



公告本

申請日: 105/11/16

I649860

【發明摘要】

IPC分類: **H01L 27/14** (2006.01)
H05B 3/18 (2006.01)
H05K 1/16 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

【中文發明名稱】

紅外線發射器

【英文發明名稱】

INFRARED EMITTER

【中文】

本發明係關於具有基板之空間紅外線發射器，該基板包含表面且係由電絕緣材料製成。該電絕緣材料與由具導電性且當電流流過其時產生熱之電阻材料製成之印刷導體接觸。在此基礎上，為提供容易適合於待加熱表面之幾何形狀且即使基板壁薄亦允許進行均勻加熱之每單位面積具有高輻射功率之紅外線發射器(特定言之空間紅外線發射器)，本發明提議該基板材料包含包埋會在紅外線輻射之光譜範圍吸收之額外組分於其中的非晶形基質組分。

【英文】

Spatial infrared emitters with a substrate that comprises a surface and is made of an electrically insulating material are known. The electrically insulating material contacts a printed conductor made of a resistor material that is electrically conductive and generates heat when current flows through it. To provide, on this basis, an infrared emitter, in particular a spatial infrared emitter with high radiation power per unit area that is easy to adapt to the geometry of the surface to be heated and allows for homogeneous heating even if the substrate walls are thin, the invention proposes the substrate material to comprise an amorphous

matrix component into which an additional component is embedded that absorbs in the spectral range of infrared radiation.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1 空間紅外線發射器
- 2 基板
- 2 基板本體
- 3 印刷導體
- 4 反射層
- 5 基板頂部
- 6 底側
- 6 發射表面
- 7 方向箭頭

【發明說明書】

【中文發明名稱】

紅外線發射器

【英文發明名稱】

INFRARED EMITTER

【技術領域】

本發明係關於一種紅外線發射器(特定言之空間紅外線發射器)，其具有由電絕緣材料製成之基板，該基板包含與由具導電性且當電流流過其時產生熱之電阻材料製成之印刷導體接觸之表面。

紅外線發射器通常配備有由當電流流過其時產生熱之電阻材料製成之電阻元件。在某些實施例中，電阻元件本身形成紅外線發射器之實際加熱元件。在為本發明之標的之其他實施例中，電阻元件(諸如，由電阻材料製成之絲、網或層)可用來加熱另一組件，其將在後文中稱為「基板」。熱從電阻元件傳遞至基板可係基於熱傳導、對流及/或熱輻射。

紅外線發射器顯示用於紅外線輻射或作為空間紅外線發射器之點狀或線狀發射特徵，其等顯示適合於待加熱之加熱物品表面之幾何形狀且可實現二維或三維表面之均勻照射之二維或三維發射特徵。

【先前技術】

通常在空間紅外線發射器中使用管狀紅外線燈，其中線圈狀電阻絲係以由石英玻璃製成之包覆管包圍，同時與該管保持一定距離，且基本上不與該管接觸。例如，在從DE 10 2011 012 363 A1已知的空間IR發射器中，將許多個別紅外線燈組合成其幾何形狀適合於加熱物品之幾何形狀的空間燈配置。在此內文中，紅外線燈在背部包埋於作為漫反射器工作之由

不透光石英玻璃製成之塊體(mass)中。反射石英玻璃塊體與空間IR燈配置之系集形成組件，其中該石英玻璃用作用於固定燈管至彼此之接合塊體亦用作反射器。

在空間IR發射器之該實施例中，熱從電流流過的電阻絲傳遞至石英玻璃燈管以及熱傳遞至加熱物品實質上純粹地藉助輻射進行，其中對流及熱傳導僅起次要作用。此內文中的一個基本問題係如何儘量有效地(以高功率效率地)且同時以高均勻度地向加熱物品發射可用輻射功率。加熱物品與空間發射器之個別紅外線燈間的距離在此內文中起重要作用。實證經驗法則(empirical rule of thumb)稱均勻輻射所需要之最小距離相當於個別紅外線燈之中心距離的約1.5倍。因此，個別紅外線燈間的小距離及空間發射器與加熱物品間的大距離係有利於均勻輻射。前一可選方案(狹窄燈-燈-發射器距離)受物理及技術限制且與空間發射器之較高製造成本相關聯。後一可選方案(大紅外線發射器-加熱物品距離)導致用於該過程中之照射功率效率程度變小且每單位面積加熱表面之輻射功率相當地變小。

在就傳遞效率程度方面之特定改善源自於從WO1999/025154 A1已知的空間紅外線發射器之實施例，其中使用由石英玻璃製成之與電阻元件直接且連續地接觸之空間、平面、管狀或多面體基板。電阻元件具有例如曲折形狀且係藉助薄膜、絲網印刷或薄層印刷技術施加至基板加熱表面，且接著燒入(burned in)。

從US 5,643,483 A已知用於晶圓之加熱設施，其中該基板為由合成製得之石英玻璃組成之矩形板。基板之背向晶圓之底側係經噴砂且藉助鉑-銀膏之絲網印刷將印刷導體呈雙螺旋形式施加至經如此粗糙化之表面。

在後兩個實施例中，加熱元件不加熱周圍包覆管，但其經由直接且

空間上延伸呈印刷導體形式之接觸件直接地加熱石英玻璃基板使得加熱元件與基板間之熱傳遞主要以熱傳導及對流進行，此可能對功率效率具有正面效應。

石英玻璃具有良好之腐蝕、溫度、及循環溫度抗性且可以高純度獲得。因此，其亦特別適於具有有關於作為用於空間紅外線發射器之基板材料之純度及惰性之嚴苛要求之高溫加熱製程。然而，一般而言，石英玻璃顯示相當低的熱導率且甚至通常用作熱絕緣體。因此，若基板壁薄，則存在非均勻熱分佈風險，此在極端情況中可於基板相對側顯示為反映電阻元件形狀之圖案。此可僅由印刷導體之高佔有密度反作用，然而，此舉成本高。若基板壁厚，則功率效率及反應時間存在問題(此意指快速溫度變化係不可能的，因為其等需要基板之快速加熱及冷卻)。

在就反應時間方面之特定改善源自於如例如從EP 1 185 144 A1已知之具有由氮化鋁陶瓷製成之二維基板之另一空間紅外線發射器。因為氮化鋁(AlN)顯示至少 $180 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 之熱導率，該熱導率對於陶瓷材料而言極高，但在高溫下對含水環境敏感。除此之外，基板脆且僅難以適合於加熱表面之多維幾何形狀，此係該材料與用於加熱元件之其他已知晶形基板材料諸如(例如)陶瓷材料及非導電材料(氮化硼或氧化鋁)所共有的一個缺點。

【發明內容】

本發明係基於提供可容易地適合於待加熱表面之幾何形狀且即使基板壁薄亦允許均勻加熱之每單位面積具有高輻射功率之紅外線發射器(特定言之空間紅外線發射器)之目標。

根據本發明，基於上述類型之紅外線發射器，可滿足該目標，在於

基板材料包含包埋在紅外線輻射之光譜範圍吸收之額外組分於其中的非晶形基質組分。

在根據本發明之紅外線發射器中，基板為發射IR輻射之實際元件。

基板材料包含以下組分：

· 基質組分在重量及體積方面佔基板材料最大分率。基質組分對於基板之機械及化學性質(例如溫度抗性、強度、及腐蝕性質)具決定性。由於基質組分係非晶形，其例如由玻璃或塑料組成，故基板之幾何形狀可在紅外線發射器之特定應用期間相比晶形材料更容易地適合要求。

· 額外組分係均勻地或具體而言非均勻地分佈於基質組分中。該額外組分對於基板之光學及熱性質而言具決定性；更具體而言，其影響在紅外線光譜範圍(該範圍係介於780 nm與1 mm之間之波長範圍)之吸收。該額外組分顯示高於基質組分對該光譜範圍內至少部分輻射之吸收之吸收。

基質中額外組分相之區域充作光學缺陷且可例如引起複合材料在室溫下眼睛看起來是黑色或灰黑色的，端視層厚度而定。除此之外，該等缺陷亦具有吸熱影響。

根據基爾霍夫熱輻射定律(Kirchhoff's law of thermal radiation)，熱平衡中真實本體之吸收率 α_λ 及發射率 ϵ_λ 係相等的。

$$\alpha_\lambda = \epsilon_\lambda \quad (1)$$

因此，該額外組分導致基板材料發射紅外線輻射。若光譜半球形反射率 R_{gh} 及透射率 T_{gh} 為已知，則可如下計算出發射率 ϵ_λ ：

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

在此情況中，「發射率」應理解為「發射之光譜正常程度」。發射率係以名稱「Black-Body Boundary Conditions」(BBC)知曉且在「DETERMINING THE TRANSMITTANCE AND EMITTANCE OF TRANSPARENT AND SEMITRANSSPARENT MATERIALS AT ELEVATED TEMPERATURES」；J. Manara, M. Keller, D. Kraus, M. Arduini-Schuster；第5版 European Thermal-Sciences Conference，The Netherlands (2008)中公開之測量原理進行測定。

具有額外組分之基板材料相比不存在額外組分之情況具有更高之熱輻射吸收。此導致從電流路徑進入基板中之熱導率提高，熱更快速地分佈，且朝向加熱物品之發射速率提高。依此方式，可提供每單位面積更高之輻射功率且產生甚至就薄基板壁及/或相當低之印刷導體佔有密度而言之均勻發射及均勻溫度場。薄基板具有低的熱質量且允許快速溫度變化。就該目的而言，不需要冷卻。

由於基板由非晶形材料組成，故其可經簡單地適當成型以用於特定應用。其係例如經設計為板、環、塊狀圓柱體或中空圓柱體，但亦可僅係爐壁或反應器之一部分。

該額外組分係包埋在基質組分中。其形成分散於非晶形基質組分之固有非晶形或晶形相。

存於基板材料中之額外組分之種類及含量較佳係適合如此以實現在600°C下該基板材料中就介於2 μm 與8 μm 之間之波長而言至少0.6之發射率 ϵ 。

在根據本發明之紅外線發射器之尤佳實施例中，所存在的額外組分之種類及量係如此以實現在1000°C之溫度下該基板材料中就介於2 μm 與8

μm 之間之波長而言至少0.75之發射率 ϵ 。

因此，基板材料對介於2 μm 與8 μm 之間(即，在紅外線輻射之波長範圍內)之熱輻射具有高的吸收及發射功率。此降低基板表面處之反射，因此，在假設透射率小到可忽略下，就介於2 μm 與8 μm 之間之波長而言及在高於1000 $^{\circ}\text{C}$ 之溫度下之所產生的反射程度最大為0.25及在高於600 $^{\circ}\text{C}$ 之溫度下最大為0.4。由此防止所反射的熱輻射不可重複地加熱，其造成均勻或所需非均勻溫度分佈。

基質可由未摻雜或摻雜之石英玻璃組成，且若適用，則可除了 SiO_2 之外包含最多10重量%之量之氧化、氮化或碳化組分。為防止從基板材料產生污染之風險，已證實紅外線發射器之一個實施例(其中非晶形基質組分為石英玻璃且較佳具有至少99.99% SiO_2 之化學純度及不大於1%之方矽石含量)係特別有利的。

石英玻璃具有前述之良好腐蝕、溫度、及溫度循環抗性之優點且總是可以高純度得到。因此甚至在溫度高達1100 $^{\circ}\text{C}$ 之高溫加熱製程中其係可行之基板材料。不需要冷卻。

基質之方矽石含量低，即，1%或更小，可確保反玻璃化傾向小及因此使用期間裂縫形成之風險小。因此，甚至滿足有關於通常在半導體製造製程中明顯之無顆粒、純度及惰性之嚴格要求。

基板材料之熱吸收取決於額外組分之分率。因此，額外組分之重量分率應較佳為至少0.1%。另一方面，若額外組分之體積分率高，則此可對於基質之化學及機械性質具有不良影響。將此考量在內，額外組分之重量分率較佳在0.1%至5%範圍內。

若額外組分係呈額外組分相存在且包含具有小於20 μm ，但較佳大於

3 μm 之最大平均尺寸之非球形形態，則可達成特別高的發射率。

在此內文中，該額外組分相之非球形形態亦造成高機械強度且造成基板材料之裂縫形成之傾向小。術語「最大尺寸」將係指額外組分相之如在顯微照片中可見之分離區之最長延伸。上文所提及之平均值係顯微照片中所有最長延伸之中值。

在紅外線發射器之一較佳實施例中，該額外組分包含呈元素形式(較佳元素矽)之半導體材料。

基質中半導體相之微細顆粒區充作光學缺陷且可引起例如基板材料在室溫下眼睛看起來是黑色或灰黑色的，端視層厚度而定。另一方面，該等缺陷亦對基板材料之整體熱吸收具有影響。此主要係歸因於呈元素形式存在之半導體之精細分佈相之性質，歸因於以下效應：一方面，價帶與導帶間之能量(帶隙能)隨著溫度減小，及另一方面，若活化能足夠高，則電子從價帶至導帶升高，此與吸收係數之明顯增大相關聯。導帶之熱活化佔有導致半導體材料在室溫下對特定波長(諸如，從1000 nm開始)在特定程度透明且在高溫下變成不透光。因此，吸收及發射率可隨著基板材料之溫度增加而突發性地增加。此效應尤其取決於半導體之結構(非晶形/晶形)及摻雜。例如，純矽顯示發射從約600°C明顯增加，從約1000°C達到飽和。

半導體材料且具體而言較佳使用的元素矽因此具有使玻璃基質材料變成黑色且在室溫下，而且亦在超過例如600°C之高溫下為黑色之效應。因此，就高寬頻發射而言，在高溫下達成良好照射特徵。在此內文中，半導體材料(較佳係元素矽)形成分散於基質中之其自身的Si相。該相可包含多種類金屬或金屬(但金屬僅至多50重量%，更佳不大於20重量%；相對

額外組分之重量分率計)。在此內文中，基板材料未顯示開放孔隙率，但不超過小於0.5%之封閉孔隙率且具有至少 2.19 g/cm^3 之比密度。其因此特別適於紅外線發射器，關於此點，基板材料之純度或氣密性係重要的。

已知由具有由石英玻璃製成之基質且其中包埋矽相之複合材料製成之組件。根據WO 2015067688 A1，此等用於製造例如於氧化或退火製程、磊晶或化學氣相沉積中使用之反應器、配件或晶圓保持器。就作用於根據本發明之紅外線發射器之紅外線輻射發射材料而言，將基板經印刷導體構造，該印刷導體較佳係呈燒入厚膜層形式提供。

該等厚膜層例如從電阻相藉助絲網印刷或從含金屬油墨藉助噴墨印刷產生，且於隨後在高溫下燒入。

關於儘可能均勻之溫度分佈，其已證實可有利地提供呈覆蓋基板表面之線圖案之印刷導體使得至少1 mm，較佳至少2 mm之中介空間留在印刷導體之相鄰部分之間。

即使加熱表面之印刷導體佔有密度相當低，基板材料之吸收能力高亦可實現均勻發射。低佔有密度之特徵在於印刷導體之相鄰部分之間之最小距離為1 mm或更大，較佳係2 mm或更大。印刷導體之部分之間距離大防止擊穿，此可尤其於在高電壓下於真空中操作時發生。根據本發明之紅外線發射器因此尤其非常適合真空操作。印刷導體例如以螺旋狀或曲折線圖案延伸。

根據本發明之紅外線發射器之一個尤其有利的實施例之特徵在於基板包含面對印刷導體之表面且該表面之至少一部分建構成具有多孔石英玻璃製成之覆蓋層，藉此將該印刷導體至少部分地包埋於該覆蓋層中。

在此內文中，由不透光石英玻璃製成之覆蓋層充作漫反射器且同時

保護並穩定印刷導體。由不透光石英玻璃製成之該類型覆蓋層之效果及製備係已知並描述於例如WO 2006/021416 A1中。其係由在液體中包含非晶形SiO₂顆粒之分散液產生。將該覆蓋層施加至面對印刷導體之基板表面，乾燥以形成生坯層，且在高溫下燒結該生坯層。生坯層之燒結及印刷導體之燒入較佳係在一個且相同之加熱製程中進行。

在紅外線發射器之另一個較佳實施例中，改由電絕緣、氣密層(諸如釉層)替代或補充由不透光石英玻璃製成之覆蓋層覆蓋印刷導體。該層在外側電屏蔽印刷導體且可用來保護印刷導體免受機械及腐蝕應力影響。

根據本發明之紅外線發射器之特徵亦尤其在於所發射輻射之高空間均勻性。因此，在距平面發射表面短的距離處已經測得約相同輻射強度。因此，在空間紅外線發射器之一個較佳實施例中，基板包括背對印刷導體且發射紅外線輻射之平面發射表面，藉此紅外線輻射在距發射表面10 mm的距離處產生輻射強度，在彼此間隔5 mm的十個測量位點測得的輻射強度與在該等測量位點任一處的輻射強度之最大值偏差不超過+/-5%。

藉助國際標準IEC 62798 (2014)之方法進行照射強度之測量。

【圖式簡單說明】

下文中，基於例示性實施例及專利圖更詳細地說明本發明。附圖中：

圖1顯示根據本發明之具有反射層之紅外線發射器之一個實施例之示意圖及側視圖；

圖2顯示具有作為中介層之反射層之紅外線發射器的多層實施例之示意圖；

圖3顯示根據本發明之多層紅外線發射器之另一個實施例之側視圖；

圖4顯示根據圖1之瓦狀紅外線發射器之示意圖中建構成具有曲折印刷導體之上側看之俯視圖；

圖5顯示俯視圖中紅外線發射器之視覺上可感知輝光在瓦底側上之光學影像；

圖6顯示根據本發明之具有包埋至電絕緣且氣密釉層中之印刷導體之瓦狀紅外線發射器之一個實施例；

圖7以兩個圖(a)及(b) 顯示根據本發明之空間紅外線發射器及根據先前技術之空間紅外線發射器之發射之均勻度及強度的比較；

圖8顯示說明根據本發明之空間紅外線發射器之照射於測量樣品上之紅外線輻射之照射曲線之圖；

圖9顯示說明根據先前技術之由個別碳發射燈管組成之空間紅外線發射器照射於測量樣品上之紅外線輻射之照射曲線之圖；及

圖10顯示說明根據先前技術之由個別雙管發射器組成之空間紅外線發射器照射於測量樣品上之紅外線輻射之照射曲線之圖；及

【實施方式】

圖1顯示根據本發明之多層空間紅外線發射器1之第一實施例之示意圖。該紅外線發射器包括板狀基板2、印刷導體3及反射層4。

板狀基板2具有矩形形狀及2.5 mm之板厚。其係由具有由石英玻璃製成之基質之複合材料組成。基質之視覺效果為半透明至透明。於顯微鏡檢查時，其未顯示開放孔且至多顯示具有小於10 μm 之最大平均尺寸之封閉孔。元素矽相以非球形區形式均勻地分佈在基質中。該等非球形區佔5%重量分率。Si相區之最大平均尺寸(中值)在約1至10 μm 範圍內。複合材料具氣密性，其具有2.19 g/cm^3 之密度且其於高達約1200 $^{\circ}\text{C}$ 之溫度之空氣穩

定。

所包埋的Si相不僅造成複合材料整體不透明，而且對複合材料之光學及熱性質具有影響。該複合材料顯示熱輻射之高吸收率及於高溫下之高發射率。

室溫下，使用整合球體測定用於基板2之複合材料之發射率。此允許測量光譜半球形反射率 R_{gh} 及光譜半球形透射率 T_{gh} ，可由其計算得正常發射率。在 $2\ \mu\text{m}$ 至 $18\ \mu\text{m}$ 之波長範圍內藉助FTIR光譜儀(Bruker IFS 66v傅立葉(Fourier)變換紅外((FTIR)) (該FTIR光譜儀藉助額外光學系統與BBC樣品室耦合，應用上述BBC測量原理)測量高溫下之發射率。在此內文中，樣品室於樣品固定架前面及後面之半球體中提供有恆溫黑體環境，且提供有具有偵測器之光束出口孔。在單獨的爐中將樣品加熱至預定溫度且為了測量，轉移至具有設定為預定溫度之黑體環境之樣品室之光束路徑。藉由偵測器偵測到的強度係由發射部分、反射部分及透射部分組成，即，由樣品本身發射之強度、從半球體正面入射於樣品上且被樣品反射之強度及從半球體背面入射於樣品上且由樣品透射之強度。需要進行3次測量以確定個別參數，即，反射程度、反射程度及透射程度。

於複合材料上在 $2\ \mu\text{m}$ 至約 $4\ \mu\text{m}$ 之波長範圍內測得之發射程度係溫度之函數。溫度越高，發射越高。 600°C 下，在 $2\ \mu\text{m}$ 至 $4\ \mu\text{m}$ 之波長範圍內之正常發射程度大於0.6。 1000°C 下，在 $2\ \mu\text{m}$ 至 $8\ \mu\text{m}$ 之整個波長範圍內之正常發射程度大於0.75。

從鉑電阻膏於基板2之頂部5上產生印刷導體3。兩端具有焊接至其之電纜或夾具46(參見圖4)以用於供應電能。印刷導體3顯示緊密地覆蓋基板2之加熱表面之曲折輪廓使得印刷導體之相鄰部分間留有 $2\ \text{mm}$ 之相等距離

(參見圖4)。在所顯示的橫截面中，印刷導體3具有寬1 mm及厚20 μm 之矩形輪廓。由於厚度小的緣故，紅外線發射器中昂貴印刷導體材料所佔的材料比例相比其效率為低的。印刷導體3與基板2之頂部5直接接觸，使得達成傳輸至基板2中之最大熱量傳輸。就紅外線發射器之使用而言，相對的底側6充作熱輻射之發射表面。方向箭頭7指示消失之方向。

反射層4由不透光石英玻璃組成且具有約1.7 mm之平均層厚度。其特徵在於無裂縫及約 2.15 g/cm^3 之高密度且在高達且超過 1100°C 之溫度下係熱穩定的。反射層4覆蓋基板2之整個加熱區且其完全地覆蓋印刷導體3及因此屏蔽其免受環境化學或機械影響。

在至於如圖1中之相同參考數字用於於其他圖中所示之實施例中，該等參考數字表示與上文藉助根據本發明之紅外線發射器之第一實施例之描述所更詳細說明地設計相同或等效之組件及部件。

在顯示於圖6中之瓦狀紅外線發射器61之實施例中，印刷導體3係位於基板2之與發射表面(底側6)相對之頂部5上。該印刷導體係藉助於呈釉形式之電絕緣層64進行覆蓋。絕緣層64在外側電屏蔽印刷導體3且可用來保護印刷導體3免受機械及腐蝕應力影響。其由在加熱時作為軟黏性玻璃相均勻地分佈於頂部5上之玻璃狀材料組成，且實現氣密屏蔽。由於具有相當低的軟化溫度之玻璃相之軟化行為及對應之跨寬泛溫度範圍塑性變形之能力的緣故，因此大大地防止基板2與絕緣層64間因其不同熱膨脹係數所產生之壓縮應力。

為產生絕緣層64，將絲網印刷膏適當地施覆至基板之頂部5以使印刷導體3完全地包埋於其中。絲網印刷膏由高純度 SiO_2 粉末(20重量%至80重量%)、及溶劑(20重量%至50重量%)、及結合劑(1重量%至15重量%)組

成，其中圓括號中所給出的數字指定用於各別組分之膏之總質量之較佳重量分率。己醇例如係用作溶劑，鄰苯二甲酸酯例如係用作塑化劑，及聚乙烯醇例如係用作結合劑。

從粉末原料混合物及含添加之結合劑之蒸餾水之1:1混合物(其分率)製得絲網印刷膏。接著將厚度為100 μm 之該膏層印刷至基板2之頂部以使印刷導體3完全地包埋於其中並燒結其以形成氣密性絕緣層64。然而，印刷導體3及絕緣層64之燒結可剛好也在一個工作步驟中進行。

在圖2之空間紅外線發射器21之實施例中，提供兩個構造基本上相同之基板2、22且反射層4及印刷導體3；23以夾層方式包埋於其中。空間紅外線發射器之該實施例係設計用於熱量之雙側發射，因為其提供有兩個發射表面(6；26)。方向箭頭7、7'指示發射方向。

圖3之紅外線發射器31之實施例中使用多層基板32。該基板係由由如藉助圖1所說明之複合材料製成之基礎本體33、及由未摻雜石英玻璃製成之薄覆蓋層34(其完全地覆蓋基礎本體33之表面)組成。由石英玻璃製成之覆蓋層34具有0.5 mm之厚度且形成施加印刷導體3之基板頂部5。該實施例相較圖1之實施例的有利之處在於可將印刷導體3施加至比複合材料更光滑之覆蓋層之表面。

在根據本發明之紅外線發射器之另一個實施例(其未以圖形式描繪出)中，提供多層基板，其係由由如藉助圖1所說明之複合材料製成之基礎本體組成，其中發射側完全地構造有由未摻雜石英玻璃製成之薄覆蓋層。該實施例相較圖1之實施例的有利之處在於複合材料與待照射物品周圍完全屏蔽開使得防止雜質從複合材料排入加熱物品以及複合材料從周圍受侵蝕。

圖4顯示由含矽石英玻璃製成之瓦狀基板2之頂部5上之俯視圖。基板頂部上之印刷導體3之曲折輪廓及電源終端46均可從圖中看到。印刷導體之部分之間存在相當大的距離(2 mm)。該例示性實施例中，電接觸經由於兩個相對側上之終端46發生。明顯地，僅一側上之接觸剛好也是可行的。

印刷導體3之佔有表面限定基板2之加熱表面47。於加熱表面47中，如從圖5之石英玻璃基板2之視覺上可識別輝光係均勻明亮區顯而易見，約1000°C之最高溫度基本上均勻地建立於基板底側上。

一種用於製造空間紅外線發射器1之方法將於下文藉由實例更詳細地進行說明。

基板2之製造

該製造使用WO 2015067688 A1中所述之漿料澆鑄程序。事先在熱氯化程序中純化非晶形石英玻璃粒，確保方矽石含量低於1重量%。用去離子水濕研磨具有在250 μm 至650 μm 範圍內之粒度之石英玻璃粒使得形成具有78%之固體含量之均勻基礎漿料。

接著，從基礎漿料移除研磨珠且添加矽粉直到達到83重量%之固體含量。矽粉主要包含具有狹窄粒度分佈之非球形粉末顆粒，其 D_{97} 值為約10 μm 及其小於2 μm 之粒度之微細部分係事先移除。

將填充矽粉之漿料再均質化12小時。矽粉佔總固體內含物之重量分率為5%。已均質化漿料中之 SiO_2 顆粒具有特徵係約8 μm 之 D_{50} 值及約40 μm 之 D_{90} 值之粒度分佈。

在市售鑄模機之模具中澆鑄漿料且使用多孔塑料膜脫水以形成多孔生坯本體。生坯本體具有矩形板之形狀。為移除結合水，於加氣爐

(aerated furnace)中，在約90°C下乾燥生坯本體五天。冷卻後，機械處理經如此獲得之多孔毛坯以接近欲製備之石英玻璃板之最終尺寸，其具有2.5 mm之板厚度。爲了燒結，在燒結爐中於存在空氣下歷時一小時加熱毛坯至1390°C之加熱溫度且維持在該溫度5小時。

經如此獲得之石英玻璃板(2)係由具有2.1958 g/cm³之密度之氣密複合材料組成，其中彼此分開且其尺寸及形態基本上對應於彼等用於製程中之Si粉者之元素Si相之非球形區均勻地分佈於由不透光石英玻璃製成之基質中。最大平均尺寸(中值)係在約1 μm至10 μm範圍內。基質之視覺效果爲半透明至透明。顯微鏡檢查時，其未顯示開孔且至多具有小於10 μm之最大平均尺寸之封閉孔；基於密度計算得孔隙率爲0.37%。複合材料於高達約1200°C之溫度之空氣中係穩定的。

印刷導體3及反射層4之施加

石英玻璃板(2)在表面上進行拋光使得建立約1 μm之平均表面粗糙度Ra。藉助絲網印刷程序將曲折狀印刷導體3施加至其經拋光之頂部5。該目的使用市售含鉑電阻膏。

乾燥印刷導體3後，將漿料層施加至石英玻璃板(2)之頂部5。藉由改質上述類型之基礎SiO₂漿料(不含添加之矽粉)，混合成呈具有約5 μm之粒度之球形顆粒形式之均勻穩定基礎漿料非晶形SiO₂粒直到達到84重量%之固體含量，來獲得該漿料。在旋轉式滾磨機中於25 rpm速率下均質化該混合物12小時。經如此獲得之漿料具有84%之固體含量及約2.0 g/cm³之密度。於研磨石英玻璃粒後獲得之漿料中之SiO₂顆粒具有特徵係約8 μm之D₅₀值及約40 μm之D₉₀值之粒度分佈。

將事先在醇中清洗之石英玻璃板(2)浸泡於該漿料中幾秒。因此，於

石英玻璃板(2)上形成具有約2 mm之厚度之均勻漿料層。於擦拭底側6後，最初在室溫下乾燥漿料層約5小時且於隨後藉助IR發射器於空氣乾燥。經乾燥之漿料層不含裂紋且具有略小於2 mm之平均厚度。

隨後，燒入及/或在燒結爐中於空氣中燒結經乾燥之印刷導體及經乾燥之漿料層。加熱曲線包含1200°C之加熱溫度。於例示性實施例中，維持時間為兩小時。隨後，燒入印刷導體且刮刀層(slicker layer)係不透光的，但視覺上緻密且大程度上不含氣泡。

根據本發明之紅外線發射器之特徵係熱輻射之高發射程度、電源之高有效使用率及其幾何形狀設計之高彈性。其可例如在印刷工業中用作平面紅外線發射器以在極高功率密度(> 200 kW/m²)及距基板小距離(< 5 mm)下實現高處理速度(> 100 m/s)。另一應用為在3D印刷領域中，其中印刷金屬粉係因高區域輸出及約1000°C之發射器溫度而經歷實。

圖7之圖式(a)及(b)示意性地說明照射均勻度及/或照射強度與發射器與加熱物品間距離之間的關係以及由若干個別發射器(圖式(A))組成之空間紅外線發射器與根據本發明之瓦狀空間紅外線發射器(圖式(b))之間之相關差異。繪製圖式(a)及(b)之縱座標上之均勻度「H」及/或照射於加熱物品上之輻射強度「I」(為相對單位)對發射器與加熱物品之間之距離「A」(亦為相對單位)之曲線。圖式(a)中之空間發射器70係以多個彼此相鄰配置且其包覆管以三個圓形指示之碳輻射加熱器表示。圖式(b)中由矩形瓦71指示根據本發明之紅外線發射器。在此內文中，瓦狀紅外線發射器71及碳發射器之配置70具有相同的電連接負載。

均勻度H對距離A之曲線以虛曲線H指示及強度I之曲線以連續曲線I指示。因此，標準空間發射器70及根據本發明之空間紅外線發射器71中

之照射強度 I 係隨距離 A 增加至近似相同程度，但根據本發明之空間紅外線發射器71中照射均勻度係大程度上獨立於距離 A ，而在標準空間紅外線發射器中其在短距離下係低的。

灰色網格區示意性地限定「工作區」，其中經照射物品上之可接受之照射均勻度顯而易見。然後，明顯地，可在標準空間紅外線發射器70中藉由維持特定距離達成該均勻度，但此與照射強度之明顯損失相關聯。相比之下，根據本發明之紅外線發射器71甚至在極小距離(在該極小距離下，輻射強度亦高)下亦允許足夠高的均勻度。因此，根據本發明之紅外線發射器71之特徵在於相比由個別發射器製成之空間發射器70明顯提高之效率。

依IEC 62798(2014)測試所發射的輻射之空間均勻度。為達此目的，將空間紅外線發射器安裝在測試裝置中並固定於可移動的桌子上。藉助熱電偵測器以距紅外線發射器之發射表面10 mm之預定工作距離處偵測光學功率。在若干測量位點以5 mm之步長測定照射強度。若輻射強度與在接近樣品中間之10個測量位點所測得的最大值改變不大於 $\pm 5\%$ ，則定義其為足夠均勻。後文中，該類型之測量稱為「軸向測量」。

圖8至10之圖式說明不同類型之空間紅外線發射器上軸向測量之結果。在各情況中，標準化光學功率 L (單位為%)繪製於 y 軸上，及距延伸通過軸起點且與空間發射器(圖8)之橫向尺寸相關或與個別發射器(圖9、圖10)之空間配置之橫向尺寸相關之中心線之橫向距離 A (單位為mm)繪製於 x 軸上。

圖8顯示就根據本發明之空間紅外線發射器，諸如例如，圖7之空間紅外線發射器71情況而言在10 mm之工作距離處測得之光學功率之橫向

譜。橫向譜於繞中心線之延伸區上以接近100%相對地均勻。此點顯而易見，因為工作區中就繞中心線之多於10個測量點而言光學功率不會降低到低於最大值(100%)之95%。

比較而言，圖9顯示就由個別碳發射器組成之空間紅外線發射器，諸如圖7之空間紅外線發射器70情況而言，在10 mm之標準工作距離下之光學功率L之譜(曲線A)係不均勻的。具有可接受之均勻度之光學功率之橫向譜僅在40 mm之工作距離下得到(曲線B)。然而，可在加熱物品之表面處得到之光學功率小於最大功率之50%。

關於設計為所謂的雙管發射器之空間配置之空間紅外線發射器，在軸向測量中得到相似的結果，如圖10中所顯示。市售雙管發射器提供有彼此平行地延伸且空間上彼此分開之通道以適應加熱絲。照前述，光學功率L之非均勻譜在10 mm之工作距離下明顯(曲線C)；且僅在60 mm之工作距離下得到具有可接受均勻度之光學功率之橫向譜(曲線D)。然而，可在加熱物品之表面達成之所得光學功率僅為小於最大功率之30%。

【符號說明】

- | | |
|----|----------|
| 1 | 空間紅外線發射器 |
| 2 | 基板 |
| 3 | 印刷導體 |
| 4 | 反射層 |
| 5 | 基板頂部 |
| 6 | 發射表面(底側) |
| 7 | 方向箭頭 |
| 7' | 方向箭頭 |

22	基板
23	印刷導體
26	發射表面
31	紅外線發射器
32	多層基板
33	基礎本體
34	薄覆蓋層
35	基板頂部
36	終端
46	電纜或夾具/終端
47	加熱表面
61	瓦狀紅外線發射器
64	絕緣層
70	空間紅外線發射器
71	空間紅外線發射器

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種紅外線發射器，特定言之空間紅外線發射器，其具有由電絕緣材料製成之基板(2；32)，該基板包含與由具導電性且當電流流過其時產生熱之電阻材料製成之印刷導體(3)接觸之表面(5)，其特徵在於該基板材料包含包埋在紅外線輻射光譜範圍吸收之額外組分於其中的非晶形基質組分。

【第2項】

如請求項1之紅外線發射器，其中如此存在某一類型及某一含量之該額外組分以實現在600°C之溫度下該基板材料中就介於2 μm 與8 μm 之間之波長而言至少0.6之發射率 ϵ 。

【第3項】

如請求項1或2之紅外線發射器，其中如此存在某一類型及某一含量之該額外組分以實現在1000°C之溫度下該基板材料中就介於2 μm 與8 μm 之間之波長而言至少0.75之發射率 ϵ 。

【第4項】

如請求項1或2之紅外發射器，其中該非晶形基質組分為石英玻璃且較佳具有至少99.99% SiO_2 之化學純度及至多1%之方矽石含量。

【第5項】

如請求項1或2之紅外線發射器，其中該額外組分的重量分率係在0.1至5%範圍內。

【第6項】

如請求項1或2之紅外線發射器，其中該額外組分係呈單獨的額外組

分相存在且包含具有小於20 μm ，但較佳大於3 μm 之最大平均尺寸之非球形形態。

【第7項】

如請求項1或2之紅外線發射器，其中該額外組分包含呈元素形式，較佳元素矽之半導體材料。

【第8項】

如請求項1或2之紅外線發射器，其中該基板材料未顯示小於0.5%之封閉孔隙率且具有至少2.19 g/cm^3 之比密度。

【第9項】

如請求項1或2之紅外線發射器，其中該印刷導體(3)係呈燒入覆蓋膜層(burnt-in cover film layer)提供。

【第10項】

如請求項1或2之紅外線發射器，其中該印刷導體(3)係呈覆蓋基板(2；32)之表面之線圖案提供使得至少1 mm，較佳至少2 mm之中介空間留在該印刷導體之相鄰部分之間。

【第11項】

如請求項1或2之紅外線發射器，其中該基板(2；32)包括面對印刷導體(3)之表面(5)且該表面(5)之至少一部分建構成具有多孔玻璃製成之覆蓋層(4)，其中該印刷導體(3)至少部分地包埋於該覆蓋層(4)中。

【第12項】

如請求項1或2之紅外線發射器，其中該印刷導體(3)係由電絕緣氣密層覆蓋。

【第13項】

如請求項1或2之紅外線發射器，其中該基板(2)包括背對該印刷導體(3)且發射紅外線輻射之平面發射表面(6)，其中該紅外線輻射在距該發射表面(6) 10 mm的距離處產生輻射強度，在彼此間隔開5 mm的十個測量位點測得的輻射強度與在該等測量位點任一處的輻射強度之最大值偏差不超過 $\pm 10\%$ 。