と同一の材料で形成されるのが好適であり、その場合、大量生産時に金型による一体形成が可能となる。MMIC 10 上には、送信アンテナおよび受信アンテナが、例えばマイクロストリップパッチアンテ

10

20

30

40

50

ナ等の平面アンテナとして形成されている。このとき、MMICの製造コストは、その面積に依存するため、MMIC 10上に形成するアンテナ26としては、アレー化されていない、素子数の少ない、例えば、一つの素子からなるパッチアンテナで構成されるのが好適である。特にこのような素子数の少ないアンテナを用いた場合、通常、アンテナから放射される電磁波の放射角が広がる。第一の誘電体レンズ8は、このアンテナから放射される電磁波の放射角を狭め、その放射された電磁波のほとんど全てを第二の誘電体レンズに入射させて損失を低減させる効果を持っている。さらに、第二の誘電体レンズを用いて、電磁波の集光を行う。ここで、対象物付近すなわち地面付近での電磁波ビーム幅（例えばビーム断面の最大径と定義してもよい）がセンサの電磁波放射口付近での電磁波ビーム幅すなわち第二の誘電体レンズの最大径より小さいかまたはほぼ同じとなるように電磁波を集光するよう、第二の誘電体レンズを構成することにより、上述の原理から検知誤差を低減することが可能となる。

10

【0051】

図9は、このMMIC10の回路図の一例である。この回路では、発振器を自己混合型の発振器とすることで、ドップラーセンサに必要な発振器および混合器の役割を一つのFET(Field Effect Transistor:電界効果トランジスタ)27で実現している。FET27はラジアルスタブ29により負帰還がかけられ負性抵抗を発生し、オープンスタブ型の共振器28により、発振すべき周波数で共振させることで希望の周波数での発振動作を実現する。MMIC10上のアンテナ26は、送信アンテナと受信アンテナとを兼ねており、FET27により生成された信号を放射すると同時に、対象物からの反射信号を受信する。受信した反射信号はFET27により混合され、ドップラー効果により生じた送信信号と反射信号との間の周波数シフト量を周波数とする低周波信号が生成される。

20

【0052】

ところで、本実施例のような構成の場合、MMIC10上のアンテナ26と第一の誘電体レンズ8との距離は1mm程度、またはそれ以下であり、非常に短い。したがって、第二の誘電体レンズ9を用いないで、第一の誘電体レンズ8のみで集光を行う場合、[数3]で示したように、第一の誘電体レンズ8は非常に高い精度で精密に加工する必要がある。

【0053】

図18は、その一例として、レンズと集光点までの距離 b を500mmとして設計した場合において、レンズの製造誤差により焦点 f に誤差が生じたときに発生する、レンズと集光点までの距離の誤差 b を示す。同図においては、アンテナとレンズとの間の距離 a を横軸として、製造によるレンズの焦点の誤差 f が -0.1 mmの場合と -0.2 mmの場合とをプロットしている。同図に示すように、本実施例のようなMMIC10上のアンテナ26と第一の誘電体レンズ8との間の距離が1mm程度と小さい場合、集光点の誤差 b は非常に大きくなる。

30

【0054】

この問題を解決するために、誘電体レンズとアンテナとの間の距離 a を大きくする必要があるが、この場合、前述のようにMMIC10上に設けられたアンテナ26から放射される電磁波の放射角が非常に大きくなるため、これをカバーする誘電体レンズの径は非常に大きいものとなる。そこで、本実施例では、第一の誘電体レンズ8の他にさらに第二の誘電体レンズ9を用いる。このとき、第一の誘電体レンズ8は、電磁波の放射角は小さくするが、電磁波の結像点は依然として無限遠点にあるように設定し、第二の誘電体レンズ9により所望の距離に集光点が作られる構造とする。

40

【0055】

本実施例によれば、ドップラーセンサ部分と第一の誘電体レンズとを安価な製造コストで構成できるという効果がある。

【実施例4】

【0056】

図10は、本発明のさらに別の実施例である第4の実施例の速度センサ構成におけるセ

50

ンサ部分の断面図を示している。本実施例は、複数個、特に3個の誘電体レンズを組み合わせ速度センサのセンサ部分が構成されている例である。本実施例では、第一の誘電体レンズ8と第二の誘電体レンズ9との間に、第三の誘電体レンズ30が設けられている。ドップラーセンサ回路部分が樹脂モールドパッケージに実装され、さらに第一の誘電体レンズが樹脂モールドパッケージ上に直接配置されて、ICパッケージ23を構成している点は、上記第3の実施例と同様である。しかしながら、ドップラーセンサ回路部分の具体的構成や第一の誘電体レンズの位置などは、これに限定されない。本実施例では、MMIC10上に配置されたアンテナ26から放射された放射角の広い電磁波は、第一の誘電体レンズ8により放射角が狭められている。さらに、第二の誘電体レンズ9と第三の誘電体レンズ30との組合せによりビームの形成を行っている。

10

【0057】

本実施例によれば、誘電体レンズを複数個用いることで、ビームの形成に対する自由度が大きくなるという効果がある。なお、誘電体レンズが4個以上設けられている場合、その自由度がさらに大きくなるという効果があることは言うまでもない。

【実施例5】**【0058】**

図11は、本発明のさらに別の実施例である第5の実施例の速度センサ構成におけるセンサ部分の断面図を示している。また、図12は、図11を正面から見た図すなわち同図中右側から電磁波放射方向と正反対の方向にセンサ部分を見た図である。なお、この図11では分かりやすくするために、第2の誘電体レンズ9は図示していない。本実施例においては、ドップラーセンサ31から放射される電磁波は、パラボラ形状（回転放物面形状）を有する側壁32により反射される。反射された電磁波は、さらに、第2の誘電体レンズ9により集光される。なお、パラボラ形状のアンテナを使用する場合、パラボラ形状の側壁側に向けて電磁波を照射する必要があるため、ドップラーセンサは十分に細い支柱33により可動的または固定的に支持されたマウント台34上に実装されるのが好適である。

20

【0059】

本実施例によれば、センサ部分筐体内にパラボラアンテナが作り込まれた構成としたことで第一の誘電体レンズの機能をセンサ部分の筐体そのものに持たせることができるため、別体部品としての第一の誘電体レンズが不要となり、以て、部品点数削減による製造コスト低減などの効果が期待される。

30

【実施例6】**【0060】**

図13は、本発明のさらに別の実施例である第6の実施例の速度センサ構成におけるセンサ部分の断面図を示している。本実施例の特徴は、センサ部分が第二の誘電体レンズ9の位置を調整する調整機構35を具備している点である。対地車速センサを車両に取り付ける場合、車両の種類によってセンサから地面までの高さhが異なる場合がある。その場合、誘電体レンズによるビーム形状の形成を車種に応じて最適にするために、調整機構35により第2の誘電体レンズ9の位置を調整すれば好適である。

40

【0061】

なお、車種によって車高は、ほぼ一義的に決まるので、第二の誘電体レンズ9の位置は、速度センサが取り付けられる車両の車種に基づいて決定することができる。しかし、例えばその車両が使用するタイヤの空気圧や摩耗の度合、あるいはその他の条件によって、たとえ車種が同一であっても、初期状態から経時的に変化して、あるいは同一車種の個々の車両間で、車高が異なっている場合があると考えられる。また、道路環境によっても、サスペンションの変動により車高は変動する。このようなさまざまな状況に対応可能ならしめるために、図19のように、車高を判定するための距離センサ39を、例えば別体の外付け部品として設け、そのセンサの検知出力に基づいて、制御装置40により調整機構35を調整することで、第二の誘電体レンズ9の位置を自動的に調整することも可能である。この距離センサ39としては、電磁波や超音波を用いる距離センサが利用可能である

50

が、本発明はこれに限定されず、対象物との距離を検知し、それに基づく物理量を電氣的に出力可能な部品あるいは装置であれば種々適用可能である。

【0062】

さらには、レーダの技術をこの対地車速センサに適用することで、対地車速センサ自体に車高を検知するための距離センサ39の機能を持たせることが可能である。この場合、対地車速センサの出力から、対地速度と地面までの距離とを算出することが可能であるため、外部の距離センサ39は不要となる。

【0063】

本実施例によれば、車高によって地面に照射される電磁波の面積が変化することを補正することが可能であるため、車種によらない高精度な速度検知が可能である。

なお、以上においては、誘電体レンズを2個使用する例として本実施例を説明したが、誘電体レンズを3個以上使用する場合や、パラボラアンテナやアレーアンテナと誘電体レンズとを組み合わせる場合でも、少なくとも同等の効果が得られることは言うまでもない。

【0064】

なお、以上の実施例1～6の説明においては、マイクロ波やミリ波などの電磁波を利用する速度センサを例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されず、光や超音波などを利用する速度センサに適用しても、少なくとも同等の効果が得られることは言うまでもない。

【0065】

また、地面に対する速度を測定する対地車速センサを例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されず、他の対象物を測定する種々の速度センサに適用しても、少なくとも同等の効果が得られることは言うまでもない。

【0066】

また、本発明の速度センサおよびそれを用いた対地車速センサが放射する電磁波のビーム形状は、上記実施例1～6として開示したものに限定されず、センサ近傍でのビーム幅に対して地面近傍でのビーム幅が小さくなるビーム形状であれば種々の形状のものを適用可能であり、そのいずれのビーム形状を形成する場合にも、上記の各実施例に開示した装置構成は有効である。

また、上述した各実施例の構成を適宜組み合わせることにより、少なくとも各実施例から得られる効果が総合された効果が得られることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】対地車速センサの説明図（実施例1）である。

【図2】アンテナから照射されるビーム形状を示す図である。

【図3】レンズと焦点の関係を示す図である。

【図4】速度センサの実施例を示す断面図（実施例1）である。

【図5】ドップラーセンサの回路ブロック例を示す図である。

【図6】信号処理の流れを示す図である。

【図7】速度センサの実施例を示す断面図（実施例3）である。

【図8】実施例3におけるセンサ回路部分を示す断面図である。

【図9】実施例3におけるセンサ回路図である。

【図10】速度センサの実施例を示す断面図（実施例4）である。

【図11】速度センサの実施例を示す断面図（実施例5）である。

【図12】実施例5の速度センサを正面から見た図である。

【図13】速度センサの実施例を示す断面図（実施例6）である。

【図14】速度センサの実施例を示す断面図（実施例2）である。

【図15】対地車速センサの取り付け状態を示す説明図（実施例1）である。

【図16】実施例3におけるセンサ回路部分を上から見た概観図である。

【図17】実施例3におけるセンサ回路部分のMMIC部分での断面図である。

10

20

30

40

50

【図18】アンテナとレンズ間の距離と結像点の誤差を示す図である。

【図19】速度センサの実施例を示す断面図（実施例6）である。

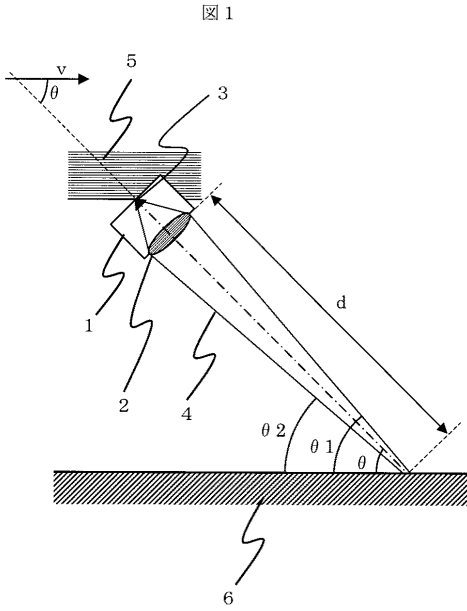
【図20】図15に示した車両とは車高が異なる車両の概観図である。

【符号の説明】

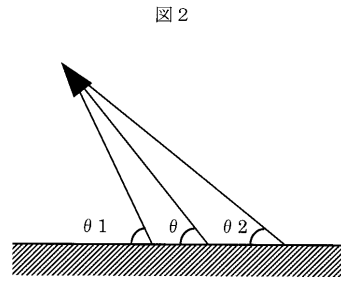
【0068】

1	速度センサ	
2	誘電体レンズ	
3	センサ回路部	
4	ビーム	
5	車体	10
6	地面	
7	アンテナ	
8	第一の誘電体レンズ	
9	第二の誘電体レンズ	
10	MMIC	
11	高周波基板	
12	発振器	
13	混合器	
14	送信アンテナ	
15	受信アンテナ	20
16	電力増幅器	
17	低雑音増幅器	
18	A/Dコンバータ	
19	信号処理におけるFFTのステップ	
20	信号処理における信号検出ステップ	
21	信号処理における速度計算のステップ	
22	信号処理装置	
23	ICパッケージ	
26	送受信アンテナ	
27	FET	30
28	オープンスタブ	
29	ラジアルスタブ	
30	第三の誘電体レンズ	
31	ドップラーセンサ	
32	側壁	
33	支柱	
34	マウント台	
35	調整機構	
36	分配器	
37	樹脂モールドパッケージ	40
38	金属筐体	
39	距離センサ	
40	制御装置。	

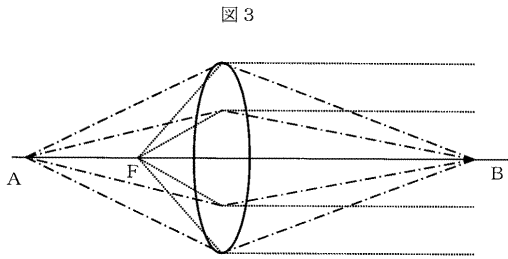
【図1】



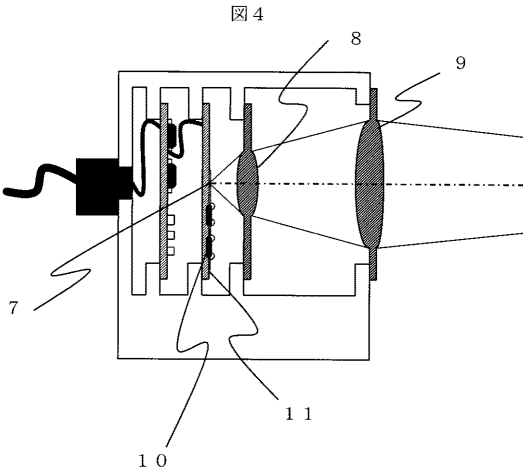
【図2】



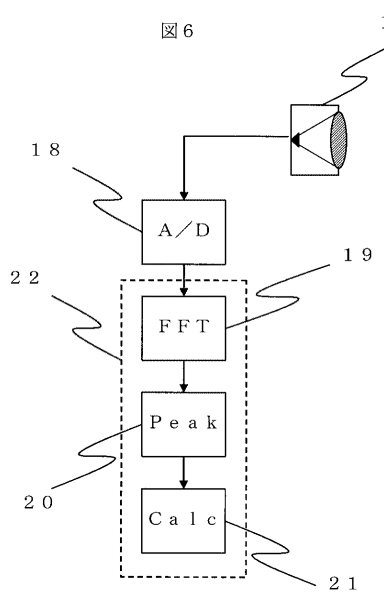
【図3】



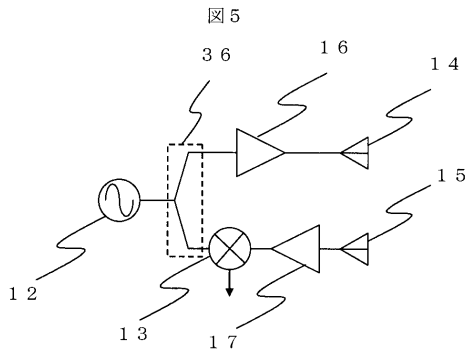
【図4】



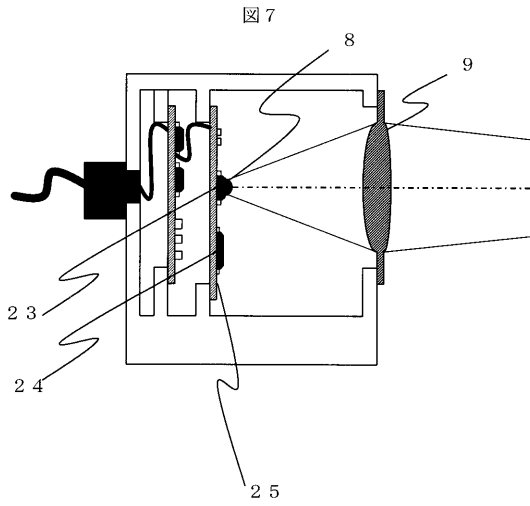
【図6】



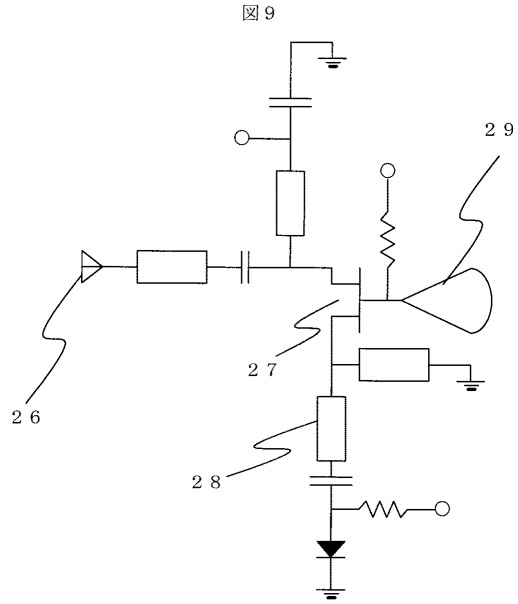
【図5】



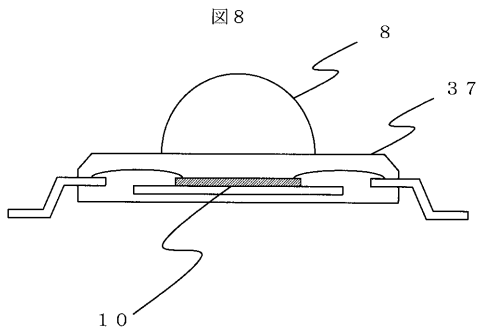
【図7】



【図9】



【図8】



【図11】

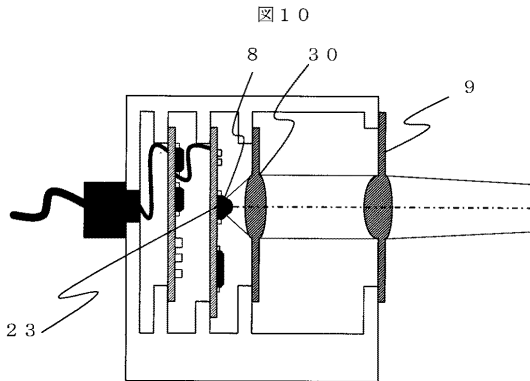
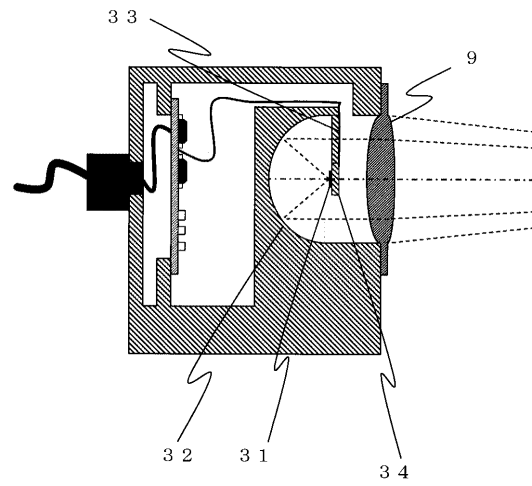
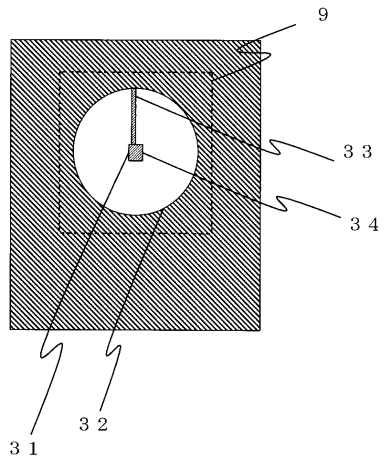


図11



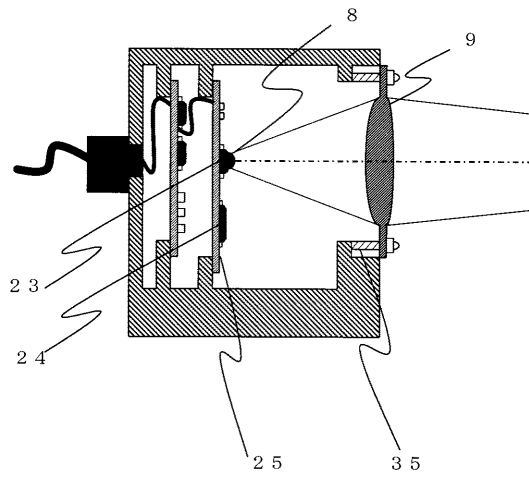
【図12】

図12



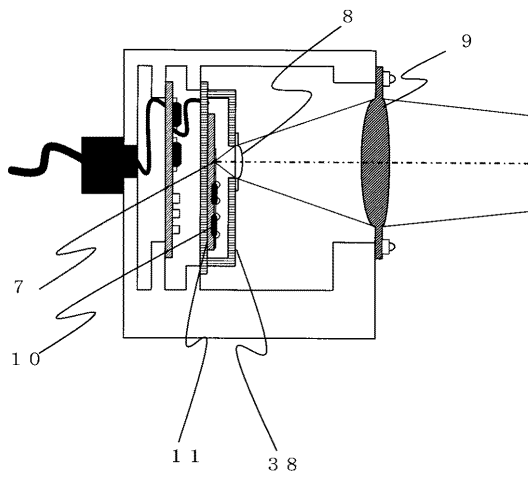
【図13】

図13



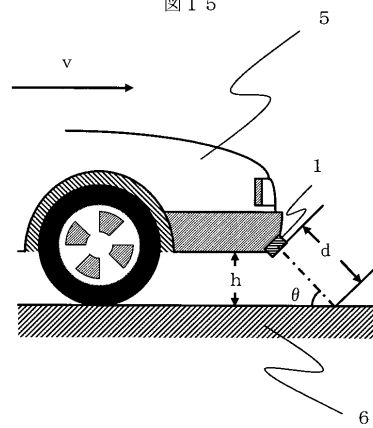
【図14】

図14

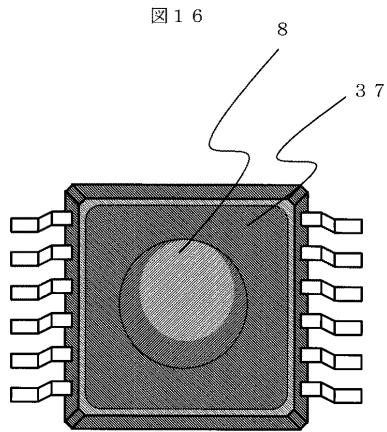


【図15】

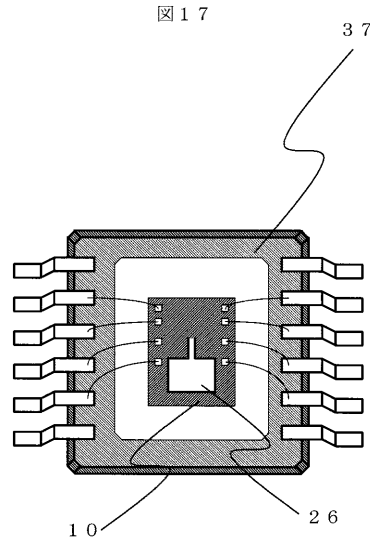
図15



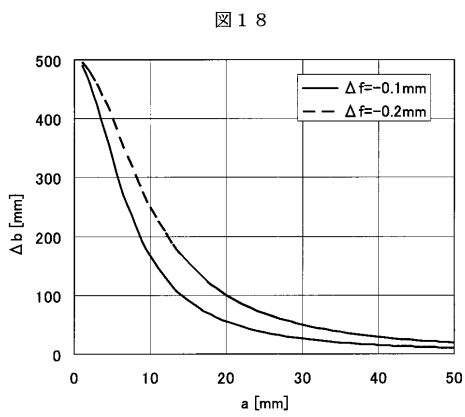
【図 16】



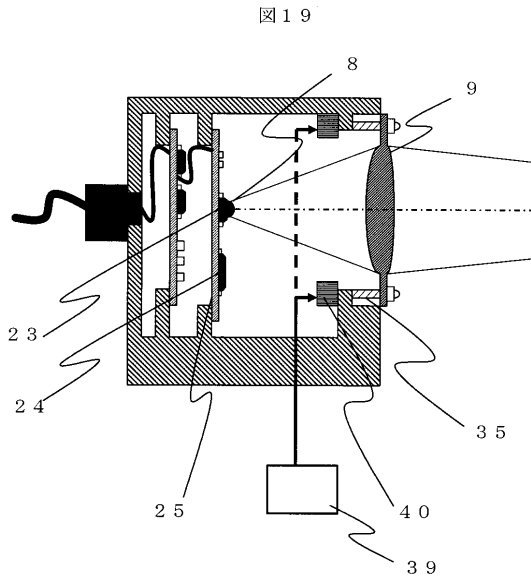
【図 17】



【図 18】

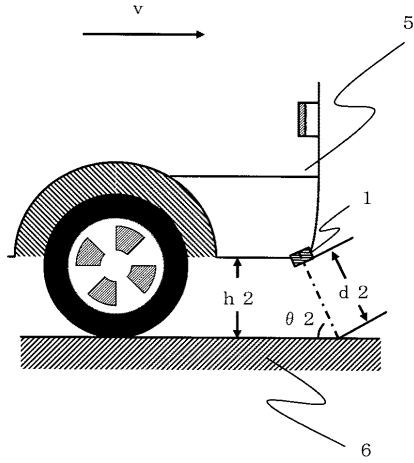


【図 19】



【図 20】

図 20



フロントページの続き

審査官 中村 説志

- (56)参考文献 特開2001-221856(JP,A)
米国特許第03833906(US,A)
特開昭61-259185(JP,A)
特開平10-145129(JP,A)
特開2003-315438(JP,A)
英国特許出願公開第02258965(GB,A)
特開昭60-041303(JP,A)
米国特許第04517566(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 7/64
G01S13/00 - 17/95
G01P 3/36