

(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2015-148581

(P2015-148581A)

(43) 公開日 平成27年8月20日(2015.8.20)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
GO 1 N 21/01 (2006.01) GO 1 N 21/01 D 2 G O 5 9
 GO 1 N 21/61 (2006.01) GO 1 N 21/61

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2014-23099 (P2014-23099)	(71) 出願人	000006895
(22) 出願日	平成26年2月10日 (2014.2.10)		矢崎総業株式会社
特許法第30条第2項適用申請有り (1) 公開日 平成25年8月18日 Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Optical MEMS and Nanophotonics [2013.8.19-22, Kanazawa, Japan] (IEEE Catalog Number: CFP13MOE-PRT, ISBN: 978-1-4799-1512-5) 第45-46頁 (2) 発表日 平成25年8月20日 Optical MEMS and Nanophotonics 金沢市高岡町15番1号 金沢市文化ホール			東京都港区三田1丁目4番28号
		(71) 出願人	592032636
			学校法人トヨタ学園
			愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地1
		(74) 代理人	100145908
			弁理士 中村 信雄
		(74) 代理人	100136711
			弁理士 益頭 正一
		(72) 発明者	石原 裕己
			静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社内

最終頁に続く

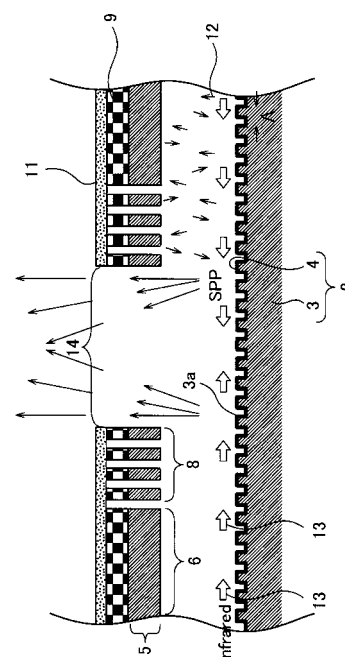
(54) 【発明の名称】 赤外光源

(57) 【要約】

【課題】省エネルギー化を図ることが可能な赤外光源を提供する。

【解決手段】赤外光源1は、反射型格子3aと、反射型格子3aと向き合うと共に基板6に作り込まれた発熱体8とを有し、基板6は平面視したときの発熱体8の中心部に開口14が形成されており、反射型格子3aの基板平面と、基板6の開口14近傍における平面とが、互いに平行に配置され、発熱体8は、微細加工技術によって製作されたマイクロヒータである。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

反射型格子と、前記反射型格子と向き合うと共に発熱体によって昇温する素子とを有し、
前記素子は平面視したときの前記発熱体の中心部に開口が形成されていることを特徴とする赤外光源。

【請求項 2】

前記反射型格子は、平面状反射型格子で構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の赤外光源。

【請求項 3】

前記反射型格子の基板平面と、前記素子の前記開口近傍における平面とが、互いに平行に配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれかに記載の赤外光源。

【請求項 4】

前記発熱体は、微細加工技術によって製作されたマイクロヒータであることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の赤外光源。

【請求項 5】

前記素子は、真空パッケージされていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の赤外光源。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特定波長の赤外線を選択して出射し、他の波長の赤外線を抑制できるものであり、黒体放射を原理とする一般の赤外光源よりもエネルギー利用率の高い赤外光源に関する。

【背景技術】

【0002】

黒体放射の光源が赤外線ガスセンサでは依然として利用されている。このような光源は特定の波長のみを利用するNDIR（非分散型赤外線）方式にはエネルギー効率が低い。

【0003】

そのため特定波長を選択的に出射する光源が、他分野も含めて研究・開発が進んでいる。この種の光源をNDIR方式の赤外線ガスセンサとして利用した場合は、選択した波長とピーク幅はセンサの信号／ノイズ比、エネルギー効率は消費電力および電池駆動でポータブル化した際の寿命に関係する。

【0004】

特定波長を選択的に出射する光源として、非特許文献 1 にはヒータとなる金属線の上にサブ波長格子を作る例が記載されている。このようにすることでわずかに特定波長成分が多くなることが報告されている。

【0005】

また、非特許文献 2 には、狭くてアスペクト比の高いグレーティング（格子）が記載されている。構造としては、同じく発熱体そのものの上にサブ波長格子を作っている。

【0006】

上述した、非特許文献 1、2 は、いずれも、発熱体そのものに赤外線を内部に閉じ込める反射膜を用意した上で、特定波長のみは透過することを許す機能を、発熱体表面の薄い領域で実現することを目指すものである。薄い領域で共振効果を高く得ようとするため、狭くて深い格子のように実現が難しい格子の製作が必要となり、例え製作できても、もともと薄い領域で波長選択性を十分得ることには無理がある。

【0007】

特許文献 1 は、本件発明者による発明が記載されたものである。赤外線領域で伝搬距離が長い表面プラズモンの性質を利用し、製作し易い浅い反射型格子と、発熱体によって昇

10

20

30

40

50

温する素子を有し、前記反射型格子の一部のみが前記発熱体によって昇温する素子と向き合っていることを特徴とする赤外光源が報告されている。波長選択性を得る基本原理を示したものである。赤外光源内部で生じるエネルギー損失を低減するためのデザインについては示していなかった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2012-83335号公報

【非特許文献1】Hitoshi Sai, Yoshiaki Kanamori and Hiroo Yugami "Tuning of the thermal radiation spectrum in the near-infrared region by metallic surface microstructures" J. Micromech. Microeng. 15 (2005) S243-S249 10

【非特許文献2】H. T. Miyazaki, K. Ikeda, T. Kasaya, K. Yamamoto, Y. Inoue, K. Fujimura, T. Kanakugi, M. Okada, K. Hatade, and S. Kitagawa "Thermal emission of two-color polarized infrared waves from integrated plasmon cavities" APPLIED PHYSICS LETTERS 92 (2008) 141114

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上記特許文献1では、赤外線領域で伝搬距離が長い表面プラズモンの性質を利用し、反射型格子と、高温となる素子と向き合わせて配置することを特徴とする赤外光源の基本原理が示されている。表面プラズモンの伝搬に伴うエネルギー損失が比較的少ないながらも、光源の効率を高くする上で空間配置が重要となる。 20

【0010】

本発明はこのような従来の課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、省エネルギー化を図ることが可能な赤外光源を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の赤外光源は、反射型格子と、前記反射型格子と向き合うと共に発熱体によって昇温する素子とを有し、前記素子は平面視したときの前記発熱体の外形の中心部に開口が形成されていることを特徴とする。また、赤外光源は、前記反射型格子が平面状反射型格子で構成されていることが望ましく、前記反射型格子の基板平面と、前記素子の前記開口近傍における平面とが、互いに平行に配置されていることが望ましい。さらに、前記発熱体は、微細加工技術によって製作されたマイクロヒータであることが望ましく、前記素子は、真空パッケージされていることが望ましい。 30

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、表面プラズモンによって鋭い波長選択性を得る光源において、黒体放射を行う熱源と出射口の空間配置として、高温となる素子の中心部に開口を置くことで、表面プラズモンの平均的な伝搬距離を最小とすることができる。表面プラズモンを利用する赤外光源内部で生じる、不可避免的な損失を最小とする効果がある。すなわち省エネルギー化の効果が得られる。 40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施形態に係る赤外光源の例を示す外観斜視図である。

【図2】図1に示した赤外光源の分解斜視図である。

【図3】図1に示した赤外光源の断面図である。

【図4】赤外光源の放射スペクトルを示したグラフであり、一つ（太線でピーク強度が大きなもの）は本発明の実施形態に係る発熱体の中心部に開口を形成した光源から、もう一つ（細線でピーク強度が小さなもの）は発熱体の端部に開口を形成した光源から得たものである。 50

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の好適な実施形態を図面を参照しながら説明する。なお、以下に示す図等の説明は、その一実施形態を例示するものであり、赤外光源を構成する、マイクロヒータの材料、形状及び配置などは、以下に限定されるものではない。

【0015】

図1は、本発明の実施形態に係る赤外光源の例を示す外観斜視図であり、図2は、図1に示した赤外光源の分解斜視図である。また、図3は、図1に示した赤外光源の断面図である。図1及び図2に示すように、赤外光源1は、格子部2と、ヒータ部5と、スペーサ10と、開口素子部11と、を備えている。

10

【0016】

格子部2は、格子本体3（表面構造の格子3aを含む）と、反射膜4とを備えている。

【0017】

格子本体3は、シリコン平面基板から製作され、その一方の平面には、図3に示すように、所定のピッチで格子3aが形成されている。この格子3aは、シリコン基板にレジストを塗布し露光によって格子のパターンを形成してエッチング加工により所定のピッチに溝部を形成し、その凹凸の表面に反射膜4（本実施形態ではCr（クロム）及び金（Au））の薄膜を蒸着により成膜している。このようにすることで、格子3aが平面状反射型格子として形成される。格子3aに入射した赤外線12の一部のみが表面プラズモン13を励起したのち、格子表面沿いに伝搬する。他の波長は単純に反射や、回折した後に異なる方向に伝搬する。格子3a上の各点からヒータ部5を見た立体角が大きいために、ほとんどの赤外線はヒータ部5に再入射する。

20

【0018】

本実施形態では、格子3aの表面には反射膜4としてクロム及び金で成膜した。特に、金は赤外領域の反射率の良さに加えて比較的高い温度（大気中で350℃程度）まで安定していることなどから好適である。ただし、金以外でも赤外線を効率よく反射する金属であれば良く、銀（Ag）、銅（Cu）、アルミニウム（Al）などを用いてもよい。また、格子本体3の材料には特別な制限がある訳ではなく、シリコン以外にガラスやポリイミドなどを用いてもよい。また、格子本体3の材料そのものが赤外線を効率よく反射する金属である場合には、反射膜4は省略できる。更に、出射する波長によっては、金属以外の材料も利用できる。

30

【0019】

ヒータ部5は、シリコン基板6と、発熱体8と、を備えている。

【0020】

発熱体8は、いわゆる微細加工技術によって製作されたシリコン製のマイクロヒータであって、平板状シリコン基板6は、この発熱体8と一体となっている。発熱体8は、図2に示すように、渦巻き状に形成されており、電流が流されることで加熱されて昇温する素子として機能する。なお、ヒータ部5は、この構成に限らず赤外線を放射するものであれば良いため、発熱体8は金属薄膜ヒータやセラミックヒータやSiCヒータを用いてもよい。

40

【0021】

酸化シリコン膜9は、発熱体8を内部に含むシリコン層6と、赤外線出射を定める開口素子部11を互いに接続している。それらの界面は、発熱体8から出射される赤外線の反射ミラーとしても機能する。図示していないが、反射ミラーを更に外部に配置しても良い。

【0022】

スペーサ10は、一対が例えばアルミニウムで細長い板状に形成されている。スペーサ10は、格子部2とヒータ部5とに挟まれて、格子部2とヒータ部5の間にスペーサ10の厚み分の間隔を空ける。なお、スペーサ10は、ヒータ部5の温度（例えば300℃程度）に耐えうる材料であればよく、シリコン、ステンレス、ポリイミドなどでもよい。ま

50

た、間隔を空けた固定方法が他に可能であれば、スペーサ 10 を有していなくともよい。

【0023】

格子部 2 とヒータ部 5 とは、上述したように、格子 3 a とヒータ部 5 のシリコン基板 6 とが向かい合うようにスペーサ 10 を挟んで固定されている。即ち、格子部 2 の基板面とヒータ部 5 の向き合う面（特にシリコン基板 6 の後述の開口 14 近傍における平面）が互いに平行に配置されている。

【0024】

赤外線出射を定める開口素子部 11 は、ヒータ部 5 を格子部 2 の反対側から覆うものであって、シリコンにより形成されている。さらに、本実施形態においてヒータ部 5 によって昇温する素子であるシリコン基板 6 は、平面視したときにヒータ部 5 の外形の中心部に開口 14 が形成されている。さらに、発熱体 8 は開口 14 に相当する位置を避けて渦巻き状に形成されており、且つ、赤外線出射を定める開口素子部 11 にも同位置に開口 14 が形成されている。従って、ヒータ部 5 から放射された赤外線 12 は反射膜 4 の付いた格子 3 a によって表面プラズモン 13 を励起し、格子表面を伝搬した後、この開口 14 から外部に出射される。すなわち、開口 14 は赤外線 12 の出射口となり、出射口から特定波長を持つ赤外線が選択されて出射される。

【0025】

このような構成の赤外光源 1 は、まず、格子本体 3 に格子 3 a を形成し、次に格子 3 a 表面への反射膜 4 を成膜し、次に、格子本体 3 と組み合わせられてヒータ部 5 を挟むように反射膜またはミラーを形成する。酸化シリコン膜 9 やシリコンからなる開口素子部 11 の内部や周囲媒体（空気や真空）との界面も反射ミラーとして働くが、別に外部ミラーを配置しても良い。

【0026】

本件発明者らは、上述した構成の赤外光源 1 について効果を確認した。なお、ヒータ部 5 の大きさを縦 6.5 mm、横 6.5 mm とし、厚さ 200 μm の導電性シリコンを、幅 150 μm で長さ 32 mm の渦巻き状（開口 14 に相当する位置を避けて渦巻き状）発熱体に加工した。また、格子 3 a のピッチは 3.8 μm であり、反射膜 4 はシリコン基板上に Cr 層 10 nm 及び Au 層 160 nm をこの順に積層して形成した。

【0027】

図 4 は、赤外光源の放射スペクトルを示したグラフであり、一つ（太線でピーク強度が大きなもの）は本発明の実施形態に係る発熱体の中心部に開口を形成した光源から、もう一つ（細線でピーク強度が小さなもの）は発熱体の端部に開口を形成した光源から得たものである。なお、図 4 において縦軸は強度（任意単位）を示し、横軸は波長〔 μm 〕を示している。また、図 4 において太実線は、本実施形態に係る発熱体の中心部に開口を持つ赤外光源 1 から得たスペクトルを示し、細実線は従来デザインの赤外光源（発熱体の端部に隣接して開口を持つもの）から得たスペクトルを示している。

【0028】

発熱体 8 の温度が 300 $^{\circ}\text{C}$ ~ 400 $^{\circ}\text{C}$ であり、消費電力が 2 W である場合、図 4 に示すように、本実施形態に係る赤外光源 1 は従来 of 赤外光源の約 5 倍の強度を示し、出射した光のピーク波長が 3.5 μm 程度で、半値幅は 190 nm 程度であった。

【0029】

このように、本実施形態に係る赤外光源 1 において強度が増す理由は、開口 14 が発熱体 8 の中央に設けられているためである。すなわち、開口 14 が発熱体 8 の中央に設けられている場合、発熱体の端部に隣接して開口が設けられている場合と比較すると、発熱体 8 から開口 14 までの平均距離が短くなる。このため、表面プラズモン 13 の伝搬に伴うエネルギー損失を抑えることとなり、省エネルギー化を図ることができる。

【0030】

このようにして、本実施形態に係る赤外光源 1 によれば、表面プラズモン 13 によって鋭い波長選択性を得る光源において、黒体放射を行う熱源と出射口の空間配置として、高温となる素子 6 の中心部に開口 14 を置くことで、表面プラズモン 13 の平均的な伝搬距

離を最小とすることができる。表面プラズモン 1 3 を利用する赤外光源 1 内部で生じる、不可避免的な損失を最小とする効果がある。すなわち省エネルギー化の効果が得られる。

【0031】

以上、実施形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上記実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、変更を加えてもよい。

【0032】

例えば、本実施形態において赤外光源 1（少なくともシリコン基板 6）は、真空状態の筐体等に覆われて真空パッケージされていてもよいし、発熱体 8 の全体的な形状は四角ではなく六角や丸形でもよい。発熱体材料はシリコンに限られず、金属薄膜でも良い。材料が高温動作における酸化に耐性を持つよう、保護膜で覆われていても良い。

10

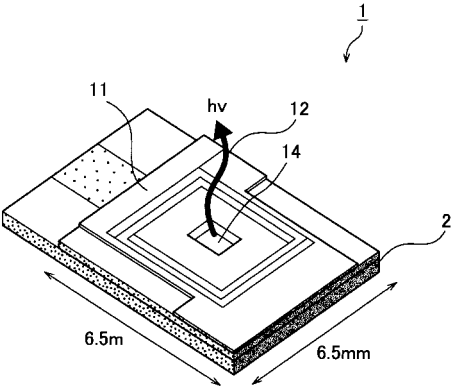
【符号の説明】

【0033】

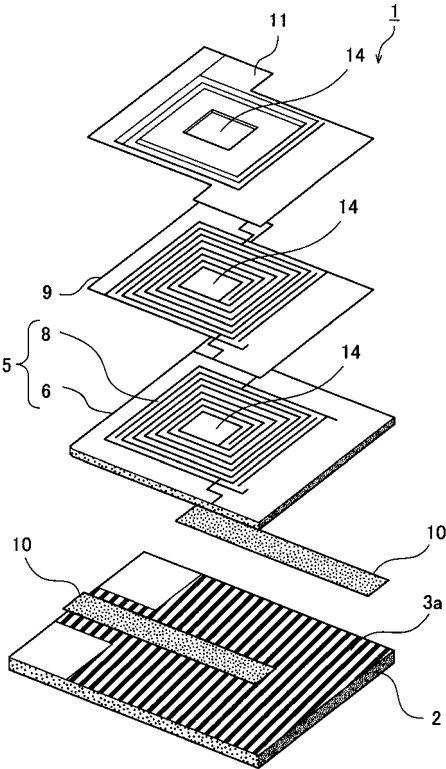
- 1 … 赤外光源
- 2 … 格子部
- 3 … 格子本体
- 3 a … 格子
- 4 … 反射膜
- 5 … ヒータ部
- 6 … シリコン基板（素子）
- 8 … 発熱体
- 9 … 酸化シリコン膜
- 10 … スペーサ
- 11 … 開口素子部
- 12 … 赤外線
- 13 … 表面プラズモン
- 14 … 開口

20

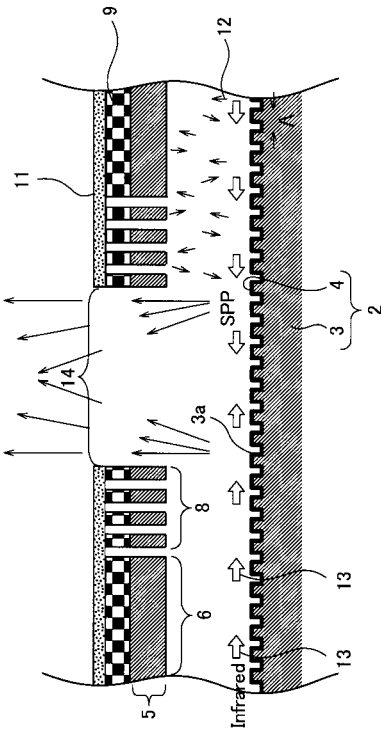
【図 1】



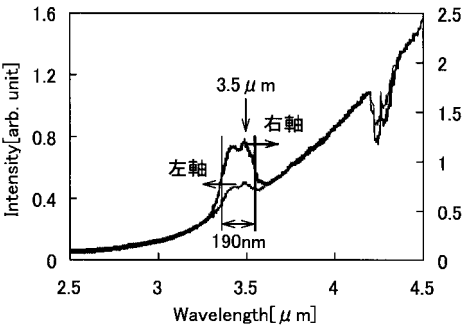
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 榊野 雄矢

静岡県裾野市御宿 1 5 0 0 矢崎総業株式会社内

(72)発明者 佐々木 実

愛知県名古屋市天白区久方 2 - 1 2 - 1 学校法人トヨタ学園内

Fターム(参考) 2G059 AA01 AA05 BB01 EE01 GG10 HH01 HH06 JJ05