(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-194080
(P2012-194080A)
(43)公開日　平成24年10月11日(2012.10.11)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G01J 1/02	(2006.01)	G01J 1/02	C	2G065

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 12 頁）

(21)出願番号　特願2011-58693(P2011-58693)
(22)出願日　平成23年3月17日(2011.3.17)

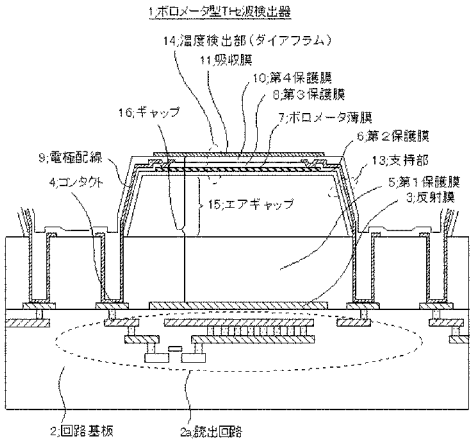
（出願人による申告）平成２２年度独立行政法人情報通信研究機構「高度通信・放送研究開発委託研究／ＩＣＴによる安全・安心を実現するためのテラヘルツ波技術の研究開発」委託研究、産業技術力強化法第１９条の適用を受ける特許出願

(71)出願人　000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目７番１号
(74)代理人　100109313
弁理士　机　昌彦
(74)代理人　100124154
弁理士　下坂　直樹
(72)発明者　倉科　晴次
東京都港区芝五丁目７番１号　日本電気株式会社内
(72)発明者　三好　勝
東京都港区芝五丁目７番１号　日本電気株式会社内

Ｆターム(参考)　2G065 AB03 BA12 BA14 BA34 BB11 BB24 BB25 BC02 DA18 DA20

(54)【発明の名称】ボロメータ型ＴＨｚ波検出器

(57)【要約】
【課題】高い製造歩留りで作成できる高感度ボロメータ型ＴＨｚ波検出器の提供。
【解決手段】基板に形成された読出回路に接続される電気配線を含む支持部により、前記電気配線に接続されるボロメータ薄膜を含む温度検出部が、前記基板から浮いた状態で支持される熱分離構造を有するボロメータ型ＴＨｚ波検出器であって、前記基板上の前記温度検出部に対向する位置にＴＨｚ波を反射する反射膜が形成され、前記温度検出部の表面、裏面あるいは内部に前記ＴＨｚ波を吸収する吸収膜が形成され、前記反射膜と前記吸収膜とで光学的共振構造が形成され、前記反射膜上にＴＨｚ波に対して透明な誘電体が形成され、前記誘電体の上面と前記温度検出部の下面との間隔（エアギャップ）が８μｍ未満となるように、前記誘電体の膜厚が設定されている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板に形成された読出回路に接続される電気配線を含む支持部により、前記電気配線に接続されるボロメータ薄膜を含む温度検出部が、前記基板から浮いた状態で支持される熱分離構造を有するボロメータ型ＴＨｚ波検出器であって、
前記基板上の前記温度検出部に対向する位置にＴＨｚ波を反射する反射膜が形成され、前記温度検出部の表面、裏面あるいは内部に前記ＴＨｚ波を吸収する吸収膜が形成され、前記反射膜と前記吸収膜とで光学的共振構造が形成され、
前記反射膜上にＴＨｚ波に対して透明な誘電体が形成され、
前記誘電体の上面と前記温度検出部の下面との間隔が８μｍ未満となるように、前記誘電体の膜厚が設定されていることを特徴とするボロメータ型ＴＨｚ波検出器。
【請求項２】
更に、前記温度検出部上に、該温度検出部の周縁部から外側に延びる庇が形成され、前記吸収膜が、前記温度検出部の表面、裏面あるいは内部、及び前記庇の表面、裏面あるいは内部に形成されていることを特徴とする請求項１に記載のボロメータ型ＴＨｚ波検出器。
【請求項３】
更に、前記温度検出部上に、該温度検出部の周縁部から内側及び外側に延びる庇が形成され、前記吸収膜が、前記庇の表面、裏面あるいは内部に形成されることを特徴とする請求項１に記載のボロメータ型ＴＨｚ波検出器。
【請求項４】
前記読出回路と前記電気配線とが、前記誘電体内に形成された多層配線により接続されることを特徴とする請求項１乃至３のいずれか一に記載のボロメータ型ＴＨｚ波検出器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ＴＨｚ周波数帯の電磁波（ＴＨｚ波）を検出する検出器に関し、特に、ボロメータ型ＴＨｚ波検出器に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、光と電波の狭間にあるテラヘルツ周波数帯の電磁波（すなわち、周波数が10^{12}Ｈｚ，波長が約３０μｍ～１ｍｍの電磁波、以下、ＴＨｚ波と呼ぶ。）が、物質の情報を直接反映する電磁波として注目されている。ＴＨｚ波の検出のため、熱分離構造を有するボロメータ型赤外線検出器の技術が応用されている。その従来例として、ボロメータ型ＴＨｚ波検出器があり、特開２００８－２４１４３８号公報やＳＰＩＥの論文（小田等、Proceedings of SPIE, Vol.6940 (2008年)頁69402Y-1から69402Y-12）に記載されている。
【０００３】
図８に従来の２次元ボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を示す。ボロメータ型ＴＨｚ波検出器２０は、読出回路２ａ等が形成された回路基板２上に、入射するＴＨｚ波を反射する反射膜３と読出回路２ａに接続するためのコンタクト４が形成され、その上に第１保護膜５が形成されている。また、コンタクト４上に、第２保護膜６、第３保護膜８、電極配線９、第４保護膜１０からなる支持部１３が形成され、コンタクト４を介して読出回路２ａと電極配線９とが接続されている。また、この支持部１３によって、第２保護膜６、ボロメータ薄膜７、第３保護膜８、第４保護膜１０、吸収膜１１からなる温度検出部（ダイアフラム）１４が中空に保持され（エアギャップ１５）、ボロメータ薄膜７の両端部には電極配線９が接続されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】

【特許文献１】特開２００８－２４１４３８号公報
【非特許文献】
【０００５】
【非特許文献１】小田等、Proceedings of SPIE, Vol.6940 (2008年)頁69402Y-1から6940 2Y-12
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
従来技術の場合、例えば、本願出願人の先願（特願２００９－２５８９２３号）では、図８（先願の図２に相当）のエアギャップ１５を８～１４μｍにすることを特徴としている。また、一般的に光学干渉を用いた吸収構造を考えた場合、エアギャップ１５を検出したい波長の１／４に設定するのが好ましい。
【０００７】
しかしながら、エアギャップを従来技術の様に広げる検討を行った結果、製造工程の熱処理などの影響で温度検出部１４に亀裂が発生し、この部分が欠陥画素となり、製造歩留りを悪化させていることを突き止めた。
【０００８】
前述の温度検出部１４の亀裂は、犠牲層（製造工程途中で温度検出部１４を保持するもので、最終的に除去されるため、図８には示していない。）に用いる材質と温度検出部１４を主に構成する第２保護膜６、第３保護膜８及び第４保護膜１０との熱膨張係数差に依存し、図９に示すように、犠牲層を厚く（エアギャップを大きく）すると、亀裂の発生頻度が高く（欠陥画素数が多く）なる。
【０００９】
本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであって、主たる目的は、高い製造歩留りで作成することができる高感度ボロメータ型ＴＨｚ波検出器を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
上記目的を達成するために、本発明は、基板に形成された読出回路に接続される電気配線を含む支持部により、前記電気配線に接続されるボロメータ薄膜を含む温度検出部が、前記基板から浮いた状態で支持される熱分離構造を有するボロメータ型ＴＨｚ波検出器であって、前記基板上の前記温度検出部に対向する位置にＴＨｚ波を反射する反射膜が形成され、前記温度検出部の表面、裏面あるいは内部に前記ＴＨｚ波を吸収する吸収膜が形成され、前記反射膜と前記温度検出部とで光学的共振構造が形成され、前記反射膜上にＴＨｚ波に対して透明な誘電体が形成され、前記誘電体の上面と前記温度検出部の下面との間隔が８μｍ未満となるように、前記誘電体の膜厚が設定されていることを特徴とする。
【発明の効果】
【００１１】
本発明のボロメータ型ＴＨｚ波検出器によれば、エアギャップ（温度検出部を中空に浮かせる間隔）を小さく（好ましくは８μｍ未満）する代わりに、反射膜上の誘電体を厚くするため、ギャップ（光学的共振構造を形成する間隔）を適切に設定することによって、ＴＨｚ波帯の電磁波を効率的に吸収させることが可能となる。また、エアギャップを小さくすることによって、製造上の課題である温度検出部１４の亀裂を抑制することができ、ＴＨｚ波検出器を高い歩留まりで製造することができる。
【００１２】
なお、詳細は示していないが、製造工程中に用いる犠牲層の材料と温度検出部に用いる材料との熱膨張係数差によっては、エアギャップの上限が変化することは述べるまでもない。
【図面の簡単な説明】
【００１３】

【図１】本発明の第１の実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を模式的に示す断面図である。
【図２】ギャップを１２μｍとした場合の、誘電体膜厚と吸収率との関係を示す図である。
【図３】本発明の第２の実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を模式的に示す断面図である。
【図４】本発明の第３の実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を模式的に示す断面図である。
【図５】本発明の第４の実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を模式的に示す断面図である。
【図６】本発明の第５の実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を模式的に示す断面図である。
【図７】本発明の第６の実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を模式的に示す断面図である。
【図８】従来例のボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を模式的に示す断面図である。
【図９】従来例で製造した場合の、エアギャップと画素欠陥数との関係を示す図である。
【図１０】窒化ケイ素の吸収特性を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
背景技術で示したように、ボロメータ型ＴＨｚ波検出器において、光学干渉を用いた吸収構造を考えた場合、エアギャップを検出したい波長の１／４に設定するのが好ましく、例えば、８～１４μｍに設定しているが、エアギャップを大きくすると、製造工程の熱処理などの影響で温度検出部に亀裂が発生して欠陥画素が生じ、製造歩留りを悪化させるという問題が生じる。
【００１５】
そこで、本発明の一実施の形態では、基板に形成された読出回路に接続される電気配線を含む支持部により、電気配線に接続されるボロメータ薄膜を含む温度検出部が、基板から浮いた状態で支持される熱分離構造を有し、基板上の温度検出部に対向する位置にＴＨｚ波を反射する反射膜が形成され、温度検出部の表面、裏面あるいは内部にＴＨｚ波を吸収する吸収膜が形成され、反射膜と吸収膜とで光学的共振構造が形成され、反射膜上にＴＨｚ波に対して透明な誘電体が形成されている構造において、誘電体の上面と温度検出部の下面との間隔が、８μｍ未満となるように、誘電体の膜厚を設定する。
【００１６】
これにより、従来の構造に比べて、エアギャップを小さくすることができるため、熱処理などを起因とする欠陥画素の発生を抑制し、製造歩留りを向上させることができる。
【実施例１】
【００１７】
上記実施形態について更に詳細に説明すべく、本発明の第１の実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器について、図１、図２及び図１０を参照に説明する。図１は、本実施例のボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を示す図であり、図２は、ギャップを１２μｍとした場合の、誘電体膜厚と吸収率との関係を示す図である。また、図１０は、窒化ケイ素の吸収特性を示す図である。
【００１８】
図１に示すように、本実施例のボロメータ型ＴＨｚ波検出器１は、読出回路２ａ等が形成された回路基板２上に、入射するＴＨｚ波を反射する反射膜３と読出回路２ａに接続するためのコンタクト４が形成され、その上に第１保護膜５が形成されている。また、コンタクト４上に、第２保護膜６、第３保護膜８、電極配線９、第４保護膜１０からなる支持部１３が形成され、コンタクト４を介して読出回路２ａと電極配線９とが接続されている。また、この支持部１３によって、第２保護膜６、ボロメータ薄膜７、第３保護膜８、第４保護膜１０、吸収膜１１からなる温度検出部１４（ダイアフラム）が中空に保持され、

ボロメータ薄膜７の両端部は電極配線９が接続されている。

【００１９】

ここで、上述したように、ＴＨｚ波を効率的に吸収するためには、光学的共振構造の条件（吸収膜１１と反射膜３の間隔、すなわちギャップ１６）を適切に設定する必要があるが、エアギャップを大きくすると、製造工程の熱処理などの影響で温度検出部に亀裂が発生して欠陥画素が生じ、製造歩留りを悪化させるという問題が生じる。そこで、本実施例では、ギャップ１６をＴＨｚ波を効率的に吸収可能な値に設定しつつ、エアギャップ１５を小さくできるようにするために、第１保護膜５を厚くする。

【００２０】

図２は、吸収膜１１のシート抵抗を１５０Ω／□、ギャップ１６を１２μｍとし、誘電体膜厚（図１では第１保護膜５の膜厚）を０から１０μｍとした場合の、総合吸収率の計算結果例を示す。計算例は波長７０、１００、１５０、３００μｍとし、誘電体の屈折率を２としている。誘電体膜厚０μｍは、図８に示す従来例でエアギャップ１５を１２μｍとした場合と同じである。

【００２１】

図２から明らかなように、誘電体膜厚を厚くすることにより、吸収率は改善傾向にある。計算例では、波長及び誘電体膜厚にもよるが、従来例に比べ最大で７％吸収率が改善している。このシート抵抗ならびにギャップ１６、誘電体膜厚（図１では第１保護膜５の膜厚）はそれぞれ計算により適切な値を求めることができる。

【００２２】

なお、窒化ケイ素の吸収率については、Q.Hu等の講演資料（”Real-time THz Imaging Using Quantum-cascade Lasers and Focal-plane Array Cameras”, 2nd International Workshop on Quantum Cascade Lasers, September 6-9 (2006)）に記載されており、それを図１０に示す。同図を見て分かるように、窒化ケイ素は、波長５０μｍ以上でほぼ透明になる。したがって、第１保護膜５を窒化ケイ素で形成する場合は、波長５０μｍ以下の領域においては、第１保護膜５により入射エネルギーが吸収されるため、著しく感度が低下することを念頭に置く必要がある。

【００２３】

以上より、エアギャップ１５を設定する際には、図２の総合吸収率と、誘電体（第１保護膜５）自身の吸収と、エアギャップ１５を大きくすることによる歩留まりの低下と、を総合的に勘案する必要があり、図９の欠陥画素数はエアギャップが８μｍ以上で急激に増加していることから、エアギャップ１５は、８μｍ未満（より好ましくは７μｍ以下）が適切であると言える。

【００２４】

以下、上記構造のボロメータ型ＴＨｚ波検出器１の製造方法の一例について概説する。

【００２５】

まず、ＣＭＯＳ回路等の読出回路２ａを形成した回路基板２上に、スパッタ法によりＡｌ、Ｔｉ等の金属を成膜し、レジストをマスクとしてパターン形成を行い、各画素の温度検出部１４に入射するＴＨｚ波を反射するための反射膜３及び電極配線９と読出回路２ａとを接続するためのコンタクト４を形成する。なお、上記金属はＴＨｚ波の反射率が高く、電気抵抗が小さい材料であればよく、Ａｌ、Ｔｉに限定されない。

【００２６】

次に、回路基板２全面に、プラズマＣＶＤ法によりシリコン酸化膜（ＳｉＯ、SiO_2）、シリコン窒化膜(ＳｉＮ、Si_3N_4)、シリコン酸窒化膜(ＳｉＯＮ)などを成膜し、反射膜３及びコンタクト４を保護する第１保護膜５を形成する。この第１保護膜５の膜厚は、ギャップ１６（反射膜３と吸収膜１１の間隔）がＴＨｚ波を効率的に吸収できる値となり、かつ、エアギャップ１５（温度検出部１４を中空に浮かせる間隔、すなわち、第１保護膜５の上面と温度検出部１４の下面との間隔）が８μｍ未満となるように設定する。

【００２７】

次に、回路基板２全面に感光性ポリイミド膜等の有機膜を塗布し、コンタクト４及び画

素間の領域が露出するように露光・現像を行った後、４００℃程度の温度で焼締めを行い、マイクロブリッジ構造を形成するための犠牲層を形成する。その際、キュア後の感光性ポリイミド膜は、エアギャップ１５が８μｍ未満となるような厚さに設定する。

【００２８】

次に、犠牲層の上に、プラズマＣＶＤ法によりシリコン酸化膜（ＳｉＯ、SiO_2）、シリコン窒化膜(ＳｉＮ、Si_3N_4)、シリコン酸窒化膜(ＳｉＯＮ)などを成膜し、第２保護膜６を形成する。

【００２９】

次に、第２保護膜６の上に、酸素雰囲気の反応性スパッタにより酸化バナジウム（V_2O_3、VO_Xなど）や酸化チタン（TiO_X）などを堆積し、レジストをマスクとしてパターン形成を行い、温度検出部１４となる部分にボロメータ薄膜７を形成する。なお、ここではボロメータ薄膜７として酸化バナジウムや酸化チタンを用いているが、抵抗温度係数（ＴＣＲ：Temperature Coefficient Resistance）の大きい他の材料を用いることもできる。

【００３０】

次に、プラズマＣＶＤ法によりシリコン酸化膜（ＳｉＯ，SiO_2)、シリコン窒化膜(ＳｉＮ，Si_3N_4)、シリコン酸窒化膜(ＳｉＯＮ)などを成膜し、ボロメータ薄膜７を保護する第３保護膜８を形成する。その後、コンタクト４上の第１保護膜５、第２保護膜６及び第３保護膜８、ボロメータ薄膜７端部の第３保護膜８を除去する。

【００３１】

次に、スパッタ法によりＡｌ、Ｃｕ、Ａｕ、Ｔｉ、Ｗ、Ｍｏなどの金属を成膜した後、レジストをマスクとしてパターン形成を行い、電極配線９を形成する。この電極配線９はコンタクト４を介してボロメータ薄膜７と回路基板２内の読出回路２ａとを電気的に接続すると共に、ボロメータ薄膜７を中空に保持する支持部１３としての役割を果たす。

【００３２】

その後、プラズマＣＶＤ法によりシリコン酸化膜（ＳｉＯ，SiO_2)、シリコン窒化膜(ＳｉＮ，Si_3N_4)、シリコン酸窒化膜(ＳｉＯＮ)などを成膜し、電極配線９を保護する第４保護膜１０を形成する。

【００３３】

次に、スパッタ法によりＡｌ、Ｔｉなどの金属を成膜した後、レジストをマスクとしてパターン形成を行い、吸収膜１１を形成する。その際、第２保護膜６、第３保護膜８、ボロメータ薄膜７、第４保護膜１０、吸収膜１１を合わせた温度検出部１４のシート抵抗が適切な値になるように膜厚を設定する。この吸収膜１１はＴＨｚ波を効率的に吸収する役割を果たす。なお、上記金属は温度検出部１４のシート抵抗を適切な値に設定可能な材料であればよく、Ａｌ、Ｔｉに限定されない。また、図１では、吸収膜１１を温度検出部１４の表面に形成しているが、吸収膜１１は反射膜３と対向するように配置されていればよく、温度検出部１４の表面、裏面あるいは内部のいずれに形成してもよい。

【００３４】

その後、一フッ化メタンと酸素の混合ガスを用いたプラズマエッチングにより、第２保護膜６と第３保護膜８と第４保護膜１０とを部分的にエッチングして、犠牲層上の所定の領域にスルーホールを形成してポリイミドを部分的に露出させ、O_2ガスプラズマを用いたアッシングにより犠牲層を除去し、温度検出部１４が支持部１３によって回路基板２から浮いたマイクロブリッジ構造のボロメータ型ＴＨｚ検出器１が完成する。

【００３５】

なお、上記製造方法では、第１保護膜５、第２保護膜６、ボロメータ薄膜７及び第３保護膜８を形成した後、コンタクト４上の第１保護膜５、第２保護膜６及び第３保護膜８を除去する構成としたが、例えば、第１保護膜５を形成した後にコンタクト４上の第１保護膜５を除去し、除去した部分にＣＭＰ法などを用いて金属を埋設してビアを形成し、その後、第２保護膜６、ボロメータ薄膜７及び第３保護膜８を形成し、ビア上の第２保護膜６及び第３保護膜８を除去する構成とすることもできる。

【００３６】
また、犠牲層をポリシリコンやＡｌで構成することもできる。ポリシリコンを用いる場合は、例えば、ヒドラジンやテトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド（ＴＭＡＨ）を用いたウェットエッチング、XeF_2プラズマを用いたドライエッチング等により犠牲層を除去することができる。また、Ａｌを用いる場合は、例えば、塩酸やホットリン酸を用いたウェットエッチングにより犠牲層を除去することができる。
【００３７】
また、第２保護膜６、第３保護膜８、第４保護膜１０にシリコン酸化膜を用いる場合には、犠牲層をシリコン窒化膜で構成することも可能であり、さらに、その逆も可能である。シリコン窒化膜を犠牲層とする場合は、例えば、ホットリン酸を用いたウェットエッチングで除去することができ、シリコン酸化膜を犠牲層とする場合は、例えば、弗酸を用いたウェットエッチングで除去することができる。
【００３８】
このように、本実施例では、反射膜３と吸収膜１１の間隔（ギャップ１６）は変えずに、第１保護膜５の上面と温度検出部１４の下面との間隔（エアギャップ１５）が８μｍ未満となるように第１保護膜５の膜厚を設定することにより、高性能なボロメータ型ＴＨｚ波検出器１を歩留まりよく製造することができる。
【実施例２】
【００３９】
次に、本発明の第２の実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器について、図３を参照に説明する。図３は、本実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を示す図である。
【００４０】
前記した第１の実施例は、温度検出部１４のみでＴＨｚ波を受光する構造であるが、本実施例では、受光面積を広げるため、温度検出部１４の周囲から隣接する画素に延びる庇を追加する。図３は、本実施例のボロメータ型ＴＨｚ波検出器１の画像構造を示しており、庇１２によって、温度検出部１４の周囲に入射するＴＨｚ波を吸収することができ、ボロメータ型ＴＨｚ波検出器１の感度を向上させることができる。
【００４１】
以下、上記構造のボロメータ型ＴＨｚ波検出器１の製造方法の一例について概説する。
【００４２】
まず、前記した第１の実施例と同様に、ＣＭＯＳ回路等の読出回路２ａを形成した回路基板２上に、反射膜３及びコンタクト４を形成し、その上に第１保護膜５を形成した後、温度検出部１４となる領域に犠牲層を形成する。次に、犠牲層の上に第２保護膜６、ボロメータ薄膜７、第３保護膜８を形成し、コンタクト４上の第１保護膜５、第２保護膜６及び第３保護膜８、ボロメータ薄膜７端部の第３保護膜８を除去する。次に、電極配線９、第４保護膜１０を形成する。なお、第１保護膜５の膜厚は、ギャップ１６（反射膜３と吸収膜１１の間隔）がＴＨｚ波を効率的に吸収できる値となり、かつ、エアギャップ１５（温度検出部１４を中空に浮かせる間隔、すなわち、第１保護膜５の上面と温度検出部１４の下面との間隔）が８μｍ未満となるように設定する。
【００４３】
次に、本実施例では、一フッ化メタンと酸素の混合ガスを用いたプラズマエッチングにより、第２保護膜６と第３保護膜８と第４保護膜１０とを部分的にエッチングして、犠牲層上の所定の領域にスルーホールを形成し、ポリイミドを部分的に露出させる。
【００４４】
次に、回路基板２全面に感光性ポリイミドを塗布し、温度検出部１４の周縁部が露出するように露光・現像を行った後、熱処理を施して、温度検出部１４の中央部及び隣接する温度検出部１４の間の領域に第２犠牲層を形成する。第２犠牲層の厚さは、例えば、０．５～３μｍ程度である。
【００４５】

次に、シリコン酸化膜（ＳｉＯ、SiO_2）、シリコン窒化膜(ＳｉＮ，Si_3N_4)、シリコン酸窒化膜(ＳｉＯＮ)などの絶縁材料を形成した後、温度検出部１４中央部の上記絶縁材料を除去して庇１２を形成する。

【００４６】

次に、スパッタ法によりＡｌ、Ｔｉなどの金属を成膜した後、レジストをマスクとしてパターン形成を行い、温度検出部１４中央部及び庇１２上に吸収膜１１を形成する。その際、第１の実施例と同様に、第２保護膜６、第３保護膜８、ボロメータ薄膜７、第４保護膜１０、吸収膜１１、庇１２を合わせた温度検出部１４のシート抵抗が適切な値となるように膜厚を設定する。なお、図３では、吸収膜１１を温度検出部１４及び庇１２の表面に形成しているが、吸収膜１１は反射膜３と対向するように配置されていればよく、温度検出部１４及び庇１２の表面、裏面あるいは内部のいずれに形成してもよい。

【００４７】

その後、隣接する画素間の庇１２にスルーホールを形成してポリイミドを部分的に露出させ、O_2ガスプラズマを用いたアッシングにより犠牲層及び第２犠牲層を除去し、温度検出部１４が支持部１３によって回路基板２から浮いたマイクロブリッジ構造のボロメータ型ＴＨｚ検出器１が完成する。

【００４８】

このように、本実施例でも、反射膜３と吸収膜１１の間隔（ギャップ１６）は変えずに、第１保護膜５の上面と温度検出部１４の下面との間隔（エアギャップ１５）が８μｍ未満となるように第１保護膜５の膜厚を設定することにより、高性能なボロメータ型ＴＨｚ波検出器１を歩留まりよく製造することができる。

【実施例３】

【００４９】

次に、本発明の第３の実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器について、図４を参照に説明する。図４は、本実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を示す図である。

【００５０】

前記した第２の実施例では、温度検出部１４の下部と庇１２の下部とでギャップが異なるため、干渉効果が若干阻害される。そこで、本実施例では、これを改善するために、図４に示すように、ギャップ１６が画素内でほぼ同じとなるようする。

【００５１】

以下、上記構造のボロメータ型ＴＨｚ波検出器１の製造方法の一例について概説する。

【００５２】

まず、第１の実施例と同様に、ＣＭＯＳ回路等の読出回路２ａを形成した回路基板２上に、反射膜３及びコンタクト４を形成し、その上に第１保護膜５を形成した後、温度検出部１４となる領域に犠牲層を形成する。次に、犠牲層の上に第２保護膜６、ボロメータ薄膜７、第３保護膜８を形成し、コンタクト４上の第１保護膜５、第２保護膜６及び第３保護膜８、ボロメータ薄膜７端部の第３保護膜８を除去する。次に、電極配線９、第４保護膜１０を形成する。なお、第１保護膜５の膜厚は、ギャップ１６（反射膜３と吸収膜１１の間隔）がＴＨｚ波を効率的に吸収できる値となり、かつ、エアギャップ１５（温度検出部１４を中空に浮かせる間隔、すなわち、第１保護膜５の上面と温度検出部１４の下面との間隔）が８μｍ未満となるように設定する。

【００５３】

次に、第２の実施例と同様に、第２保護膜６と第３保護膜８と第４保護膜１０とを部分的にエッチングしてスルーホールを形成し、ポリイミドを部分的に露出させる。次に、回路基板２全面に感光性ポリイミドを塗布し、温度検出部１４の周縁部が露出するように露光・現像を行った後、熱処理を施して第２犠牲層を形成する。

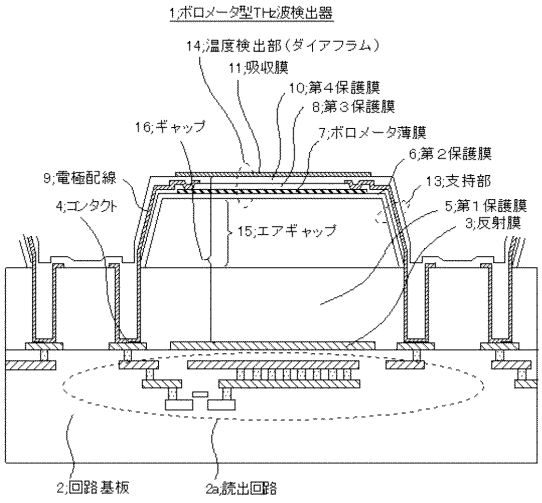
【００５４】

次に、シリコン酸化膜（ＳｉＯ、SiO_2）、シリコン窒化膜(ＳｉＮ，Si_3N_4)、シリコン酸窒化膜(ＳｉＯＮ)などの絶縁材料を形成した後、本実施例では、温度検出部１

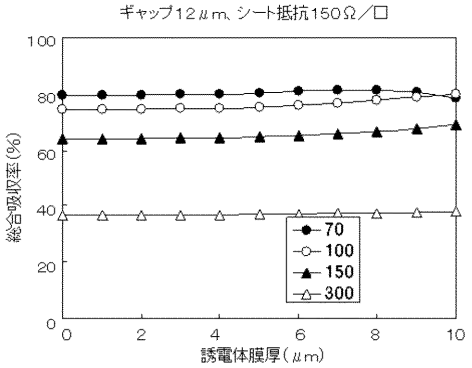
４中央の穴１７に相当する部分の上記絶縁材料を除去して庇１２を形成する。
【００５５】
次に、スパッタ法によりＡｌ、Ｔｉなどの金属を成膜した後、レジストをマスクとしてパターン形成を行い、庇１２上に吸収膜１１を形成する。その後、隣接する画素間の庇１２にスルーホールを形成してポリイミドを部分的に露出させ、O_2ガスプラズマを用いたアッシングにより犠牲層及び第２犠牲層を除去し、温度検出部１４が支持部１３によって回路基板２から浮いたマイクロブリッジ構造のボロメータ型ＴＨｚ検出器１が完成する。なお、図４では、吸収膜１１を温度検出部１４及び庇１２の表面に形成しているが、吸収膜１１は反射膜３と対向するように配置されていればよく、温度検出部１４及び庇１２の表面、裏面あるいは内部のいずれに形成してもよい。
【００５６】
このように、本実施例でも、反射膜３と吸収膜１１の間隔（ギャップ１６）は変えずに、第１保護膜５の上面と温度検出部１４の下面との間隔（エアギャップ１５）が８μｍ未満となるように第１保護膜５の膜厚を設定することにより、高性能なボロメータ型ＴＨｚ波検出器１を歩留まりよく製造することができる。
【実施例４】
【００５７】
次に、本発明の第４の実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器について、図５を参照に説明する。図５は、本実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を示す図である。
【００５８】
前記した第１の実施例において、エアギャップ１５を８μｍ未満とする代わりに、誘電体（第１保護膜５）の膜厚を厚くしたが、第１保護膜５を厚くするとコンタクト４が深くなり、電極配線９の断線が生じやすくなる。そこで、本実施例では、これを改善するために、半導体製造工程における配線形成手法を利用して、図５に示すように、反射膜３として利用する配線の上に、ビアと配線層を順次積層し、電極配線９を読出回路２ａに接続するための多層配線構造を形成する。これにより、高性能なボロメータ型ＴＨｚ波検出器１を歩留まりよく製造することができると共に、電極配線９の断線を抑制することができる。なお、この構造は、近年の半導体製造工程で十分実現可能な構造である。
【実施例５】
【００５９】
次に、本発明の第５の実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器について、図６を参照に説明する。図６は、本実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を示す図であり、第２の実施例と第４の実施例のコンタクト形成方法を組み合わせた例である。この構造でも、第４の実施例と同様に、高性能なボロメータ型ＴＨｚ波検出器１を歩留まりよく製造することができると共に、電極配線９の断線を抑制することができる。
【実施例６】
【００６０】
次に、本発明の第６の実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器について、図７を参照に説明する。図７は、本実施例に係るボロメータ型ＴＨｚ波検出器の画素構造を示す図であり、第３の実施例と第４の実施例のコンタクト形成方法を組み合わせた例である。この構造でも、第４の実施例と同様に、高性能なボロメータ型ＴＨｚ波検出器１を歩留まりよく製造することができると共に、電極配線９の断線を抑制することができる。
【００６１】
なお、上記各実施例では、温度検出部としてボロメータ薄膜を備えたボロメータ型ＴＨｚ波検出器について述べたが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、光学干渉を用いた吸収構造を備えた任意の検出器に対して、同様に適用することができる。また、上記各実施例では、波長３０μｍ～１ｍｍ程度のＴＨｚ波を検出する場合について述べたが、更に長波長の電磁波に対しても適用可能である。
【産業上の利用可能性】

【００６２】
本発明は、波長３０μｍ～１ｍｍ程度のＴＨｚ波を検出する検出器、特にボロメータ型ＴＨｚ波検出器に利用可能である。
【符号の説明】
【００６３】
１　ボロメータ型ＴＨｚ波検出器
２　回路基板
２ａ　読出回路
３　反射膜
４　コンタクト
５　第１保護膜
６　第２保護膜
７　ボロメータ薄膜
８　第３保護膜
９　電極配線
１０　第４保護膜
１１　吸収膜
１２　庇
１３　支持部
１４　温度検出部（ダイアフラム）
１５　エアギャップ
１６　ギャップ
１７　穴
１８　層間絶縁膜
２０　従来のボロメータ型ＴＨｚ波検出器

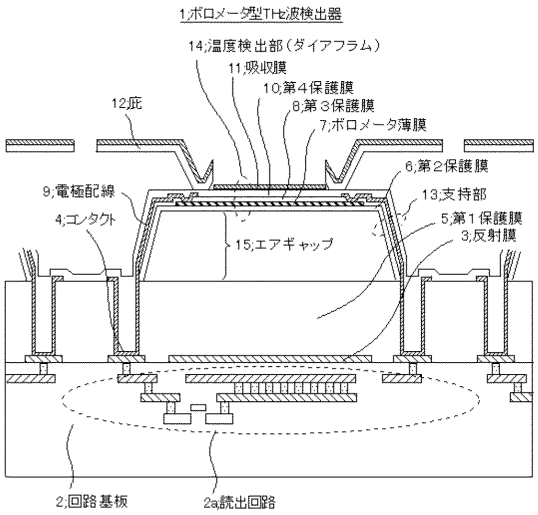
【図１】



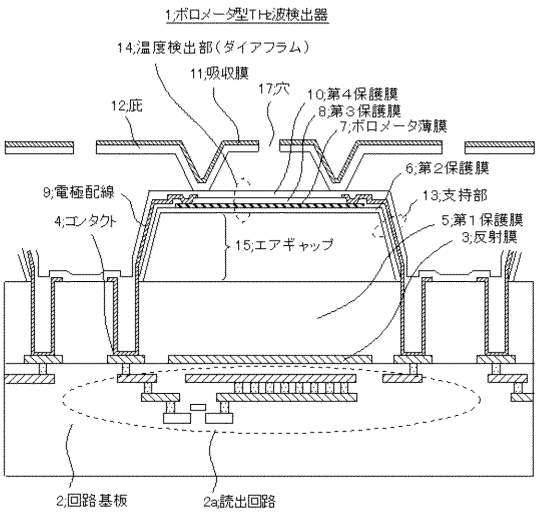
【図２】



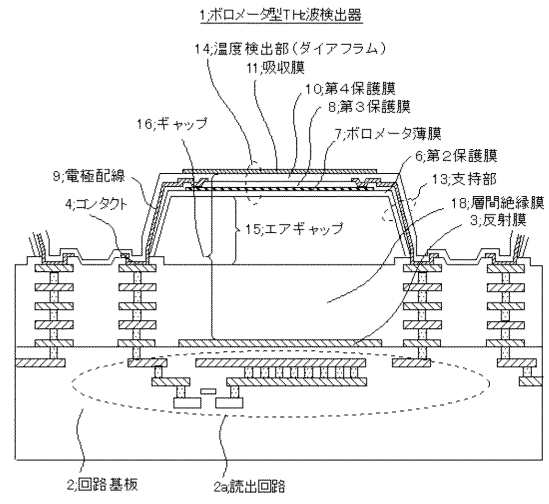
【図３】


1;ボロメータ型THz波検出器
14;温度検出部（ダイアフラム）
11;吸収膜
10;第４保護膜
8;第３保護膜
7;ボロメータ薄膜
12;庇
6;第２保護膜
9;電極配線
13;支持部
4;コンタクト
5;第１保護膜
15;エアギャップ
3;反射膜
2;回路基板
2a;読出回路

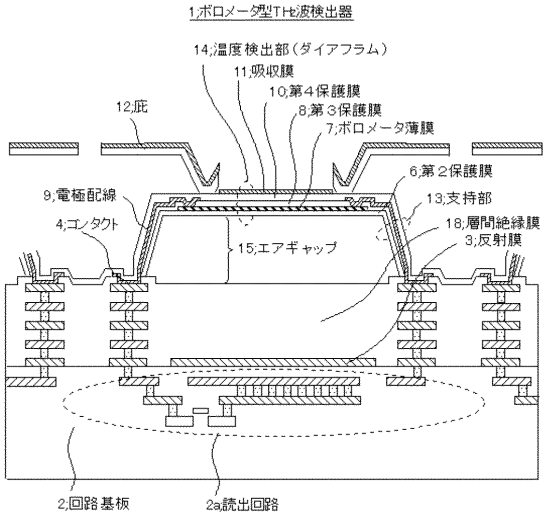
【図４】


1;ボロメータ型THz波検出器
14;温度検出部（ダイアフラム）
11;吸収膜
17;穴
10;第４保護膜
8;第３保護膜
7;ボロメータ薄膜
12;庇
6;第２保護膜
9;電極配線
13;支持部
4;コンタクト
5;第１保護膜
15;エアギャップ
3;反射膜
2;回路基板
2a;読出回路

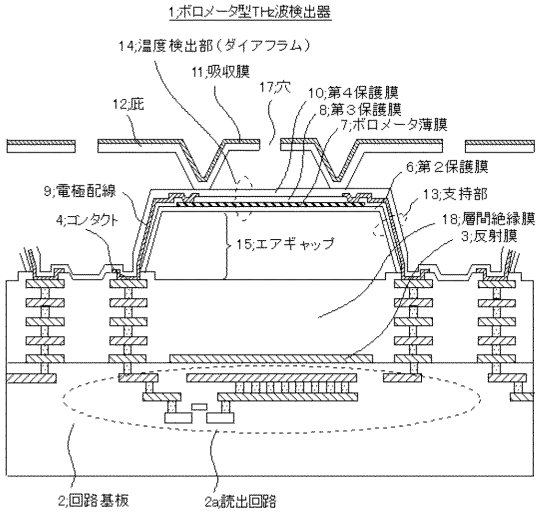
【図５】


1;ボロメータ型THz波検出器
14;温度検出部（ダイアフラム）
11;吸収膜
10;第４保護膜
8;第３保護膜
16;ギャップ
7;ボロメータ薄膜
6;第２保護膜
9;電極配線
13;支持部
4;コンタクト
18;層間絶縁膜
15;エアギャップ
3;反射膜
2;回路基板
2a;読出回路

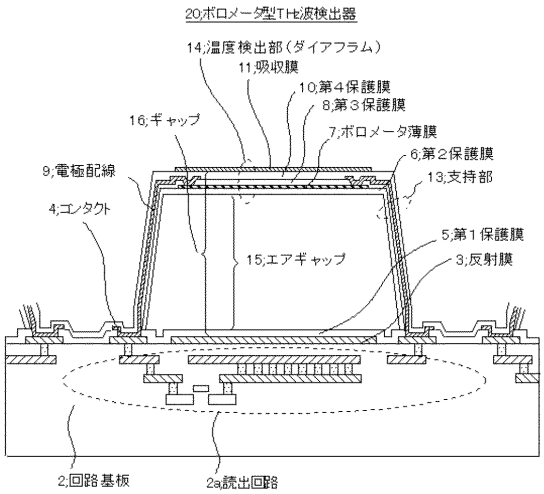
【図６】


1;ボロメータ型THz波検出器
14;温度検出部（ダイアフラム）
11;吸収膜
10;第４保護膜
8;第３保護膜
12;庇
7;ボロメータ薄膜
6;第２保護膜
9;電極配線
13;支持部
4;コンタクト
18;層間絶縁膜
15;エアギャップ
3;反射膜
2;回路基板
2a;読出回路

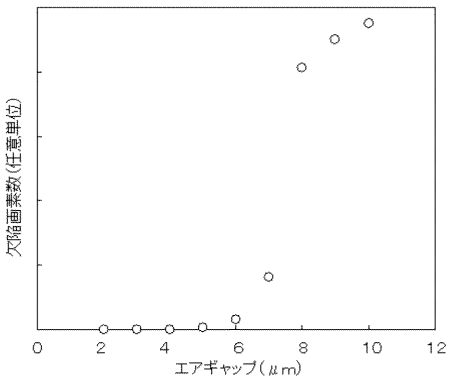
【図７】


1;ボロメータ型THz波検出器
14;温度検出部（ダイアフラム）
11;吸収膜
17;穴
12;底
10;第４保護膜
8;第３保護膜
7;ボロメータ薄膜
6;第２保護膜
9;電極配線
13;支持部
4;コンタクト
18;層間絶縁膜
3;反射膜
15;エアギャップ
2;回路基板
2a;読出回路

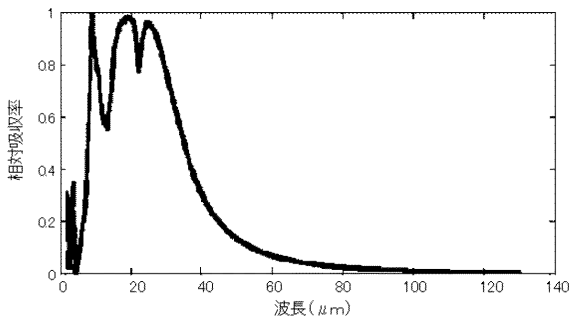
【図８】


20;ボロメータ型THz波検出器
14;温度検出部（ダイアフラム）
11;吸収膜
10;第４保護膜
8;第３保護膜
16;ギャップ
7;ボロメータ薄膜
6;第２保護膜
9;電極配線
13;支持部
4;コンタクト
5;第１保護膜
15;エアギャップ
3;反射膜
2;回路基板
2a;読出回路

【図９】


欠陥画素数（任意単位）
0
2
4
6
8
10
12
エアギャップ（μm）

【図１０】


相対吸収率
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
20
40
60
80
100
120
140
波長（μm）