

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-535531  
(P2018-535531A)

(43) 公表日 平成30年11月29日(2018.11.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H05B 3/10 (2006.01)</b>	H05B 3/10 C	3K034
<b>H05B 3/16 (2006.01)</b>	H05B 3/10 B	3K092
<b>H05B 3/20 (2006.01)</b>	H05B 3/16	
	H05B 3/20 378	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2018-544410 (P2018-544410)  
 (86) (22) 出願日 平成28年11月11日 (2016.11.11)  
 (85) 翻訳文提出日 平成30年5月15日 (2018.5.15)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2016/077455  
 (87) 国際公開番号 W02017/084980  
 (87) 国際公開日 平成29年5月26日 (2017.5.26)  
 (31) 優先権主張番号 102015119763.4  
 (32) 優先日 平成27年11月16日 (2015.11.16)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 506390063  
 ヘレウス ノーブルライト ゲーエムベー  
 ハー  
 ドイツ国 ハーナウ ヘレウスシュトラッ  
 セ 12-14  
 (71) 出願人 503342524  
 ヘレウス クワルツグラス ゲーエムベー  
 ハー ウント コンパニー カーゲー  
 ドイツ連邦共和国、 63450 ハナウ  
 、 クアルツストラーセ 8  
 (74) 代理人 100074734  
 弁理士 中里 浩一  
 (74) 代理人 100086265  
 弁理士 川崎 仁

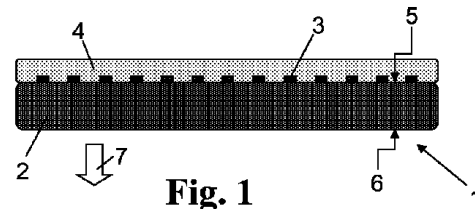
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 赤外線エミッタ

(57) 【要約】

表面を有しかつ電気絶縁材で作られている基板を備えるパネル赤外線エミッタが知られている。電気絶縁材は、導電性でありかつ電流が流れると熱を発生させる抵抗材で作られている印刷導体に接触する。これに基づいて、単位面積あたり高い放射出力を有し、加熱される表面の幾何学的形状に容易に適合して基板の壁が薄い場合でも均一な加熱を可能にする赤外線エミッタ、特にパネル赤外線エミッタを提供するために、本発明は、赤外線放射のスペクトル域を吸収する追加成分が埋め込まれているアモルファスマトリックス成分を含む基板材料を提示する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

導電性でありかつ電流が流れると熱を発生させる抵抗材で作られている印刷導体(3)に接触する上面(5)を含む、電気絶縁材で作られている基板(2; 32)を備える赤外線エミッタ、詳細にはパネル赤外線エミッタであって、

前記基板の材料は、赤外線放射のスペクトル域を吸収する追加成分が埋め込まれているアモルファスマトリックス成分を含むことを特徴とする赤外線エミッタ。

**【請求項 2】**

前記追加成分の種類及び量は、温度600 の前記基板材料において、2から8 $\mu$ mの間の波長に関して少なくとも0.6の放射率をもたらしように存在する、請求項1に記載の赤外線エミッタ。

10

**【請求項 3】**

前記追加成分の種類及び量は、温度1000 の前記基板材料において、2から8 $\mu$ mの間の波長に関して少なくとも0.75の放射率をもたらしように存在する、請求項1又は2に記載の赤外線エミッタ。

**【請求項 4】**

前記アモルファスマトリックス成分は石英ガラスであり、好ましくは、少なくとも99.99% SiO<sub>2</sub>の化学的純度及び最大1%のクリスタライト含有量を有する、請求項1から3のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

**【請求項 5】**

前記追加成分の重量分率は、0.1から5%の範囲である、請求項1から4のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

20

**【請求項 6】**

前記追加成分は、別々の追加成分相として存在し、最大平均寸法が20 $\mu$ m未満であるが好ましくは3 $\mu$ mよりも大きい非球状組織を含む、請求項1から5のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

**【請求項 7】**

前記追加成分は、元素形態の半導体材料、好ましくは元素形態のケイ素を含有する、請求項1から6のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

**【請求項 8】**

前記基板材料は、0.5%未満の密閉気孔率を呈示せず、少なくとも2.19 g/cm<sup>3</sup>の固有の密度を有する、請求項1から7のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

30

**【請求項 9】**

前記印刷導体(3)は、焼き付けたカバーフィルム層として設けられる、請求項1から8のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

**【請求項 10】**

前記印刷導体(3)は、前記基板(2; 32)の表面をカバーする線パターンとして設けられ、少なくとも1mm、好ましくは少なくとも2mmの介在スペースが印刷導体の隣接セクションの間に残っている、請求項1から9のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

**【請求項 11】**

前記基板(2; 32)は、前記印刷導体(3)に面している上面(5)を備え、前記上面(5)の少なくとも一部には、多孔性ガラスで作られているカバー層(4)が構成され、前記印刷導体(3)は、少なくとも部分的に、前記カバー層(4)の中に埋め込まれる、請求項1から10のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

40

**【請求項 12】**

前記印刷導体(3)は、電気絶縁性の気密性層によってカバーされる、請求項1から11のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

**【請求項 13】**

前記基板(2)は、前記印刷導体(3)から見て外方に向き、赤外線放射を放出する平らな放射面(6)を備え、これによって赤外線放射は、放射面(6)から10 mmの距

50

離において所定の照射強度を発生させ、互いに5mm離間した10の測定点で測定して、いずれの測定点においても前記照射強度の最大値から±10%を超えて逸脱しない、請求項1から12のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、赤外線エミッタ、特に、導電性でありかつ電流が流れると熱を発生させる抵抗材で作られた印刷導体と接触する表面を備える電気絶縁材で作られている基板を有する、パネル赤外線エミッタに関する。

10

【背景技術】

【0002】

赤外線エミッタは、電流が流れると熱を発生させる抵抗材で作られている電気抵抗素子を備える場合が多い。特定の実施形態において、電気抵抗素子自体は、赤外線エミッタの実際の加熱素子を形成する。本発明の対象である他の実施形態において、抵抗材で作られているワイヤ、ウェブ、又は層などの抵抗素子は、他の構成要素（以下、「基板」と呼ぶこととする）を加熱する働きをする。電気抵抗素子から基板への熱輸送は、熱伝達、熱対流及び/又は熱放射に基づくことができる。

【0003】

赤外線エミッタは、赤外線放射に関して点状又は線状の発光特性を示し、又は空間的な赤外線エミッタとして二次元又は三次元発光特性を示し、これは、加熱される加熱物品表面の幾何学的形状に適合し、二次元又は三次元表面の均一照射を可能にする。

20

【0004】

パネル赤外線エミッタに管状の赤外線ランプを用いることは一般的であり、コイル形の抵抗ワイヤは、石英ガラスで作られている被覆管体で取り囲まれているが、管体からの距離を維持しかつ基本的に管体に接触しない。独国公開第10 2011 012 363号から公知のパネルIRエミッタにおいて、多数の個別の赤外線ランプは、三次元ランプ配列に組み合わせられ、この幾何学的形状は、加熱物品の形状に適合する。これに関連して、赤外線ランプは、拡散反射体として機能する不透明石英ガラスで作られているマス(mass)に組み込まれている。反射石英ガラスのマス及びパネルIRランプ構成の集合は、組立体を形成し、石英ガラスは、各ランプ管を互いに固定するための結合マス並びに反射体の両方として機能する。

30

【0005】

このパネルIRエミッタの実施形態において、電流が流れる抵抗ワイヤから石英ガラスのランプ管への伝熱並びに加熱物品への伝熱は、実質的に専ら放射によって進み、対流及び熱伝導は小さな役割を果たすだけである。

【0006】

これに関連する1つの基本的な事項は、利用可能な放射出力をできるだけ効率的に（高い出力効率で）、同時に高い均一性で加熱物品の方へ放出するための方法である。加熱物品とパネルエミッタの個々の赤外線ランプとの間の距離は、この関連において重要な役割を果たす。経験則では、均一照射に必要な最小距離は、個々の赤外線ランプの中心距離の約1.5倍に対応することになっている。従って、個々の赤外線ランプの間の近い距離及びパネルエミッタと加熱物品との間の遠い距離は、均一放射に好都合である。前者の選択肢（ランプ-ランプ-エミッタの短い距離）は、物理的及び技術的制限を受けることになり、パネルエミッタに関するより高い製造コストを伴う。後者の選択肢（赤外線エミッタ-加熱物品の遠い距離）は、このプロセスで使用される照射出力の低い効率、及び加熱面の比較できるほどの単位面積あたりの低い放射出力につながる。

40

【0007】

伝達効率の程度に関する特定の改良は、国際公開第1999/025154号から公知

50

のパネル赤外線エミッタの実施形態からもたらされ、ここでは、空間的、平面的、管状、又は多面体の石英ガラスから作られている基板が使用され、基板は、電気抵抗素子と直接かつ連続的に接触する。例えば、抵抗素子は、蛇行形状を有し、フィルム、スクリーン印刷、又は薄層印刷技術を用いて基板加熱面に施工されてから焼き付けられる。

【0008】

米国特許第5,643,483号からウェハ用の加熱設備が公知で有り、基板は、矩形プレートであり、合成的に生産された石英ガラスから成る。ウェハから見て外方に向く基板プレートの下面は、サンドブラストで仕上げられ、二重らせん形の印刷導体が白金-銀ペーストのスクリーン印刷を用いて粗面に施工される。

【0009】

2つの後者の実施形態において、加熱素子は、周囲の被覆管を加熱しないが、印刷導体の形態の直接的かつ空間的に延在する接触部分によって石英ガラス基板を直接加熱するので、加熱素子と基板との間の伝熱は主として熱伝導及び対流で進み、このことは出力効率へのプラス効果をもたらし得る。

【0010】

石英ガラスは、良好な耐腐食性、耐温度性、耐温度サイクルを示し、高純度で利用することができる。従って、石英ガラスは、パネル赤外線エミッタ用の基板材料としての純度及び不活性に関する厳しい必要条件をもつ高温加熱プロセスにも適している。しかしながら、実際のところ、石英ガラスは、比較できるほどに低い熱伝導性をもち、一般には断熱材として使われこともある。従って、基板の壁が薄い場合、不均一な熱分布のリスクがあり、極端な場合、これは電気抵抗素子の形状を反映するパターンとして基板の反対側に現れる可能性がある。これは、印刷導体の高い占有密度によってのみ防止することができるが、費用がかかる。基板の壁が厚い場合、出力効率及び応答時間が悪化する（これは基板の迅速な加熱及び冷却が必要な場合に迅速な温度変化が不可能であることを意味する）。

【0011】

応答時間に関する特定の改善は、例えば欧州公開第1 185 144号で公知のように、窒化アルミニウムセラミックスで作られている二次元基板を有する別のパネル赤外線エミッタによってもたらされる。その理由は窒化アルミニウム(A1N)がセラミック材料に関して少なくとも $180\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ の非常に高い熱伝導率を示すからであるが、高温で水を含む環境に敏感である。さらに、物質は脆弱であり、一方で加熱面の多次元の幾何学的形状に適合するのが難しく、これが欠点であり、材料は、例えば、セラミック及び不導電材料、窒化ホウ素、又は酸化アルミニウムなどの加熱素子用の他の公知の結晶性基板材料と一緒に使用される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】独国公開第10 2011 012 363号

【特許文献2】国際公開第1999/025154号

【特許文献3】米国特許第5,643,483号

【特許文献4】欧州公開第1 185 144号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は、加熱面の幾何学的形状に容易に適合することができ、基板の壁が薄い場合でも均一な加熱を可能にする、単位面積あたりの放射出力が高い、赤外線エミッタ、詳細にはパネル赤外線エミッタを提供する目的に基づく。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明によれば、この目的は、前述のタイプの赤外線エミッタに基づいて満たされ、基板材料は、赤外線放射のスペクトル域を吸収する追加成分が埋め込まれたアモルファスマ

10

20

30

40

50

トリックス成分を含む。本発明による赤外線エミッタにおいて、基板は、IR放射線を放出する実際の要素である。基板材料は以下の成分を含有する。

【0015】

・マトリックス成分は、重量及び容積に関して基板材料の大部分を占める成分。マトリックス成分は、基板の機械的及び化学的特性、例えば耐温度性、強度、及び浸食特性を決定する。マトリックス成分は、例えばガラス又はプラスチックから成るアモルファスなので、基板の幾何学的形状は、赤外線エミッタの特定用途を通して、結晶材料よりも容易に必要な条件に適合させることができる。

【0016】

・追加成分は、マトリックス成分内に均一に又は特異的に非均一に分配される。追加成分は、基板の光学的及び熱的特性を決定付け、正確には、780nmから1mmの範囲の波長の赤外線スペクトル域における吸収をもたらす。追加成分は、このスペクトル域における少なくとも一部の放射線についてマトリックス成分よりも高い吸収を示す。

10

【0017】

マトリックス内の追加成分相の領域は光学的欠陥となり、例えば、複合材料が、層の厚さ次第で室温において目視で黒又は黒っぽく見えるようにすることができる。さらに、欠陥は、熱吸収効果も有する。

【0018】

キルヒホッフの熱放射の法則によれば、熱平衡状態での実体の吸収率  $\alpha$  及び放射率  $\epsilon$  は等しく、

20

$$\alpha = \epsilon \quad (1)$$

である。

【0019】

従って、追加成分は、基板材料による赤外線放射の放出をもたらす。放射率  $\epsilon$  は、分光半球反射率  $R_{gh}$  及び透過率  $T_{gh}$  が既知場合、以下のように計算することができる。

$$\epsilon = 1 - R_{gh} - T_{gh} \quad (2)$$

【0020】

これに関連して、「放射率」は、「スペクトル垂直放出率」として理解されるものとする。同じことが、「Black-Body Boundary Conditions」(BBC)から公知であり、J. Manara, M. Keller, D. Kraus, M. Arduini-Schuster 著「DETERMINING THE TRANSMITTANCE AND EMITTANCE OF TRANSPARENT AND SEMITRANSPARENT MATERIALS AT ELEVATED TEMPERATURES」第5回欧州熱科学会議、オランダ(2008年)で発表された測定原理によって決定される。

30

【0021】

追加成分を含む基板材料は、追加成分がない場合よりも熱放射のより高い吸収をもたらす。これにより、流路から基板への改善された熱伝導性、より迅速な熱分散、及び加熱物品へのより高い放射率がもたらされる。このようにして、薄い基板壁及び/又は比較的低い印刷導体占有密度であっても、単位面積あたりより大きな照射パワーを提供すること、並びに均一な放射及び均一な温度場を発生させることを実現できる。薄い基板は、熱質量が小さく、迅速な温度変化を可能にする。これには冷却は必要ない。

40

【0022】

基板はアモルファス材料から成るので、特定の用途に適するよう容易に形作ることができる。例えば、基板は、プレート、リング、中実円筒、又は中空円筒としてデザインすることができるが、炉壁又は反応炉の一部とすることもできる。

【0023】

追加成分は、マトリックス成分に埋め込まれる。これはアモルファスマトリックス成分内に分散する固有のアモルファス又は結晶相を形成する。

【0024】

50

基板材料の中に含まれる追加成分の種類及び量は、好ましくは、600 の基板材料において2から8  $\mu\text{m}$ の間の波長に関して少なくとも0.6の放射率 をもたらすのに適する。

【0025】

本発明の赤外線エミッタの特定の好ましい実施形態において、基板材料の中に含まれる追加成分の種類及び量は、1000 の基板材料において、2から8  $\mu\text{m}$ の間の波長に関して少なくとも0.75の放射率 をもたらす。

【0026】

従って、基板材料は、2  $\mu\text{m}$ から8  $\mu\text{m}$ の間すなわち赤外線放射の波長帯の熱放射に関して高い吸収性及び放射パワーを有する。これは基板表面による反射を低減するので、伝達が無視できるほど小さいと仮定すると、2から8  $\mu\text{m}$ の波長に関する結果として得られる反射率は、1000 以上の温度で最大0.25であり、600 以上の温度で最大0.4である。従って、反射熱放射による再現不可能な加熱が回避され、このことは均一な又は所望の不均一な温度分布に貢献する。

【0027】

マトリックスは、非ドーブ又はドーブ石英ガラスから成ることができ、該当する場合、 $\text{SiO}_2$  以外に最大10重量%の量の酸化物、窒化物、又は炭化物の成分を含有することができる。基板材料に起因する汚染のリスクを回避するために、アモルファスマトリックス成分が石英ガラスであり、好ましくは少なくとも99.99%の $\text{SiO}_2$ の化学的純度並びに1%未満のクリストパライト含有量を有する赤外線エミッタの実施形態は、特に好都合であることが分かっている。石英ガラスは、良好な耐腐食性、耐温度性、及び耐温度サイクルという前述の利点を有し、常に高純度で利用可能である。従って、これは1100 を超える温度での高温加熱プロセスであっても有力な基板材料である。冷却は必要ない。

【0028】

マトリックスのクリストパライト含有量は低く、すなわち1%以下であり、失透傾向が低く、結果的に使用時のクラック形成のリスクが低いことを保証する。その結果、しばしば半導体製造プロセスで示される、粒子欠損、純度、及び不活性に関する厳しい必要条件でも満たされる。

【0029】

基板材料の熱吸収は、追加成分の分率に左右される。従って、追加成分の重量分率は、好ましくは少なくとも0.1%であることが必要である。他方で、追加成分の体積分率が大きい場合、マトリックスの化学的及び機械的特性に悪影響を与える可能性がある。この点を考慮して、追加成分の重量分率は、0.1から5%の範囲である。

【0030】

追加成分が追加成分相として存在しかつ20  $\mu\text{m}$ 未満であるが好ましくは3  $\mu\text{m}$ より大きな最大平均寸法の非球状形態をもつ場合、非常に高い放射率を実現することができる。

【0031】

これに関連して、追加成分相の非球状形態は、基板材料の高い機械的強度及び低いクラック形成傾向にも貢献する。用語「最大寸法」は、顕微鏡で見ることができる追加成分相の隔離領域の最大伸長部を意味するものとする。前述の平均は、顕微鏡写真の全ての最大伸長部の中央値である。

【0032】

赤外線エミッタの好ましい実施形態において、追加成分は、元素形態の半導体材料、好ましくは元素形態のケイ素を含有する。マトリックス中の半導体相の微粒子領域は、光学的欠陥としての役割を果たし、基板材料を、例えば層の厚さに応じて、室温において目視で黒色又は黒っぽい灰色に見えるようにさせる。他方で、この欠陥は、基板材料の全体的な熱吸収に影響を与える。これは、主として微細に分散配置された半導体（元素形態で存在する）の相の特性に起因し、これにより、一方で、価電子帯と伝導帯との間のエネルギー（バンドギャップエネルギー）が温度と共に低下し、他方で、活性化エネルギーが十分に大き

10

20

30

40

50

い場合には電子は価電子帯から伝導帯に持ち上げられ、これは吸収係数の明らかな増大を伴う。熱的に活性化された伝導帯の占有により、半導体材料は、ある波長（例えば1000nmから）では室温においてある程度透明であり、高温では不透明になる。従って、基板材料の温度が上昇すると吸収及び放射率が突然上昇する可能性がある。この作用は、特に半導体材料の構造（アモルファス/結晶性）及びドーピングに左右される。例えば、純粋なケイ素は、約600 から放射の著しい増加を示し、約1000 から飽和状態に達する。

#### 【0033】

従って、半導体材料、詳細には好適に用いられる元素形態のケイ素は、ガラス質マトリックス材料を黒色にする効果があり、室温でしかし例えば600 の高温でも黒色にする。その結果、高温で高ブロードバンドの放射の観点から良好な照射特性が得られる。これに関連して、半導体材料、好ましくは元素形態のケイ素は、マトリックス中に分散した別個のSi相を形成する。この相は、複数の半金属又は金属を含有することができる（金属は、追加成分の重量分率に対して最大でも50重量%、好ましくは20重量%未満である）。これに関連して、基板材料は、開放気孔率を示さないが、密閉気孔率は0.5%未満であり、少なくとも $2.19\text{ g/cm}^3$ の比重を有する。従って、基板材料の純度又は気密性が重要である赤外線エミッタによく適している。

10

#### 【0034】

石英ガラスで作られかつケイ素相が埋め込まれたマトリックスを含む複合材料で作られている構成要素が知られている。国際公開第2015067688号によれば、これは、例えば、酸化又はアニーリングプロセス、エピタキシー又は化学的気相蒸着で使用するための反応炉、取り付け具、又はウェハ保持具を製作するために使用される。本発明による赤外線エミッタの赤外線放射放出材料として使用するために、基板は、好ましくは、焼き付け薄膜層の形態で提供される印刷導体で構成される。

20

#### 【0035】

この薄膜層は、例えば、スクリーン印刷を利用して抵抗ペーストから生成されるか、又はインクジェット印刷を利用して金属含有インクから生成され、その後、高温で焼き付けられる。

#### 【0036】

可能な限り均一な温度分布に関して、印刷導体を基板の表面をカバーするラインパターンで提供することが好都合であることが分かっており、印刷導体の隣接セクションの間に少なくとも1mm、好ましくは少なくとも2mmの隙間が残っている。

30

#### 【0037】

基板材料の高い吸収能力は、加熱面の印刷導体占有密度が比較できるほど低い場合であっても均一な放射を可能にする。低い占有密度は、印刷導体の隣接セクションの間の最小距離が1mm又はそれ以上、好ましくは2mm又はそれ以上であることで特徴付けられる。印刷導体の各セクションの間の大きな距離は、特に真空中の高圧での作動で生じ得るフラッシュオーバーを防ぐ。従って、本発明による赤外線エミッタは、特に真空動作に上手く適合する。印刷導体は、例えば、らせん形又は蛇行ラインパターンで延在する。

#### 【0038】

本発明による赤外線エミッタの特に好都合な実施形態は、基板が印刷導体に向かい合う表面を有し、この表面の少なくとも一部が多孔性石英ガラスで作られているカバー層で構成され、印刷導体が少なくとも部分的にカバー層内に埋め込まれている点で特徴付けられる。

40

#### 【0039】

これに関連して、不透明石英ガラスで作られているカバー層は、拡散反射体として機能すると同時に印刷導体を保護及び固定する。不透明石英ガラスで作られているタイプのカバー層の作用及び製作は公知であり、例えば、国際公開第2006/021416号に記載されている。これは、アモルファスSiO<sub>2</sub>粒子を含有する分散液から生成される。これを印刷導体に向かい合う基板表面に塗布して乾燥させてグリーン層を形成し、このグリ

50

ーン層を高温で焼結させる。グリーン層の焼結及び印刷導体の焼き付けは、好ましくは1度の同じ加熱プロセスで進めることが好ましい。

【0040】

赤外線エミッタの他の好ましい実施形態において、印刷導体は、不透明石英ガラスで作られているカバー層の代わりに又はこれを補うグレーズ層などの電気絶縁性の気密性層でカバーされる。この層は、外部に対して印刷導体を電氣的にシールドし、印刷導体を機械的応力及び腐食から保護するように機能する。

【0041】

また、本発明による赤外線エミッタは、特に、放出された放射線の高い空間的均一性によって特徴付けられる。従って、すでに平らな放射面から近い距離でほぼ等しい放射強度が測定される。従って、パネル赤外線エミッタの好ましい実施形態において、基板は、印刷導体から外方に面して赤外線放射を放出する平らな放射面を備え、赤外線放射は、放射面から10mmの距離である照射強度を生じ、互いに5mmの距離に位置付けられた10の測定部位で測定された照射強度の偏差は、任意の測定部位における照射強度の最大値から+/-5%未満である。

照射強度の測定は、国際規格IEC 62798 (2014)の方法を用いて行う。

【0042】

本発明は、以下に例示的な実施形態及び添付図面に基づいて詳細に示される。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】反射体層を有する本発明による赤外線エミッタの実施形態の概略的な側面図を示す。

【図2】介在層として反射体層を有する多層赤外線エミッタの実施形態の概略図を示す。

【図3】本発明による多層赤外線エミッタの他の実施形態の側面図を示す。

【図4】図1による上側から見た蛇行印刷導体で構成されたタイル形赤外線エミッタの概略的な平面図を示す。

【図5】平面図におけるタイルの下面上の赤外線エミッタの視覚的に知覚可能な輝きの光学イメージを示す。

【図6】電気絶縁性及び気密性グレーズ層の中に埋め込まれた印刷導体を有する本発明によるタイル形赤外線エミッタの実施形態を示す。

【図7】本発明によるパネル赤外線エミッタ(b)と従来技術によるパネル赤外線エミッタ(a)による放射の均一性及び強度の比較を示す。

【図8】本発明による測定試料上に衝突するパネル赤外線エミッタの赤外線放射の照射プロファイルを例示する図を示す。

【図9】個別のカーボンエミッタランプ管で構成されている従来技術による測定試料上に衝突するパネル赤外線エミッタの赤外線放射の照射プロファイルを例示する図を示す。

【図10】個別のツインチューブ式エミッタで構成されている従来技術による測定試料上に衝突するパネル赤外線エミッタの赤外線放射の照射プロファイルを例示する図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0044】

図1は、本発明による多層パネル赤外線エミッタ1の第1の実施形態の概略図を示す。この赤外線エミッタは、プレート状基板2、印刷導体3、及び反射体層4を備える。

【0045】

プレート状基板2は、矩形であり、プレートの厚さは2.5mmである。これは石英ガラスで作られているマトリックスを備えた複合材料で構成される。マトリックスの視覚上の効果は、半透明~透明である。顕微鏡検査では、マトリックスは開気孔を呈示せず、最大限でも10µm未満の最大平均寸法の密閉気孔を呈示する。元素形態のケイ素相が、非球状エリアの形でマトリックス内に均一に分散される。これらは重量分率5%を占める。Si相エリアの最大平均寸法(中央値)は、約1から10µmの範囲である。複合材料は気密性であり、密度は2.19g/cm<sup>3</sup>であり、空気中で最大約1200の温度まで

10

20

30

40

50

安定している。

【0046】

埋め込まれたSi相は、複合材料の全体の不透明性に寄与するだけでなく、複合材料の光学的特性及び熱特性に影響を与える。この複合材料は、熱放射の高吸収性及び高温での高放射率を示す。

【0047】

室温において、基板2用の複合材料の放射率は積分球を用いて測定する。これにより、分光半球反射率 $R_{gh}$ 及び分光半球透過率 $T_{gh}$ の測定が可能になり、垂直放射率を計算することができる。高温での放射率は、FTIR分光計（Bruker IFS 66 v Fourier Transformation Infrared (FTIR)）を用いて2から18 $\mu\text{m}$ の範囲の波長で測定するが、この分光計に対して、追加の光学系を用いてBBC試料チャンバが接続され、前述のBBC測定原理を適用する。これに関連して、試料チャンバは、試料ホルダーの前後の半球内に温度制御された黒体環境と、検出器を有するビーム出口開口とを備える。試料は、別の加熱炉内で所定の温度に加熱され、測定のために、所定の温度に設定された黒体環境の試料チャンバのビーム経路に移送される。検出器で検出される強度は、放射、反射、及び透過成分、すなわち試料自体が放出する強度、前方半球から試料への入射でありかつ試料が反射した強度、及び後方半球からの試料の入射でありかつ試料が透過した強度から成る。個々のパラメータ、すなわち放射率、反射率、及び透過率を決定するために3回の測定を行う必要がある。

10

20

【0048】

複合材料上で測定した2から約4 $\mu\text{m}$ の範囲の波長での反射率は、温度の関数である。温度が高いほど反射率は高い。600において、2から4 $\mu\text{m}$ の波長範囲での垂直反射率は約0.6である。1000において、2から8 $\mu\text{m}$ の全波長範囲での垂直反射率は約0.75である。

【0049】

印刷導体3は、基板2の上面5上のプラチナ抵抗ペーストから生成される。両端は、はんだ付けされた電気エネルギーを供給するためのケーブル又はクランプ46を有する（図4参照）。印刷導体3は、蛇行プロフィールを示し（図4参照）、印刷導体の隣接する各セクションの間に2mmの均一な間隔が残るように基板2の加熱面をしっかりとカバーする。図示の断面において、印刷導体3は、幅1mmで厚さ20 $\mu\text{m}$ の矩形プロフィールを有する。厚さが薄いので、赤外線エミッタにおける高価な印刷導体材料が占める材料割合は、その性能に比べて低い。印刷導体3が基板2の上面5に直接接触するので、基板2への最大の伝熱が得られる。反対側の底面6は、赤外線エミッタを使用するために熱放射用の放射面として機能する。放射方向は方向矢印7で示されている。

30

【0050】

反射体層4は、不透明な石英ガラスから成り、平均層厚さは約1.7mmである。これは、亀裂のない約2.15g/cm<sup>3</sup>の高密度を特徴とし、1100を超える温度まで熱的に安定している。反射層4は、基板2の全加熱エリアをカバーし、さらに印刷導体3を完全にカバーするので、これを環境からの化学的又は機械的影響から保護する。

【0051】

図1と同じ参照番号が他の図面に示される実施形態に使用される限り、これらは本発明による赤外線エミッタの第1の実施形態の説明を用いて上記により詳細に例示されたものとデザインが同一であるか又は均等である構成要素及び部品を示す。

40

【0052】

図6に示すタイル形赤外線エミッタ61の実施形態において、印刷導体3は、基板2の上面5の上に位置しており、放射面（底面6）の反対側にある。この印刷導体は、薄膜状の電気絶縁層64によってカバーされる。絶縁層64は、外部から印刷導体2を電氣的に遮蔽して、印刷導体2を機械的及び腐食的応力から保護する役割を果たす。これは軟化した粘性ガラス相として加熱状態で上面5の上に均等に分配され、気密性の遮蔽をもたらすガラス様の材料から成る。比較的低い軟化温度及び対応する広い温度範囲にわたる塑性変

50

形能力を有するガラス相の軟化挙動によって、基板 2 と絶縁層 6 4 との間の異なる熱膨張係数に起因する圧縮応力は、実質的に阻止される。

【 0 0 5 3 】

絶縁層 6 4 を生成するために、印刷導体 3 が完全に埋め込まれるようにスクリーン印刷ペーストを基板の上面 5 に対して適切に施工する。スクリーン印刷ペーストは、高純度の  $\text{SiO}_2$  粉体 ( 2 0 から 8 0 重量 % )、溶剤 ( 2 0 から 5 0 重量 % )、及び結合剤 ( 1 から 1 5 重量 % ) から成り、括弧内の数字はそれぞれの成分に関するペーストの全質量の好ましい重量分率を指定する。例えば、ヘキサノールは溶剤として使用され、例えば、フタル酸塩は可塑剤として使用され、例えば、ポリビニルアルコールは結合剤として使用される。

10

【 0 0 5 4 】

スクリーン印刷ペーストは、粉体原料混合物と添加結合剤を含む蒸留水の 1 : 1 混合物 ( 割合 ) から生成される。次に、このペーストの厚さ  $100\ \mu\text{m}$  の層を印刷導体 2 が完全に埋め込まれるように基板 2 の上面に印刷し、これを焼結させて気密性の絶縁層 6 4 を形成する。しかしながら、印刷導体 2 及び絶縁層 6 4 の焼結は、単一の作業ステップで適切に進めることができる。

【 0 0 5 5 】

図 2 のパネル赤外線エミッタの実施形態において、実質的に同一構成の 2 つの基板本体 2、2 2 を準備して、サンドイッチのようなやり方で反射体層 4 及び御印刷導体 3 ; 2 3 を埋め込む。パネル赤外線エミッタのこの実施形態は、2 つの放射面 ( 6 ; 2 6 ) を備える場合に熱の両側放射のためにデザインされる。方向矢印 7、7' は放射方向を示す。

20

【 0 0 5 6 】

図 3 の赤外線エミッタ 3 1 の実施形態では多層基板 3 2 が使用される。この基板は、図 1 に示されるような複合材料で作られている基部本体 3 3 及び非ドーブ石英ガラスで作られている薄いカバー層 3 4 で構成され、カバー層は基部本体 3 3 の表面を完全にカバーする。石英ガラスで作られているカバー層 2 4 は、厚さ  $0.5\ \text{mm}$  であり、印刷導体 3 が施工される基板の上面 3 5 を形成する。この実施形態は、図 1 の実施形態に比べて、印刷導体 3 を複合材料よりも滑らかなカバー層の表面に施工できる点で好都合である。

【 0 0 5 7 】

本発明による赤外線エミッタの他の実施形態において、図面には示されていないが、図 1 に示すような複合材料で作られている基部本体で構成される多層基板が提供され、多層基板の放射面は、完全に非ドーブ石英ガラスで作られている薄いカバー層で構成される。この実施形態は、図 1 の実施形態に比べて、複合材料が照射される物品の周りの環境から完全に遮蔽される点で好都合であり、その結果、複合材料から加熱物品への不純物の流出、並びに環境からの複合材料に対する腐食攻撃が防止される。

30

【 0 0 5 8 】

図 4 は、ケイ素含有石英ガラスで作られているタイル形基板 2 の上面 5 の平面図を示す。図 4 には基板の上面の印刷導体 3 の蛇行プロフィール及び電力供給端子 3 6 の両方が示されている。印刷導体の各セクションの間に  $2\ \text{mm}$  の比較的大きな間隙が存在する。この例示的な実施形態において、電気的接触は、各端子 4 6 を介して両側で行われる。勿論、片側だけの接触も可能である。

40

【 0 0 5 9 】

印刷導体 3 の占有面は、基板 2 の加熱面 4 7 を定める。加熱面 4 7 の内側において、図 5 の石英ガラス基板 2 の可視的に認識可能な光 ( glow ) から明らかのように、基板の底面上で約  $1000$  の最大温度が実質的に均一に確立される。

【 0 0 6 0 】

パネル赤外線エミッタ 1 を製作する方法は、以下に例示的により詳細に示すものとする。

【 0 0 6 1 】

基板 2 の製作

50

製作には国際公開第2015067688号に記載のスラリーキャスト法を利用する。高温塩素化処理でアモルファス石英ガラス粒子を予め清浄化し、クリストバライト含有量が1重量%未満であることを確認する。粒径が250 $\mu\text{m}$ から650 $\mu\text{m}$ の範囲の石英ガラス粒子を、純水で湿式粉碎して、78%の固形分の均一なベーススラリーを形成する。

#### 【0062】

次に、粉碎ビーズをベーススラリーから除去し、83重量%の固形分になるまでケイ素粉体を加える。ケイ素粉体は、主として狭い粒径分布の非球状粉体粒子を含み、D97値は約10 $\mu\text{m}$ であり、粒径の2 $\mu\text{m}$ 未満の細粒分を予め除去した。

#### 【0063】

ケイ素粉体で満たされたスラリーをさらに12時間均質化する。ケイ素粉体は、全固形分の重量分率の5%を占める。完成した均質化スラリー内のSiO<sub>2</sub>粒子は、約8 $\mu\text{m}$ のD<sub>50</sub>値及び約40 $\mu\text{m}$ のD<sub>90</sub>値で特徴付けられる粒径分布を有する。

#### 【0064】

スラリーは、市販のダイキャストマシンのダイにキャストし、多孔性プラスチック膜を利用して脱水して多孔性グリーンボディを形成する。グリーンボディは、矩形プレートの形状を有する。結合水を除去するために、グリーンボディを通気炉内で5日間約90の温度で乾燥させる。冷却後、得られた多孔性素材を製作される石英ガラスプレートのほぼ最終寸法(プレート厚2.5mm)になるように機械的に加工する。焼結のために、素材を燃焼炉内で空気の存在下で1時間のうちに1390の加熱温度まで加熱し、この温度を5時間維持する。

#### 【0065】

得られた石英ガラスプレート(2)は、密度2.1958g/cm<sup>3</sup>の気密性複合材料から成り、元素Si相の非球状領域は、不透明石英ガラスから作られているマトリックス内に均一に分散し、この領域は相互に分離し、サイズ及び形態は本質的にプロセスで使用したSi粉体のものに対応する。最大平均寸法(中央値)は、約1から10 $\mu\text{m}$ の範囲である。マトリックスの視覚的効果は、半透明~透明である。顕微鏡検査では、マトリックスは開気孔を呈示せず、最大限でも10 $\mu\text{m}$ 未満の最大平均寸法の密閉気孔を呈示する。気孔率は0.37%の密度に基づいて計算した。複合材料は空気中で最大約1200の温度まで安定している。

#### 【0066】

##### 印刷導体3及び反射体層4の用途

石英ガラスプレート(2)は、平均表面粗さRaが約1 $\mu\text{m}$ になるように表面を研磨する。蛇行形状の印刷導体3を、スクリーン印刷法を用いて研磨した上面5に施工する。この目的のために市販のプラチナ含有抵抗ペーストが使用される。

#### 【0067】

印刷導体3を乾燥させた後、スラリー層を石英ガラスプレート(2)の上面5に施工する。このスラリーは、84重量%の固形分になるまで約5 $\mu\text{m}$ の粒径の球状粒子の形態の均一の安定したベーススラリーアモルファスSiO<sub>2</sub>粒を混ぜることで、前述の種類のベースSiO<sub>2</sub>スラリーの改質によって得られる(ケイ素粉体を加えることなく)。この混合物は、25rpmの回転速度の回転ミル内で12時間、均質化する。得られたスラリーは84%の固形分及び約2.0g/cm<sup>3</sup>の密度を有する。石英ガラス粒子を粉碎して得られたスラリー中のSiO<sub>2</sub>粒子は、約8 $\mu\text{m}$ のD<sub>50</sub>値及び約40 $\mu\text{m}$ のD<sub>90</sub>値で特徴付けられる粒径分布を有する。

#### 【0068】

予めアルコールで洗浄した石英ガラスプレート(2)をこのスラリーに数秒間浸漬する。その結果、石英ガラスプレート(2)上には厚さ約2mmの均一なスラリー層が形成される。底面6を拭いた後、スラリー層を最初に室温で約5時間、その後IRエミッタを用いて空気中で乾燥させる。乾燥したスラリー層は亀裂がなく、2mmにわずかに満たない平均厚さを有する。

10

20

30

40

50

## 【0069】

その後、乾燥した印刷導体及び乾燥したスラリー層は、焼結炉内で空気中で焼き付け及び/又は焼結される。加熱プロフィールは、1200の加熱温度を有する。例示的实施形態において保持時間は2時間である。その後、印刷導体は焼き付けられスリッカー層(slicker layer)は不透明であるが、視覚的に隙間がなくほとんど気泡がない。

## 【0070】

本発明による赤外線エミッタは、熱放射のための高い放射率、供給電力の有効利用、及び幾何学的デザインの柔軟性によって特徴付けされる。これは、非常に高い電力密度( $> 200 \text{ kW/m}^2$ )及び基板までの短い距離( $< 5 \text{ mm}$ )において高い処理速度( $> 100 \text{ m/s}$ )を実現するために、例えば、印刷業界で平面赤外線エミッタとして利用することができる。他の用途は3Dプリンティング分野であり、印刷された金属粉体は、高い面積出力(high area output)と約1000のエミッタ温度の結果として緻密である。

10

## 【0071】

図7の図(a)及び(b)は、関連する相違点と同様に、複数の個別のエミッタで構成されたパネル赤外線エミッタ(図(a))と本発明によるタイル形パネル赤外線エミッタ(図(b))との、照射均一性及び/又は照射強度と、エミッタと加熱物品との距離との間の関係を模式的に示す。均一性「H」及び/又は加熱物品上に作用する放射強度「I」は、相対単位で、エミッタと加熱物品との間の距離「A」(同様に相対単位での)に対して図(a)及び(b)の縦座標にプロットされる。図(a)のパネルエミッタ70は、隣同士に配列され、その被覆管が3つの円で示されている複数のカーボン放射ヒータで表されている。本発明による赤外線エミッタは、図(b)に矩形タイル7で示されている。タイル形赤外線エミッタ71及びカーボン式エミッタの構成70は、この関連において同じ電気接続負荷を有する。

20

## 【0072】

距離Aに対する均一性Hのプロフィールは、破線曲線Hで示されており、強度プロフィールIは、連続曲線Iで示されている。従って、照射強度Iは、一般的なパネルエミッタ70及び本発明のパネル赤外線エミッタ71において距離Aに関してほぼ同程度に増加するが、照射均一性は、本発明のパネル赤外線エミッタ71では距離Aにほとんど無関係であり、一方で一般的なパネル赤外線エミッタでは短い距離では均一性が低い。

30

## 【0073】

灰色網掛け領域は、概略的に照射物品上の許容できる照射均一性が明らかな「動作領域」を定める。従って、この均一性は一般的なパネル赤外線エミッタ70では或る距離を維持することで達成されることが明らかであるが、これは照射強度の著しい損失を伴う。対照的に、本発明による赤外線エミッタ71は、放射の強度が高い短い距離であっても十分に高い均一性を可能にする。従って、本発明による赤外線エミッタ71は、個別のカーボン式エミッタで作られているパネルエミッタ70に比べて著しく高い効率を特徴とする。

## 【0074】

放出される放射線の空間的均一性は、IEC 62798(2014)に従って試験する。このために、パネル赤外線エミッタを試験装置に設置して可動テーブル上に取り付ける。光パワーを赤外線エミッタの放射面から10mmの所定の動作距離で熱電検出器を用いて検出する。照射強度は、5mm刻みで複数の測定点で求める。放射強度は、試料の中央付近の10の測定点で測定された最大値からの変化が $\pm 5\%$ 未満の場合に十分に均一であると定義する。このタイプの測定は、以下「軸方向測定」とも呼ばれる。

40

## 【0075】

図8から10は、異なるタイプのパネル赤外線エミッタの軸方向測定の結果を示す。いずれの場合も、正規化された光パワーL(%)がy軸にプロットされ、中心線からの横方向距離Aがx軸にプロットされ、中心線は、軸原点を通過し、パネルエミッタの横寸法に関連するか(図8)、又は個別のエミッタの空間的配置の横寸法に関連する(図9、10

50

)。

【0076】

図8は、本発明によるパネル赤外線エミッタ、例えば図7のパネル赤外線エミッタ71の場合の、動作距離10mmでの光パワーの横方向プロフィールを示す。横方向プロフィールは、中心線の周りの広い領域にわたってほぼ100%で同程度に均一である。これは、中心線の周りに10より多い測定点を有する動作領域において光パワーが最大値(100%)の95%以下に低下しないことから明らかである。

【0077】

対照的に、図9は、図7のパネル赤外線エミッタ70のような個別のカーボン式エミッタで構成されるパネル赤外線エミッタの場合を示し、標準的な動作距離10mmにおける光パワーLのプロフィール(曲線A)は不均一である。許容できる均一性を有する光パワーの横方向プロフィール(曲線B)は動作距離40mmでしか得られない。しかしながら、加熱物品の表面で得ることができる光パワーは最大パワーの50%未満である。

10

【0078】

図10に示すように、同じ結果がいわゆるツインチューブ式エミッタの空間的配置でデザインされているパネル赤外線エミッタ上の軸方向測定で得られる。市販のツインチューブ式エミッタは、加熱フィラメントを収容するための、互いに平行に延びかつ互いに空間的に離間した導管を備える。上記のように、動作距離10mmにおいて光パワーLの不均一プロフィール(曲線C)が明らかであり、許容できる均一性を有する光パワーの横方向プロフィール(曲線D)は動作距離60mmでしか得られない。しかしながら、加熱物品の表面で得ることができる光パワーは最大パワーの30%未満である。

20

【符号の説明】

【0079】

- 1 赤外線エミッタ
- 2 プレート状基板
- 3 印刷導体
- 4 反射体層
- 5 上面
- 6 底面

【 図 1 】

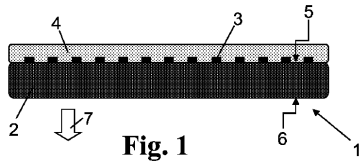


Fig. 1

【 図 2 】

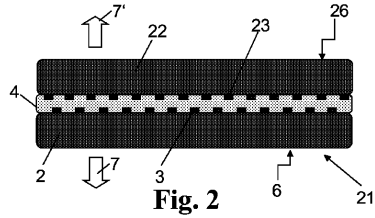


Fig. 2

【 図 3 】

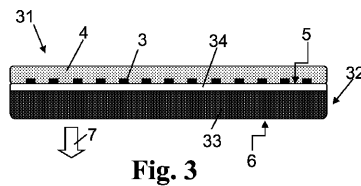


Fig. 3

【 図 6 】

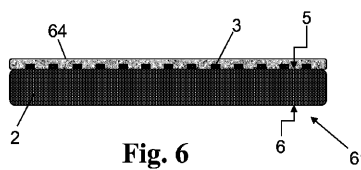


Fig. 6

【 図 4 】

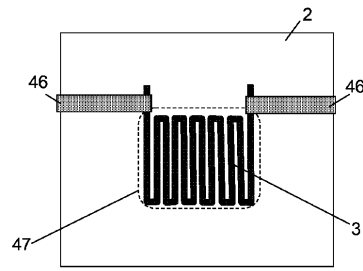


Fig. 4

【 図 5 】

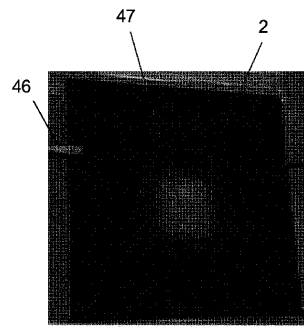
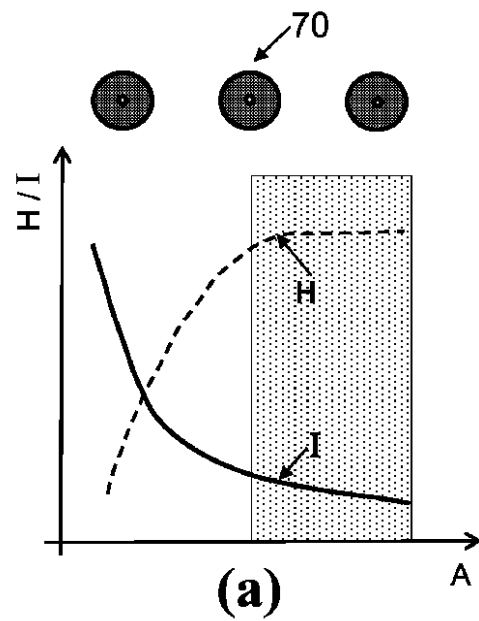
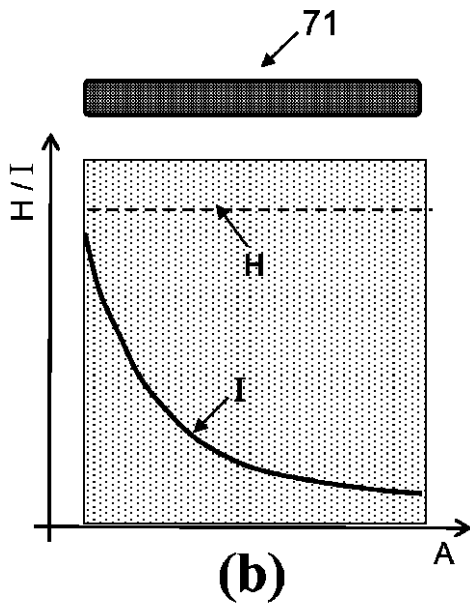


Fig. 5

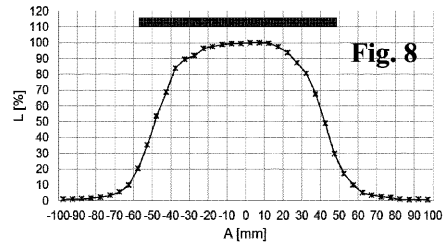
【 図 7 ( a ) 】



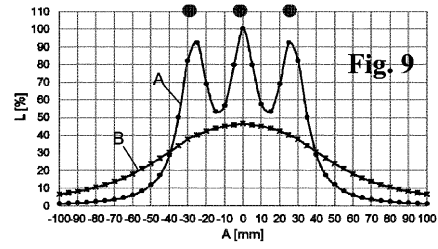
【 図 7 ( b ) 】



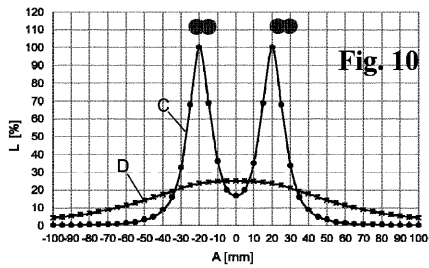
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



## 【手続補正書】

【提出日】平成30年10月22日(2018.10.22)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

導電性でありかつ電流が流れると熱を発生させる抵抗材で作られている印刷導体(3)に接触する上面(5)を含む、電気絶縁材で作られている基板(2;32)を備える赤外線エミッタであって、

前記基板の材料は、赤外線放射のスペクトル域を吸収する追加成分が埋め込まれているアモルファスマトリックス成分を含み、

前記基板(2;32)は、前記印刷導体(3)に面している上面(5)を備え、前記上面(5)の少なくとも一部には、多孔性ガラスで作られているカバー層(4)が構成され、前記印刷導体(3)は、少なくとも部分的に、前記カバー層(4)の中に埋め込まれている、赤外線エミッタ。

【請求項2】

前記追加成分の種類及び量は、温度600 の前記基板材料において、2から8 $\mu$ mの間の波長に関して少なくとも0.6の放射率 をもたらすように存在する、請求項1に記載の赤外線エミッタ。

【請求項3】

前記追加成分の種類及び量は、温度1000 の前記基板材料において、2から8 $\mu$ mの間の波長に関して少なくとも0.75の放射率 をもたらすように存在する、請求項1に記載の赤外線エミッタ。

【請求項4】

前記アモルファスマトリックス成分は石英ガラスである、請求項1から3のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

【請求項5】

前記石英ガラスは、少なくとも99.99%SiO<sub>2</sub>の化学的純度及び最大1%のクリストライト含有量を有する、請求項4に記載の赤外線エミッタ。

【請求項6】

前記追加成分の重量分率は、0.1から5%の範囲である、請求項1から5のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

【請求項7】

前記追加成分は、別々の追加成分相として存在し、最大平均寸法が20 $\mu$ m未満である非球状組織を含む、請求項1から6のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

【請求項8】

前記追加成分は、別々の追加成分相として存在し、最大平均寸法が3 $\mu$ mよりも大きく20 $\mu$ m未満である非球状組織を含む、請求項7に記載の赤外線エミッタ。

【請求項9】

前記追加成分は、元素形態の半導体材料を含有する、請求項1から8のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

【請求項10】

前記追加成分は、元素形態のケイ素を含有する、請求項9に記載の赤外線エミッタ。

【請求項11】

前記基板材料は、0.5%未満の密閉気孔率を呈示せず、少なくとも2.19g/cm<sup>3</sup>の固有の密度を有する、請求項1から10のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

【請求項12】

前記印刷導体(3)は、焼き付けたカバーフィルム層として設けられる、請求項1から11のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

【請求項13】

前記印刷導体(3)は、前記基板(2;32)の表面をカバーする線パターンとして設けられ、少なくとも1mmの介在スペースが印刷導体の隣接セクションの間に残っている、請求項1から12のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

【請求項14】

前記印刷導体(3)は、前記基板(2;32)の表面をカバーする線パターンとして設けられ、少なくとも2mmの介在スペースが印刷導体の隣接セクションの間に残っている、請求項13に記載の赤外線エミッタ。

【請求項15】

前記印刷導体(3)は、電気絶縁性の気密性層によってカバーされる、請求項1から14のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

【請求項16】

パネル赤外線エミッタとして設計され、前記基板(2)は、前記印刷導体(3)から見て外方に向き、赤外線放射を放出する平らな放射面(6)を備え、これによって赤外線放射は、放射面(6)から10mmの距離において所定の照射強度を発生させ、互いに5mm離間した10の測定点で測定して、いずれの測定点においても前記照射強度の最大値から±10%を超えて逸脱しない、請求項1から15のいずれかに記載の赤外線エミッタ。

。

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2016/077455
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H05B3/26 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 643 483 A (KUBOTA YOSHIHIRO [JP] ET AL) 1 July 1997 (1997-07-01) cited in the application abstract column 2, line 13 - line 45 column 4, line 23 - column 5, line 24 figure 1 ----- -/--	1-13
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
9 January 2017		18/01/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Chelbosu, Liviu

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/077455

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2015/132511 A1 (SCHEICH GERRIT [DE] ET AL) 14 May 2015 (2015-05-14) abstract paragraph [0001] - paragraph [0002] paragraph [0015] paragraph [0020] - paragraph [0024] paragraph [0029] paragraph [0033] paragraph [0038] paragraph [0040] figures 1-5 -----	1-13
Y	US 2004/190882 A1 (COOPER RICHARD [US]) 30 September 2004 (2004-09-30) abstract paragraph [0004] paragraph [0011] - paragraph [0014] figures 1-4 -----	9,10
Y	US 6 118 109 A (SAKO TERUHISA [JP]) 12 September 2000 (2000-09-12) abstract column 3, line 43 - line 66 column 4, line 14 - line 58 figures 1-5 -----	9-12

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/077455

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5643483	A	01-07-1997	JP H07280462 A 27-10-1995
			TW 287348 B 01-10-1996
			US 5643483 A 01-07-1997
-----			
US 2015132511	A1	14-05-2015	CN 105873874 A 17-08-2016
			EP 3068739 A1 21-09-2016
			JP 2016536254 A 24-11-2016
			KR 20160085314 A 15-07-2016
			SG 11201603037W A 30-05-2016
			TW 201533006 A 01-09-2015
			US 2015132511 A1 14-05-2015
			WO 2015067688 A1 14-05-2015
-----			
US 2004190882	A1	30-09-2004	NONE
-----			
US 6118109	A	12-09-2000	CN 1175507 A 11-03-1998
			JP 3826961 B2 27-09-2006
			JP H09260039 A 03-10-1997
			TW 459251 B 11-10-2001
			US 6118109 A 12-09-2000
-----			



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2016/077455
---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2015/132511 A1 (SCHEICH GERRIT [DE] ET AL) 14. Mai 2015 (2015-05-14) Zusammenfassung Absatz [0001] - Absatz [0002] Absatz [0015] Absatz [0020] - Absatz [0024] Absatz [0029] Absatz [0033] Absatz [0038] Absatz [0040] Abbildungen 1-5 -----	1-13
Y	US 2004/190882 A1 (COOPER RICHARD [US]) 30. September 2004 (2004-09-30) Zusammenfassung Absatz [0004] Absatz [0011] - Absatz [0014] Abbildungen 1-4 -----	9,10
Y	US 6 118 109 A (SAKO TERUHISA [JP]) 12. September 2000 (2000-09-12) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 43 - Zeile 66 Spalte 4, Zeile 14 - Zeile 58 Abbildungen 1-5 -----	9-12

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/077455

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5643483	A	01-07-1997	JP H07280462 A	27-10-1995
			TW 287348 B	01-10-1996
			US 5643483 A	01-07-1997
-----				
US 2015132511	A1	14-05-2015	CN 105873874 A	17-08-2016
			EP 3068739 A1	21-09-2016
			JP 2016536254 A	24-11-2016
			KR 20160085314 A	15-07-2016
			SG 11201603037W A	30-05-2016
			TW 201533006 A	01-09-2015
			US 2015132511 A1	14-05-2015
			WO 2015067688 A1	14-05-2015
-----				
US 2004190882	A1	30-09-2004	KEINE	
-----				
US 6118109	A	12-09-2000	CN 1175507 A	11-03-1998
			JP 3826961 B2	27-09-2006
			JP H09260039 A	03-10-1997
			TW 459251 B	11-10-2001
			US 6118109 A	12-09-2000
-----				

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG

(74)代理人 100076451

弁理士 三嶋 景治

(74)代理人 100164286

弁理士 中里 卓夫

(72)発明者 ガーブ ロッタ

ドイツ国 6 4 2 8 9 ダルムシュタット レーンリング 1 3 3

(72)発明者 ニールセン ニルス クリスティアン

ドイツ国 6 5 3 8 8 シュランゲンバード マインシュトラッセ 1 9

(72)発明者 シャイツヒ ゲルリット

ドイツ国 6 3 5 0 0 ゼーリゲンシュタット シャーフエルシュトラッセ 1 0

(72)発明者 ウェーバー ユルゲン

ドイツ国 6 3 8 0 1 クラインオストハイム ヘルビュールリング 6

(72)発明者 ヴェセリー フランク

ドイツ国 6 4 8 0 7 ディーブルグ アム フォルスト 2 7

Fターム(参考) 3K034 AA02 AA10 AA12 AA34 BB05 FA24

3K092 QA05 QB26 QB76 RF03 RF12 RF30 SS32 VV22