

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6543674号  
(P6543674)

(45) 発行日 令和1年7月10日(2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日(2019.6.21)

(51) Int. Cl. F I  
**H05B 3/10 (2006.01)** H05B 3/10 B  
**GO1N 21/61 (2006.01)** GO1N 21/61

請求項の数 12 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2017-193254 (P2017-193254)	(73) 特許権者	516097837
(22) 出願日	平成29年10月3日 (2017.10.3)		テクノロジアン トュトキムスケクス
(65) 公開番号	特開2018-73812 (P2018-73812A)		ヴェーテーテー オサケユキチュア
(43) 公開日	平成30年5月10日 (2018.5.10)		フィンランド国, 02150 エスポー,
審査請求日	平成29年10月3日 (2017.10.3)		ヴォリミエヘンティ 3
(31) 優先権主張番号	20165816	(74) 代理人	100107766
(32) 優先日	平成28年10月28日 (2016.10.28)		弁理士 伊東 忠重
(33) 優先権主張国	フィンランド (FI)	(74) 代理人	100070150
早期審査対象出願			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介
		(74) 代理人	100133983
			弁理士 永坂 均

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 層状構造を有する赤外線エミッタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2つ又はそれよりも多くの誘電体層の間に積み重ねられた少なくとも1つの金属層と、該少なくとも1つの金属層を所要の赤外線放射温度まで加熱するために、前記誘電体層のいずれかの内に又は間に配置される、電気加熱手段とを有する、層状構造を含み、

該層状構造内の各金属層は、半透明金属層であり、

前記誘電体層のうちの少なくとも1つは、前記少なくとも1つの半透明金属層を前記層状構造の放射外面に光学的に整合させるように構成され、該少なくとも1つの光学的に整合する誘電体層は、前記半透明金属層と前記放射外面との間に配置され、前記少なくとも1つの光学的に整合する誘電体層は、ポリシリコン材料又は高い屈折率を有する他の誘電体材料で作られる、

層状赤外線エミッタデバイス。

【請求項 2】

前記層状構造は、1つだけの金属層を含む、請求項 1 に記載の層状赤外線エミッタデバイス。

【請求項 3】

前記半透明金属層の厚さは、2 nm ~ 50 nm の範囲、3 nm ~ 20 nm の範囲、及び 5 nm ~ 15 nm の範囲で構成される群から選択される、請求項 1 に記載の層状赤外線エミッタデバイス。

【請求項 4】

前記半透明金属層は、熱的に安定した金属で作られ、該金属は、モリブデン、タングステン、チタン、タンタル、パラジウム、白金、及びニオブで構成される群から選択される、請求項 1 に記載の層状赤外線エミッタデバイス。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの光学的に整合する誘電体層の厚さは、前記少なくとも 1 つの半透明金属層の厚さよりも数倍大きい、請求項 1 に記載の層状赤外線エミッタデバイス。

【請求項 6】

前記誘電体層は、前記少なくとも 1 つの半透明層を取り囲んで、前記層状構造の他の層との並びに周囲の作用物質との化学反応を防止するように構成される、遮蔽層を含む、請求項 1 に記載の層状赤外線エミッタデバイス。

10

【請求項 7】

前記誘電体層は、前記層状構造の異なる層の間の並びに周囲の作用物質との化学反応を防止するように構成される遮蔽層を含み、該遮蔽層のうちの少なくとも 1 つは、窒化ケイ素、多結晶、及び酸化アルミニウムを含む金属酸化物で構成される群から選択される材料で作られる、請求項 1 に記載の層状赤外線エミッタデバイス。

【請求項 8】

前記層状構造は、放射側から反対側への順序において、  
 少なくとも 1 つの遮蔽誘電体層と、  
 高い屈折率を有する光学的に整合する誘電体層と、  
 少なくとも 1 つの遮蔽誘電体層と、  
 前記半透明金属層と、  
 少なくとも 1 つの遮蔽誘電体層とを含み、  
 前記電気加熱手段は、前記遮蔽誘電体層の内に又は間に配置される、  
 請求項 1 に記載の層状赤外線エミッタデバイス。

20

【請求項 9】

前記層状構造は、放射側から反対側への順序において、  
 第 1 の遮蔽誘電体層と、  
 高い屈折率を有する光学的に整合する誘電体層と、  
 第 2 の遮蔽誘電体層と、  
 第 3 の遮蔽誘電体層と、  
 前記層状構造における唯一の金属層である前記半透明金属層と、  
 第 4 の遮蔽誘電体層と、  
 第 5 の遮蔽誘電体層と、  
 前記遮蔽誘電体層のいずれか 1 つの内に又は間に配置される前記電気加熱手段とを含む

30

、  
 請求項 1 に記載の層状赤外線エミッタデバイス。

【請求項 10】

前記所要の赤外線放射温度は、400 ~ 1000 の範囲内にある、請求項 1 に記載の赤外線エミッタデバイス。

【請求項 11】

分光学的又は N D I R 気体、液体若しくは固体物質測定のための赤外線エミッタデバイスの使用であって、

該赤外線エミッタデバイスは、2 つ又はそれよりも多くの誘電体層の間に積み重ねられた少なくとも 1 つの金属層と、該少なくとも 1 つの金属層を所要の赤外線放射温度まで加熱するために、前記誘電体層のいずれかの内に又は間に配置される、電気加熱手段とを有する、層状構造を含み、該層状構造内の各金属層は、半透明金属層であり、

前記誘電体層のうちの少なくとも 1 つは、前記少なくとも 1 つの半透明金属層を前記層状構造の放射外面に光学的に整合させるように構成され、該少なくとも 1 つの光学的に整合する誘電体層は、前記半透明金属層と前記放射外面との間に配置され、前記少なくとも 1 つの光学的に整合する誘電体層は、ポリシリコン材料又は高い屈折率を有する他の誘電

50

体材料で作られる、

使用。

【請求項 1 2】

前記所要の赤外線放射温度は、400 ~ 1000 の範囲内にある、請求項 1 1 に記載の使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、層状構造を有する光学赤外線エミッタに関する。

【背景技術】

【0002】

光学分光計は、気体又は流体の組成が測定されなければならないときに広く用いられる。このような測定は、広範な用途において、産業、科学、医学、薬学、農業及び生物学において必要とされる。赤外線エミッタは、高精度の化学センサの開発において重要な役割を果たし、光ガスセンサシステムにおいて主要な赤外線放射素子として働く。従来的に、IR（赤外線）エミッタは、電流によって加熱されるワイヤ、フィラメント又は導電性セラミック素子の形態を取っている。赤外線放射は、加熱された表面の温度及び面積に依存する。持ち運び可能な測定デバイス及びシステム統合センサのための小型分光計についての需要は、マイクロ分光計への関心の高まりをもたらした。幾つかの商業的解決策は、例えば、タングステン又は白金の単純な薄膜エミッタに基づく。しかしながら、タングステン又は白金の放射率(emissivity)は低い。

【0003】

光学的に黒い表面を吸収体又はエミッタとして用い得る。吸収体は熱赤外線源の熱検出器及びエミッタにおいて必要とされる。前者は後者と同じ程に高温に耐える必要がない。

【0004】

金属の上に適切に調整された薄膜層構造を追加することによって、単純な金属表面の放射率を幾重にも増強し得る。光学構造をエミッタとして使用し得るためには、構造はエミッタ使用に必要とされる温度に耐えなければならない。典型的に、エミッタ用途では、100 よりも上の温度が用いられ、その構造は一層長い時間期間に亘って不変に耐えることが好ましいはずである。動作温度は、より高くてもよく、例えば、少なくとも200、少なくとも300 であってよく、或いは650 より高くてもよい。最も一般的に用いられるエミッタ温度は、100 ~ 1000 の範囲内、例えば、250 ~ 400 の範囲内のような、200 ~ 650 の範囲である。よって、構造は、用途についての設計温度に耐えて、極めて長い時間期間に亘って選択的な動作温度範囲内で安定的なままでなければならない。同時に、構造は、良好な光学的整合を許容しなければならない。安定性は、構造の放射率が、構造の動作寿命の持続時間に亘って、構造の動作条件における所望の波長範囲で、本質的に変化しないままであることを意味する。

【0005】

従って、エミッタ使用に適した層状構造の製造は、要求が極めて厳しい。何故ならば、コンポーネント（部品）の有効エミッタ使用は、高温を必要とするからである。この理由のために、既知の吸収体構造の大部分は、実際にはエミッタ使用に適さない。

【0006】

非特許文献 1 によって提示される吸収体構造は、赤外線エミッタとして使用され得ない。何故ならば、それはエミッタ使用において要求される温度に耐えないからである。非特許文献 1 の解決策では、薄い半透明の金属層及び誘電体層が、非透明金属層の上にある。薄い金属層は、誘電体層と共に、反射防止層構造を形成するので、表面からの反射は、所望の波長範囲で極めて低い。よって、低反射及びゼロ透過で、高い吸収効率を得ることができる。

【0007】

特許文献 1 は、ドーパされたシリコン及び不透明金属層の使用に基づく赤外線吸収体を

10

20

30

40

50

開示している。この種の構造は、エミッタ使用において光学的に安定しない。光学的な不安定性の主な理由は、温度に依存するドーパントの活性化レベル（固溶度）である。

【0008】

特許文献2は、非特許文献1の吸収体と同じ動作原理に基づく赤外線エミッタ構造を開示している。薄い金属層及びその下に位置する誘電体層は、非透明反射金属層の上で反射防止層として用いられる。光学的安定性は、1つ又はそれよりも多くの遮蔽層で薄い損失性金属層を保護することによって達成される。

【0009】

非特許文献2は、特許文献1に提示されているエミッタ構造と基本的に同じ構造である吸収体構造を開示している。

10

【0010】

放射効率(emission efficiency)の高い安定的な光源は、市場で入手可能でない。現在市販されている解決策は、高価であり、低効率又は高電力消費であり、或いは別個の発光デバイスとして販売されていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】米国特許第6,177,673号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2015/241612号明細書

【0012】

【非特許文献1】Liddiard K.C., Infrared Physics, 1993, vol. 34, 4, pp. 379

20

【非特許文献2】"Thin Film absorbers for visible, near-infrared, and short-wavelength infrared spectra", Proceedings of the Eurosensors XXIII conference, Procedia Chemistry Volume 1, Issue 1, September 2009, Pages 393 - 396

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

特に、分光学的及びNDIR気体、液体及び固体物質の測定用途のための、低コスト、低消費電力、安定的な赤外線源の必要がある。

30

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の1つの特徴は、熱質量及び熱伝導率の減少を伴う層状赤外線エミッタ構造である。

【0015】

本発明の他の特徴は、製造コストの減少を伴う層状赤外線エミッタ構造である。

【0016】

本発明の1つの特徴は、独立項1に記載の赤外線エミッタ装置である。本発明の好適な実施形態は、従属項に開示されている。

40

【0017】

本発明の1つの特徴は、2つ又はそれよりも多くの誘電体層の間に積み重ねられた少なくとも1つの金属層と、少なくとも1つの金属層を所要の赤外線放射温度まで、好ましくは、400 ~ 1000 の範囲内の温度まで加熱するために、誘電体層のいずれかの内に又は間に配置される、電気加熱手段とを有する、層状構造を含み、層状構造内の各金属層は、半透明金属層である、層状赤外線エミッタデバイスである。

【0018】

ある実施形態において、層状構造は、1つだけの金属層を含み、1つだけの金属層は、半透明金属層である。

【0019】

50

ある実施形態において、層状構造は、半透明金属層のスタックを含む。

【0020】

ある実施形態において、半透明金属層の厚さは、 $2\text{ nm} \sim 50\text{ nm}$ の範囲、好ましくは、 $3\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$ の範囲、より好ましくは、 $5\text{ nm} \sim 15\text{ nm}$ の範囲から選択される。

【0021】

ある実施形態において、半透明金属層は、熱的に安定した金属で作られ、金属は、好ましくは、耐熱金属又は貴金属から選択され、より好ましくは、モリブデン、タングステン、チタン、タンタル、パラジウム、白金又はニオブのような群から選択される。

【0022】

ある実施形態において、誘電体層のうちの少なくとも1つは、少なくとも1つの半透明金属層を層状構造の放射外面に光学的に整合させるように構成され、少なくとも1つの光学的に整合する誘電体層は、好ましくは、ポリシリコン材料又は高い屈折率を有する他の誘電体材料で作られる。

10

【0023】

ある実施形態において、少なくとも1つの光学的に整合する誘電体層は、少なくとも1つの半透明金属層と層状構造の外面との間に配置される。

【0024】

ある実施形態において、少なくとも1つの光学的に整合する誘電体層の厚さは、少なくとも1つの半透明金属層の厚さよりも数倍大きい。

20

【0025】

ある実施形態において、少なくとも1つの光学的に整合する誘電体層及び/又は少なくとも1つの半透明金属層は、パターン化され、部分的にパターン化され、或いはパターン化されない。

【0026】

ある実施形態において、誘電体層は、少なくとも1つの半透明層を取り囲んで、層状構造の他の層との並びに周囲の作用物質との化学反応を防止するように構成される、遮蔽層を含む。

【0027】

ある実施形態において、誘電体層は、層状構造の異なる層の間の並びに周囲の作用物質との化学反応を防止するように構成される遮蔽層を含み、遮蔽層のうちの少なくとも1つは、好ましくは、窒化ケイ素、多結晶、及び酸化アルミニウムのような金属酸化物の群から選択される材料で作られる

30

【0028】

ある実施形態において、層状構造は、放射側から反対側への順序において、  
 少なくとも1つの遮蔽誘電体層と、  
 高い屈折率を有する光学的に整合する誘電体層と、  
 少なくとも1つの遮蔽誘電体層と、  
 半透明金属層と、  
 少なくとも1つの遮蔽誘電体層とを含み、  
 電気加熱手段は、遮蔽誘電体層の内に又は間に配置される。

40

【0029】

ある実施形態において、層状構造は、放射側から反対側への順序において、  
 第1の遮蔽誘電体層と、  
 高い屈折率を有する光学的に整合する誘電体層と、  
 第2の遮蔽誘電体層と、  
 第3の遮蔽誘電体層と、  
 層状構造における唯一の金属層である半透明金属層と、  
 第4の遮蔽誘電体層と、  
 第5の遮蔽誘電体層と、

50

遮蔽誘電体層のいずれか1つの内に又は間に配置される電気加熱手段とを含む。

【0030】

本発明の更なる特徴は、分光学的又はNDIR気体、液体若しくは固体物質測定のための任意の実施態様又は実施態様の組み合わせに従った赤外線エミッタデバイスの使用である。

【0031】

以下、添付の図面を参照して、例示的な実施形態を用いて、本発明をより詳細に記載する。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1A】本発明の例示的な実施形態に従った層状赤外線エミッタデバイスの側断面図を示している。

【図1B】図1Aに示すデバイスの頂面図を示している。

【図2A】本発明の例示的な実施形態に従った層状赤外線エミッタデバイスの側断面図を示している。

【図2B】図2Aに示すデバイスの頂面図を示している。

【図3】波長の関数としてシミュレートされた放射率の例を示している。

【図4】波長の関数としてシミュレートされた放射率に対する半透明Nb層の厚さの影響の一例を示している。

【発明を実施するための形態】

【0033】

本発明の1つの特徴は、半透明金属層のみ、好ましくは、1つの半透明金属層と、半透明金属層の両側にある1つ又はそれよりも多くの誘電体層(one or more dielectric layers)とを含む、層状赤外線エミッタ構造である。半透明金属は、放射エネルギーの一部を吸収し、放射エネルギーの他の部分は、材料を透過する。加えて、放射エネルギーの第3の部分が、半透明金属の表面から反射させられ得る。よって、半透明金属は、損失性材料(lossy material)である。その上、1つ又は複数の半透明金属層(semi-transparent metal layer or layers)を所要の赤外線放出温度まで、好ましくは、400 ~ 1000

の範囲内の温度まで加熱するために、電気加熱配線が誘電体層のいずれかの内に又は誘電体層のいずれかの間に配置される。誘電体層のスタックは、半透明の損失性材料と共に、最大の放射のために光学的に整合させられ得る。放射率(emissivity)は、同じ温度で黒体によって放射されるエネルギーに対する表面によって放射されるエネルギーを表す。誘電体層は、それらがスタックの内側の層の間の化学反応又は周囲気体と層との化学反応を防止するならば、いわゆる保護層又は遮蔽層でもあり得る。

【0034】

特許文献2に開示されるような従来の層状赤外線吸収体及びエミッタ構造では、スタックの底部に厚い非透明反射金属層がある。本発明に従った層状構造(layered structure)では、厚い非透明反射金属層が回避される。これはより低い熱質量をもたらし、より速い動作をもたらす。本発明の実施形態の層状構造は、従来の構造よりも薄くされることができ、それはより低い熱損失及び熱伝導率をもたらし、よって、低消費電力が可能である。本発明の実施形態では、パターン化された層の数がより少なくよく、製造プロセスがより簡単であることができ、製造コストはより低いことができる。製造は、標準的なマイクロエレクトロニクスプロセス及び材料を用いて行われることができ、それは大量に低製造コストを可能にする。薄い層状構造は、最大90%の高い放射率を有し得る。

【0035】

保護層又は遮蔽層の故に、追加的なカプセル化又はパッケージは必ずしも必要とされない。

【0036】

実施形態において、層状構造は、単一の光学的に半透明の薄い金属層を含んでよい。

【0037】

10

20

30

40

50

熱的要求に従って層の材料を選択し得る。光学構造をエミッタとして用い得るために、構造はエミッタ使用において必要とされる温度に耐えなければならない。典型的に、エミッタ用途では、400より上の温度が用いられ、構造は、好ましくは、長い時間期間に亘って変わらずに耐えなければならない。動作温度もより高くてもよく、700より上さえあり得る。典型的に用いられるエミッタ温度は、400~1000の範囲内であってよい。同時に、構造は、良好な光学的整合(optical matching)を維持しなければならない。安定性は、構造の放射率が、構造の動作寿命の持続時間に亘って、構造の動作条件における所望の波長範囲で、本質的に不変のままであることを意味する。

#### 【0038】

損失性半透明金属層は、典型的に、高融点を有する金属から製造されることがあるので、デバイスは、エミッタ使用に耐える。構造の光学特性を維持するために、金属層は、動作温度で不変のままではなければならない。これに関して、動作温度という用語は、デバイスのアクティブ領域の温度を指す。加えて、デバイスの動作温度は、特にエミッタ使用において、周囲温度から実質的に逸脱する場合があることが述べられなければならない。

#### 【0039】

半透明層を製造するのに極めて適した金属は、例えば、モリブデン及びタングステンを含む。幾つかの実施形態では、他の材料、例えば、チタン、タンタル、白金、ニオブ、又はそれらの化合物も用い得る。

#### 【0040】

実施形態において、高い屈折率の誘電体材料層又は高い屈折率を有する少なくとも1つの誘電体層を備える材料層のスタックを用いて、1つ又は複数の半透明金属層に対する放射面の光学的整合(optical matching)を達成してよい。1つ又は複数の光学的に整合する誘電体層(one optically-matching dielectric layer or layers)は、半透明金属層と層状構造の放射外面との間に配置される。よって、層状構造は、放射率が所望の波長範囲で所望のレベルにもたらされるような方法において、その環境に光学的に整合させられる。典型的に、この波長放射範囲は、赤外線放射の範囲内に位置する。所望のレベルは、例えば、非常に低くあり得る或いは1(unity)に近くあり得る、すなわち、100%に近い効率であり得る。ピークの放射率は、例えば、0.3~1の範囲内になるように設計され得る。殆どの実施形態及び用途では、放射率が時間の関数として安定したままであることも重要である。

#### 【0041】

1つ又は複数の光学的に整合する層(optical matching layer or layers)に適した材料は、例えば、シリコン、二酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸化アルミニウム又はこれらの組み合わせを含む。

#### 【0042】

構造のパラメータを実際の用途に整合させることは、所望の放射率が達成されるように、適切な材料及びそれらの光学的厚さを求めることによって実験的に行われ得る。整合のために、計算方法及び商業的に入手可能なコンピュータプログラムを用いることも可能であり、その助けを借りて、選択される材料と共に用いられる層の厚さについての値が計算される。この後、コンポーネント(部品)を製造して、コンポーネントの特性を測定することができ、必要であるならば、最終結果を反復的に向上させることができる。光波インピーダンス理論を計算に活用することができる。薄膜の光学特性の計算は、例えば、O. S. Heavens, Optical Properties of Thin Solid Films, Dover Publications Inc., New York, 1954に記載されている。当業者は、本特許文献に記載される原理に従って及び上述の参考文献(O. S. Heavens)において提示される理論を用いることによって、適切な膜厚についての値を計算することができる。

#### 【0043】

実施形態において、誘電体層は、1つ又は複数の半透明金属層を取り囲んで、層状構造の他の層との並びに周囲の作用物質(ambient agents)との化学反応を防止するように構成される、遮蔽層を含んでよい。遮蔽層は、エミッタ使用において必要とされる温度に耐

10

20

30

40

50

え、且つ、これらの温度で、1つ又は複数の半透明金属層を、過度の酸化、過度の混合、又は何らかの他の対応する比較的急速に影響を及ぼす破壊的なメカニズムから保護し得る、遮蔽材料から製造される。より具体的には、遮蔽材料は、動作温度範囲で半透明金属層と反応しない化学的に受動的な材料を含んでよい。加えて、遮蔽層の材料は、所望の波長範囲内の光が比較的良好に貫通することができる材料である。換言すれば、所望の波長範囲内で光学的に無損失性の又は僅かに損失性の材料が、材料として選択される。よって、構造の放射率の安定性を向上させることが可能である。

【0044】

遮蔽材料のための1つの極めて良好な材料は、窒化ケイ素である。窒化ケイ素は、パッシベーション層として良好に機能する、すなわち、水又は酸素は、層を通じて拡散し得ない。よって、窒化ケイ素は、高温でさえ最内側層の酸化を防止する。遮蔽層がないならば、特に薄い金属膜及び金属導体は、酸化によって容易に損傷される。半透明層の金属原子も、窒化ケイ素を通じて拡散しない。加えて、窒化ケイ素を堆積させるために、工業的に適用可能な方法が存在する。窒化ケイ素層の助けを借りて、1000より上でさえある動作温度を達成することが可能である。もちろん、用途によって要求される対応する又は他の要件を満足する何らかの他の材料から遮蔽層を製造することもできる。層状構造の動作温度がより低いように設計されるならば、利用可能な材料の範囲は広がる。層状構造の少なくとも幾つかの実施形態において考え得る他の材料は、例えば、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化シリコン、及び酸窒化シリコンを含む。

【0045】

実施形態において、1つ又は複数の半透明金属層の厚さは、2 nm ~ 50 nmの範囲、好ましくは、3 nm ~ 20 nmの範囲、より好ましくは、5 nm ~ 15 nmの範囲から選択されてよい。

【0046】

実施形態において、層状構造の放射領域はパターン化されてよく、部分的にパターン化されてよく、或いはパターン化されなくてよい。例えば、パターン化された放射領域は、パターン化された光学的に整合する誘電体層及び/又はパターン化された半透明な金属層によって得られてよい。層状構造の領域は、それがパターン化されないままであるならば、赤外線放射のためにより効果的に用いられる。他方、パターン化された又は部分的にパターン化された放射領域で、放射領域の正確な幾何学的形状を達成することができる。正確な幾何学的形状は、非分散赤外線(NDIR)用途における結像光学系の使用を可能にする。

【0047】

発熱抵抗体又は配線のような電気加熱構造は、遮蔽誘電体層のうちのいずれか1つの内に又はそれらの間に配置されてよい。遮蔽材料の助けを借りて、構造の内側で加熱フィラメントを保護することが可能である。実施形態において、電気ヒータ構造は、層状構造の放射領域における均一な温度分布のために最適化されてよい。

【0048】

本発明の例示的な実施形態に従った積層赤外線エミッタデバイスが、図1Aの側断面図及び図1Bの頂面図に概略的に例示されている。例示的な層状赤外線エミッタ構造(layered infrared emitter structure)は、シリコン基板24の上に製造されてよい。層状構造(layered structure)は、何らかの他の種類の基板の上に製造され得るし、或いは別個の基板24を用いずに製造され得る。基板24は、中央開口25を有してよい。その場合、基板24は、層状構造の下に支持フレームを形成することがある。基板材料24は、例えば、中央開口25の場所でエッチング除去されてよい。

【0049】

例示的な層状赤外線エミッタ構造は、基板24の上に自己支持誘電体遮蔽層17を含んでよい。遮蔽層17の上には、第2の誘電体遮蔽層16、半透明金属層15及び第3の誘電体遮蔽層14が設けられてよい。第3の誘電体遮蔽層14の上には、第4の誘電体遮蔽層13と、高い屈折率を有する光学的に整合する誘電体層12とがあつてよい。光学的に

10

20

30

40

50

整合する誘電体層 1 2 の上には、第 5 の遮蔽層 1 1 があってよく、その頂面は、エミッタデバイスの放射面 1 0 を形成してよい。

【 0 0 5 0 】

一番上の遮蔽層 1 1 には、発熱抵抗体配線 2 0 が埋め込まれてよい。加熱電流を供給するために、頂面から発熱抵抗体配線 2 0 に延びるコンタクト端子 2 1 , 2 2 が、配線 2 0 の端に設けられてよい。発熱抵抗体 2 0 は、代替的に、誘電体遮蔽層のような何らかの他の誘電体層に埋め込まれてよい。図 1 B に例示する例において、発熱抵抗体 2 0 のレイアウトは均一であるが、代替的に、層状構造の放射領域に均一な温度分布をもたらすために、発熱抵抗体のレイアウト又はパターンは調整されてよい。例えば、抵抗体配線 2 0 の幅及び / 又は間隔は、放射領域に沿う場所の関数として変化してよい。

10

【 0 0 5 1 】

放射面 1 0 からの赤外線放射の方向は、広い矢印によって例示されている。例示の例において、層状構造及び放射面は、正面側動作 (front side operation) のために調整される。代替的に、層状構造及び放射面は、例えば、基板 2 4 の中央開口 2 5 を通じる赤外線放射のための背面側動作のために調整され得る。背面側動作 (back side operation) のために、図 1 A の例示的な構造に例示される層は、基板 2 4 の上に逆の順序で配置されてよい。

【 0 0 5 2 】

図 1 A 及び図 1 B の実施形態に例示される例示的な層状構造における異なる層の材料及び厚さは、上述のように選択されてよい。適切な材料及び厚さの例を表 1 に示す。

20

【 0 0 5 3 】

【表 1】

表 1

層	材料	厚さ
11	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	100nm
12	SIPOLY	175nm
13	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	30 nm
14	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10 nm
15	Nb	11 nm
16	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10 nm
17	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	150nm

30

【 0 0 5 4 】

図 1 A 及び図 1 B に示す例において、層状赤外線エミッタ構造の放射領域は、パターン化されていない。

【 0 0 5 5 】

本発明の他の例示的な実施形態に従った積層赤外線エミッタデバイスが、図 2 A の側断面図及び図 2 B の頂面図に概略的に例示されている。図 2 A 及び図 2 B に示す例において、層状赤外線エミッタ構造の放射領域はパターン化されており、それは層状構造の全領域の幾何学的に定められた部分が放射領域として用いられることを意味する。

40

【 0 0 5 6 】

例示的な層状赤外線エミッタ構造は、シリコン基板 2 4 の上に製造されてよい。層状構造は、何らかの他の種類の基板の上に製造されてもよく、別個の基板 2 4 なしで製造されてもよい。その場合、基板 2 4 は、層状構造の下に支持フレームを形成することがある。基板材料 8 は、例えば、中央開口 2 5 の場所でエッチング除去されてよい。

【 0 0 5 7 】

例示的な層状赤外線エミッタ構造は、基板 2 4 の上に自己支持誘電体遮蔽層 1 7 を含ん

50

でよい。遮蔽層 1 7 の上には、第 2 の誘電体遮蔽層 1 6 及び半透明金属層 1 5 が設けられてよい。半透明金属層 1 5 は、それが誘電体遮蔽層 1 6 及び層状構造の全領域の幾何学的に定められた部分に亘って延在するように、パターン化されてよい。

【 0 0 5 8 】

パターン化された半透明金属層 1 5 及び第 2 の誘電体シールド層 1 6 の上には、第 3 の誘電体遮蔽層 1 3 及び第 4 の誘電体遮蔽層 1 3 が積み重ねられてよい。遮蔽層 1 3 の上には、高い屈折率を有する光学的に整合する誘電体層 1 2 があってよい。光学的に整合する誘電体層 1 2 は、それが誘電体遮蔽層 1 3 及び層状構造の全領域の幾何学的に定められた部分に亘って延在するように、パターン化されてよい。それにより、遮蔽層 1 3 の残りの部分を露出したままにして、層状構造の外表面を形成してよい。最後に、光学的に整合する誘電体層は、第 5 の誘電体遮蔽層 1 1 によって覆われ且つ取り囲まれてよく、その頂面は、エミッタデバイスの放射面 1 0 を形成してよい。

10

【 0 0 5 9 】

一番下の遮蔽層 1 7 には、発熱抵抗体配線 2 0 が埋め込まれてよい。加熱電流を供給するために、遮蔽層 1 3 の頂面から遮蔽層 1 3 及び 1 6 を通じて遮蔽層 1 7 の発熱抵抗体配線 2 0 まで延びるコンタクト端子 2 1 , 2 2 が、配線 2 0 の端に設けられてよい。発熱抵抗体 2 0 は、代替的に、何らかの他の誘電体層に埋め込まれてよい。図 2 B に例示する例において、発熱抵抗体 2 0 のレイアウトは均一であるが、それは均一な温度分布を提供するように調整されてよい。

20

【 0 0 6 0 】

例示の例において、層状構造及び放射面は、正面側動作のために調整される。代替的に、層状構造及び放射面は、例えば、基板 2 4 の中央開口 2 5 を通る赤外線放射のために背面側動作のために調整され得る。背面側動作のために、図 2 A の例示的構造に例示される層は、基板 2 4 の上に逆の順序で配置されてよい。

【 0 0 6 1 】

図 2 A 及び図 2 B の実施形態に例示される例示的な層状構造における異なる層の材料及び厚さは、上述のように選択されてよい。適切な材料及び厚さの例を表 2 に示す。

【 0 0 6 2 】

【表 2】

30

表2

層	材料	厚さ
11	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	100nm
12	SIPOLY	175nm
13	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	30 nm
14	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10 nm
15	Nb	11 nm
16	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10 nm
17	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	150nm

40

【 0 0 6 3 】

図 3 は、表 1 又は表 2 に示した例示的なパラメータを備える層状赤外線エミッタ構造についての波長の関数としてのシミュレートされた放射率の例を示している。

【 0 0 6 4 】

図 4 は、層状赤外線エミッタ構造についての波長の関数としてのシミュレートされた放射率に対する半透明 Nb 層の厚さの影響の例を示している。他のパラメータ値は、図 3 と同じである。

【 0 0 6 5 】

50

層状赤外線エミッタデバイスは、分光学的及びNDIR気体、液体及び固体物質測定用途にとくに適している。

【0066】

本発明及びその実施形態は上述の例に限定されず、請求項の範囲内で異なってよい。

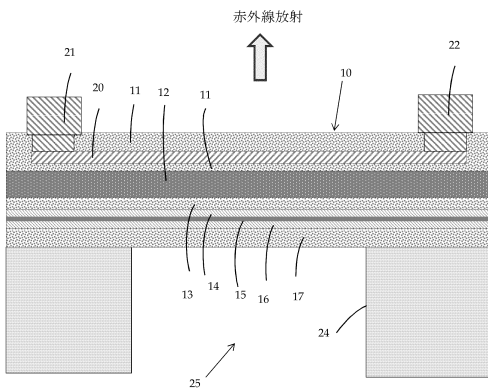
【符号の説明】

【0067】

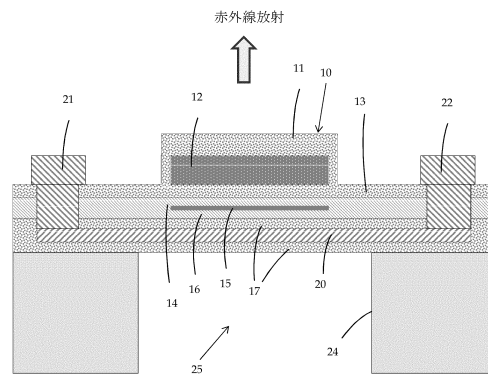
- 10 放射面(emissive surface)
- 11 第5の遮蔽層(fifth dielectric shielding layer)
- 12 光学的に整合する誘電体層(optically matching dielectric layer)
- 13 第4の誘電体遮蔽層(fourth dielectric shielding layer)
- 14 第3の誘電体遮蔽層(third dielectric shielding layer)
- 15 半透明金属層(semi-transparent metal layer)
- 17 自己支持誘電体遮蔽層(self-supporting dielectric shielding layer)
- 20 発熱抵抗体配線(heating resistor wiring)
- 21 コンタクト端子(contact terminal)
- 22 コンタクト端子(contact terminal)
- 24 シリコン基板(silicon substrate)
- 25 中央開口(central opening)

10

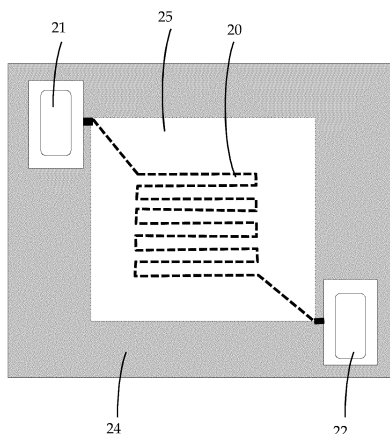
【図1A】



【図2A】

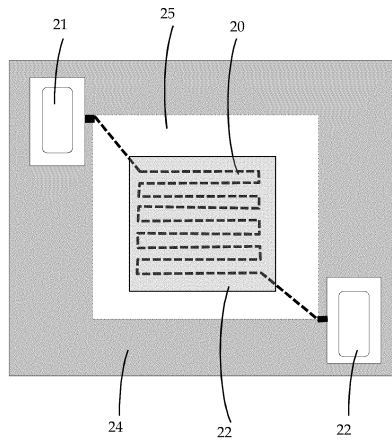


【図1B】

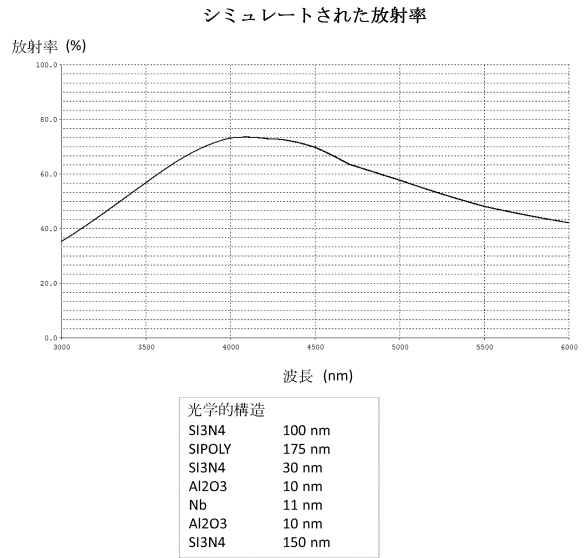


10	Si3N4	100 nm
11	SiPOLY	175 nm
12	Si3N4	30 nm
13	Al2O3	10 nm
14	Nb	11 nm
15	Al2O3	10 nm
16	Si3N4	150 nm

【図 2 B】

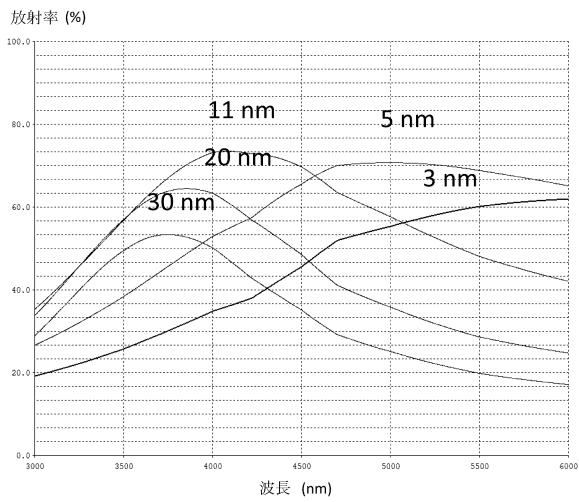


【図 3】



【図 4】

シミュレートされた放射率



---

フロントページの続き

- (72)発明者 マルッティ プロムベルグ  
フィンランド国, 02044 ヴェーテーター, ペーエル 1000 ヴェーテーター
- (72)発明者 ハンヌ カッテルス  
フィンランド国, 02044 ヴェーテーター, ペーエル 1000 ヴェーテーター

審査官 沼田 規好

- (56)参考文献 国際公開第2014/037622(WO, A1)  
特開2013-017013(JP, A)  
特開平02-284377(JP, A)  
特開2009-210287(JP, A)  
特開平05-266965(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H05B 3/10  
G01N 21/61