



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201210717 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：100125843

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 21 日

(51)Int. Cl. : **B22F3/105 (2006.01)**

(30)優先權：2010/07/21 美國 61/366,225

(71)申請人：杰諾公司(美國) XENON CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：帕尼可理察 C PANICO, RICHARD C. (US)；威廉斯羅傑 WILLIAMS, ROGER (US)；哈瑟維萊恩 HATHAWAY, RYAN (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：19 項 圖式數：3 共 21 頁

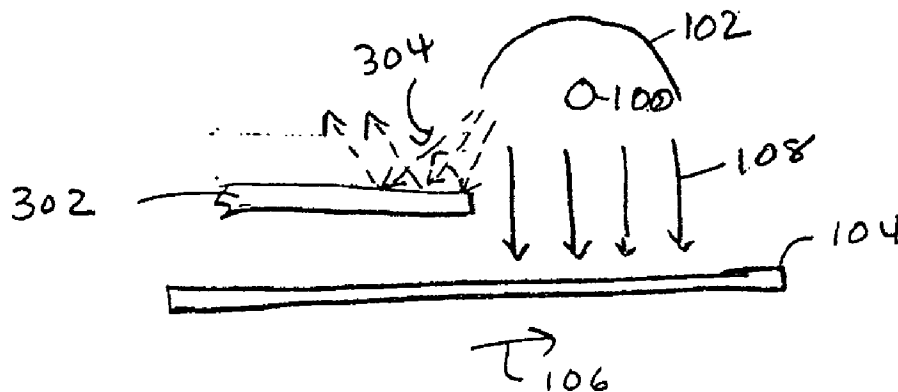
(54)名稱

於燒結期間減少漫射光

REDUCTION OF STRAY LIGHT DURING SINTERING

(57)摘要

一種傳導粒子燒結系統具有擋光塗層、孔洞或遮光板，以使來自一輻射源（例如一閃光燈）之能量抵達待燒結之一工作件之一所需部分，同時阻擋漫射光抵達其他工作件及/或正在處理之一工作件的其他部分，以防止漫射光使該等其他工作件及/或一工作件的其他部分產生部分燒結。



100：燈泡

102：反射器

104：工作件

106：方向

108：箭頭

302：遮罩

304：箭頭



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201210717 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：100125843

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 21 日

(51)Int. Cl. : **B22F3/105 (2006.01)**

(30)優先權：2010/07/21 美國 61/366,225

(71)申請人：杰諾公司(美國) XENON CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：帕尼可理察 C PANICO, RICHARD C. (US)；威廉斯羅傑 WILLIAMS, ROGER (US)；哈瑟維萊恩 HATHAWAY, RYAN (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：19 項 圖式數：3 共 21 頁

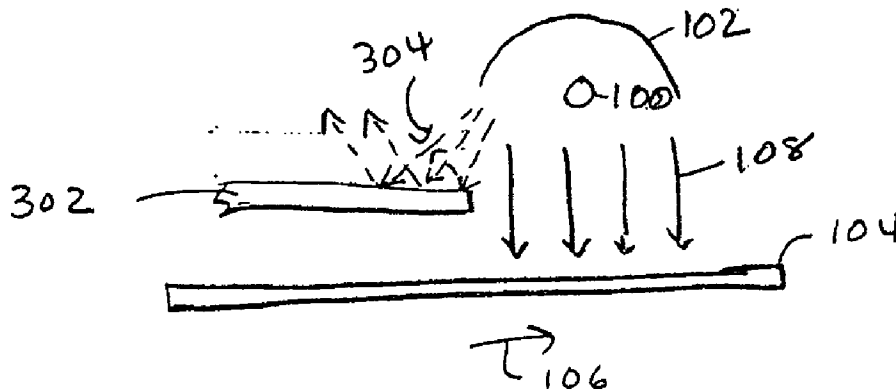
(54)名稱

於燒結期間減少漫射光

REDUCTION OF STRAY LIGHT DURING SINTERING

(57)摘要

一種傳導粒子燒結系統具有擋光塗層、孔洞或遮光板，以使來自一輻射源（例如一閃光燈）之能量抵達待燒結之一工作件之一所需部分，同時阻擋漫射光抵達其他工作件及/或正在處理之一工作件的其他部分，以防止漫射光使該等其他工作件及/或一工作件的其他部分產生部分燒結。



- 100：燈泡
- 102：反射器
- 104：工作件
- 106：方向
- 108：箭頭
- 302：遮罩
- 304：箭頭

六、發明說明：

【發明相互參照】

本申請案主張在 2010 年 7 月 21 日所申請之美國臨時申請案第 61/366,225 號的優先權，其內容以引用方式併入本文。

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於用於燒結尤其是燒結金屬粒子之系統和方法。

【先前技術】

在處理含有微細粒子之材料時，燒結是一種可加熱金屬粒子並使金屬粒子彼此黏結而形成一連續金屬膜之製程。燒結系統與方法需要高溫，在燒結一基材上之金屬時，高溫會破壞基材。奈米技術已經可以在比較大粒子低的溫度下，使形成於基材上之金屬油墨燒結。金屬具有一特定熔點，而奈米金屬（奈米尺寸之金屬粒子）會在一較低溫度下熔化。使用脈衝光及/或高強度連續光之燒結系統可利用比習知燒結系統所利用者更低之溫度而使奈米金屬彼此黏結於基材上。

燒結有廣泛的應用，例如可用於日漸彰顯的印刷電子學領域中。印刷電子學包含印刷電氣功能性元件，其包

含、但不限於：發光元件、電池、超級電容器、以及太陽能電池。印刷電子元件比用於生產這類元件之習知方法更不費成本且更有效率。

【發明內容】

一種燒結系統，包含一閃光燈系統，該閃光燈系統包含一燈泡以對一工作件提供能量，該燈泡具有介於 1 微秒至 100000 微秒之一脈衝週期且每一脈衝為 1 焦耳至 5000 焦耳，該脈衝週期係於 1/3 峰值下所測得，該閃光燈系統亦包含一擋光器，該擋光器位於該燈泡與該工作件之間以阻擋來自該燈泡之能量抵達該工作件之一第一部分，同時使來自該燈泡之能量可抵達該工作件之一第二部分。

一種閃光燈燒結系統，該閃光燈燒結系統包含一閃光燈系統，該閃光燈系統包含一閃光燈以提供至一工作件，該工作件具有一基材與一傳導油墨，該傳導油墨含金屬粒子，該能量大於足以燒結該傳導油墨以具有一所需傳導性之一第二臨界值，且低於一第三臨界值，其中高於該第三臨界值之能量會破壞該基材，該閃光燈系統亦包含一擋光器，該擋光器位於該燈泡與該工作件之間以阻擋來自該燈泡之大於一第一臨界值之能量抵達該工作件之一第一部分，使能量不會部分燒結該工作件，其中該第一臨界值係低於一第二臨界值，同時使來自該燈

泡之介於該第二臨界值與該第三臨界值之間之能量可抵達該工作件的一所需第二部分，以燒結該工作件中之該傳導油墨。

一種燒結工作件之方法，該等工作件具有含微細粒子之傳導油墨，該方法包含：沿著一傳送器移動一工作件至一區域，在該區域處該工作件的一所需部分係可暴露於能量中；利用一閃光燈對一所需區域施加足夠能量，以使該傳導油墨被燒結；以及阻擋能量至該工作件的其他部分，以防止部分燒結。

【實施方式】

可利用輻射能量來燒結傳導油墨（例如含有奈米金屬之傳導油墨），該輻射能量可包括脈衝光、高強度連續光、紫外光（UV）、輻射與熱能等之組合，例如可使用UV閃光燈，該UV閃光燈提供了UV輻射與熱能（也包含在可見光範圍與紅外光範圍中之能量）。當粒子被燒結時，粒子形成了一條連續傳導路徑，該路徑具有的傳導性比燒結之前的粒子高出許多。

在一片材或一移動網板（web）上操作時，可能會發生如本文所稱「帶狀（striping）」現象的相關問題。當朝向輻射源（例如一脈衝燈泡）之主要能量移動的基材在抵達燒結點之前就先暴露於漫射光，即會發生帶狀現象。漫射光會使傳導油墨僅產生部分燒結，並轉變為塊

材狀態 (bulk state)。在塊材狀態下，傳導油墨即不再為一奈米粒子，因而會在較高溫度下熔化，但材料仍未能充分燒結以具有所需傳導性。因此，當工作件的所需部分抵達燒結位置時，在較低溫度下之脈衝光及/或高強度連續光可能無法適當燒結金屬。該問題也會發生於當工作件彼此靠近（例如在一傳送器）、且一工作件在位於一適當燒結位置前就先暴露於漫射光/能量時。

帶狀現象會發生於各種奈米金屬，包含、但不限於銅、銀、金、鈮、錫、鎢、鈦、鉻、釩、鋁及其合金。在某些實施例中，所揭示之系統與方法可防止銅奈米金屬之部分燒結。在輻射能量等級低於一第一臨界值範圍下，將無燒結發生。高於該第一臨界值且低於一第二臨界值時，銅奈米粒子僅部分燒結、但未達到所需程度之傳導性；此材料的傳導性高於未燒結之奈米粒子的傳導性，但不如接收較佳範圍（高於該第二臨界範圍）之輻射能量等級之材料的傳導性高。當經部分燒結之材料第二次暴露於輻射能量等級（其強度應足以使未燒結之奈米粒子轉變為完全傳導狀態）時，先前部分燒結之奈米粒子的傳導性並不會提高。

第 1 圖與第 2 圖展示了這個現象。第 1 圖為一燈泡系統（例如一閃光燈系統）之表示圖，該燈泡系統具有一燈泡 100、反射器 102、與工作件 104，工作件 104 係於一傳送器上以方向 106 移動。工作件 104 可包含一基材，基材在頂部（未圖示）具有線跡，線跡是由含奈米粒子

(例如銅奈米粒子)之傳導油墨所組成。箭頭 108 所代表之能量係足以燒結傳導油墨，以得到所需之傳導性等級。虛線箭頭 110 之能量係足以部分燒結傳導油墨，但其結果是線跡無法具有所需的傳導性。因為行進方向 106 是往右邊，因此一般僅在左手側 112 可能有問題。在左邊部分抵達暴露於箭頭 108 所代表能量之部分的時間時，該部分可被部分燒結，此能量因而不足以完成燒結程序。

第 2 圖大體圖示了該問題。當能量低於一第一臨界值 $Th1$ 時，無燒結發生。當能量高於一第三臨界值 $Th3$ 時，至少就某些基材（例如紙、聚酯與其他）而言，基材會被破壞。當能量高於一第二臨界值 $Th2$ 、且低於臨界值 $Th3$ 時，能量係可使線跡的傳導性有效增加至一所需等級。當能量介於臨界值 $Th1$ 與 $Th2$ 之間時，僅會發生部分燒結，部分燒結會幫助防止完全有效燒結（至少在某些材料中），即使是傳導油墨暴露於高於 $Th2$ 之能量中。因此，希望是可以在 $Th2$ 與 $Th3$ 所界定的範圍中，如第 2 圖中斜線陰影部分所示。臨界值可依系統中與工作件的各種因素而定，例如欲燒結之材料種類、其幾何形狀、以及基材的本質。

本發明係關於用於減少燒結期間之漫射光的系統和方法，使得不希望的部分燒結可被減少或消除。本發明中的實施例係關於用於阻擋能量達一足夠程度的系統和方法，以避免工作件中或工作件區域中的奈米粒子在處於

一所需位置以接收燒結能量前之部分燒結。在一或多個實施例中，所揭示之擋光器可避免一「中間相」，在「中間相」中，奈米粒子在第一次暴露至光能量後僅部分燒結，但在第二次暴露至光能量並未具有增進之傳導性。

阻擋能量會具有某些缺點，缺點在於並非所有來自輻射源的能量都可以被利用。然而，已經發現利用本發明之擋光器係可產生完全燒結、具有足夠傳導性之奈米粒子。所揭示之系統與方法可避免「帶狀」現象與部分燒結的問題。

在燒結程序中，一電子材料（例如一導件）係加至一基材上。可係利用該領域中習知的一或多種技術將待燒結之材料加至該基材上，該等技術包含網印、噴墨印刷、凹版印刷、雷射印刷、噴墨印刷、乾式複印、移印、塗刷、浸蘸筆（dip-pen）、注射、噴刷、膠版印刷、蒸鍍、濺鍍等。各種基材都可用於所揭示之系統與方法；基材包含、但不限於低溫、低成本基材，例如紙與聚合物基材（諸如聚二甲基二烯丙基氯化銨(PDDA)、聚丙烯酸(PAA)、聚醯丙基胺鹽酸鹽(PAH)、聚苯乙烯磺酸、聚乙烯醇硫酸鉀鹽、苯乙烯磺酸鈉鹽水合物、磺酸化聚苯乙烯(PSS)、聚乙烯亞胺(PEI)、聚對苯二甲二乙酯(PET)、聚酯等)。

參照第 3 圖，在一態樣中，用於在燒結期間減少漫射光之系統與方法包含一或多個擋光器。在一或多個實施例中，擋光器係一平坦遮罩。第 3 圖具有與第 1 圖相同

的構件，但另加入一遮罩 302 以阻擋箭頭 304 所示之能量。遮罩 302 位於光源與基材的一部分之間，遮罩 302 阻擋漫射光照射前進的基材，但允許直接暴露（例如直接在箭頭 108 所示之光源下方），藉此減少或消除部分燒結，因而可發生完全燒結。如此處所示，遮罩可位於傳送器的進料側上、而不位於另一側上，或是遮罩可位於傳送器方向的兩側上以產生一孔洞。該孔洞可具有不同的形狀與尺寸，包含、但不限於大致為三角形、圓形、卵形、矩形等。遮罩需阻擋低於臨界值 Th_2 （第 2 圖）之能量，使此能量在工作件或工作件的部分暴露至超過 Th_2 之能量而發生所需燒結之前，不會抵達任何工作件或工作件的部分。

在某些實施例中，傳送帶系統會在燒結期間連續移動基材，因此在速度上一般係與燈泡的閃光頻率互相協調；在其他實施例中，傳送器係以步階方式移動。光源可移動，而一工作件或數個工作件為靜止。

在一實施例中，燒結系統包含一能量源、一基材、位於基材上之奈米材料、以及一或多個擋光器，其中擋光器係位於光源與基材之間，使得擋光器可阻擋充足量之光能量，以避免奈米材料的部分燒結。該奈米材料包含、但不限於銅、銀、金、鈮、錫、鎢、鈦、鉻、鈮、鋁、及其合金。

在一實施例中，擋光器係靠近接觸於光源（亦即靠近光源近側或與光源距離靠近）。在另一實施例中，擋光器

係靠近接觸於基材。在一或多個實施例中，擋光器係取向為垂直、水平、或呈傾斜方向。擋光器的鄰近係與系統的各種參數有關，包含實體孔洞尺寸與形狀、移動速度、輻射能量源的類型、以及材料的本質。在某些實施例中，能量源包括一脈衝式或閃光燈泡作為主要輻射能量源。

在一實施例中，擋光器係位於靠近基材近側、但不碰到基材材料。在一實施例中，擋光器位於從燈泡到工作件之間距離的至少 50% 處。在其他實施例中，遮罩係位於從燈泡到工作件之間距離的至少 60%、或 70%、或 80%、或 90%、或 95% 處。確定的距離可根據系統的一或多項參數而定，例如遮罩的幾何形狀、工作件的配置、傳送器的速度、以及能量等級。

在一或多個實施例中，一可移動遮光片係與基材對光源的暴露時序協同配合。在一或多個實施例中，基材觸發一偵測器，該偵測器帶動一擋光器（例如具有光遮蔽之形式）移動至一特定點，直到基材直接位於光源下方為止。

在另一態樣中，係使用一或多個反射器作為可進一步引導能量之遮罩。反射器包含、但不限於成像反射器。在某些實施例中，係移除反射器的一特定部分以減少傾斜光。在某些實施例中，反射器使光源發出的光朝向基材反射。反射器產生一孔洞，且使可施用至基材的引導能量達到最大。反射器的反射表面可形成為呈一預定角

度，以將來自光源的光引導至基材上待處理之一位置。可調整反射器在基材與光源之間的位置，使得來自反射表面之反射光的強度可被增加或減少。

在一實施例中，光源是以一向上方向發光。在另一實施例中，光源是以一向下方向發光。光源的發光方向可根據各種工作件的條件與位置而決定，條件包括基材與擋光器。

本文所述之系統與方法可單獨使用、或可彼此結合而使用，以於燒結期間減少漫射光。

燒結系統可包含一傳送器系統，基材則直接位於傳送器上方。舉例而言，傳送器可以每分鐘 2 英尺至每分鐘 1000 英尺之速度操作以移動基材。一傳送器控制模組可決定基板被移動的速度。舉例而言，傳送器系統可以一開始/停止動作操作以及一連續動作操作。傳送器的動作係與閃光動作協同配合，以確保工作件可得到燒結所需的足量能量。工作件可包含較大的工作件，因此能量係可一次提供至工作件的一部分、然後提供至另一部分。或是，例如在一傳送器上可存在連續的不同片件。遮罩可使工作件被放置地更靠近彼此，使得對其中一個（或一組）工作件之燒結不會使其他工作件部分燒結。

系統可包含一接觸屏蔽，該接觸屏蔽係附設至先與燈泡接觸的遮罩側部。系統可包含一準直裝置，以窄化光束且/或使光束對齊於一特定方向。

在另一態樣中，在將電子材料加至基材上之後、但在

具有電子材料的基材抵達一光燒結站之前，先對基材塗佈一溶液，該溶液可減少或消除漫射光之部分燒結，但可允許經過引導的光（例如在燈泡下方的光）之燒結，此作為以一角度入射之能量之擋光器。在一或多個實施例中，藉由經引導之光的力量及/或以後續程序進行「洗除（wash away）」，即可於燒結期間使塗層稍後被移除。

脈衝燈泡操作參數的示例範圍包含以下：

1. 脈衝週期：於 1/3 峰值下所測得為 1 微秒至 100000 微秒。
2. 每一脈衝之能量：1 焦耳至 5000 焦耳。
3. 脈衝速率：每秒單一脈衝至每秒 1000 個脈衝。
4. 脈衝模式：單一脈衝、脈衝串（burst）、或連續脈波。
5. 燈泡配置（形狀）：線形、螺旋形、或 U 字形。
6. 光譜輸出：180 奈米至 1000 奈米。
7. 燈泡冷卻：空氣冷卻、強制氣冷或水冷。
8. 波長選擇（在燈泡外部）：無、或紅外線（IR）濾光器。
9. 均勻度範圍： $\pm 0.1\%$ 至 $\pm 25\%$ （中央至邊緣）。
10. 燈泡外殼窗部：無、派熱司玻璃（pyrex）、石英、透明石英（suprasil）、或藍寶石。
11. 底部與頂部順序安排：介於從 0% 至 100% 頂燈至 0% 至 100% 底燈之間的任何組合。

基於本發明之上述實施例，應明顯可進行修飾，而不

背離本發明之範疇。該系統可結合其他濾光器而使用。

【圖式簡單說明】

特定實施例的特徵與優點係說明於如附圖式中。

第 1 圖為系統與方法之示意圖，其說明帶狀問題 (striping issue)。

第 2 圖為不同能量等級對於一傳導油墨之影響的圖表說明。

第 3 圖為利用遮罩以於燒結中減少漫射光之系統與方法的示意圖。

【元件簡單符號說明】

- 100 燈泡
- 102 反射器
- 104 工作件
- 106 方向
- 108 箭頭
- 110 箭頭
- 112 左手側
- 302 遮罩
- 304 箭頭

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※申請案號：100125843

※申請日期：100年7月21日

※IPC分類：B22F3/05 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

於燒結期間減少漫射光

REDUCTION OF STRAY LIGHT DURING SINTERING

二、中文發明摘要：

一種傳導粒子燒結系統具有擋光塗層、孔洞或遮光板，以使來自一輻射源（例如一閃光燈）之能量抵達待燒結之一工作件的一所需部分，同時阻擋漫射光抵達其他工作件及/或正在處理之一工作件的其他部分，以防止漫射光使該等其他工作件及/或一工作件的其他部分產生部分燒結。

三、英文發明摘要：

A conductive particle sintering system has light blocking coating, aperture, or shutter to allow energy from a radiant source, such as a flash lamp, to reach a desired portion of a workpiece to be sintered, while blocking stray light from reaching other workpieces and/or other portions of a workpiece being processed to prevent stray light from partially sintering the other workpieces and/or other portions of a workpiece.

七、申請專利範圍：

1. 一種燒結系統，該燒結系統包含：

一閃光燈系統，該閃光燈系統包含一燈泡以對一工作件提供能量，該燈泡具有介於 1 微秒至 100000 微秒之一脈衝週期且每一脈衝為 1 焦耳至 5000 焦耳，該脈衝週期係於 1/3 峰值下所測得，該閃光燈系統亦包含一擋光器，該擋光器位於該燈泡與該工作件之間以阻擋來自該燈泡之能量抵達該工作件之一第一部分，同時使來自該燈泡之能量可抵達該工作件之一第二部分。

2. 如請求項 1 之系統，結合該工作件，其中該工作件包含一基材，該基材具有在該基材上有金屬奈米材料之一傳導油墨。

3. 如請求項 2 之系統，其中該擋光器阻擋一足夠量之能量，以避免該奈米材料之部分燒結。

4. 如請求項 3 之系統，其中該奈米材料包含銅奈米粒子。

5. 如請求項 1 之系統，其中該燈系統進一步包含一傳送器以固定工作件，該傳送器可於一行進方向中移動，該行進方向係與能量從該燈泡被施加至工作件的方向實質垂直，該遮罩阻擋在該傳送器的進料側上的該工作件之一部分的能量。

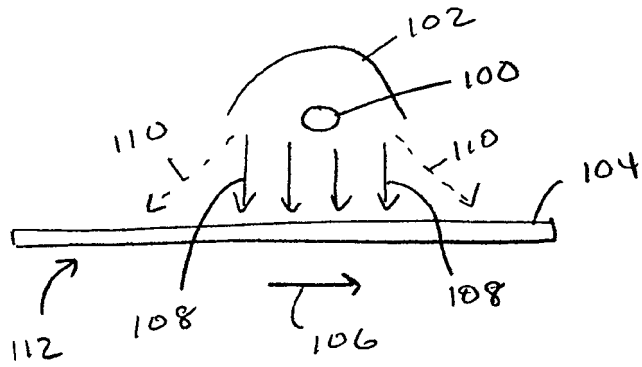
6. 如請求項 1 之系統，其中該閃光燈包含一紫外光(UV)燈泡。
7. 如請求項 1 之系統，其中該燈泡包含一閃光燈，且其中該擋光器包含一遮罩，該遮罩具有一孔洞。
8. 如請求項 1 之系統，其中該擋光器包含一遮罩，該遮罩防止低於一臨界值之能量抵達該工作件的該第一部分，同時使高於一臨界值之能量抵達該工作件的該第二部分。
9. 如請求項 2 之系統，其中該工作件係足夠大，使得該燈泡可一次燒結一部分。
10. 如請求項 2 之系統，其中該工作件包含分散的單元，該等單元係排列為使得其中一或多個可暴露於來自該燈泡之能量，而一或多個其他片件係定位為可使該能量被阻擋於該一或多個其他片件外。
11. 如請求項 1 之系統，其中該擋光器包含一遮光片。
12. 一種閃光燈燒結系統，該閃光燈燒結系統包含一閃光燈系統，該閃光燈系統包含一閃光燈以提供至一工作件，該工作件具有一基材與一傳導油墨，該傳導油墨含金屬粒子，該能量大於足以燒結該傳導油墨以具有一所需傳導性之一第二臨界值，且低於一第三臨界值，其中高於該第三臨界值之能量會破壞該基材，該

- 閃光燈系統亦包含一擋光器，該擋光器位於該燈泡與該工作件之間以阻擋來自該燈泡之大於一第一臨界值之能量抵達該工作件的一第一部分，使能量不會部分燒結該工作件，其中該第一臨界值係低於一第二臨界值，同時使來自該燈泡之介於該第二臨界值與該第三臨界值之間之能量可抵達該工作件的一所需第二部分，以燒結該工作件中之該傳導油墨。
- 13.如請求項 12 之系統，其中至該第二部分之該能量係足以燒結含奈米粒子之一傳導油墨。
- 14.如請求項 12 之系統，其中至該第二部分之該能量係足以燒結含銅奈米粒子之一傳導油墨。
- 15.如請求項 12 之系統，其中該系統包含一傳送器以固持工作件，該傳送器可於一行進方向中移動，該行進方向係與能量從該燈泡被施加至工作件的方向實質垂直，該擋光器係阻擋在該傳送器的進料側上的該工作件之一部分的能量。
- 16.如請求項 12 之系統，其中該閃光燈提供之能量脈衝具有介於 1 微秒至 100000 微秒之一脈衝週期，該脈衝週期係於 1/3 峰值下所測得，且每一脈衝為 1 焦耳至 5000 焦耳。
- 17.一種燒結工作件之方法，該等工作件具有含微細粒子之傳導油墨，該方法包含以下步驟：沿著一傳送器移

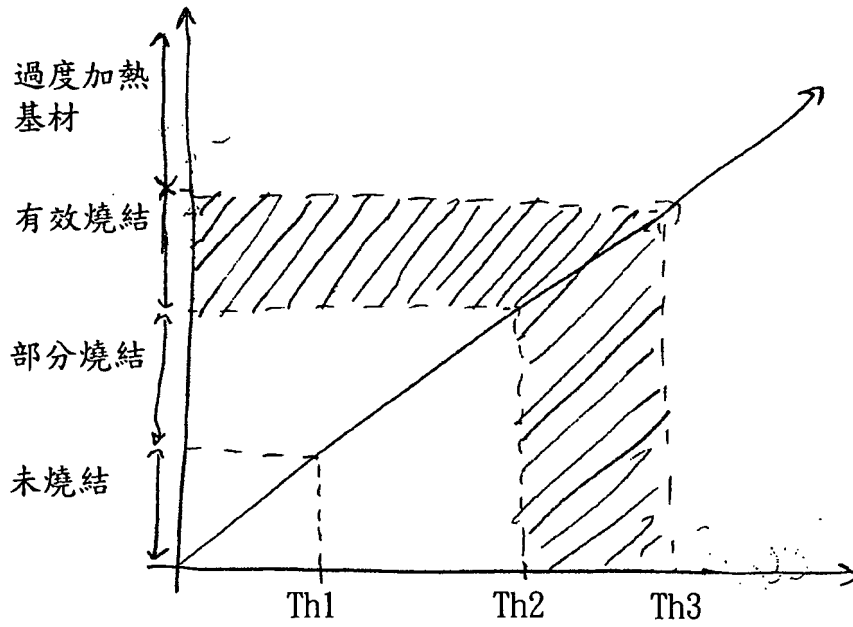
動一工作件至一區域，在該區域處該工作件的一所需部分係可暴露於能量中；利用一閃光燈對一所需區域施加足夠能量，以使該傳導油墨被燒結；以及阻擋能量至該工作件的其他部分，以防止部分燒結。

18.如請求項 17 之方法，該方法包含以下步驟：沿一傳送器提供引入一工作件以固持工作件，該傳送器可於一行進方向中移動，該行進方向係與能量從該燈泡被施加至工作件的方向實質垂直，其中該阻擋步驟包含以下步驟：阻擋在該傳送器的進料側上的該工作件之一部分的能量。

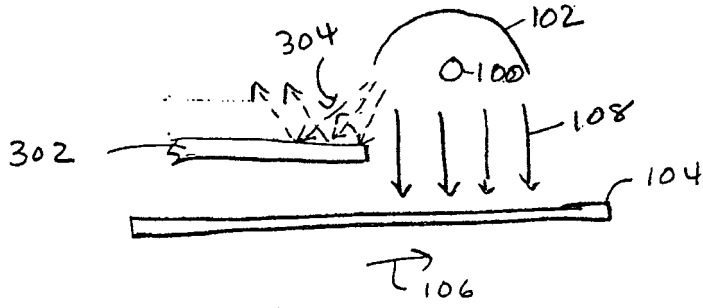
19.如請求項 17 之方法，其中該燒結步驟包含以下步驟：燒結具有一傳導油墨之一基材，該傳導油墨含有金屬粒子。



第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 3 圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 100 燈泡
- 102 反射器
- 104 工作件
- 106 方向
- 108 箭頭
- 302 遮罩
- 304 箭頭

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無