

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5521827号  
(P5521827)

(45) 発行日 平成26年6月18日 (2014. 6. 18)

(24) 登録日 平成26年4月18日 (2014. 4. 18)

(51) Int. Cl. F I  
GO 1 J 1/02 (2006.01) GO 1 J 1/02 Y

請求項の数 9 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2010-145919 (P2010-145919)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成22年6月28日 (2010. 6. 28)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-8068 (P2012-8068A)		東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
(43) 公開日	平成24年1月12日 (2012. 1. 12)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成25年6月27日 (2013. 6. 27)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100146835
			弁理士 佐伯 義文
		(74) 代理人	100140774
			弁理士 大浪 一徳
		(74) 代理人	100095728
			弁理士 上柳 雅普
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焦電型検出器、焦電型検出装置及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

キャパシターと、前記キャパシター上に形成される第 1 還元ガスバリア膜と、前記第 1 還元ガスバリア膜を覆う層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜上に配置された第 1 電極配線層及び第 2 電極配線層と、前記第 1 電極配線層及び前記第 2 電極配線層を覆って設けられたパッシベーション膜と、前記層間絶縁膜よりも光入射方向の上流側で、前記パッシベーション膜上に設けられた光吸収部材と、前記光吸収部材を覆って設けられた第 2 還元ガスバリア膜とを含む焦電型検出素子と、

第 1 面と、前記第 1 面に対向する第 2 面とを含み、前記第 2 面が空洞部に臨んで配置され、前記第 1 面に前記焦電型検出素子を搭載する支持部材と、

前記支持部材の前記第 2 面の一部を支持するポストが基板上に形成された基部と、を有し、

前記キャパシターは、前記支持部材上に配置された第 1 電極と、前記キャパシターの頂面の側に配置された第 2 電極と、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に配置された焦電材料とを有し、

前記支持部材は、前記キャパシターが搭載される搭載部と、前記搭載部に連結されたアーム部とを含み、前記搭載部から延在形成された前記アーム部の自由端部は、前記ポストに連結され、

前記第 1 還元ガスバリア膜は、前記第 1 面において前記キャパシターを覆うように形成され、前記第 1 還元ガスバリア膜の外周縁である第 3 外周縁が、前記搭載部の外周縁であ

10

20

る第 1 外周縁と、前記キャパシターの外周縁である第 2 外周縁との間で終端し、  
 前記層間絶縁膜は、前記搭載部の前記第 1 外周縁と前記第 1 還元ガスバリア膜の前記第 3 外周縁との間に第 4 外周縁を有する孤立パターンに形成され、  
 前記層間絶縁膜は、前記光吸収部材が吸収する波長帯域に光吸収特性を有し、  
 前記支持部材は、前記第 1 面において前記第 1 電極の直下の領域にのみ形成されている第 1 層部材と、前記第 1 層部材よりも前記第 2 面側にて前記第 1 層部材に積層され、前記第 1 面において前記キャパシターの周辺に沿って露出される第 2 層部材を含み、  
 前記第 2 層部材は、還元ガスバリア性を有し、  
 前記第 2 還元ガスバリア膜は、前記キャパシターから前記第 2 層部材の露出面に至る領域を覆い、かつ前記第 2 層部材と接触して形成され、  
 前記焦電型検出素子は、前記第 1 還元ガスバリア膜及び前記層間絶縁膜に形成された第 1 コンタクトホールと、前記第 1 コンタクトホールに配置されて前記第 1 電極と前記第 1 電極配線層とを導通する第 1 プラグと、前記キャパシターの頂面を覆う前記第 1 還元ガスバリア膜及び前記層間絶縁膜に形成された第 2 コンタクトホールと、前記第 2 コンタクトホールに配置されて前記第 2 電極と前記第 2 電極配線層とを導通する第 2 プラグとをさらに有し、  
 前記第 1 プラグ及び前記第 2 プラグを複数層とし、その第 1 層に還元ガスバリア性を担保するバリアメタル層を採用し、  
 前記焦電材料は、( 1 1 1 ) 方位で優先配向させて結晶成長させてあり、  
 前記第 1 電極は、前記焦電材料の側から順に、( 1 1 1 ) 面に優先配向されたシード層と、還元ガスバリア層と、前記シード層が ( 1 1 1 ) 面に優先配向するように配向制御する配向制御層と、前記第 1 層部材との密着性を高める密着層とを含む多層構造を有し、  
 前記第 2 電極は、前記焦電材料の側から順に、前記焦電材料と結晶配向が整合する配向整合層と、還元ガスバリア層と、前記第 2 プラグとの接合面を低抵抗化する低抵抗化層とを含む多層構造を有し、  
 前記第 1 層部材は  $\text{SiO}_2$  で形成され、  
 前記密着層は、還元ガスバリア性を有し、 $\text{TiAlN}$  または  $\text{TiN}$  で形成され、  
 $\text{Ir}$  層である前記第 2 電極の前記低抵抗化層は、 $\text{Ir}$  層である前記第 1 電極の前記配向制御層より薄く形成され、  
 $\text{IrOx}$  層である前記第 2 電極の前記還元ガスバリア層は、 $\text{IrOx}$  層である前記第 1 電極の前記還元ガスバリア層より厚く形成され、  
 $\text{Pt}$  層である前記第 2 電極の前記配向整合層は、 $\text{Pt}$  層である前記第 1 電極の前記シード層より薄く形成され、  
 前記第 1 電極の熱コンダクタンスは、前記第 2 電極の熱コンダクタンスより小さいことを特徴とする焦電型検出器。  
 【請求項 2】  
 請求項 1 において、  
 前記第 1 還元ガスバリア膜は、 $\text{SiN}$  よりも熱伝達率の小さい材料にて形成されていることを特徴とする焦電型検出器。  
 【請求項 3】  
 請求項 2 において、  
 前記第 1 還元ガスバリア膜は、金属酸化物であることを特徴とする焦電型検出器。  
 【請求項 4】  
 請求項 3 において、  
 前記第 1 還元ガスバリア膜は、酸化アルミニウムであることを特徴とする焦電型検出器。  
 【請求項 5】  
 請求項 1 乃至 4 のいずれかにおいて、  
 前記第 1 還元ガスバリア膜は、前記キャパシターに接する第 1 層膜と、前記第 1 層膜に積層される第 2 層膜とを含み、

10

20

30

40

50

前記第 1 層膜は前記第 2 層膜よりも膜密度が低いことを特徴とする焦電型検出器。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかにおいて、

前記層間絶縁膜は、前記ボストよりも水素含有率が小さいことを特徴とする焦電型検出器。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の焦電型検出器を二軸方向に沿って二次元配置したことを特徴とする焦電型検出装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の焦電型検出器を有することを特徴とする電子機器。

10

【請求項 9】

請求項 7 に記載の焦電型検出装置を有することを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、焦電型検出器、焦電型検出装置及び電子機器等に関する。

【背景技術】

【0002】

焦電型検出装置として、焦電型またはボロメーター型の赤外線検出装置が知られている。赤外線検出装置は、受光した赤外線の光量（温度）によって焦電体材料の自発分極量が変化すること（焦電効果またはパイロ電子効果）を利用して焦電体の両端に起電力（分極による電荷）を生じさせるか（焦電型）、または温度によって抵抗値を変化させて（ボロメーター型）、赤外線を検出している。焦電型赤外線検出装置は、ボロメーター型赤外線検出装置と比較して、製造工程が複雑である反面、検出感度が優れるという利点がある。

20

【0003】

焦電型赤外線検出装置のセルは、上部電極と下部電極とに接続された焦電体から成るキャパシターを含む赤外線検出素子を有し、電極や焦電体の材料や電極配線構造に関して、各種の提案がなされている（特許文献 1）。

【0004】

また、上部電極と下部電極とに接続された強誘電体を含むキャパシターは強誘電体メモリに用いられており、強誘電体メモリに適した電極や強誘電体の材料に関しても、各種の提案がなされている（特許文献 3，4）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 10 - 104062 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 232896 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 71242 号公報

【特許文献 4】特開 2009 - 129972 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

キャパシターは製造時または実使用時に還元ガスによる酸素欠損が生ずると、特性が劣化する。この点、特許文献 1，2 ではキャパシターを還元ガスから保護することについては無言である。

【0007】

また、特許文献 1 では、下部電極自体が引き回されて下部電極配線として兼用され、かつ、上部電極自体が引き回されて上部電極配線層として兼用されている。キャパシターの下部電極及び上部電極は、求められる電気的特性上から電気抵抗が低い材料（例えば Pt または Ir 等）が用いられ、熱伝導率性も高い（Pt は 71.6 W/mK、Ir は 147

50

W/mK)。よって、特許文献1の技術では、赤外線検出素子の熱が下部電極配線または上部電極配線を介して外部に伝熱されてしまう。このため、温度に基づいて焦電体材料の分極量が変化する検出原理の焦電型赤外線検出器として高い特性を担保できない。

【0008】

特許文献2は、特許文献1とは異なるプレーナー型のキャパシターを開示している。特許文献2は、単結晶半導体基板(4)上に形成される結晶性を有する $Al_2O_3$ 薄膜(6)上に下部金属薄膜である下部プラチナ膜(8)を形成し、下部金属薄膜(8)の上面の一部分上の上に強誘電体薄膜(10)を積層し、強誘電体薄膜(8)の上面の一部分上の上に上部金属薄膜である上部プラチナ膜(12)を積層している(図2, 3及び請求項1)。下部金属薄膜(8)及び上部金属薄膜(12)の上面には、絶縁膜(14)に覆

10

【0009】

しかし、特許文献2は下部金属薄膜(8)、強誘電体薄膜(10)及び上部金属薄膜(12)の結晶性に専ら関心があり、キャパシターを還元ガスから保護することや、配線(16)からの熱の散逸については無関心である。

【0010】

本発明の幾つかの態様によれば、温度に基づいて焦電体材料の分極量が変化する検出原理に鑑み、キャパシターを還元ガスから保護し、しかも焦電型検出素子から熱が散逸することを抑制して高い検出特性を実現できる焦電型検出器、焦電型検出装置及び電子機器を提供することができる。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一態様に係る焦電型検出器は、

第1電極と、第2電極と、前記第1, 第2電極間に配置された焦電材料とから成り、温度に基づいて分極量が変化するキャパシターと、前記キャパシターを還元ガスから保護する第1還元ガスバリア膜と、を含む焦電型検出素子と、

第1面と、前記第1面に対向する第2面とを含み、前記第2面が空洞部に臨んで配置され、前記第1面に前記焦電型検出素子を搭載した支持部材と、

前記支持部材の前記第2面の一部を支持する支持部と、

30

を有し、  
前記支持部材は、前記キャパシターが搭載される搭載部材と、前記搭載部材に連結されたアーム部材とを含み、

前記第1還元ガスバリア膜は、前記搭載部材の第1外周縁と、前記キャパシターの第2外周縁との間に第3外周縁を有する孤立パターンで形成されていることを特徴とする。

【0012】

ここで、キャパシターは、キャパシターの形成後の工程で還元ガス(水素、水蒸気、OH基、メチル基など)がキャパシターに侵入することを抑制する還元ガスバリア層に覆われている。キャパシターの焦電体(例えばPZT等)は酸化物であり、酸化物が還元されると酸素欠損を生じて、焦電効果が損なわれるが、第1還元ガスバリア膜によりキャパシターを保護できる。

40

【0013】

また、キャパシターと、それを覆う第1還元ガスバリア膜とは、支持部材の搭載部上に孤立パターンとして形成されるので、第1還元ガスバリア膜を支持部材の全面に形成するものに比べて、赤外線検出素子の熱容量が小さくなり、熱分離性も向上する。

【0014】

本発明の一態様では、前記第1還元ガスバリア膜は、SiNよりも熱伝達率の小さい材料にて形成することができる。つまり、第1還元ガスバリア膜は、強誘電体メモリに用いられる同機能の膜(代表的にはSiN)よりも熱伝達率の小さい材料にて形成することができる。こうすると、キャパシターの熱が、キャパシターと接触する第1還元ガスバリア

50

膜を介して外部に散逸することを抑制できる。

【0015】

熱伝達率の小さい第1還元ガスバリア膜とし、金属酸化物例えば酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ ) を挙げることができる。酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ ) の熱伝導率は  $29 W/mK$  であり、 $SiN$  の熱伝導率  $70 W/mK$  よりも格段に低い。しかも、酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ ) は  $SiN$  と比較して還元ガスバリア性例えば水素バリア性が高い点でも優れている。水素バリア性が高い酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ ) を第1還元ガスバリア膜として用いれば、 $SiN$  で形成する場合よりも膜厚を薄くできる。よって、赤外線検出素子の熱容量を小さくできる。

【0016】

本発明の一態様では、前記第1還元ガスバリア膜は、前記キャパシターに接する第1層膜と、前記第1層膜に積層される第2層膜とを含み、前記第1層膜は前記第2層膜よりも膜密度を低くすることができる。

【0017】

こうすると、膜密度の低い第1層膜の熱伝導率を、膜密度の厚い第2層膜よりも低くできる。キャパシターに接触する側の第1層膜242の熱伝導率を低くすることで、赤外線検出素子の熱分離性が向上する。なお、膜密度の低い第1層膜は、還元ガスバリア性も低くなるが、第1層膜を覆う第2層膜の膜密度が高いため、第1還元ガスバリア膜としての還元ガスバリア性を確保できる。

【0018】

本発明の一態様では、前記支持部材は、前記第2面を形成する第1層部材と、前記第1層部材よりも前記第1面側にて前記第1層部材に積層される第2層部材を含み、前記第2層部材は、還元ガスバリア性を有することができる。

【0019】

こうすると、第1還元ガスバリア膜では保護できない、キャパシターの下方側からの還元ガスの侵入を、支持部材の第2層部材にて抑制することができる。

【0020】

このように、第1還元ガスバリア膜を、キャパシター230と配線224との間の層間絶縁膜として機能させることができる。この際、第1還元ガスバリア膜240にはコンタクトホール254が形成され、この領域にて還元ガスバリア性は担保できなくなる。そこで、コンタクトホールに充填されるプラグとして、還元ガスバリア性を有する材料を用い、第1還元ガスバリア膜とプラグとによりキャパシターを保護できる。

【0021】

本発明の一態様では、前記焦電型検出素子は、前記キャパシターの頂面を覆う前記第1還元ガスバリア膜に形成されたコンタクトホールと、前記コンタクトホールに配置されて第2電極に接続されるプラグと、前記プラグに接続される配線層とをさらに有し、前記プラグは、還元ガスバリア性を有する材料にて形成することができる。

【0022】

このように、第1還元ガスバリア膜を、キャパシターと配線との間の層間絶縁膜として機能させることができる。この際、第1還元ガスバリア膜にはコンタクトホールが形成され、この領域にて還元ガスバリア性は担保できなくなる。そこで、コンタクトホールに充填されるプラグとして、還元ガスバリア性を有する材料を用い、第1還元ガスバリア膜とプラグとによりキャパシターを保護できる。

【0023】

本発明の一態様では、前記焦電型検出素子は、前記第1還元ガスバリア膜を覆う層間絶縁膜と、前記キャパシターの頂面を覆う前記第1還元ガスバリア膜及び前記層間絶縁膜に形成されたコンタクトホールと、前記コンタクトホールに配置されて前記第2電極に接続されるプラグと、前記プラグに接続される配線層とをさらに有することができる。

【0024】

このように、第1還元ガスバリア膜とは別個に層間絶縁膜を設けることができる。一般

10

20

30

40

50

に、層間絶縁膜の原料ガス（ＴＥＯＳ）が化学反応する際には、水素ガスや水蒸気等の還元ガスが発生する。キャパシターの周囲に設けた還元ガスバリア層は、この層間絶縁膜の形成中に発生する還元ガスからもキャパシターを保護することができる。また、層間絶縁膜を設けると、層間絶縁膜上の配線層をパターンエッチングする際に、その下層の還元ガスバリア層がエッチングされてバリア性が低下することを防止できる。また、層間絶縁膜は、同じ絶縁膜である支持部よりも含有水分を少なくし、または水素含有率を低くすることができる。こうすると、層間絶縁膜が形成された後に高温に晒されても、層間絶縁膜からの還元ガスの発生を抑制できる。

【００２５】

ここで、前記層間絶縁膜は、前記搭載部材の第１外周縁と前記第１還元ガスバリア膜の前記第３外周縁との間に第４外周縁を有する孤立パターンに形成することができる。こうして、層間絶縁膜を設ける場合でも、赤外線検出素子の熱容量を小さくし、熱分離性を向上させることができる。

【００２６】

本発明の一態様では、前記層間絶縁膜は、前記支持部よりも水素含有率を小さくすることができる。層間絶縁膜の形成後にアニーリング等によって脱水処理することで、脱水処理されない他の絶縁膜である支持部よりも、層間絶縁膜を低水分膜とすることができる。こうすると、第１還元ガスバリア膜の近傍での還元ガスの発生を抑制することができ、層間絶縁膜形成後にキャパシターが高温に晒されても、焦電材料は酸素欠損することを低減できる。

【００２７】

本発明の一態様では、前記焦電型検出素子は、前記層間絶縁膜よりも光入射方向の上流側に設けられた光吸収膜をさらに有し、前記層間絶縁膜は、前記光吸収膜が吸収する波長帯域に光吸収特性を有することができる。層間絶縁膜が光吸収膜として機能することで、焦電型検出器の感度が向上する。

【００２８】

本発明の一態様では、前記焦電型検出素子は、前記キャパシターよりも光入射方向の上流側に設けられた光吸収膜と、前記キャパシター及び前記光吸収膜を覆って設けられた第２還元ガスバリア膜とをさらに有することができる。こうすると、第１，第２還元ガスバリア膜によりバリア性がさらに向上する。

【００２９】

本発明の一態様では、前記焦電型検出素子は、前記キャパシターよりも光入射方向の上流側に設けられた光吸収膜と、前記キャパシター及び前記光吸収膜を覆って設けられた第２還元ガスバリア膜とをさらに有し、前記支持部材は、前記キャパシターの周辺に沿って前記第１層部材が孤立状にパターンニングされて、前記第２層部材が前記キャパシターの周辺に沿って露出され、前記第２還元ガスバリア膜は、前記キャパシターから前記第２層部材の露出面に至る領域を覆うことができる。

【００３０】

こうすると、キャパシターの下方側を、支持部材の第２層部材と第２還元ガスバリア膜とで包囲することができ、バリア性がさらに向上する。

【００３１】

本発明の他の態様に係る焦電型検出装置は、上述した焦電型検出器が二軸方向に沿って二次元配置して構成される。この焦電型検出装置は、各セルの焦電型検出器にて検出感度が高められるので、明瞭な光（温度）分布画像を提供できる。

【００３２】

本発明のさらに他の態様に係る電子機器は、上述した焦電型検出器または焦電型検出装置を有し、１セル分または複数セルの焦電型検出器をセンサーとして用いることで、光（温度）分布画像を出力するサーモグラフィー、車載用ナイトビジョンまたは監視カメラの他、物体の物理情報の解析（測定）を行う物体の解析機器（測定機器）、火や発熱を検知するセキュリティ機器、工場などに設けられるＦＡ（Factory Automation）機器などに

10

20

30

40

50

最適である。また、焦電型検出器または焦電型検出装置、あるいはそれらを有する電子機器は、例えば、供給する熱量と流体が奪う熱量とが均衡する条件下にて流体の流量を検出するフローセンサーなどにも適用できる。このフローセンサーに設けられる熱伝対などに代えて本発明の焦電型検出器または焦電型検出装置を設けることができ、光以外を検出対象とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】図1(A)(B)は、本発明の一実施形態に係る赤外線検出素子の基本構造を示す図である。

【図2】図2(A)(B)は、第1還元ガスバリア膜を層間絶縁膜として兼用した赤外線検出素子の基本構造を示す図である。

【図3】図3(A)(B)は、第1還元ガスバリア膜及び層間絶縁膜を有する赤外線検出素子の基本構造を示す図である。

【図4】本発明の実施形態に係る焦電型赤外線検出装置の概略平面図である。

【図5】本発明の実施形態に係る焦電型赤外線検出装置の1セル分の焦電型検出器の概略断面図である。

【図6】犠牲層上に形成される支持部材及び赤外線検出素子を示す製造工程の概略断面図である。

【図7】配線プラグ付近の還元ガスバリア性を強化した変形例を示す概略断面図である。

【図8】焦電型赤外線検出器のキャパシター構造を説明するための概略断面図である。

【図9】支持部材の第2層部材と第2還元ガスバリア膜とでキャパシター下方のバリア性をさらに向上させた焦電型赤外線検出器の概略断面図である。

【図10】焦電型検出器または焦電型検出装置を含む電子機器のブロック図である。

【図11】図11(A)、図11(B)は焦電型検出器を二次元配置した焦電型検出装置の構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

1. 焦電型赤外線検出装置

支持部材210及びそれに搭載される焦電型検出素子220を各セルがそれぞれ備えた複数セルの焦電型赤外線検出器200が、二軸方向例えば直交二軸方向に配列された焦電型赤外線検出装置(広義には焦電型検出装置)を、図4に示す。なお、1セル分のみの焦電型赤外線検出器にて焦電型赤外線検出装置が構成されても良い。図4において、基部(固定部ともいう)100から複数のポスト104が立設され、例えば2本のポスト(支持部)104に支持された1セル分の焦電型赤外線検出器200が、直交二軸方向に配列されている。1セル分の焦電型赤外線検出器200が占める領域は、例えば $30 \times 30 \mu\text{m}$ である。

【0035】

図4に示すように、焦電型赤外線検出器200は、2本のポスト(支持部)104に連結された支持部材(メンブレン)210と、赤外線検出素子(広義には焦電型検出素子)220と、を含んでいる。1セル分の焦電型赤外線検出素子220が占める領域は、例えば $10 \times 10 \mu\text{m}$ である。

【0036】

1セル分の焦電型赤外線検出器200は、2本のポスト104と接続される以外は非接触とされ、焦電型赤外線検出器200の下方には空洞部102(図4参照)が形成され、平面視で焦電型赤外線検出器200の周囲には、空洞部102に連通する開口部102Aが配置される。これにより、1セル分の焦電型赤外線検出器200は、基部100や他のセルの焦電型赤外線検出器200から熱的に分離されている。

【0037】

支持部材210は、赤外線検出素子220を搭載して支持する搭載部(搭載部材)210Aと、搭載部210Aに連結された2本のアーム(アーム部材)210Bとを有し、2

10

20

30

40

50

本のアーム 2 1 0 B の自由端部がポスト 1 0 4 に連結されている。2 本のアーム 2 1 0 B は、赤外線検出素子 2 2 0 を熱分離するために、細幅でかつ冗長に延在形成される。

【 0 0 3 8 】

図 4 は、上部電極に接続される配線層より上方の部材を省略した平面図であり、図 4 には赤外線検出素子 2 2 0 に接続された第 1 電極（下部電極）配線層 2 2 2 及び第 2 電極（上部電極）配線層 2 2 4 が示されている。第 1, 第 2 電極配線層 2 2 2, 2 2 4 の各々は、アーム 2 1 0 B に沿って延在され、ポスト 1 0 4 を介して基部 1 0 0 内の回路に接続される。第 1, 第 2 電極配線層 2 2 2, 2 2 4 も、赤外線検出素子 2 2 0 を熱分離するために、細幅でかつ冗長に延在形成される。

【 0 0 3 9 】

## 2. 焦電型赤外線検出素子と支持部材の基本構造

図 1 ( A ) ( B ) は、本発明の一実施形態に係る赤外線検出素子 2 2 0 の基本構造を示し、支持部材 2 1 0 と赤外線検出素子 2 2 0 とが示されている。赤外線検出素子 2 2 0 は、第 1 電極（下部電極）2 3 4 と、第 2 電極（上部電極）2 3 6 と、それらの間に配置された焦電材料 2 3 2 とから成り、温度に基づいて分極量が変化するキャパシター 2 3 0 を有する。赤外線検出素子 2 2 0 はさらに、キャパシター 2 3 0 を還元ガスから保護する第 1 還元ガスバリア膜 2 4 0 を有する。

【 0 0 4 0 】

赤外線検出素子 2 2 0 を支持する支持部材 2 1 0 は、第 1 面 2 1 1 A と、第 1 面 2 1 1 A に対向する第 2 面 2 1 1 B とを含む。支持部材 2 1 0 は、搭載部 2 1 0 A の第 1 面 2 1 1 A に赤外線検出素子 2 2 0 を搭載している。支持部材 2 1 0 の第 2 面 2 1 1 B は、空洞部 1 0 2 に臨んで配置されている。

【 0 0 4 1 】

第 1 還元ガスバリア膜 2 4 0 は、搭載部 2 1 0 A の第 1 外周縁 P 1 と、キャパシター 2 3 0 の第 2 外周縁 P 2 との間に第 3 外周縁 P 3 を有する孤立パターンで形成されている。

【 0 0 4 2 】

ここで、キャパシター 2 3 0 は、キャパシター 2 3 0 の形成後の工程で還元ガス（水素、水蒸気、OH 基、メチル基など）がキャパシター 2 3 0 に侵入することを抑制する第 1 還元ガスバリア膜 2 4 0 に覆われている。キャパシター 2 3 0 の焦電体（例えば P Z T 等）2 3 2 は酸化物であり、酸化物が還元されると酸素欠損を生じて、焦電効果が損なわれるが、第 1 還元ガスバリア膜 2 4 0 によりキャパシター 2 3 0 を保護できる。

【 0 0 4 3 】

また、キャパシター 2 3 0 と、それを覆う第 1 還元ガスバリア膜 2 4 0 とは、図 1 ( B ) のように支持部材 2 1 0 の搭載部 2 1 0 A 上に孤立パターンとして形成されるので、第 1 還元ガスバリア膜 2 4 0 を支持部材 2 1 0 の全面に形成するものに比べて、赤外線検出素子 2 2 0 の熱分離性が向上する。

【 0 0 4 4 】

第 1 還元ガスバリア膜は、強誘電体メモリに同機能の膜として用いられる S i N よりも熱伝達率の小さい材料にて形成することができる。こうすると、キャパシター 2 3 0 の熱が、キャパシター 2 3 0 と接触する第 1 還元ガスバリア膜 2 4 0 を介して外部に散逸することを抑制できる。

【 0 0 4 5 】

熱伝達率の小さい第 1 還元ガスバリア膜 2 4 0 として、金属酸化物例えば酸化アルミニウム (  $Al_2O_3$  ) を挙げることができる。酸化アルミニウム (  $Al_2O_3$  ) の熱伝導率は  $29 W / m K$  であり、S i N の熱伝導率  $70 W / m K$  よりも格段に低い。しかも、酸化アルミニウム (  $Al_2O_3$  ) は S i N と比較して還元ガスバリア性例えば水素バリア性が高い点でも優れている。水素バリア性が高い酸化アルミニウム (  $Al_2O_3$  ) を第 1 還元ガスバリア膜 2 4 0 として用いれば、S i N で形成する場合よりも膜厚を薄くできる。例えば、S i N 膜で水素ガスバリア性を高めようとする膜厚  $200 nm$  を要するが、酸化アルミニウム (  $Al_2O_3$  ) 膜では膜厚  $60 nm$  で足りる。よって、赤外線検出素子 2 2

10

20

30

40

50

0の熱容量を小さくできる。

【0046】

図1(A)にて拡大して示すように、第1還元ガスバリア膜240は、キャパシター230に接する第1層膜242と、第1層膜242に積層される第2層膜244とを含むことができる。さらに、第1層膜242は第2層膜244よりも膜密度を低くすることができる。

【0047】

こうすると、膜密度の低い第1層膜242の熱伝導率を、膜密度の厚い第2層膜244よりも低くできる。キャパシター230に接触する側の第1層膜242の熱伝導率を低くすることで、赤外線検出素子220の熱分離性が向上する。

10

【0048】

膜密度の低い第1層膜242は、還元ガスバリア性も低くなるが、第1層膜242を覆う第2層膜244の膜密度が高いため、第1還元ガスバリア膜240としての還元ガスバリア性を確保できる。

【0049】

図1(A)にて拡大して示すように、支持部材210は、第1面211Aを形成する第1層部材212と、第1層部材212よりも第2面211B側にて第1層部材212に積層される第2層部材214を含むことができる。第2層部材214は、還元ガスバリア性を有することができる。

【0050】

20

こうすると、第1還元ガスバリア膜240では保護できない、キャパシター230の下方側からの還元ガスの侵入を、支持部材210の第2層部材214にて抑制することができる。なお、支持部材210はさらに第3層部材216を有することができるが、この点については後述する。

【0051】

図2に示すように、赤外線検出素子220は、キャパシター230の頂面を覆う第1還元ガスバリア膜240に形成されたコンタクトホール254と、コンタクトホール254に配置されて第2電極に接続されるプラグ228と、プラグ228に接続される配線層224とをさらに有することができる。プラグ228は、還元ガスバリア性を有する材料にて形成することができる。

30

【0052】

このように、第1還元ガスバリア膜240を、キャパシター230と配線224との間の層間絶縁膜として機能させることができる。この際、第1還元ガスバリア膜240にはコンタクトホール254が形成され、この領域にて還元ガスバリア性は担保できなくなる。そこで、コンタクトホール254に充填されるプラグ228として、還元ガスバリア性を有する材料を用い、第1還元ガスバリア膜240とプラグ228とによりキャパシター230を保護できる。

【0053】

図2とは異なる構造を示す図3において、赤外線検出素子220は、第1還元ガスバリア膜240を覆う層間絶縁膜250と、キャパシター230の頂面を覆う第1還元ガスバリア膜240及び層間絶縁膜250に形成されたコンタクトホール254と、コンタクトホール254に配置されて第2電極236に接続されるプラグ228とをさらに有することができる。

40

【0054】

図3では、図2とは異なり、第1還元ガスバリア膜240とは別個に層間絶縁膜250を設けている。この場合、層間絶縁膜250は、搭載部210Aの第1外周縁P1と第1還元ガスバリア膜240の第3外周縁P3との間に第4外周縁P4を有する孤立パターンに形成することができる。こうして、層間絶縁膜250を設ける場合でも、赤外線検出素子220の熱容量を小さくし、熱分離性を向上させることができる。

また、層間絶縁膜250は、同じ絶縁膜であるポスト(支持部)104(図4参照)より

50

も水素含有率を小さくすることができる。こうすると、層間絶縁膜 250 が形成された後に高温に晒されても、層間絶縁膜 250 からの還元ガスの発生を抑制できる。なお、層間絶縁膜 250 は、赤外線吸収膜（光吸収膜）としても機能させることができる。この場合、層間絶縁膜 250 は、後述する赤外線吸収体（光吸収膜）270 が吸収する波長帯域に光吸収特性を有する。こうして、光吸収特性を向上させることで、赤外線（光）検出精度を高めることができる。

#### 【0055】

##### 3. 熱分離された焦電型検出器の課題とその対策

赤外線検出素子 220 は、第 1, 第 2 電極配線層 222, 224 や、第 1, 第 2 電極配線層 222, 224 と第 1, 第 2 電極 234, 236 とを接続する第 1, 第 2 プラグ 226, 228（図 5 参照）が、熱伝導路として機能してしまう課題がある。

10

#### 【0056】

つまり、焦電型キャパシター 230 を駆動するには第 1, 第 2 電極配線層 222, 224 及び第 1, 第 2 プラグ 226, 228 は不可欠である一方で、キャパシター 230 の熱が第 1, 第 2 電極配線層 222, 224 及び第 1, 第 2 プラグ 226, 228 から放熱されてしまう。

#### 【0057】

そこで、本実施形態では、第 1, 第 2 電極配線層 222, 224 の材料や、第 1, 第 2 プラグ 226, 228 の少なくとも一部を形成する材料の熱伝導率を、第 1, 第 2 プラグ 226, 228 と接続される部分の第 1, 第 2 電極 234, 236 を形成する材料（単層であればその単層電極材料であり、複数層であれば最上層の電極材料）の熱伝導率よりも低くしている。

20

#### 【0058】

第 1, 第 2 電極 234, 236 の材料の熱伝導率は、例えばプラチナ（Pt）は  $71.6 \text{ W/mK}$  であり、イリジウム（Ir）は  $147 \text{ W/mK}$  である。一方、一般の配線材料であるアルミニウム（Al）は  $237 \text{ W/mK}$ 、銅（Cu）は  $403 \text{ W/mK}$  と、熱伝導率が第 1, 第 2 電極 234, 236 高くなるのが通常である。

#### 【0059】

本実施形態では、第 1, 第 2 電極 234, 236 の電極材料として好適な金属材料、例えばプラチナ（Pt）やイリジウム（Ir）よりも熱伝導率の低い材料として、例えば窒化チタン（TiN）またはチタン・アルミ・ナイトライド（TiAlN）により、第 1, 第 2 電極配線層 222, 224 や、第 1, 第 2 プラグ 226, 228 の少なくとも一部を形成している。例えば窒化チタン（TiN）の熱伝導率は  $29 \text{ W/mK}$  であり、チタン・アルミ・ナイトライド（TiAlN）の熱伝導率は  $5 \sim 10 \text{ W/mK}$  であり、第 1, 第 2 電極 234, 236 の電極材料として好適な金属材料である例えばプラチナ（Pt）やイリジウム（Ir）よりも熱伝導率が十分に低い。

30

#### 【0060】

こうすると、キャパシター 230 の駆動に不可欠な第 1, 第 2 電極配線 222, 224 及び第 1, 第 2 プラグ 226, 228 を介して、焦電体 232 の熱が放熱されることを抑制でき、赤外線検出素子 220 の熱分離性が向上する。

40

#### 【0061】

##### 4. 焦電型赤外線検出器の概要

以下、本実施形態の焦電型赤外線検出器 200 をより具体的に説明する。図 5 は、焦電型赤外線検出器 200 の全体を示す断面図である。また、図 6 は、製造工程途中の焦電型赤外線検出器 200 の部分断面図である。図 6 では、図 5 の空洞部 102 が犠牲層 150 により埋め込まれている。この犠牲層 150 は、支持部材 210 及び焦電型赤外線検出素子 220 の形成工程前から形成工程後まで存在しており、焦電型赤外線検出素子 220 の形成工程後に等方性エッチングにより除去されるものである。

#### 【0062】

図 5 に示すように、基部 100 は、基板例えばシリコン基板 110 と、シリコン基板 1

50

10 上の絶縁膜（例えば  $\text{SiO}_2$ ）にて形成されるスペーサー層 120 とを含んでいる。ポスト（支持部）104 は、スペーサー層 120 をエッチングすることで形成され、例えば  $\text{SiO}_2$  にて形成されている。ポスト（支持部）104 には、第 1、第 2 電極配線層 222、224 の一方に接続されるプラグ 106 を配置することができる。このプラグ 106 は、シリコン基板 110 上に設けられる行選択回路（行ドライバー）か、または列線を介して検出器からのデータを読み出す読み出し回路に接続される。空洞部 102 は、スペーサー層 120 をエッチングすることで、ポスト 104 と同時に形成される。図 4 に示す開口部 102A は、支持部材 210 をパターンエッチングすることで形成される。

#### 【0063】

支持部材 210 の第 1 面 211A 上に搭載される赤外線検出素子 220 は、キャパシター 230 を含んでいる。キャパシター 230 は、焦電体 232 と、焦電体 232 の下面に接続される第 1 電極（下部電極）234 と、焦電体 232 の上面に接続される第 2 電極（上部電極）236 とを含んでいる。第 1 電極 234 は、支持部材 210 の第 1 層部材（例えば  $\text{SiO}_2$  支持層）212（図 6 参照）との密着性を高める密着層 234D を含むことができる。

10

#### 【0064】

キャパシター 230 は、キャパシター 230 の形成後の工程で還元ガス（水素、水蒸気、OH 基、メチル基など）がキャパシター 230 に侵入することを抑制する第 1 還元ガスバリア膜 240 に覆われている。キャパシター 230 の焦電体（例えば PZT 等）232 は酸化物であり、酸化物が還元されると酸素欠損を生じて、焦電効果が損なわれるからである。

20

#### 【0065】

第 1 還元ガスバリア膜 240 は、図 6 に示すように、第 1 バリア層（第 1 層膜）242 と第 2 バリア層（第 2 層膜）244 とを含むことができる。第 1 バリア層 242 は、金属酸化物例えば酸化アルミニウム  $\text{Al}_2\text{O}_3$  をスパッタ法により成膜して形成することができる。スパッタ法では還元ガスが用いられないので、キャパシター 230 が還元されることはない。第 2 バリア層 244 は、例えば酸化アルミニウム  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を例えば原子層化学気相成長（ALCVD: Atomic Layer Chemical Vapor Deposition）法により成膜して形成することができる。通常の CVD（Chemical Vapor Deposition）法は還元ガスを用いるが、第 1 層バリア層 242 によりキャパシター 230 は還元ガスから隔離される。

30

#### 【0066】

ここで、第 1 還元ガスバリア膜 240 のトータル膜厚は 50 ~ 70 nm、例えば 60 nm とする。このとき、CVD 法で形成される第 1 バリア層 242 の膜厚は原子層化学気相成長（ALCVD）法により形成される第 2 バリア層 244 よりも厚く、35 ~ 65 nm 例えば 40 nm となる。これに対して、原子層化学気相成長（ALCVD）法により形成される第 2 バリア層 244 の膜厚は薄くでき、例えば酸化アルミニウム  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を 5 ~ 30 nm 例えば 20 nm で成膜して形成される。原子層化学気相成長（ALCVD）法は、スパッタ法等と比較して、優れた埋め込み特性を有するため、微細化に対応することが可能となり、第 1、第 2 バリア層 242、244 にて還元ガスバリア性を高めることができる。また、スパッタ法で成膜される第 1 バリア層 242 は第 2 バリア層 244 に比べて緻密ではないが、それが効を奏して伝熱率を下げる要因となるので、熱伝導率の低い第 1 バリア層 242 がキャパシター 230 と第 2 バリア層 244 間に介在することで、キャパシター 230 からの熱の散逸を防止できる。

40

#### 【0067】

第 1 還元ガスバリア膜 240 上には層間絶縁膜 250 が形成されている。一般に、層間絶縁膜 250 の原料ガス（TEOS）が化学反応する際には、水素ガスや水蒸気等の還元ガスが発生する。キャパシター 230 の周囲に設けた第 1 還元ガスバリア膜 240 は、この層間絶縁膜 250 の形成中に発生する還元ガスからキャパシター 230 を保護するものである。

#### 【0068】

50

層間絶縁膜 250 上に、図 4 及び図 5 にも示した第 1 電極（下部電極）配線層 222 と第 2 電極（上部電極）配線層 224 とが配置される。層間絶縁膜 250 には、電極配線形成前に予め、第 1 コンタクトホール 252 と第 2 コンタクトホール 254 が形成される。その際、第 1 還元ガスバリア膜 240 にも同様にコンタクトホールが形成される。第 1 コンタクトホール 252 に埋め込まれた第 1 プラグ 226 により、第 1 電極（下部電極）234 と第 1 電極配線層 222 とが導通される。同様に第 2 コンタクトホール 254 に埋め込まれた第 2 プラグ 228 により、第 2 電極（上部電極）236 と第 2 電極配線層 224 とが導通される。

#### 【0069】

ここで、層間絶縁膜 250 が存在しないと、第 1 電極（下部電極）配線層 222 と第 2 電極（上部電極）配線層 224 をパターンエッチングする際に、その下層の第 1 還元ガスバリア膜 240 の第 2 バリア層 244 がエッチングされて、バリア性が低下してしまう。層間絶縁膜 250 は、第 1 還元ガスバリア膜 240 のバリア性を確保する上でも、第 1 還元ガスバリア膜 240 上に形成することが好ましい。ただし、図 2 に示すように、第 1 還元ガスバリア膜 240 を層間絶縁膜として機能させても良い。

#### 【0070】

ここで、層間絶縁膜 250 は含有水分が少なく、あるいは水素含有率が低いことが好ましい。そこで、層間絶縁膜 250 はアニーリングにより脱ガス処理される。こうして、層間絶縁膜 250 の水素含有率または含水率は、第 1, 第 2 電極配線層 222, 224 を覆うパッシベーション膜 260 や、絶縁膜であるポスト（支持部）104 よりも低くされる。こうすると、層間絶縁膜 250 が形成された後にキャパシター 230 が高温に晒されても、層間絶縁膜 250 からの還元ガスの発生を抑制できる。

#### 【0071】

なお、キャパシター 230 の頂面の第 1 還元ガスバリア膜 240 は、層間絶縁膜 250 の形成時にはコンタクトホールがなく閉じているので、層間絶縁膜 250 の形成中の還元ガスがキャパシター 230 に侵入することはない。しかし、第 1 還元ガスバリア膜 240 にコンタクトホールが形成された後は、バリア性が劣化する。なお、例えば第 2 コンタクトホール 254 は、第 2 電極（上部電極）236 の面積の 0.03 ~ 3 % 程度とすることができるが、バリア性の劣化は否めない。これを防止する一例として、例えば図 6 に示すように第 1, 第 2 プラグ 226, 228 を複数層 228A, 228B（図 6 では第 2 プラグ 228 のみ図示）とし、その第 1 層 228A にバリアメタル層を採用している。第 1 層 228A のバリアメタルにより還元ガスバリア性が担保される。第 1 層 228A のバリアメタルは、チタン Ti のように拡散性の高いものは好ましくなく、拡散性が少なくかつ還元ガスバリア性の高いチタン・アルミ・ナイトライド TiAlN を採用できる。なお、コンタクトホールからの還元ガスの侵入を絶つ方法として、図 7 に示すように、少なくとも第 2 プラグ 228 を包囲して還元性ガスバリア膜 290 を増設しても良い。この還元性ガスバリア膜 290 は、第 2 プラグ 228 のバリアメタル 228A を併用しても良いし、バリアメタル 228A を排除しても良い。なお、還元性ガスバリア膜 290 は、第 1 プラグ 226 を被覆しても良い。

#### 【0072】

第 1, 第 2 電極配線層 222, 224 を覆って、 $\text{SiO}_2$  または  $\text{SiN}$  のパッシベーション膜 260 が設けられている。少なくともキャパシター 230 の上方には、パッシベーション膜 260 上に赤外線吸収体（広義には光吸収部材）270 が設けられている。パッシベーション膜 260 も  $\text{SiO}_2$  または  $\text{SiN}$  にて形成されるが、赤外線吸収体 270 のパターンエッチングの必要上、下層のパッシベーション膜 260 とはエッチング選択比が大きい異種材料とすることが好ましい。この赤外線吸収体 270 に赤外線が図 5 の矢印方向から入射され、赤外線吸収体 270 は吸収した赤外線量に応じて発熱する。その熱が焦電体 232 に伝熱されることで、キャパシター 230 の自発分極量が熱によって変化し、自発分極による電荷を検出することで赤外線を検出できる。なお、層間絶縁膜 250 も赤外線吸収体として機能させることができる。

## 【0073】

パッシベーション膜260や赤外線吸収体270のCVD形成時に還元ガスが発生しても、キャパシター230は第1還元ガスバリア膜240及び第1、第2プラグ226、228中のバリアメタルにより保護される。

## 【0074】

この赤外線吸収体270を含む赤外線検出器200の外表面を覆って、第2還元ガスバリア膜280が設けられている。この第2還元ガスバリア層280は、赤外線吸収体270に入射する赤外線（波長帯域は8～14 $\mu$ m）の透過率を高くするために、例えば第1還元ガスバリア膜240よりも薄肉に形成される必要がある。このために、原子の大きさレベルで膜厚が調整できる原子層化学気相成長（ALCVD）法が採用される。通常のCVD法では厚すぎて赤外線透過率が悪化してしまうからである。本実施形態では、例えば酸化アルミニウム $Al_2O_3$ を10～50nm、例えば20nmの厚さで成膜して形成される。上述の通り、原子層化学気相成長（ALCVD）法は、スパッタ法等と比較して、優れた埋め込み特性を有するため、微細化に対応して原子レベルで緻密な膜を形成することが可能となり、薄くても還元ガスバリア性を高めることができる。

10

## 【0075】

また、基部100側では、空洞部102を規定する壁部、つまり空洞部102を規定する底壁110Aと側壁104Aには、焦電型赤外線検出器200を製造する過程で空洞部102に埋め込まれていた犠牲層150（図6参照）を等方性エッチングする時のエッチングストップ膜130が形成されている。同様に、支持部材210の下面（犠牲層150の上面）にもエッチングストップ膜140が形成されている。本実施形態では、エッチングストップ膜130、140と同一材料により第2還元ガスバリア膜280を形成している。つまり、エッチングストップ膜130、140も還元ガスバリア性を有することになる。このエッチングストップ膜130、140も、酸化アルミニウム $Al_2O_3$ が原子層化学気相成長（ALCVD）法により膜厚20～50nmで成膜されて形成される。

20

## 【0076】

エッチングストップ膜130が還元ガスバリア性を有することで、犠牲層150をフッ酸により還元雰囲気中で等方性エッチングしたとき、支持部材210を透過してキャパシター230に還元ガスが侵入することを抑制できる。また、基部100を覆うエッチングストップ膜140が還元ガスバリア性を有することで、基部100内に配置される回路のトランジスタや配線が還元されて劣化することを抑制できる。

30

## 【0077】

## 5．支持部材の構造

図5に示すように、下層から上層に向う第1方向D1に沿って、基部100上に、支持部104、支持部材210及び焦電型赤外線検出素子220が積層されている。支持部材210は、第1面211A側に密着層234Dを介して焦電型赤外線検出素子220を搭載し、第2面211B側は空洞部102に面している。なお、密着層234Dは、焦電型赤外線検出素子220の一部（最下層）である。

## 【0078】

支持部材210は、図7に示すように、少なくとも密着層234Dと接する第1面側の第1層部材212を絶縁層例えば $SiO_2$ 支持層としている。この $SiO_2$ 支持層（第1層部材）212は、図5に示す第1方向D1とは逆方向を第2方向D2としたとき、 $SiO_2$ 支持層（第1層部材）212よりも第2方向D2に位置する他の $SiO_2$ 層である例えばポスト（支持部）104より水素含有率が小さい。これはCVD膜成膜時に $O_2$ 流量を通常の層間絶縁膜CVD時よりも多くして水素や水分の膜中含有量を低減することにより得られる。こうして、 $SiO_2$ 支持層（第1層部材）212は、水素含有率が他の $SiO_2$ 層である例えばポスト（支持部）104よりも低い低水分膜となる。

40

## 【0079】

密着層234Dと接する支持部材210の最上層の $SiO_2$ 支持層（第1層部材）212の水素含有率が小さいと、焦電体232の形成後に熱処理により高温に晒されても、S

50

$\text{SiO}_2$  支持層（第 1 層部材）212 自体から還元ガス（水素、水蒸気）が発生することを抑制できる。こうして、キャパシター 230 中の焦電体 232 に対して、そのキャパシター 230 の直下の下方（支持部材 210 側）から侵入する還元種を抑制することができ、焦電体 232 が酸素欠損することを抑制できる。

#### 【0080】

$\text{SiO}_2$  支持層（第 1 層部材）212 よりも第 2 方向 D2 に位置する他の  $\text{SiO}_2$  層である例えばポスト（支持部）104 の水分も還元種となり得るが、キャパシター 230 から離れているので、 $\text{SiO}_2$  支持層（第 1 層部材）212 よりも影響度は少ない。ただし、ポスト（支持部）104 の水分も還元種となり得るので、 $\text{SiO}_2$  支持層（第 1 層部材）212 よりも第 2 方向 D2 に位置する支持部材 210 中に、還元ガスバリア性のある膜を形成しておくことが好ましい。この点も含め、支持部材 210 のより具体的構造について以下に説明する。

10

#### 【0081】

支持部材 210 は、図 5 に示す第 2 方向 D2 に沿って、図 6 に示すように、上述した  $\text{SiO}_2$  支持層（第 1 層部材）212 と、中間層（第 2 層部材）214 と、他の  $\text{SiO}_2$  層（第 3 層部材）216 とを積層して形成することができる。

#### 【0082】

つまり、本実施形態では、単一材料では反りが生じてしまう支持部材 210 を、複数の異種材料を積層することで形成している。具体的には、第 1、第 3 層部材 212、216 を酸化膜（ $\text{SiO}_2$ ）とし、中間層である第 2 層部材 214 を窒化膜（例えば  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）で形成することができる。

20

#### 【0083】

例えば第 1 層部材 212 及び第 3 層部材 216 に生ずる例えば圧縮残留応力と、第 2 層部材 214 に生ずる引張残留応力とを互いに相殺する方向に作用させる。これにより、支持部材 210 全体としての残留応力をさらに低減するか消滅させることができる。特に、第 2 層部材 214 の窒化膜が有する強い残留応力を、上下 2 層の酸化膜である第 1、第 3 層部材 212、216 の逆向きの残留応力にて相殺するように作用させて、支持部材 210 に反りを生じさせる応力を低減できる。支持部材 210 を、密着層 234D と接する酸化膜（ $\text{SiO}_2$ ）と、窒化膜（例えば  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）との二層で形成しても、反りを抑制する効果がある。なお、支持部材 210 を、例えば特願 2010-109035 に開示された方法により形成すれば反りの発生を防止できるので、支持部材 210 は必ずしも積層構造でなくてもよく、例えば  $\text{SiO}_2$  層等の絶縁層の単層にて形成しても良い。

30

#### 【0084】

ここで、第 2 層部材 214 を形成する窒化膜（例えば  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）は、還元ガスバリア性を有する。これにより、キャパシター 230 の焦電体 232 に支持部材 210 側から侵入する還元性阻害要因をブロックする機能を、支持部材 210 自体に持たせることができる。このため、第 2 層部材 214 よりも、図 5 の第 2 方向 D2 に位置する第 3 層部材 216 が、 $\text{SiO}_2$  支持層（第 1 層部材）212 よりも水素含有率が多い他の  $\text{SiO}_2$  層であっても、第 3 層部材 216 中の還元種（水素、水蒸気）が焦電体 232 に侵入することを、還元ガスバリア性を有する第 2 層部材 214 により抑制することができる。

40

#### 【0085】

### 6. キャパシターの構造

#### 6.1. 熱コンダクタンス

図 8 は、本実施形態の要部を説明するための概略断面図である。上述した通り、キャパシター 230 は、第 1 電極（下部電極）234 と第 2 電極（上部電極）236 との間に焦電体 232 を含む。このキャパシター 230 は、入射された赤外線的光量（温度）によって焦電体 232 の自発分極量が変化すること（焦電効果またはパイロ電子効果）を利用して赤外線を検出できる。本実施形態では、入射された赤外線が赤外線吸収体 270 にて吸収されて赤外線吸収体 270 が発熱し、赤外線吸収体 270 と焦電体 232 との間にある固体熱伝導路を介して、赤外線吸収体 270 の発熱が伝達される。

50

## 【 0 0 8 6 】

本実施形態のキャパシター 2 3 0 では、支持部材 2 1 0 と接する第 1 電極（下部電極）2 3 4 の熱コンダクタンス  $G_1$  を、第 2 電極（上部電極）2 3 6 の熱コンダクタンス  $G_2$  よりも小さくしている。こうすると、キャパシター 2 3 0 は、赤外線に起因した熱が第 2 電極（上部電極）2 3 6 を介して焦電体 2 3 2 に伝達されやすく、しかも、焦電体 2 3 2 の熱が第 1 電極（下部電極）2 3 4 を介して支持部材 2 1 0 に逃げ難くなり、赤外線検出素子 2 2 0 の信号感度が向上する。しかも、第 2 電極 2 3 6 に電氣的に接続される第 2 電極配線層 2 2 4 の熱伝導率も上述のように低いので、焦電型赤外線検出器 2 0 0 の熱分離特性は向上する。

## 【 0 0 8 7 】

10

上述した特性を有するキャパシター 2 3 0 の構造を、図 8 を参照してさらに詳細に説明する。まず、第 1 電極（下部電極）2 3 4 の厚さ  $T_1$  は、第 2 電極（上部電極）2 3 6 よりも厚い（ $T_1 > T_2$ ）である。第 1 電極（下部電極）2 3 4 の熱伝導率を  $\kappa_1$  とすると、第 1 電極（下部電極）2 3 4 の熱コンダクタンス  $G_1$  は、 $G_1 = \kappa_1 / T_1$  となる。第 2 電極（上部電極）2 3 6 の熱伝導率を  $\kappa_2$  としたとき、第 2 電極（上部電極）2 3 6 の熱コンダクタンス  $G_2$  は、 $G_2 = \kappa_2 / T_2$  となる。

## 【 0 0 8 8 】

熱コンダクタンスの関係を  $G_1 < G_2$  とするためには、例えば第 1、第 2 電極 2 3 4、2 3 6 の材質を例えば共に白金 Pt またはイリジウム Ir 等の同一の単一材料とすれば、 $\kappa_1 = \kappa_2$  となり、図 8 から  $T_1 > T_2$  であるので  $G_1 < G_2$  の関係を満足できる。

20

## 【 0 0 8 9 】

そこで先ず、第 1、第 2 電極 2 3 4、2 3 6 の各々を、それぞれ同一材料にて形成することについて考察する。キャパシター 2 3 0 は、焦電体 2 3 2 の結晶方向を揃えるために、焦電体 2 3 2 が形成される下層の第 1 電極 2 3 4 との界面の結晶格子レベルを整合させる必要がある。つまり、第 1 電極 2 3 4 は結晶のシード層としての機能を有するが、白金 Pt は自己配向性が強いので、第 1 電極 2 3 4 として好ましい。イリジウム Ir もシード層材料として好適である。

## 【 0 0 9 0 】

また、第 2 電極（上部電極）2 3 6 は、焦電体 2 3 2 の結晶性を崩さずに、第 1 電極 2 3 4、焦電体 2 3 2 から第 2 電極 2 3 6 に至るまで結晶配向が連続的につながることが好ましい。そのため、第 2 電極 2 3 6 は第 1 電極 2 3 4 と同一材料にて形成することが好ましい。

30

## 【 0 0 9 1 】

このように、第 2 電極 2 3 6 を第 1 電極 2 3 4 と同一材料例えば Pt または Ir 等の金属にて形成すると、第 2 電極 2 3 6 の上面を反射面とすることができる。この場合、図 8 に示すように、赤外線吸収体 2 7 0 の頂面から第 2 電極 2 3 6 の頂面までの距離  $L$  を  $\lambda / 4$ （ $\lambda$  は赤外線の検出波長）とすると良い。こうすると、赤外線吸収体 2 7 0 の頂面と第 2 電極 2 3 6 の頂面との間で、検出波長  $\lambda$  の赤外線が多重反射されるので、検出波長  $\lambda$  の赤外線を赤外線吸収体 2 7 0 にて効率よく吸収できる。

## 【 0 0 9 2 】

40

## 6. 2. 電極多層構造

次に、図 8 に示す本実施形態のキャパシター 2 3 0 の構造について説明する。図 8 に示すキャパシター 2 3 0 は、焦電体 2 3 2、第 1 電極 2 3 4 及び第 2 電極 2 3 6 の結晶配向は、その優先配向方位が例えば（1 1 1）面方位で揃えられている。（1 1 1）面方位に優先配向されることで、他の面方位に（1 1 1）配向の配向率が例えば 90% 以上に制御される。焦電係数を大きくするには（1 1 1）配向よりもむしろ（1 0 0）配向などが好ましいが、印加電界方向に対して分極を制御しやすくするために（1 1 1）配向としている。ただし、優先配向方位はこれに限定されない。

## 【 0 0 9 3 】

第 1 電極 2 3 4 は、支持部材 2 1 0 から順に、第 1 電極 2 3 4 を例えば（1 1 1）面に

50

優先配向するように配向制御する配向制御層（例えばIr）234Aと、第1還元ガスバリア層（例えばIrOx）234Bと、優先配向のシード層（例えばPt）234Cとを含むことができる。

#### 【0094】

第2電極236は、焦電体232側から順に、焦電体232と結晶配向が整合する配向整合層（例えばPt）236Aと、第2還元ガスバリア層（例えばIrOx）236Bと、第2電極236に接続される第2プラグ228との接合面を低抵抗化する低抵抗化層（例えばIr）236Cとを含むことができる。

#### 【0095】

本実施形態にてキャパシター230の第1、第2電極234、236を多層構造とした理由は、熱容量の小さい赤外線検出素子220でありながら、能力を低めずに低ダメージで加工して界面での結晶格子レベルを整合させ、しかも、キャパシター230の周囲が製造時または使用時に還元雰囲気となっても焦電体（酸化物）232を還元ガスから隔離することにある。

#### 【0096】

焦電体232は例えばPZT（Pb（Zr，Ti）O<sub>3</sub>の総称：チタン酸ジルコン酸鉛）またはPZTN（PZTにNbを添加したものの総称）等を例えば（111）方位で優先配向させて結晶成長させている。PZTNを用いると、薄膜になっても還元されにくく酸化欠損を抑制できる点で好ましい。焦電体232を配向結晶化させるために、焦電体232の下層の第1電極234の形成段階から配向結晶化させている。

#### 【0097】

このために、下部電極234には配向制御層として機能するIr層234Aがスパッタ法で形成される。なお、図8に示すように、配向制御層234Aの下に密着層234Dとしてたとえばチタン・アルミ・ナイトライド（TiAlN）層または窒化チタン（TiN）層を形成すると良い。支持部材210の最上層であるSiO<sub>2</sub>支持層（第1層部材9212のSiO<sub>2</sub>との密着性を確保できるからである。この種の密着層234Dとしてチタン（Ti）も適用可能であるが、チタン（Ti）のように拡散性の高いものは好ましくなく、拡散性が少なくかつ還元ガスバリア性の高いチタン・アルミ・ナイトライド（TiAlN）または窒化チタン（TiN）の方が好ましい。

#### 【0098】

また、密着層234Dの下層に位置する支持部材210の第1層部材212をSiO<sub>2</sub>で形成するとき、該SiO<sub>2</sub>層の前記第1電極と接する密着層側の表面ラフネスRaは30nm未満とすることが好ましい。こうすると、支持部材210がキャパシター230を搭載する表面の平坦性を確保できるからである。もし、配向制御層234Aが形成される面が粗面であれば、結晶成長中に粗面の凹凸が反映されてしまうから好ましくない。

#### 【0099】

この密着層234Dは、還元ガスバリア性を有することができる。チタン・アルミ・ナイトライド（TiAlN）または窒化チタン（TiN）は、還元ガスバリア性を有する。よって、支持部材のSiO<sub>2</sub>支持層から還元性ガスが漏れたとしても、還元ガスバリア性の密着層234Dによって還元性ガスがキャパシター230に侵入することを阻止できる。

#### 【0100】

密着層234Dの熱伝導率は第1電極234を形成する金属材料の熱伝導率よりも小さくすることができる。こうすると、キャパシター230の熱が密着層234Dを介して支持部材210側に逃げにくくなり、焦電体232での温度変化に基づく信号精度を高めることができる。上述の通り、SiO<sub>2</sub>支持層212との密着性が良好な密着層234Dはチタン（Ti）系とすることができ、チタン（Ti）の熱伝導率は21.9（W/mK）と、第1電極232に好適な金属例えば白金（Pt）の熱伝導率71.6（W/m・K）やイリジウム（Ir）の熱伝達率147（W/m・K）よりも格段に小さく、チタンの窒化物であるチタン・アルミ・ナイトライド（TiAlN）または窒化チタン（TiN）の

10

20

30

40

50

熱伝導率は、窒素 / チタンの混合率に応じてさらに低くなる。

【 0 1 0 1 】

密着層 2 3 4 D の水分解触媒活性度は、第 1 電極 2 3 4 の他の材料の水分解触媒活性度よりも低いことが好ましい。密着層 2 3 4 D が、水分解触媒活性度例えば水分と反応して水素を発生させる触媒活性度が低ければ、下層の層間絶縁膜中や表面の O H 基や吸着水との反応によって還元ガスが発生することを抑制できる。

【 0 1 0 2 】

第 1 電極 2 3 4 中にて還元ガスバリア層として機能する I r O x 層 2 3 4 B は、キャパシター 2 3 0 の下方からの還元性の阻害因子から焦電体 2 3 2 を隔離するために、還元ガスバリア性を呈する支持部材 2 1 0 の第 2 層部材 (例えば S i <sub>3</sub> N<sub>4</sub>) 及び支持部材 2 1 0 のエッチングストップ膜 (例えば A l<sub>2</sub> O<sub>3</sub>) 1 4 0 と共に用いられる。例えば焦電体 (セラミック) 2 3 2 の焼成時や他のアニール工程での基部 1 0 0 からの脱ガスや、犠牲層 1 5 0 の等方性エッチング工程に用いる還元ガスが、還元性阻害因子となる。

【 0 1 0 3 】

なお、焦電体 2 3 2 の焼成工程中など、高温処理時にはキャパシター 2 3 0 内部で蒸発気体が生成されることがあるが、その蒸発気体の逃げ道が、支持部材 2 1 0 の第 1 層部材 2 1 2 にて確保される。つまり、キャパシター 2 3 0 内部で発生する蒸発気体を逃がすには、第 1 層部材 2 1 2 にはガスバリア性を備えず、第 2 層部材 2 1 4 にガスバリア性を備える方が良い。

【 0 1 0 4 】

また、I r O x 層 2 3 4 B は、それ自体の結晶性は少ないが、I r 層 2 3 4 A とは金属 - 金属酸化物の関係となつて相性が良いので、I r 層 2 3 4 A と同一の優先配向方位を持つことができる。

【 0 1 0 5 】

第 1 電極 2 3 4 中にてシード層として機能する P t 層 2 3 4 C が、焦電体 2 3 2 の優先配向のシード層となり、( 1 1 1 ) 配向される。本実施形態では、P t 層 2 3 4 C は二層構造となっている。第 1 層目の P t 層で ( 1 1 1 ) 配向の基礎をつくり、第 2 層目の P t 層で表面にマイクロラフネスを形成して、焦電体 2 3 2 の優先配向のシード層として機能させる。焦電体 2 3 2 は、シード層 2 3 4 C になつて ( 1 1 1 ) 配向される。

【 0 1 0 6 】

第 2 電極 2 3 6 では、スパッタ法で成膜されるとは物理的に界面が荒れ、トラップサイトが生じて特性が劣化する虞があるので、第 1 電極 2 3 4、焦電体 2 3 2、第 2 電極 2 3 6 の結晶配向が連続的につながるように、結晶レベル格子整合の再構築を行なっている。

【 0 1 0 7 】

第 2 電極 2 3 6 中の P t 層 2 3 6 A はスパッタ法で形成されるが、スパッタ直後で界面の結晶方向は不連続となる。そこで、その後にアニール処理して P t 層 2 3 6 A を再結晶化させている。つまり、P t 層 2 3 6 A は、焦電体 2 3 2 と結晶配向が整合する配向整合層として機能する。

【 0 1 0 8 】

第 2 電極 2 3 6 中の I r O x 層 2 3 6 B は、キャパシター 2 3 0 の上方からの還元性劣化因子のバリアとして機能する。また、第 2 電極 2 3 6 中の I r 層 2 3 6 C は、I r O x 層 2 3 6 B の抵抗値が大きいので、第 2 プラグ 2 2 8 との間の抵抗値を低抵抗化させるために用いられる。I r 層 2 3 6 C は、I r O x 層 2 3 6 B と金属酸化物 - 金属の関係で相性がよく、I r O x 層 2 3 6 B と同一の優先配向方位を持つことができる。

【 0 1 0 9 】

このように、本実施形態では、第 1、第 2 電極 2 3 4、2 3 6 は、焦電体 2 3 2 側から順に、P t、I r O x、I r と多層に配置され、焦電体 2 3 2 を中心として、形成材料が対称配置されている。

【 0 1 1 0 】

ただし、第 1、第 2 電極 2 3 4、2 3 6 を形成する多層構造の各層の厚さは、焦電体 2

10

20

30

40

50

3 2を中心として非対称となっている。まず、第1電極2 3 4のトータル厚さ $T 1$ と、第2電極2 3 6のトータル厚さ $T 2$ とは、上述したよりも関係( $T 1 > T 2$ )を満足している。ここで、第1電極2 3 4のIr層2 3 4 A、IrOx層2 3 4 B、Pt層2 3 4 Cの各熱伝導率を $\kappa 1$ 、 $\kappa 2$ 、 $\kappa 3$ とし、各厚さを $T 1 1$ 、 $T 1 2$ 、 $T 1 3$ とする。第2電極のIr層2 3 6 C、IrOx層2 3 6 B、Pt層2 3 6 Aの各熱伝導率は第1電極2 3 2と同じく $\kappa 1$ 、 $\kappa 2$ 、 $\kappa 3$ となり、その各厚さを $T 2 1$ 、 $T 2 2$ 、 $T 2 3$ とする。

#### 【0 1 1 1】

また、第1電極2 3 4のIr層2 3 4 A、IrOx層2 3 4 B、Pt層2 3 4 Cの各熱コンダクタンスを $G 1 1$ 、 $G 1 2$ 、 $G 1 3$ とすると、 $G 1 1 = \kappa 1 / T 1 1$ 、 $G 1 2 = \kappa 2 / T 1 2$ 、 $G 1 3 = \kappa 3 / T 1 3$ となる。第2電極2 3 6のIr層2 3 6 C、IrOx層2 3 6 B、Pt層2 3 6 Aの各熱コンダクタンスを $G 2 1$ 、 $G 2 2$ 、 $G 2 3$ とすると、 $G 2 1 = \kappa 1 / T 2 1$ 、 $G 2 2 = \kappa 2 / T 2 2$ 、 $G 2 3 = \kappa 3 / T 2 3$ となる。

10

#### 【0 1 1 2】

第1電極2 3 4のトータル熱コンダクタンス $G 1$ は、 $1 / G 1 = (1 / G 1 1) + (1 / G 1 2) + (1 / G 1 3)$ で表わされるので、

$$G 1 = (G 1 1 \times G 1 2 \times G 1 3) / (G 1 1 + G 1 2 + G 1 3) \dots (1)$$

同様に、第2電極2 3 6のトータル熱コンダクタンス $G 2$ は、 $1 / G 2 = (1 / G 2 1) + (1 / G 2 2) + (1 / G 2 3)$ で表わされるので、

$$G 2 = (G 2 1 \times G 2 2 \times G 2 3) / (G 2 1 + G 2 2 + G 2 3) \dots (2)$$

となる。

20

#### 【0 1 1 3】

次に、第1、第2電極2 3 4、2 3 6を形成する多層構造の各層の厚さは、 $T 1 1 + T 1 2 + T 1 3 = T 1 > T 2 = T 2 1 + T 2 2 + T 2 3$ を満たす条件下でほぼ次の通りの関係である。

#### 【0 1 1 4】

$$\text{Ir層} 2 3 4 A, 2 3 6 C \quad T 1 1 : T 2 1 = 1 : 0.7$$

$$\text{IrOx層} 2 3 4 B, 2 3 6 B \quad T 1 2 : T 2 2 = 0.3 : 1$$

$$\text{Pt層} 2 3 4 C, 2 3 6 A \quad T 1 3 : T 2 3 = 3 : 1$$

このような膜厚関係とした理由は以下の通りである。まず、Ir層2 3 4 A、2 3 6 Cについて言えば、第1電極2 3 4中のIr層2 3 4 Aは配向制御層として機能するから、配向性を有するには所定の膜厚が必要であるのに対して、第2電極2 3 6 CのIr層の目的は低抵抗化にあり、薄くするほど低抵抗化を実現できる。

30

#### 【0 1 1 5】

次に、IrOx層2 3 4 B、2 3 6 Bについて言えば、キャパシター2 3 0の下方及び上方からの還元性阻害因子のバリア性は他のバリア膜(第2層部材2 1 4、第1還元性ガスバリア膜2 4 0、エッチングストップ膜兼第2還元性ガスバリア膜1 4 0、2 8 0)を併用しており、第1電極2 3 4のIrOx層2 3 4 Bは薄くしているが、第2電極2 3 6のIrOx層2 3 6 Bは第2プラグ2 2 8でのバリア性が低いことに備えて厚くしている。

#### 【0 1 1 6】

最後に、Pt層2 3 4 C、2 3 6 Aに関して言えば、第1電極2 3 4中のPt層2 3 4 Cは焦電体2 3 2の優先配向を決定付けるシード層として機能するから所定の膜厚が必要であるのに対して、第2電極2 3 6のPt層2 3 6 Aの目的は焦電体2 3 2の配向と整合する配向整合層として機能するので、第1電極2 3 4中のPt層2 3 4 Cよりも薄く形成しても良い。

40

#### 【0 1 1 7】

また、第1電極2 3 4のIr層2 3 4 A、IrOx層2 3 4 B、Pt層2 3 4 Cの肉厚比は、例えば $T 1 1 : T 1 2 : T 1 3 = 10 : 3 : 15$ とし、第2電極2 3 6のIr層2 3 6 C、IrOx層2 3 6 B、Pt層2 3 6 Aの肉厚比は、例えば $T 2 1 : T 2 2 : T 2 3 = 7 : 10 : 5$ とした。

50

## 【 0 1 1 8 】

ここで、 $P_t$ の熱伝達率  $3 = 71.6 \text{ (W/m} \cdot \text{K)}$  であり、 $I_r$ の熱伝達率  $1$  は、 $1 = 147 \text{ (W/m} \cdot \text{K)}$  と  $P_t$ の熱伝達率  $3$  のほぼ2倍である。 $I_r O_x$ の熱伝導率  $2$  は熱度や酸素/金属比 ( $O/M$ ) によって変化するが、 $I_r$ の熱伝達率  $1$  を超えることはない。上述した膜厚の関係と熱伝達率の関係を式 (1) (2) に代入して  $G_1$  ,  $G_2$  の大小関係を求めると、 $G_1 < G_2$  が成立することが分かる。このように、本実施形態のように第1 , 第2電極234 , 236を多層構造にしても、熱伝達率と膜厚の関係から  $G_1 < G_2$  が満足される。

## 【 0 1 1 9 】

また、上述した通り、第1電極234が支持部材210との接合面に密着層234Dを有する場合には、第1電極234の熱コンダクタンス  $C_1$  はより小さくなるので、 $G_1 < G_2$  の関係を満足し易くなる。

## 【 0 1 2 0 】

なお、キャパシター230のエッチングマスクはエッチングの進行に従い劣化するので、多層構造とするほどキャパシター230の側壁は、図8に示すように上側ほど狭く下側ほど広いテーパ形状となる。しかし、水平面に対するテーパ角は80度程なので、キャパシター230の全高がナノメートルオーダーであることを考慮すれば、第2電極236に対する第1電極234の面積拡大は小さい。よって、第1 , 第2電極234 , 236の熱コンダクタンスの関係から、第1電極234での熱伝達量を第2電極236での熱伝達量よりも小さくできる。

## 【 0 1 2 1 】

## 6 . 3 . キャパシター構造の変形例

以上の通り、キャパシター230の第1 , 第2電極234 , 236の各々について、単層構造及び多層構造を説明したが、キャパシター230の機能を維持しながら、熱コンダクタンスの関係を  $G_1 < G_2$  とする他の種々の組み合わせが考えられる。

## 【 0 1 2 2 】

先ず、第2電極236の  $I_r$  層236Cを削除することができる。この場合、第2プラグ228の材料に例えば  $I_r$  を用いれば、同様に低抵抗化の目的は達成されるからである。こうすると、第2電極236の熱コンダクタンス  $G_2$  は図8の場合よりも大きくなるので、 $G_1 < G_2$  の関係を満足させ易くなる。また、この場合には、図8に示す  $L = \quad / 4$  を規定する反射面は、第2電極236の  $P_t$  層236Aに代わるが、同様に多重反射面を担保できる。

## 【 0 1 2 3 】

次に、図8の第2電極236中の  $I_r O_x$  層236Bの厚さを、第1電極234中の  $I_r O_x$  層234Bと同一厚さ以下とすることができる。上述の通り、キャパシター230の下方及び上方からの還元性阻害因子のバリア性は他のバリア膜 (第2層部材214、第1還元ガスバリア膜240、エッチングストップ膜兼第2還元性ガスバリア膜140 , 280) を併用しているからで、第2プラグ228での還元ガスバリア性が例えば図7のようにして高められれば、第2電極236中の  $I_r O_x$  層236Bの厚さを第1電極234中の  $I_r O_x$  層234Bより厚くする必要はない。こうすると、第2電極236の熱コンダクタンス  $G_2$  はより大きくなり、より  $G_1 < G_2$  の関係を成立がし易くなる。

## 【 0 1 2 4 】

次に、図8の第1電極234中の  $I_r O_x$  層234Bを削除することができる。  $I_r O_x$  層234Bを削除しても、 $I_r$  層234Aと  $P_t$  層234Cとの結晶の連続性は妨げられないので、結晶配向に関して何ら問題はない。  $I_r O_x$  層234Bを削除することで、キャパシター230はその下方からの還元性阻害因子に対してバリア膜を持たないことになる。ただし、キャパシター230を支持する支持部材210にて第2層部材214が、支持部材210の下面にはエッチングストップ膜140が、それぞれ存在し、第2層部材214及びエッチングストップ膜140が還元ガスバリア性を有する膜で形成されれば、キャパシター230はその下方からの還元性阻害因子に対するバリア性を担保できる。

## 【0125】

ここで、第1電極234中のIrOx層234Bを削除すると、第1電極234の熱コンダクタンスG1は大きくなる。よって、 $G1 < G2$ の関係を成立させるには、第2電極236の熱コンダクタンスG2も大きくする必要が生ずるかもしれない。その場合、例えば第2電極236中のIrOx層236Bを削除することが考えられる。IrOx層236Bを削除できれば、Ir層236Cもまた不要となる。Ir層236Cに代えてPt層236Aが低抵抗層として機能するからである。キャパシター230の上方からの還元性阻害因子についてのバリア性は、上述した第1還元性ガスバリア膜240や、図6に示すバリアメタル228Aや、あるいは図7の還元性ガスバリア膜290により担保できる。

## 【0126】

10

図8の第2電極234は上述した通りPt層236Aのみで形成したとき、第1電極234は、Pt層234Cの単層か、Ir層234A及びPt層234Cの二層か、あるいは図8の通りIr層234A、IrOx層234B及びPt層234Cの三層とすることができる。これらの場合のいずれでも、例えば第1電極234のPt層234Aの厚さT11を第2電極236のPt層236Cの厚さT21よりも厚くすれば( $T11 > T21$ )、 $G1 < G2$ の関係を容易に成立させることができる。

## 【0127】

以上の通り、本実施形態では、第1、第2プラグ252、254と接続される部分の第1、第2電極234、236を形成する材料(単層であればその単層電極材料であり、複数層であれば最上層の電極材料)として、プラチナ(Pt)またはイリジウム(Ir)を採用している。いずれの場合であって、第1、第2電極配線層222、224として例えば窒化チタン(TiN)またはチタン・アルミ・ナイトライド(TiAlN)を用いることで、第1、第2電極配線層222、224の熱伝導率を第1、第2電極234、236の熱伝導率の低くでき、焦電型赤外線検出器200の熱分離特性を改善できる。

20

## 【0128】

図9は、図5～図8とは異なり、支持部材210の第2層部材214と第2還元ガスバリア膜280とでキャパシター230の下方のバリア性をさらに向上させた焦電型赤外線検出器の概略断面図である。

## 【0129】

図9では、支持部材210の第1層部材212は、下部電極234の直下の領域にのみ形成されている。つまり、支持部材210の第1層部材212は、キャパシター230をパターンニングする時に同時にパターンニングされている。これにより、第1層部材212は、下部電極234の直下の領域にのみ形成され、キャパシター230の周囲を含む他の領域では、第2層部材214が露出する。

30

## 【0130】

よって、図9に示すように、第2還元ガスバリア膜280は、支持部材210の第2層部材214と接触して形成されることになる。上述した通り、第2層部材214は窒化膜(例えばSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)で形成され、還元ガスバリア性を有する。

## 【0131】

このため、キャパシター230の下部周囲では、第2還元ガスバリア膜280が支持部材210の第2層部材214と接触して配置されるので、キャパシター230の下部は第2還元ガスバリア膜280及び第2層部材214で完全に包囲することができる。こうすることで、図5～図8の構造とは異なり、キャパシター230の下方からの劣化要因(還元ガス)の侵入ルート、2還元ガスバリア膜280及び第2層部材214で完全に遮断することができる。

40

## 【0132】

## 7. 電子機器

図10に本実施形態の焦電型検出器または焦電型検出装置を含む電子機器の構成例を示す。この電子機器は、光学系400、センサーデバイス(焦電型検出装置)410、画像処理部420、処理部430、記憶部440、操作部450、表示部460を含む。なお

50

本実施形態の電子機器は図10の構成に限定されず、その構成要素の一部（例えば光学系、操作部、表示部等）を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【0133】

光学系400は、例えば1又は複数のレンズや、これらのレンズを駆動する駆動部などを含む。そしてセンサーデバイス410への物体像の結像などを行う。また必要であればフォーカス調整なども行う。

【0134】

センサーデバイス410は、上述した本実施形態の焦電型検出器200を二次元配列させて構成され、複数の行線（ワード線、走査線）と複数の列線（データ線）が設けられる。センサーデバイス410は、二次元配列された検出器に加えて、行選択回路（行ドライバー）と、列線を介して検出器からのデータを読み出す読み出し回路と、A/D変換部等を含むことができる。二次元配列された各検出器からのデータを順次読み出すことで、物体像の撮像処理を行うことができる。

【0135】

画像処理部420は、センサーデバイス410からのデジタルの画像データ（画素データ）に基づいて、画像補正処理などの各種の画像処理を行う。

【0136】

処理部430は、電子機器の全体の制御を行ったり、電子機器内の各ブロックの制御を行う。この処理部430は、例えばCPU等により実現される。記憶部440は、各種の情報を記憶するものであり、例えば処理部430や画像処理部420のワーク領域として機能する。操作部450は、ユーザが電子機器を操作するためのインターフェースとなるものであり、例えば各種ボタンやGUI（Graphical User Interface）画面などにより実現される。表示部460は、例えばセンサーデバイス410により取得された画像やGUI画面などを表示するものであり、液晶ディスプレイや有機ELディスプレイなどの各種のディスプレイにより実現される。

【0137】

このように、1セル分の焦電型検出器を赤外線センサー等のセンサーとして用いる他、1セル分の焦電型検出器を二軸方向例えば直交二軸方向に二次元配置することでセンサーデバイス410を構成することができ、こうすると熱（光）分布画像を提供することができる。このセンサーデバイス410を用いて、サーモグラフィー、車載用ナイトビジョンあるいは監視カメラなどの電子機器を構成することができる。

【0138】

もちろん、1セル分または複数セルの焦電型検出器をセンサーとして用いることで物体の物理情報の解析（測定）を行う解析機器（測定機器）、火や発熱を検知するセキュリティ機器、工場などに設けられるFA（Factory Automation）機器などの各種の電子機器を構成することもできる。

【0139】

図11（A）に図10のセンサーデバイス410の構成例を示す。このセンサーデバイスは、センサーアレイ500と、行選択回路（行ドライバー）510と、読み出し回路520を含む。またA/D変換部530、制御回路550を含むことができる。このセンサーデバイスを用いることで、例えばナイトビジョン機器などに用いられる赤外線カメラなどを実現できる。

【0140】

センサーアレイ500には、例えば図4に示すように二軸方向に複数のセンサーセルが配列（配置）される。また複数の行線（ワード線、走査線）と複数の列線（データ線）が設けられる。なお行線及び列線の一方の本数が1本であってもよい。例えば行線が1本である場合には、図11（A）において行線に沿った方向（横方向）に複数のセンサーセルが配列される。一方、列線が1本である場合には、列線に沿った方向（縦方向）に複数のセンサーセルが配列される。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 4 1 】

図 1 1 ( B ) に示すように、センサーアレイ 5 0 0 の各センサーセルは、各行線と各列線の交差位置に対応する場所に配置（形成）される。例えば図 1 1 ( B ) のセンサーセルは、行線 W L 1 と列線 D L 1 の交差位置に対応する場所に配置されている。他のセンサーセルも同様である。行選択回路 5 1 0 は、1 又は複数の行線に接続される。そして各行線の選択動作を行う。例えば図 1 1 ( B ) のような Q V G A ( 3 2 0 × 2 4 0 画素 ) のセンサーアレイ 5 0 0 ( 焦点面アレイ ) を例にとれば、行線 W L 0、W L 1、W L 2 ・ ・ ・ W L 2 3 9 を順次選択（走査）する動作を行う。即ちこれらの行線を選択する信号（ワード選択信号）をセンサーアレイ 5 0 0 に出力する。

## 【 0 1 4 2 】

読み出し回路 5 2 0 は、1 又は複数の列線に接続される。そして各列線の読み出し動作を行う。Q V G A のセンサーアレイ 5 0 0 を例にとれば、列線 D L 0、D L 1、D L 2 ・ ・ ・ D L 3 1 9 からの検出信号（検出電流、検出電荷）を読み出す動作を行う。

## 【 0 1 4 3 】

A / D 変換部 5 3 0 は、読み出し回路 5 2 0 において取得された検出電圧（測定電圧、到達電圧）をデジタルデータに A / D 変換する処理を行う。そして A / D 変換後のデジタルデータ D O U T を出力する。具体的には、A / D 変換部 5 3 0 には、複数の列線の各列線に対応して各 A / D 変換器が設けられる。そして、各 A / D 変換器は、対応する列線において読み出し回路 5 2 0 により取得された検出電圧の A / D 変換処理を行う。なお、複数の列線に対応して 1 つの A / D 変換器を設け、この 1 つの A / D 変換器を用いて、複数の列線の検出電圧を時分割に A / D 変換してもよい。

## 【 0 1 4 4 】

制御回路 5 5 0 ( タイミング生成回路 ) は、各種の制御信号を生成して、行選択回路 5 1 0、読み出し回路 5 2 0、A / D 変換部 5 3 0 に出力する。例えば充電や放電（リセット）の制御信号を生成して出力する。或いは、各回路のタイミングを制御する信号を生成して出力する。

## 【 0 1 4 5 】

以上、いくつかの実施形態について説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるものである。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。

## 【 0 1 4 6 】

本発明は、種々の焦電型検出器（例えば、熱伝対型素子（サーモパイル）、焦電型素子、ボロメーター等）に広く適用することができる。検出する光の波長は問わない。また、焦電型検出器または焦電型検出装置、あるいはそれらを有する電子機器は、例えば、供給する熱量と流体が奪う熱量とが均衡する条件下にて流体の流量を検出するフローセンサーなどにも適用できる。このフローセンサーに設けられる熱伝対などに代えて本発明の焦電型検出器または焦電型検出装置を設けることができる。このフローセンサーに設けられる熱伝対などに代えて本発明の焦電型検出器または焦電型検出装置を設けることができ、光以外を検出対象とすることができる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 4 7 】

1 0 0 基部（固定部）、1 0 2 空洞部、1 0 4 支持部（ポスト）、2 0 0 焦電型検出器、2 1 0 支持部材、2 1 1 A 第 1 面、2 1 1 B 第 2 面、2 1 2 第 1 層部材、2 1 4 第 2 層部材、2 2 0 赤外線検出素子（焦電型検出素子）、2 2 2、2 2 4 第 1、第 2 電極配線層、2 2 2 A、2 2 4 A 第 1、第 2 接続部、2 2 2 B、2 2 4 B 第 1、第 2 引き出し配線部、2 2 6、2 2 8 第 1、第 2 プラグ、2 2 8 A バリアメタル、2 3 0 キャパシター、2 3 2 焦電体、2 3 4 第 1 電極、2 3 6 第 2 電極、

10

20

30

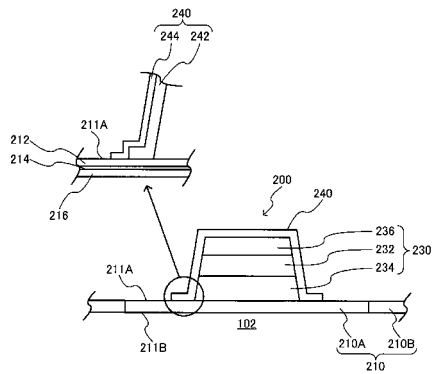
40

50

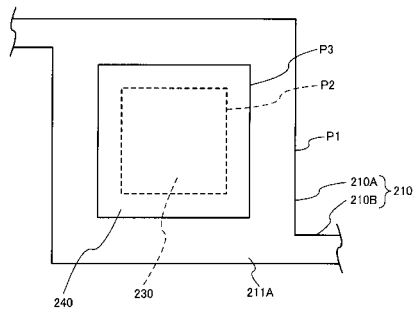
240 還元ガスバリア膜（第1還元ガスバリア膜）、242 第1層膜（第1バリア層）、244 第2層膜（第2バリア層）、250 層間絶縁膜、260 パッシベーション膜、270 光吸収部材（赤外線吸収体）、280 還元ガスバリア膜（第2還元ガスバリア膜）

【図1】

(A)

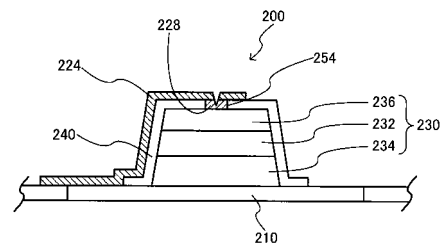


(B)

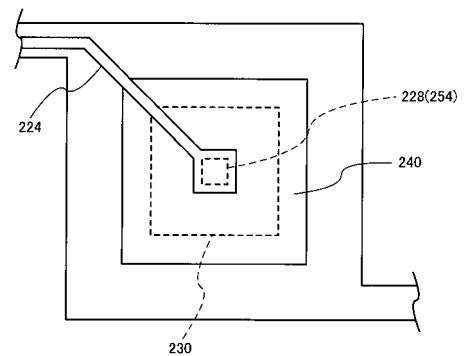


【図2】

(A)

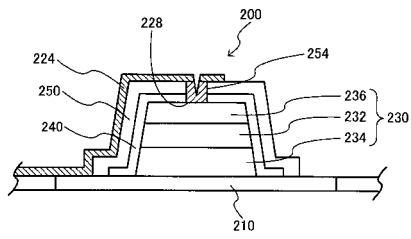


(B)

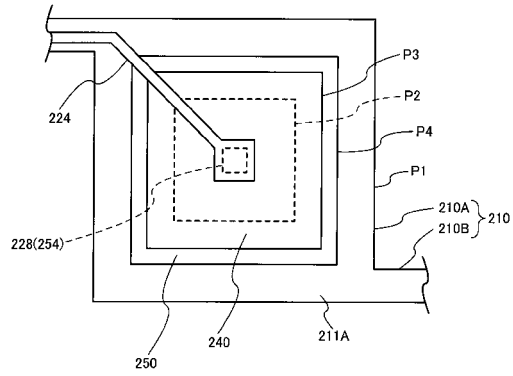


【図 3】

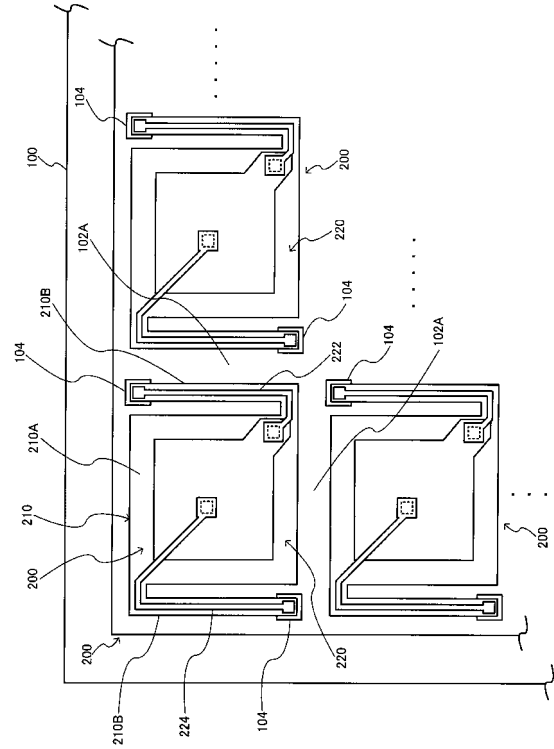
(A)



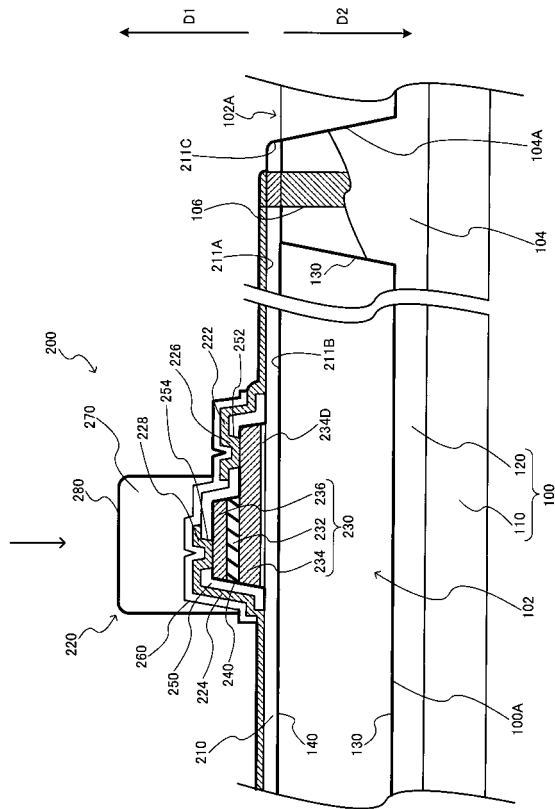
(B)



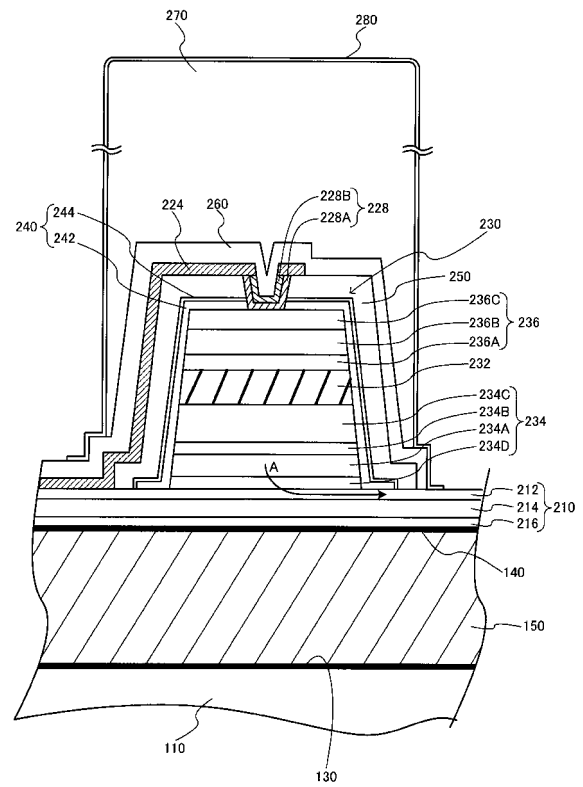
【図 4】



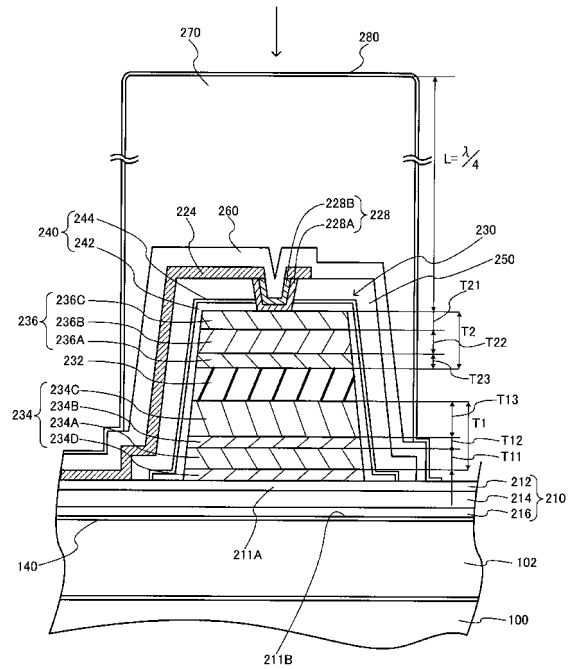
【図 5】



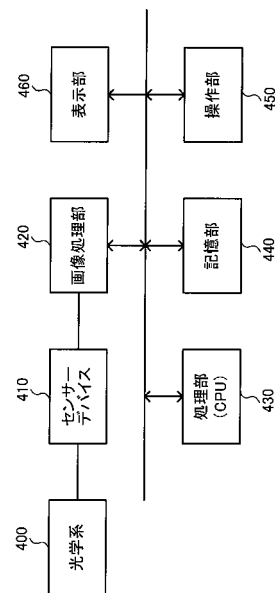
【図 6】



【 図 8 】

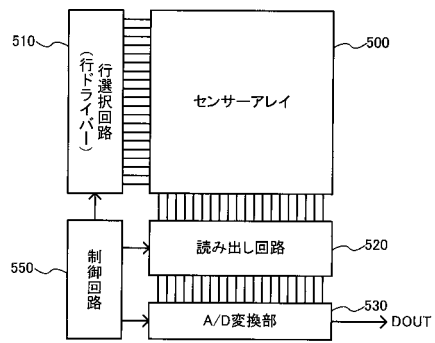


【 図 1 0 】

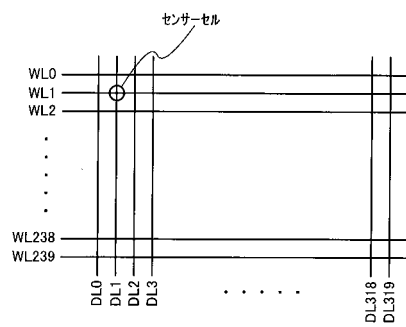


## 【図 11】

(A)



(B)



---

フロントページの続き

(72)発明者 野田 貴史

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 蔵田 真彦

(56)参考文献 特開2008-232896(JP,A)

特開2004-296929(JP,A)

特開2008-305960(JP,A)

特開2009-071141(JP,A)

特開2006-005234(JP,A)

特開2004-354172(JP,A)

特開平06-281503(JP,A)

特開平10-104062(JP,A)

特開2008-159639(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01J 1/02