



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I736522 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：104122368

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 09 日

(51)Int. Cl. : **B33Y30/00 (2015.01)****B33Y10/00 (2015.01)****B33Y40/00 (2020.01)**

(30)優先權：2014/07/09 美國

62/022,428

2015/06/23 美國

62/183,522

(71)申請人：美商應用材料股份有限公司(美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)

美國

(72)發明人：羅蘭德克里斯托弗 A ROWLAND, CHRISTOPHER A. (US)；沙布藍尼安納薩 K SUBRAMANI, ANANTHA K. (US)；克利許南卡錫拉曼 KRISHNAN, KASIRAMAN (IN)；拉馬斯瓦米卡提克 RAMASWAMY, KARTIK (US)；伯瑞羅斯基湯瑪斯 B BREZOCZKY, THOMAS B. (US)；史林尼法森史瓦米奈森 SRINIVASAN, SWAMINATHAN (US)；孫語南 SUN, JENNIFER Y. (US)；亞維格賽蒙 YAVELBERG, SIMON (US)；奈馬尼史林尼法斯 D NEMANI, SRINIVAS D. (US)；帕遜邦德拉納格 B PATIBANDLA, NAG B. (US)；黃福 T NG, HOU T. (SG)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

CN 103842157A

CN 103917348A

EP 2391498B1

US 7658976B2

US 20040251581A1

WO 2012143923A2

WO 2014/144255A2

審查人員：陳暉文

申請專利範圍項數：45 項 圖式數：3 共 53 頁

(54)名稱

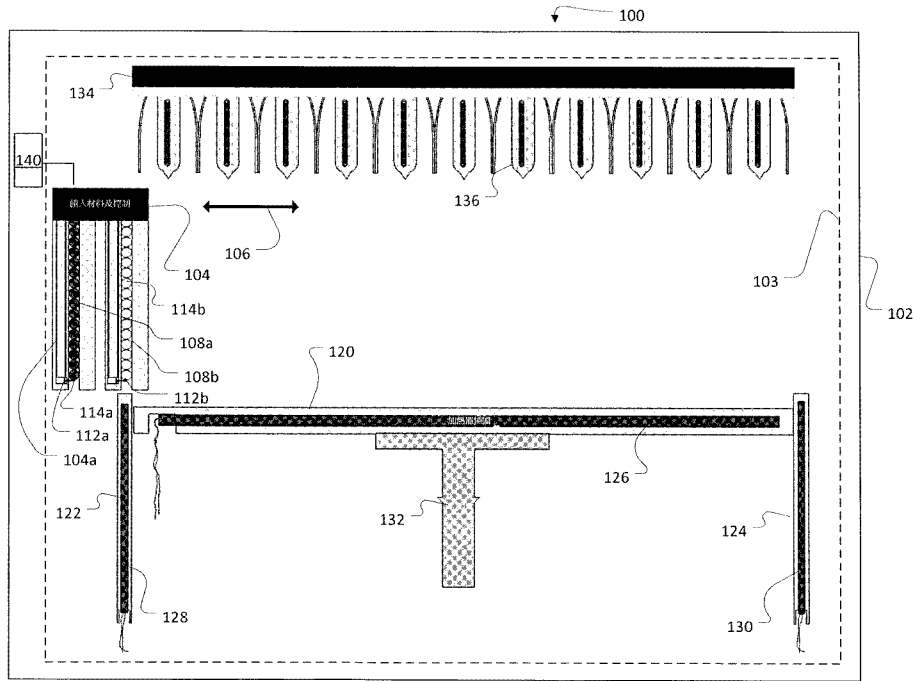
積層製造之方法與系統

(57)摘要

一種積層製造系統，該積層製造系統包括：平臺；饋入材料輸送系統，經配置以將饋入材料輸送至平臺上由電腦輔助設計程式所指定之位置；及熱源，經配置以跨整個層或跨平臺之寬度延伸的區域同時升高饋入材料之溫度並跨平臺之長度掃描該區域。熱源可為加熱燈陣列或電漿源。

An additive manufacturing system that includes a platen, a feed material delivery system configured to deliver feed material to a location on the platen specified by a computer aided design program and a heat source configured to raise a temperature of the feed material simultaneously across all of the layer or across a region that extends across a width of the platen and scans the region across a length of the platen. The heat source can be an array of heat lamps, or a plasma source.

指定代表圖：



第1A圖

符號簡單說明：

100:積層製造系統

102:外殼

103 . . . 腔室

104 . . . 分配器

104a . . . 第一分配器

106 . . . 箭頭/移動方向

108a . . . 第一儲集器

108b . . . 第二儲集器

112a . . . 第一閘

112b . . . 第二閘

114a . . . 第一饋入材料

114b . . . 第二饋入材料

120 . . . 平臺

122 . . . 側壁

124 . . . 側壁

126 . . . 嵌入式加熱器

128 . . . 加熱器

130 . . . 加熱器

132 . . . 活塞

134 . . . 熱源

136 . . . 加熱燈

140 . . . 控制器



I736522

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】積層製造之方法與系統

【英文發明名稱】METHOD AND SYSTEMS OF ADDITIVE

MANUFACTURING

【中文】

一種積層製造系統，該積層製造系統包括：平臺；饋入材料輸送系統，經配置以將饋入材料輸送至平臺上由電腦輔助設計程式所指定之的位置；及熱源，經配置以跨整個層或跨平臺之寬度延伸的區域同時升高饋入材料之溫度並跨平臺之長度掃描該區域。熱源可為加熱燈陣列或電漿源。

【英文】

An additive manufacturing system that includes a platen, a feed material delivery system configured to deliver feed material to a location on the platen specified by a computer aided design program and a heat source configured to raise a temperature of the feed material simultaneously across all of the layer or across a region that extends across a width of the platen and scans the region across a length of the platen. The heat source can be an array of heat lamps, or a plasma source.

【指定代表圖】第（ 1A ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 積層製造系統

1 0 2 外殼

- 1 0 3 腔室
- 1 0 4 分配器
 - 1 0 4 a 第一分配器
- 1 0 6 箭頭 / 移動方向
- 1 0 8 a 第一儲集器
- 1 0 8 b 第二儲集器
- 1 1 2 a 第一閘
- 1 1 2 b 第二閘
- 1 1 4 a 第一饋入材料
- 1 1 4 b 第二饋入材料
- 1 2 0 平臺
- 1 2 2 側壁
- 1 2 4 側壁
- 1 2 6 嵌入式加熱器
- 1 2 8 加熱器
- 1 3 0 加熱器
- 1 3 2 活塞
- 1 3 4 熱源
- 1 3 6 加熱燈
- 1 4 0 控制器

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】積層製造之方法與系統

【英文發明名稱】METHOD AND SYSTEMS OF ADDITIVE
MANUFACTURING

【技術領域】

【0001】本發明係關於積層製造，該積層製造亦稱為3D列印。

【先前技術】

【0002】積層製造 (additive manufacturing; AM) 亦稱為固體自由成型製造或3D列印，係指由原材料 (大體上為粉末、液體、懸浮液或已熔化固體) 以一系列二維層或橫截面構成三維物件的任何製造製程。相比之下，傳統加工技術涉及減層製程且生產從諸如一塊木材、塑膠或金屬之坯料上切割下來的物件。

【0003】各種積層製程可用於積層製造中。各種製程的不同之處在於沉積層來產生成品物件的方式及供每一製程使用之可相容的材料。一些方法熔化或軟化材料以產生層，例如選擇性雷射熔化 (selective laser melting; SLM) 或直接金屬雷射燒結 (direct metal laser sintering; DMLS)、選擇性雷射燒結 (selective laser sintering; SLS)、熔融沉積模型化 (fused deposition modeling; FDM)，而其他方法使用不同

技術來固化液體材料，例如立體微影術 (stereolithography; SLA)。

【0004】 燒結係一種熔融小顆粒（例如，粉末）以便使用原子擴散從更小顆粒（例如，粉末）產生物件之製程。燒結通常涉及加熱粉末。與熔化相比，用於燒結之粉末在燒結製程期間不必達到液相。當在燒結製程中將粉末材料加熱至熔點以下的溫度時，粉末顆粒中的原子跨顆粒之邊界擴散，使該等顆粒熔融在一起以形成固體片材。由於燒結溫度不必達到材料之熔點，燒結常用於具有高熔點的材料，諸如鎢及鉬。

【0005】 燒結及熔化皆可用於積層製造中。所使用之材料決定發生何種過程。非晶固體（諸如丙烯腈丁二烯苯乙烯 (acrylonitrile butadiene styrene; ABS)）實際上係一種超冷黏性液體，且實際上未熔化；因為熔化涉及自固態至液態的相變。因此，選擇性雷射燒結 (SLS) 係 ABS 的相關製程，而選擇性雷射熔化 (SLM) 係用於結晶及半結晶材料，諸如耐綸及金屬，該等材料具有分立的熔化/凍結溫度並在 SLM 製程期間經歷熔化。

【0006】 使用雷射射束作為能源用於燒結或熔化粉末材料的習知系統通常將雷射射束導引在粉末材料層中的選定點上，且選擇性光柵掃描雷射射束至跨該層的多個位置。一旦燒結或熔化第一層上的所有選定位置，即在已完成燒結或熔化的層頂部上沉積新的粉末材料層並逐層重複該製程直至產生所欲物件。由於成品物件之密度取決於

波峰雷射功率而並不取決於雷射照射之持續時間，因而習知系統通常使用脈衝雷射。

【0007】亦可將電子射束用作能源以在材料中引發燒結或熔化。再次，電子射束需為跨該層進行光柵掃描以完成特定層之處理。

【發明內容】

【0008】在一個態樣中，積層製造系統包括：平臺；饋入材料分配器設備，經配置以按電腦輔助設計程式所指定之圖案將第一饋入材料輸送至平臺上，以在平臺上形成饋入材料層；熱源，經配置以將熱同時施加至整個饋入材料層；及控制器，經配置以引發熱源將整個饋入材料層之溫度同時升高至足以引發第一饋入材料熔融的溫度。

【0009】在另一態樣中，積層製造系統包括：平臺；饋入材料分配器設備，經配置以按電腦輔助設計程式所指定之圖案將第一饋入材料輸送至平臺上，以在平臺上形成饋入材料層；熱源，經配置以將熱同時施加至跨平臺之寬度延伸的饋入材料層之區域並跨平臺之長度掃描該區域；及控制器，經配置以引發熱源將饋入材料層之區域之溫度同時升高至足以引發第一饋入材料熔融的溫度。

【0010】在另一態樣中，一種積層製造系統，該系統包括：平臺；饋入材料輸送系統，經配置以將饋入材料輸送至平臺上由電腦輔助設計程式所指定之位置；及熱源，經配置以同時升高平臺上的兩個或更多個位置處的饋入材料之溫度。

【0011】 在另一態樣中，積層製造之方法包括：在平臺上分配饋入材料層，該饋入材料層包括由第一饋入材料形成的第一複數個單元及由第二饋入材料形成的第二複數個單元。第一饋入材料具有第一燒結或熔化溫度且第二饋入材料具有不同的第二燒結或熔化溫度，且該方法包括將整個饋入材料層同時加熱至第一燒結或熔化溫度以上且在第二燒結或熔化溫度以下之溫度。

【0012】 在另一態樣中，積層製造之方法包括：在平臺上分配饋入材料層，該饋入材料層包括由第一饋入材料形成的第一複數個單元及由第二饋入材料形成的第二複數個單元。第一饋入材料具有第一燒結或熔化溫度且第二饋入材料具有不同的第二燒結或熔化溫度。該方法包括：將跨平臺之寬度延伸的饋入材料層之區域同時加熱至第一燒結或熔化溫度以上且在第二燒結或熔化溫度以下之溫度；及跨平臺之長度掃描該區域。

【0013】 在另一態樣中，積層製造系統包括：平臺；饋入材料分配器設備，經配置以按電腦輔助設計程式所指定之圖案將第一饋入材料輸送至平臺上，以在平臺上形成饋入材料層；及電漿源，經配置以在整個饋入材料層中同時產生電位，該電位足以引發饋入材料之熔融。

【0014】 在另一態樣中，積層製造系統包括：平臺；饋入材料分配器組件，經配置以按電腦可讀取媒體中所指定之圖案在平臺上輸送第一饋入材料，以在平臺上形成饋入材料層；熱源，經配置以將熱同時施加至整個饋入材料

層；及控制器，經配置以引發熱源將整個饋入材料層之溫度同時升高至足以引發第一饋入材料熔融的溫度。

【0015】 在另一態樣中，積層製造之方法包括：按電腦可讀取媒體中所指定之圖案在平臺上分配第一饋入材料層；及將整個饋入材料層同時加熱至第一饋入材料熔融所處的溫度以上。

【0016】 上述系統或者方法之實行方案可包括以下特徵中的一或更多者。

【0017】 熱源可包括加熱燈陣列，該加熱燈陣列經配置以同時加熱整個層。可在平臺上方直接安置加熱燈陣列。熱源可包括電漿源。電漿源可經配置以引發帶電粒子轟擊饋入材料層。電漿源可經配置以在饋入材料層之多個部分中同時產生電位，該電位足以引發第一饋入材料之熔融。系統可包括次要熱源，該次要熱源經配置以將饋入材料層升高至第一饋入材料熔融所處的溫度以下之溫度。次要熱源可包括嵌入平臺中的電阻加熱器。控制器可經配置以在次要熱源加熱饋入材料層之後引發熱源將熱同時施加至整個饋入材料層。

【0018】 饋入材料輸送系統可包括：第一分配器，經配置以分配第一饋入材料；及第二分配器，經配置以分配第二饋入材料，該饋入材料層包含第一材料及第二材料。第一饋入材料可在第一溫度處熔融且第二饋入材料可在第二溫度處熔融，該第二溫度比該第一溫度高。控制器可經配置以引發熱源將饋入材料層之溫度同時升高至第二溫

度以下之溫度。第一分配器及第二分配器可各自包括個別可控的閘 (gate)，且該閘可經配置以根據電腦可讀取媒體中所指定之圖案在平臺上的位置處釋放各別的第一饋入材料或第二饋入材料。閘可為壓電列印頭、氣動閥、微機電系統 (microelectromechanical system; MEMS) 閥、螺線管閥或電磁閥。系統可在平臺中包括第二熱源。控制器可經配置以引發第二熱源將平臺之基本溫度維持在比第一溫度及第二溫度兩者低的高溫處。

【0019】 可在與分配器相同的平臺側面上安置熱源且該熱源經配置以將輻射熱同時施加至整個層。可使熱源與平臺充分間隔以便分配器在熱源與平臺之間通過。熱源可包括加熱燈陣列，該加熱燈陣列經配置以同時加熱整個層。可在遠離分配器的平臺側面上安置熱源。可使熱源嵌入平臺中且該熱源經配置以將傳導熱施加至該層。

【0020】 饋入材料輸送系統可包括分配器線，該分配器線經配置以同時輸送饋入材料線。分配器線可經配置以跨平臺平移來輸送饋入材料層。饋入材料輸送系統可包括分配器二維陣列，該分配器二維陣列經配置以同時輸送整個層。活塞可經配置以垂直致動平臺。控制器可經配置以在已加熱饋入材料層之後且在饋入材料輸送系統於已加熱之饋入材料層上方輸送第二饋入材料層之前降低活塞。

【0021】 在另一態樣中，積層製造系統包括：平臺；饋入材料分配器設備，經配置以按電腦可讀取媒體中所指定之圖案在平臺上輸送第一饋入材料，以在平臺上形成饋入

材料層；熱源，經配置以將熱同時施加至跨平臺之寬度延伸的饋入材料層之區域並跨平臺之長度掃描該區域；及控制器，經配置以引發熱源將饋入材料層之區域之溫度同時升高至足以引發第一饋入材料熔融的溫度。

【0022】 在另一態樣中，積層製造之方法包括：按電腦可讀取媒體中所指定之圖案在平臺上分配饋入材料層；將跨平臺之寬度延伸的饋入材料層之區域同時加熱至第一燒結或熔化溫度以上且在第二燒結或熔化溫度以下之溫度；及跨平臺之長度掃描該區域。

【0023】 上述系統或者方法之實行方案可包括以下特徵中的一或更多者。

【0024】 區域可為實質線性的，且熱源可經配置以在垂直於區域之主軸的方向上掃描該區域。熱源可包括雷射器以產生雷射射束，且光學裝置可接收雷射射束並沿平臺之寬度放大雷射射束之橫截面。光學裝置可包括射束放大器及圓柱形透鏡。鏡面檢流計引發區域跨平臺之長度掃描。熱源可包括加熱燈線性陣列。可將致動器耦接至熱源或平臺中的至少一者以引發區域跨平臺之長度掃描。次要熱源可經配置以將饋入材料層升高至第一饋入材料熔融所處的溫度以下之溫度。次要熱源可包括嵌入平臺中的電阻加熱器。

【0025】 饋入材料輸送系統可包括：第一分配器，經配置以分配第一饋入材料；及第二分配器，經配置以分配第二饋入材料，使得該饋入材料層包括第一材料及第二材

料。第一饋入材料可在第一溫度處熔融且第二饋入材料可在第二溫度處熔融，該第二溫度比該第一溫度高。控制器可經配置以引發熱源將饋入材料層之溫度同時升高至第二溫度以下之溫度。可在平臺中安置第二熱源，且控制器可經配置以引發第二熱源將平臺之基本溫度維持在比第一溫度及第二溫度兩者低的高溫處。

【0026】 在另一態樣中，積層製造系統包括：平臺；饋入材料分配器設備，經配置以在平臺上輸送第一饋入材料；及電漿源，經配置以產生電漿來引發第一饋入材料之熔融。

【0027】 在另一態樣中，積層製造之方法包括：在平臺上分配第一饋入材料以形成饋入材料層；及產生電漿來引發第一饋入材料之熔融。

【0028】 上述系統或者方法之實行方案可包括以下特徵中的一或更多者。

【0029】 電漿源可包括兩個電極及一電源，該電源將射頻電壓供應至兩個電極中的至少一者。兩個電極中的第一電極可位於平臺中或平臺上。兩個電極中的第二電極可懸掛於平臺上方。電源可經配置以將具有第一頻率的射頻電壓供應至兩個電極中的一者，且將具有第二頻率的射頻電壓供應至兩個電極中的另一者，其中第一頻率與第二頻率不同。

【0030】 可在腔室（例如，真空腔室）中支撐平臺。氣體入口可經配置以將氣體引入到腔室中。氣體可經配置以

形成離子，且電源可經配置以一功率及頻率驅動電極，以使得引發離子嵌入層中。

【0031】 電漿源可經配置以產生跨平臺延伸的電漿，且將整個饋入材料層同時升高至足以引發第一饋入材料熔融的溫度。分配器可經配置以按電腦可讀取媒體中所指定之圖案輸送第一饋入材料。

【0032】 饋入材料輸送系統可包括：第一分配器，經配置以分配第一饋入材料；及第二分配器，經配置以分配第二饋入材料，使得該饋入材料層包括第一材料及第二材料。第一饋入材料可在第一溫度處熔融且第二饋入材料可在第二溫度處熔融，該第二溫度比該第一溫度高。電漿源可經配置以產生電漿，該電漿並未引發第二饋入材料之熔融。第二熱源可經配置以將饋入材料層升高至比第一溫度及第二溫度兩者低的高溫。

【0033】 在另一態樣中，積層製造系統包括：平臺；饋入材料分配器設備，以在平臺上分配饋入材料層；熱源；及控制器。饋入材料分配器設備包括：第一分配器，經配置以分配第一饋入材料；及第二分配器，經配置以分配第二饋入材料，以使得該饋入材料層包含第一饋入材料及第二饋入材料。第一饋入材料可在第一溫度處熔融且第二饋入材料可在較高的第二溫度處熔融。熱源可經配置以將饋入材料層加熱至足以引發第一饋入材料熔融但不足以引發第二饋入材料熔融的溫度。控制器可經配置以引發分配器按電腦可讀取媒體中所指定之圖案分配第一饋入材料。

【0034】 實行方案可包括以下特徵中的一或更多者。控制器可經配置以引發饋入材料分配器分配饋入材料層中的每一立體像素處所配置之第一饋入材料或者第二饋入材料中的一者。熱源可經配置以將整個饋入材料層同時加熱至該溫度。第一分配器及第二分配器可各自包括個別可控的閘，且該閘可經配置以根據電腦可讀取媒體中所指定之圖案在平臺上的位置處釋放各別的第一饋入材料或第二饋入材料。閘可包括元件，該元件選自由壓電列印頭、氣動閘、微機電系統(MEMS)閘、螺線管閘及電磁閘組成之群組。

【0035】 在另一態樣中，積層製造系統包括：平臺；饋入材料分配器設備，以在平臺上分配饋入材料層；熱源；及控制器。饋入材料分配器設備包括：第一分配器，經配置以分配第一饋入材料；及第二分配器，經配置以分配第二饋入材料，以使得該饋入材料層包含第一饋入材料及第二饋入材料。第一饋入材料可在第一溫度處熔融且第二饋入材料可在較高的第二溫度處熔融。熱源經配置以將熱同時施加至整個饋入材料層。控制器經配置以引發分配器按電腦可讀取媒體中所指定之圖案分配第一饋入材料，且引發熱源將整個饋入材料層之溫度同時升高至第一溫度以上且第二溫度以下之溫度。

【0036】 在另一態樣中，積層製造之方法包括：在平臺上分配饋入材料層，該饋入材料層包括由第一饋入材料形成的第一複數個單元及由第二饋入材料形成的第二複數

個單元，其中第一饋入材料在第一溫度處熔融且第二饋入材料在不同的第二溫度處熔融；及將整個饋入材料層同時加熱至第一溫度以上且在第二溫度以下之溫度。

【0037】 實行方案可提供以下優勢中的一或更多者。可降低材料所經歷之熱波動之次數及大小。所製造物件之材料特性可為更加空間均勻的。可縮短製造物件所需的時間。舉例而言，對於具有長度 L 的立方體，製造該立方體所需的時間可隨 L 或 L^2 而非 L^3 按比例變化。

【0038】 在隨附圖式及下文描述中闡述本發明之一或更多個實施例之細節。本發明之其他態樣、特徵及優勢將自描述及圖式以及自發明申請專利範圍顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0039】 第1A圖係積層製造系統之示意性視圖。

【0040】 第1B圖係在已製造數個材料層後的積層製造系統之示意性視圖。

【0041】 第2A圖係點分配器之示意性視圖。

【0042】 第2B圖係線分配器之示意性視圖。

【0043】 第2C圖係陣列分配器之示意性視圖。

【0044】 第2D圖係兩種不同操作模式下的貫穿矽通孔之示意圖。

【0045】 第3A圖係積層製造系統之示意性視圖。

【0046】 第3B圖係陰極上的顆粒之示意性視圖。

【0047】 第3C圖係驅動脈衝序列之示意性視圖。各個圖式中的相同元件符號指示相同元件。

【實施方式】

【0048】 隨著雷射射束在光柵掃描期間輸送能量至由脈衝雷射射束燒結或熔化之粉末材料層上的點附近的位置，彼點經歷一系列劇烈溫度波動。當在已完成層上沉積新的粉末材料層時，隨著脈衝雷射射束所沉積的熱自頂層傳導至已完成層，已完成層上的相同點經歷另一系列劇烈溫度波動。此類溫度波動可引發層中的特定點處超過 1500°C 之溫度變化，且取決於雷射射束之掃描速率，該等溫度波動可每2至3秒重複一次。

【0049】 由粉末材料之逐點燒結或熔化所引發的大溫度波動可在列印物件內產生熱應力。此外，諸如燒結材料之顆粒大小之材料特性可因成品物件中不同位置處的熱歷程之變化而變化。舉例而言，溫度的增加可引發燒結或熔化部分之局部區域再結晶，且形成與相鄰區域具有不同顆粒大小的區域。爲了在所製造物件中獲得的更多可重複材料特性，需要對顆粒大小的較好控制。

【0050】 使用點對點燒結或熔化技術製造物件所需的時間隨物件之線性尺寸的三次方按比例變化。舉例而言，對於具有長度 L 的立方體，製造該立方體所需的時間將隨 L^3 按比例變化。

【0051】 第1A圖圖示示例性積層製造系統100之示意圖。系統100包括外殼102且由該外殼圍束。外殼102可例如允許在外殼內側的腔室103中維持真空環境，但替代地腔室103之內部體積可爲實質純氣體或氣體混合物，例

如已過濾移除微粒之氣體或氣體混合物，或腔室可通氣至大氣。真空環境或經過濾氣體可在部件製造期間減少缺陷。對於一些實行方案，可將腔室103維持在正壓力（亦即，大氣壓力以上）。此可幫助防止外部大氣進入腔室103。

【0052】積層製造系統100包括安置於平臺120上方的材料分配器組件104。可藉由活塞132控制平臺120之垂直位置。在已分配及熔融每一粉末層之後，活塞132可將平臺120及平臺上的任何粉末層降低一個層的厚度，使得組件準備接收新的粉末層。

【0053】平臺120可足夠大以容納大尺度工業部件之製造。舉例而言，平臺120可為至少500 mm寬，例如500 mm × 500 mm正方形。舉例而言，平臺可為至少1公尺寬，例如1公尺正方形。

【0054】控制器140控制連接至分配器組件104的驅動系統（未圖示）（例如，線性致動器）。驅動系統經配置以使得在操作期間可平行於平臺120之頂表面（沿箭頭106所指示的方向）來回移動分配器組件。舉例而言，可在跨腔室103延伸之軌道上支撐分配器組件104。或者，可在固定位置中固持分配器組件104，同時藉由驅動系統移動平臺120。

【0055】在分配器組件104跨平臺掃描時，分配器組件104在平臺120上的適宜位置處沉積饋入材料。分配器組件104可儲存並分配兩種或更多種不同饋入材料。分配器

組件包括具有第一儲集器108a以貯存第一饋入材料114a的第一分配器104a，及具有第二儲集器108b以貯存第二饋入材料114b的第二分配器104b。分別藉由第一閘112a及第二閘112b控制第一饋入材料114a及第二饋入材料114b之釋放。獨立控制閘112a及112b，使得在平臺120上的特定位置處沉積兩種饋入材料中的一者。

【0056】 根據可在非暫時性電腦可讀取媒體中儲存之列印圖案，控制器140導引分配器組件104在平臺上的位置處沉積第一饋入材料114a或者第二饋入材料114b。舉例而言，可將列印圖案儲存為檔案，例如，儲存為電腦輔助設計(*computer aided design*; CAD)可相容檔案，隨後藉由與控制器140關聯的處理器讀取該檔案。隨後將電子控制訊號發送至閘112a及112b以當各別分配器104a及104b被平移至CAD可相容檔案所指定之位置時分配各別饋入材料。

【0057】 在一些實行方案中，每一分配器104a、104b包括複數個開口，可經由該等開口分配饋入材料。每一開口可具有獨立可控閘，使得可獨立控制經由每一開口的饋入材料之輸送。

【0058】 在一些實行方案中，複數個開口跨平臺之寬度延伸，例如在垂直於分配器104a、104b之行進方向106的方向上。在此情況中，在操作中，分配器104a、104b可在方向106上跨平臺120以單掃描方式掃描。在一些實行方案中，對於交替層，分配器104a、104b可在交替方

向上跨平臺120掃描，例如在方向106上執行第一次掃描及在相反方向上執行第二次掃描。

【0059】 或者，例如在複數個開口並未跨平臺之寬度延伸的情況下，分配系統104可經配置以使得分配器104a、104b在兩個方向上移動以跨平臺120掃描（例如，跨平臺120進行光柵掃描）來為層輸送材料。

【0060】 可藉由壓電列印頭及/或藉由氣動閥、微機電系統(MEMS)閥、螺線管閥或電磁閥中的一或更多者提供分配器104a、104b之間112a、112b，以控制饋入材料自每一分配器104a、104b之釋放。分配器104a、104b可在平臺120上的選定位置處沉積選定饋入材料。立體像素之空間解析度越高，立體像素之體積便越小，且因此每個立體像素所分配的饋入材料的量越少。

【0061】 饋入材料可為金屬或陶瓷顆粒之乾燥粉末，或液體懸浮液中的金屬或陶瓷粉末，或材料之漿料懸浮液。舉例而言，對於使用壓電列印頭的分配器，饋入材料將通常為液體懸浮液中的顆粒。舉例而言，分配器104a、104b中的一者或兩者可（例如，高蒸氣壓載體，例如異丙醇(Isopropyl Alcohol; IPA)、乙醇或N-甲基-2-吡咯啉酮(N-Methyl-2-pyrrolidone; NMP))輸送載體液中分配器之粉末以形成粉末材料層。可蒸發載體液，然後執行層的燒結步驟。或者，可採用乾式分配機構（例如，由超音波攪拌及加壓惰性氣體輔助的噴嘴陣列）分配第一顆粒。

【0062】 金屬顆粒之實例包括金屬、合金及金屬間合金。用於金屬顆粒的材料之實例包括鈦、不銹鋼、鎳、鈷、鉻、釩及該等金屬之各種合金或金屬間合金。陶瓷材料之實例包括金屬氧化物，諸如二氧化鈣、氧化鋁、二氧化矽、氮化鋁、氮化矽、碳化矽或該等材料之組合。

【0063】 視情況，系統100可包括壓縮及/或勻化機構以壓實及/或平滑化平臺120上所沉積之饋入材料層。舉例而言，系統可包括滾軸或刀刃，該滾軸或刀刃可藉由驅動系統（例如，線性致動器）平行於平臺表面移動。滾軸或刀刃相對於平臺120之高度經設置以壓實及/或平滑化最外部饋入材料層。滾軸可隨其跨平臺平移而旋轉。

【0064】 在製造期間，逐步沉積及燒結或熔化饋入材料層。舉例而言，如第1B圖所示，自分配器組件104分配第一饋入材料114a及第二饋入材料114b以形成接觸平臺120的第一層152。後續沉積之饋入材料層可形成額外層（例如，層154及156），在下層（例如，層154及152）上分別支撐該等額外層之各者。

【0065】 在每一層沉積後，例如藉由燒結或藉由熔化及再固化來處理最外層以引發該層中的至少一些熔融。

【0066】 第二饋入材料114b可具有比第一饋入材料114a更高的燒結點或熔點。舉例而言，第一饋入材料114a與第二饋入材料114b之間的熔點溫差可大於200°C。

【0067】 系統100包括熱源134，該熱源經配置以同時升高整個沉積層之溫度。在操作中，熱源134將整個最外層156之溫度升高至一溫度，該溫度處於第一饋入材料114a熔融的第一溫度以上，但處於第二饋入材料114b熔融的第二溫度以下。因此，第一饋入材料114a之沉積群集可熔化且因此熔融在一起以形成熔融材料160，而第二饋入材料114b保持鬆散（例如，粉末）形式。熱源134可為輻射加熱器。舉例而言，熱源134可為加熱燈136之二維陣列。

【0068】 在已藉由分配系統104沉積每一層之後，可觸發熱源134。與在物件中熔融材料所需時間隨 L^3 按比例變化的逐點光柵掃描相比，使用系統100在物件中熔融材料所需的時間隨物件之厚度 L （亦即，層數）按比例變化。此容許產量上的明顯增加，且可在較寬範圍之產品上或以較大尺寸實行經濟可行的積層製造。

【0069】 如第1A圖及第1B圖所示，熱源134可位於平臺「上方」，亦即，位於平臺120的沉積有饋入材料之相同側面上，並與平臺120充分間隔開，使得分配器104a、104b可在平臺120與熱源134之間通過。如第1A圖及第1B圖所示，在平臺120上方直接安置加熱燈136之陣列，且在平行於平臺120之表面的平面中排列加熱燈136，其中垂直於平臺表面定向個別燈。然而，加熱燈136可位於平臺上方，但部分或全部遠離平臺之橫向側面，其

中成角度定向該等燈以使得熱輻射在平臺上的饋入材料層上處於非零入射角。

【0070】 在一些實施例中，熱源134可位於平臺「下方」，亦即，位於平臺120的與沉積有饋入材料的表面相對之側面上。然而，在平臺上方具有熱源134係有利的，因為可將熱主要輸送至最外層（例如，層156），而不是將熱透射到平臺及下層152、154。

【0071】 可使用次要熱源來將一或多個饋入材料層之溫度升高至第一饋入材料熔融所處的溫度以下之溫度。大體而言，在熱源134之前，次要熱源施加熱至最外部饋入材料層156。舉例而言，例如在沉積層的同時，可連續操作次要熱源。舉例而言，可藉由嵌入式加熱器126將平臺120加熱至基本溫度，該基本溫度處於第一饋入材料及第二饋入材料兩者之熔點以下。作為另一實例，額外加熱燈可提供次要熱源。

【0072】 觸發熱源134以賦予足夠能量以燒結或熔化第一饋入材料而不燒結或熔化第二饋入材料。以此方式，熱源134可經配置以將較小溫度增量提供至沉積材料來選擇性熔化第一饋入材料。經由小溫差的過渡可使得能夠更加迅速地處理每一沉積饋入材料層。經由小溫差的過渡亦可減小熱應力且因此改良所製造物件之品質。舉例而言，平臺120之基本溫度可為約500-1700°C（例如，1500°C），且可觸發熱源134以賦予能量來引發約50°C之溫度增加。

【0073】舉例而言，考慮鈦的情況，其中鈦具有 1668°C 之熔點、 14.15 kJ/mol 之熔融熱量、 25.06 J/mol/K 之莫耳熱容及 4.506 g/cm^3 之密度。假定饋入材料為具有 10 微米之直徑的鈦球，則將一個鈦球升高 50°C 並熔化所需的能量為約 $0.7\text{ }\mu\text{J}$ 。假定每次使用加熱燈熔化具有單個球體之厚度的層時，使用該等加熱燈加熱平臺120上具有 10 cm 側邊之正方形區域1秒，假定來自加熱燈的所有能量被鈦球所吸收，則加熱燈陣列136可具有至少約 75 W 之功率額定值。換言之，上文並未考慮來自加熱燈的熱輻射之反射及散射。

【0074】相比之下，在未將平臺之基本溫度維持在第一饋入材料之熔點以下例如 50°C 的情況下，陣列134之功率額定值將必須為至少約 270 W 以將第一饋入材料之溫度自室溫升高至材料之熔點來熔化該材料。

【0075】或者，可使用熱源134將平臺120加熱至基本溫度，並可觸發嵌入式加熱器126賦予足夠能量以熔化第一饋入材料而不熔化第二饋入材料。然而，觸發熱源134係有利的，因為溫度方面的變化可主要發生在最外層（例如，層156），而不是必須擴散穿過平臺及下層152、154。

【0076】如第1B圖所示，平臺120可包括側壁122及124，每一側壁分別由加熱器128及130加熱。

【0077】在一些實行方案中，替代地可配置熱源134來升高跨平臺延伸的大體線性區域之溫度。可跨平臺例如

在垂直於線性區域之主軸的方向上（亦即，假定長度大於寬度，主軸為長度方向）線性掃描加熱區域。在此系統中，熔融物件中材料所需的時間隨 L^2 而非 L^3 按比例變化。熱源134可包括例如使用圓柱形透鏡適當成形以實現線形之雷射射束。當使用雷射射束線時，雷射射束將跨平臺掃描以覆蓋整個沉積饋入材料層。替代地或另外，熱源134可包括加熱燈線性陣列。

【0078】可藉由以下方式完成由熱源134加熱之線性區域跨最外部饋入材料層之相對運動：藉由保持平臺120固定，同時例如利用線性致動器移動熱源134；藉由保持熱源134靜止，同時例如利用線性致動器移動平臺120；或藉由例如由鏡面檢流計掃描熱源所產生之射束。

【0079】在操作中，在已沉積及熱處理每一層之後，將平臺120降低實質上等於層厚度的量。隨後，不需要在垂直方向上平移的分配器組件104跨平臺水平掃描以沉積新層，該新層覆蓋先前所沉積的層，且可隨後熱處理新層以熔融第一饋入材料。可重複此製程，直至製成完整三維物件。由第一饋入材料之熱處理所衍生之熔融材料160提供積層製造物件，且在形成物件之後可移除並清除鬆散的第二饋入材料114b。

【0080】如上文所指出，藉由分配器組件104以控制器140所控制的3D繪製電腦程式中儲存之圖案在每一層中沉積第一饋入材料114a及第二饋入材料114b。對於一些實施例，控制器140控制分配器組件104，使得藉由饋入

材料中的一者填充層中的每一立體像素（例如，不存在空的立體像素）。舉例而言，假定使用兩種饋入材料，則對於第一分配器 104 a 未輸送第一饋入材料 114 a 至其中的任何立體像素，第二分配器 104 b 將輸送第二饋入材料 114 b 至該立體像素中。此可確保後續分配層中的每一立體像素將藉由下層材料支撐。

【0081】 使用同時升高整個層之溫度的熱源（例如，加熱燈二維陣列）允許對饋入材料之層狀加熱，從而加速製造製程。另外，使整個饋入材料層同時曝露於來自加熱燈陣列的熱中，從而可對跨越層的熱歷程提供更好的控制。詳言之，可減少該層中的特定點所經歷之溫度波動次數。因此，可實現對熔融材料之顆粒大小的較好控制。

【0082】 如第 2 A 圖所示，可用於分配器 104 a 及 / 或 104 b 的分配器 204 可為單點分配器，且將跨平臺 210 之 x 軸及 y 軸平移該分配器以在平臺 210 上沉積完整的饋入材料層 206，該饋入材料可為饋入材料 114 a 及 / 或饋入材料 114 b。

【0083】 或者，如第 2 B 圖所示，可用於分配器 104 a 及 / 或 104 b 的分配器 214 可為跨平臺寬度延伸的線分配器。舉例而言，分配器 214 可包括個別可控開口（例如，噴嘴）之線性陣列。可僅沿一個維度平移分配器 214 以在平臺上沉積完整的饋入材料層。

【0084】 或者，如第 1 C 圖所示，可用於分配器 104 a 及 / 或 104 b 的分配器 224 包括個別可控開口（例如，噴嘴）

之二維陣列。舉例而言，分配器 224 可為大面積立體像素噴嘴列印 (large area voxel nozzle print; LAVoN)。LAVoN 224 允許同時沉積完整的二維饋入材料層。LAVoN 224 可為塊狀矽 226 中所形成之矽通孔 (through-silicon via; TSV) 228 之緻密柵格。可藉由壓電閘 230 控制每一 TSV 228，該壓電閘在施加適當電壓時關閉特定 TSV 228 之出口以使得饋入材料 206 被保持在 TSV 內。當對 TSV 228 施加不同電壓時，壓電閘 230 可打開特定 TSV 228 之出口，從而允許在平臺上沉積饋入材料。藉由控制訊號個別接取 LAVoN 224 中的 TSV 228 之各者，該等控制訊號由控制器基於定義所製造物件的 CAD 檔案產生。LAVoN 224 可僅用於沉積單個饋入材料。在此情況中，並未在所製造物件中的孔隙區域處或超出所製造物件的區域中沉積饋入材料。或者，LAVoN 224 之每一「像素」可由兩個 TSV 228 服務，每一 TSV 貯存兩種類型饋入材料中的一者。當開啓一種饋入材料的 TSV 228 時，關閉彼像素處的另一種饋入材料的 TSV 228。第 2B 圖至第 2D 圖所示之實施例將加速平臺上的饋入材料之沉積製程。

【0085】 作為對於第 1A 圖與第 1B 圖之實行方案所描述之輻射及 / 或傳導熱源之替代，或除了該輻射及 / 或傳導熱源之外，亦可使用基於電漿的系統以實現饋入材料之層狀熔融。如第 3A 圖所示，積層製造系統 300 類似於第 1A 圖及第 1B 圖之積層製造系統 100，但包括電漿產生系統

302，該電漿產生系統提供電漿源。積層製造系統300包括界定腔室103之腔室壁304。

【0086】電漿產生系統302包括電極310，亦即，第一電極。電極310可為平臺120上或中的導電層。此容許可垂直平移電極310，類似於第1A圖及第1B圖中的活塞132。電極310可充當陽極。

【0087】積層製造系統300亦包括反電極312（亦即，作為第二電極）。反電極312可充當陽極。儘管第3A圖將反電極312圖示為懸掛在腔室103中的板材，但反電極312可具有其他形狀或藉由腔室壁304之多個部分提供。

【0088】將電極310及/或反電極312之至少一者連接至RF電源，例如，RF電壓源。舉例而言，可將電極310連接至RF電源320且可將反電極連接至RF電源322。在一些實行方案中，將電極310或反電極312中的一者連接至RF電源，且將電極310或反電極312中的另一者接地或連接至阻抗匹配網路。

【0089】藉由施加適宜功率及頻率之RF訊號，在電極310與反電極312之間的放電空間342中形成電漿340。電漿係正粒子與負粒子之電中性介質（亦即，電漿之總電荷大致為零）。僅出於說明性目的，將電漿340描繪為橢圓形。大體而言，電漿填充電極310與反電極312之間的區域，從而排除陽極表面附近的「死區」。

【0090】視情況，系統300可包括磁體組件350，該磁體組件可產生例如50高斯至400高斯之磁場。磁體組件

350可包括平臺120中的永磁體，例如靠近平臺120之頂表面314安置的永磁體。或者，磁體組件可包括電磁體，例如關於真空腔室103之壁304之介電（例如，石英）部分之外表面捲繞的天線線圈。RF電流通過天線線圈。當利用所施加RF功率在諧振模式下操作時，天線線圈在腔室103內產生軸向磁場。磁場可吸持帶電粒子（例如，負粒子，諸如電子）做螺旋運動。

【0091】可在外殼102中圍束由腔室壁304所界定之腔室103。腔室壁304可例如允許在外殼102內的腔室103中維持真空環境。可藉由真空排氣口306將外殼102中的真空泵連接至腔室103以從腔室103內排出氣體。可經由氣體入口308將非反應性製程氣體（諸如氬氣及氮氣）引入到腔室103中。取決於製程，可將不同氣體引入到腔室103中。舉例而言，可引入氧氣以引發化學反應。

【0092】類似於第1A圖及第1B圖中所示，或在替代形式中如第2A圖至第2C圖中所示，分配器組件104可用於在平臺120上沉積饋入材料114a及114b。控制器140類似地控制連接至分配器組件104的驅動系統（未圖示），例如，線性致動器。驅動系統經配置以使得在操作期間分配器組件可平行於平臺120之頂表面來回移動。

【0093】第3B圖之左側圖示饋入材料114a之顆粒360之輪廓362（誇示，未按比例繪製）。顆粒360與電極310之頂表面314或平臺120上的先前沉積的導電下層點接觸。簡而言之，在「點接觸」下，由於顆粒之表面

粗糙度及 / 或彎曲度，僅顆粒之有限表面區域接觸頂表面 314。

【0094】 不受限於任何特定理論，在電極 310 上施加 RF 功率而產生電漿 340 之後，並未與頂表面 314 直接接觸的顆粒 360 中的部分可例如因電漿偏壓而經歷大電壓。饋入材料不必為非金屬或非導電的以因電漿偏壓而經歷大電壓。在金屬顆粒的情況中，導電率隨橫截面減小而減小。因此，點接觸基本上充當金屬顆粒的電阻器。

【0095】 再次不受限於任何特定理論，跨顆粒 360 與電極 310 或者下層導電層之間的縫隙 366 之局部電弧可引起熔融（例如，熔化或燒結）發生。大體而言，對於陰極與顆粒之間的給定電壓差，較大縫隙引發較小電弧量。儘管電弧 / 熔化經定位於未與陰極直接接觸的顆粒區域，但電弧所產生之熱足以熔融材料，例如藉由熔化整個顆粒 360 或顆粒 360 與相鄰顆粒之燒結熔融。

【0096】 大體而言，在第一饋入材料 114a 之顆粒中的一些（例如，全部）中存在充分彎曲度以便發生電弧。因此，不必定向顆粒來以特定方式在陰極上沉積。並未在該部分中熔融以待積層製造的第二饋入材料 114b 具有較高熔點，以使得電漿中的電弧不會導致第一饋入材料 114a 之熔化或熔融。舉例而言，第一饋入材料 114a 與第二饋入材料 114b 之間的熔點之溫差可大於 200 °C。

【0097】 第 3B 圖之右側圖示已藉由局部電弧熔融 / 熔化成熔融顆粒 361 之後的顆粒 360 之輪廓 363。在熔融之

後，將顆粒 361 與頂表面 314 之間的縫隙減小（例如，消除）至熔融顆粒 361 中不再發生局部電弧的程度。

【0098】 應理解，上述解釋並非限制性。饋入材料層之加熱可能部分或完全歸於自電漿的熱傳遞，例如，歸於動力學轟擊。

【0099】 如參看第 1A 圖及第 1B 圖所描述，分配器組件 104 根據列印圖案在平臺 120 上的位置處沉積第一饋入材料 114a 或者第二饋入材料 114b，該列印圖案可被儲存為電腦輔助設計 (CAD) 可相容檔案，隨後藉由與控制器 140 關聯的電腦讀取該檔案。

【0100】 儘管出於圖示目的第 3B 圖僅圖示電極 310 上的單個顆粒，但實際上在系統 300 中形成電漿 340 之前於平臺 120 上沉積整個饋入材料層。舉例而言，電漿形成可經定時為驅動脈衝 370，如第 3C 圖所示，施加該驅動脈衝以控制對電極 310 及 / 或反電極 330 之功率供應。

【0101】 在驅動脈衝 370 之接通狀態 372 期間，在電極與反電極 330 之間形成電漿 340，且在沉積第一饋入材料 114a 中發生局部熔融 / 融化。在驅動脈衝 370 之斷開狀態 374 期間，並未形成電漿 340 且可跨平臺 120 平移分配器組件 104 以沉積待由電漿 340 處理之新的饋入材料層。接通狀態與斷開狀態可持續例如 0.5 秒。

【0102】 類似於系統 100，系統 300 亦每次一個層地處理饋入材料 114a 及 114b，從而允許處理時間隨 L 按比例變化。當在已熔融 / 融化的饋入材料層頂部上沉積新的饋

入材料層時，發生在頂部饋入材料層上的局部電弧/熔化並未影響下層處理或熔融/熔化的饋入材料層。在已處理及熔融每一層之後，可降低平臺120以使得不必垂直平移分配器組件104。

【0103】 在真空環境下操作系統300可提供對於由系統300中所發生之製程形成之材料的品質控制。儘管如此，在一些實施例中，亦可在大氣壓力下產生電漿340。

【0104】 可將較高頻率（例如，大於50 MHz）驅動電壓施加至電極中的一者（陰極或者陽極），而可將較低頻率（例如，小於20 MHz）偏壓施加至另一電極。大體而言，較高頻率訊號產生電漿通量。較高頻率RF驅動電壓產生較高通量（亦即，電漿中更多離子及電子）。較低頻率RF偏壓控制電漿中的離子能量。在低的充足頻率（例如，2 MHz）下，偏移訊號可引發電漿中的離子具有充足能量來汽化沉積在基板（例如，矽晶圓）上的饋入材料（例如，鋁粉）。相比之下，在較高頻率偏移訊號（例如，13 MHz）下，可發生饋入材料之熔化。改變RF頻率及施加點將引發饋入材料之不同熔化效能。熔化效能可決定饋入材料之再結晶，從而可導致金屬內的不同應力及不同鬆弛行爲。

【0105】 使用電漿引發饋入材料層中之溫度躍變亦使得能夠容易控制饋入材料之層特徵。舉例而言，可藉由選擇性植入來自電漿的離子摻雜饋入材料層。摻雜濃度可逐

層變化。離子之植入可幫助釋放饋入材料層中的點應力。摻雜物之實例包括磷。

【0106】實際上，電漿可經偏壓以使得饋入材料之粉末顆粒與電極之間的縫隙引發粉末上發展出足夠大的電壓，從而引發饋入材料上的電子或離子轟擊。用於轟擊的電子或離子可來自電漿，且在饋入材料上施加DC或者AC偏壓時加速到達饋入材料。可使用轟擊處理層，以蝕刻材料、化學改變（例如，在反應性離子蝕刻中）饋入材料、摻雜饋入材料（例如，添加氮化物層）或用於表面處理。

【0107】參看第1A圖或者第3A圖，將系統100或300之控制器140連接至系統之各自元件（例如，致動器、閥及電壓源）以產生訊號至彼等元件且協調操作，並引發系統實施上文所描述之各種功能操作或步驟序列。可在數位電子電路系統或在電腦軟體、韌體或硬體中實施控制器。舉例而言，控制器可包括處理器以執行儲存於電腦程式產品（例如，在非暫時性機器可讀取儲存媒體中）中的電腦程式。可以包括編譯語言或解譯語言的任何形式之程式設計語言寫入此電腦程式（亦稱為程式、軟體、軟體應用程式或程式碼），並且可以包括作為獨立程式或作為模組、元件、次常式或適用於計算環境中的其他單元的任何形式佈署此電腦程式。

【0108】如上文所指出，控制器140可包括非暫時性電腦可讀取媒體以儲存資料物件（例如，電腦輔助設計（CAD）可相容檔案），該資料物件識別應對每一層沉積

饋入材料的圖案。舉例而言，資料物件可為STL格式檔案、3D製造格式(3D Manufacturing Format; 3MF)檔案或積層製造檔案格式(Additive Manufacturing File Format; AMF)檔案。舉例而言，控制器可自遠端電腦接收資料物件。控制器140中的處理器(例如，藉由韌體或軟體控制)可解譯自電腦接收的資料物件以產生控制系統元件所需的訊號集來為每一層列印指定圖案。

【0109】 金屬及陶瓷之積層製造的處理條件與塑膠明顯不同。舉例而言，大體而言，金屬及陶瓷需要明顯較高的處理溫度。舉例而言，金屬需要在大約400°C或更高的溫度下處理，例如鋁為700°C。另外，金屬處理應發生在真空環境中，例如以防止氧化。因此，塑膠之3D列印技術可不適用於金屬或陶瓷處理且設備可並不等效。另外，大尺度工業部件之製造條件可明顯更加嚴格。

【0110】 然而，此處所描述之一些技術可適用於塑膠粉末。塑膠粉末之實例包括耐綸、丙烯腈丁二烯苯乙烯(ABS)、聚胺基甲酸酯、丙烯酸酯、環氧化物、聚醯醯亞胺、聚醯醯酮(polyetheretherketone; PEEK)、聚醯醯酮酮(polyetherketoneketone; PEKK)、聚苯乙烯或聚醯胺。

【0111】 亦可在單個實施例之組合中實施獨立實施例之上下文中所描述之某些特徵，且反之，亦可單獨實施單個實施例之上下文中所描述之各自特徵而無彼實施例之其他特徵。

【0112】舉例而言，儘管上文描述已聚焦於具有不同溫度的多重饋入材料之使用，但即使正在每一層中僅使用單一饋入材料，仍可施加由輻射熱或電漿升高整個層之溫度或升高跨平臺掃描的線性區域之溫度的技術。在此情況中，僅需要單個分配器組件。另外，控制器可引發分配器組件104將單一饋入材料輸送至平臺120上的所欲立體像素。正經製造之物件可受到某些限制，例如新層中的饋入材料之每一立體像素將僅在輸送材料之下層中的立體像素上沉積。

【0113】作為另一實例，儘管上文描述已集中於升高整個層之溫度或升高跨平臺掃描的線性區域之溫度，但可與跨材料層掃描的熱源一起使用分配多重饋入材料之技術以在逐個立體像素基底上可控地施加熱。舉例而言，熱源可為產生雷射射束的雷射器，該雷射射束跨平臺掃描且具有經調變以控制熔融哪些立體像素的強度。可藉由以下方式提供由熱源加熱之區域的相對運動：藉由保持平臺120固定，同時例如利用一對線性致動器移動熱源134；藉由保持熱源134靜止，同時例如利用一對線性致動器移動平臺120；或藉由例如由鏡面檢流計掃描熱源所產生之射束。

【0114】作為另一實例，儘管上文描述已集中於將電漿應用至整個饋入材料層，但可在比饋入材料層更小的區域內產生電漿。舉例而言，產生電漿的區域可經定大小以控制饋入材料層之區域（例如，單個立體像素）、未跨越

平臺的多重立體像素之區域或跨越平臺之寬度的伸長區域之熔融。可跨平臺掃描此區域。可藉由電極之適宜配置控制受電漿影響的區域，例如可在平臺附近置放適宜尺寸之反電極來控制。在逐立體像素控制係可能的情況下，可在平臺上分配單一饋入材料之連續層，且可使用電漿決定是否熔融特定立體像素。可藉由以下方式提供產生電漿之體積的相對運動：藉由保持平臺120固定，同時例如利用一對線性致動器移動反電極；或藉由保持反電極靜止，同時例如利用一對線性致動器移動平臺120。

【0115】作為另一實例，上文已描述輻射熱源134（例如，加熱燈135之陣列）及電漿產生系統302作為獨立實行方案中的一部分，一些實行方案可包括輻射熱源134及電漿產生系統302兩者。

【0116】已描述眾多實行方案。儘管如此，應理解，可實行各種修改。因此，其他實施例處於以下發明申請專利範圍之範疇內。

【符號說明】

【0117】

100 積層製造系統

102 外殼

103 腔室

104 分配器

104a 第一分配器

104b 第二分配器

1 0 6 箭頭 / 移動方向
1 0 8 a 第一儲集器
1 0 8 b 第二儲集器
1 1 2 a 第一閘
1 1 2 b 第二閘
1 1 4 a 第一饋入材料
1 1 4 b 第二饋入材料
1 2 0 平臺
1 2 2 側壁
1 2 4 側壁
1 2 6 嵌入式加熱器
1 2 8 加熱器
1 3 0 加熱器
1 3 2 活塞
1 3 4 熱源
1 3 6 加熱燈
1 4 0 控制器
1 5 2 層
1 5 4 層
1 5 6 層
1 6 0 熔融材料
2 0 4 分配器
2 0 6 饋入材料
2 1 0 平臺

- 2 1 4 分配器
- 2 2 6 塊狀矽
- 2 2 8 矽通孔
- 2 3 0 壓電閘
- 3 0 0 積層製造系統
- 3 0 2 電漿產生系統
- 3 0 4 腔室壁
- 3 0 6 真空排氣口
- 3 0 8 氣體入口
- 3 1 0 電極
- 3 1 2 反電極
- 3 1 4 頂表面
- 3 2 0 R F 電源
- 3 2 2 R F 電源
- 3 4 0 電漿
- 3 4 2 放電空間
- 3 5 0 磁體組件
- 3 6 0 顆粒
- 3 6 1 顆粒
- 3 6 2 輪廓
- 3 6 3 輪廓
- 3 6 6 縫隙
- 3 7 0 驅動脈衝
- 3 7 2 接通狀態

3 7 4 斷 開 狀 態

【生物材料寄存】

【 0 1 1 8 】 國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 1 1 9 】 國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種積層製造系統，包含：

一平臺；

一饋入材料分配器組件，經配置以按一電腦可讀取媒體中所指定之圖案在該平臺上輸送一第一饋入材料，以在該平臺上沉積複數個饋入材料層；

一熱源，經配置以將熱同時施加至整個最後沉積的饋入材料層；以及

一控制器，經配置以引發該熱源將整個最後沉積的饋入材料層之溫度同時升高，藉此在僅融化最後沉積的饋入材料層中之第一饋入材料的情況下，於沉積後續的層之前使最後沉積的饋入材料層中之第一饋入材料融合在一起。

【第2項】 如請求項1所述之積層製造系統，其中該熱源包含一加熱燈陣列，該加熱燈陣列經配置以同時加熱整個最後沉積的饋入材料層。

【第3項】 如請求項2所述之積層製造系統，其中在該平臺上方直接安置該加熱燈陣列。

【第4項】 如請求項1所述之積層製造系統，其中該熱源包含一電漿源。

【第5項】 如請求項4所述之積層製造系統，其中該電漿源經配置以引發帶電粒子轟擊最後沉積的饋入材料

層。

【第6項】如請求項4所述之積層製造系統，其中該電漿源經配置以在最後沉積的饋入材料層之部分中同時產生一電位，該電位足以引發該第一饋入材料之熔融。

【第7項】如請求項1所述之積層製造系統，包含一次要熱源，該次要熱源經配置以將最後沉積的饋入材料層升溫至該第一饋入材料熔融所處的溫度以下之一溫度。

【第8項】如請求項7所述之積層製造系統，其中該次要熱源包含嵌入該平臺中的一電阻加熱器。

【第9項】如請求項7所述之積層製造系統，其中該控制器經配置以在該次要熱源加熱最後沉積的饋入材料層之後引發該熱源將熱同時施加至整個最後沉積的饋入材料層。

【第10項】如請求項1所述之積層製造系統，其中該饋入材料分配器組件包含：一第一分配器，經配置以分配該第一饋入材料；及一第二分配器，經配置以分配一第二饋入材料，該等饋入材料層包含該第一饋入材料及該第二饋入材料。

【第11項】如請求項10所述之積層製造系統，其中該第一饋入材料在一第一溫度處熔融且該第二饋入材料在一第二溫度處熔融，該第一溫度比該第二溫度低。

- 【第12項】 如請求項11所述之積層製造系統，其中該控制器經配置以引發該熱源將最後沉積的饋入材料層之該溫度同時升高至該第二溫度以下之一溫度。
- 【第13項】 如請求項11所述之積層製造系統，進一步包含一第二熱源，該第二熱源位於該平臺中，且其中該控制器經配置以引發該第二熱源將該平臺之一基本溫度維持在比該第一溫度及該第二溫度兩者低的一高溫處。
- 【第14項】 如請求項10所述之積層製造系統，其中該第一分配器及該第二分配器各自包含個別可控的一閘，且該閘經配置以根據該電腦可讀取媒體中所指定之該圖案在該平臺上的位置處釋放各別的第一饋入材料或第二饋入材料。
- 【第15項】 如請求項14所述之積層製造系統，其中該閘包含一元件，該元件選自由一壓電列印頭、一氣動閥、一微機電系統(MEMS)閥、一螺線管閥及一電磁閥組成之群組。
- 【第16項】 如請求項1所述之積層製造系統，其中在該平臺與該分配器相同的一側面上安置該熱源，且該熱源經配置以將輻射熱同時施加至整個最後沉積的饋入材料層。
- 【第17項】 如請求項16所述之積層製造系統，其中使

該熱源與該平臺充分間隔以便該分配器在該熱源與該平臺之間通過。

【第18項】 如請求項16所述之積層製造系統，該熱源包含一加熱燈陣列，該加熱燈陣列經配置以同時加熱整個最後沉積的饋入材料層。

【第19項】 如請求項1所述之積層製造系統，其中在該平臺的遠離該分配器之一側面上安置該熱源。

【第20項】 如請求項19所述之積層製造系統，其中使該熱源嵌入該平臺中且該熱源經配置以將傳導熱施加至該層。

【第21項】 如請求項1所述之積層製造系統，其中該饋入材料輸送系統包含一分配器線，該分配器線經配置以同時輸送一饋入材料線，該分配器線經配置以跨該平臺平移來輸送一饋入材料層。

【第22項】 如請求項1所述之積層製造系統，其中該饋入材料輸送系統包含一分配器二維陣列，該分配器二維陣列經配置以同時沉積整個層。

【第23項】 如請求項1所述之積層製造系統，進一步包含一活塞，該活塞經配置以垂直致動該平臺，其中該控制器經配置以在加熱最後沉積的饋入材料層之後且在該饋入材料輸送系統於已加熱之最後沉積的饋入材料層上方沉積後續的饋入材料層之前降低該活塞。

【第24項】 一種積層製造之方法，該方法包含以下步驟：

按一電腦可讀取媒體中所指定之圖案在一平臺上沉積一第一饋入材料之複數個層；以及

將整個最後沉積的該第一饋入材料之層同時加熱，藉此在僅融化最後沉積的該第一饋入材料之層中之第一饋入材料的情況下，於沉積後續的層之前使最後沉積的該第一饋入材料之層中的第一饋入材料融合在一起。

【第25項】 一種積層製造系統，包含：

一平臺；

一饋入材料分配器設備，經配置以按一電腦可讀取媒體中所指定之圖案在該平臺上輸送一第一饋入材料，以在該平臺上沉積複數個饋入材料層；

一熱源，經配置以將熱同時施加至跨該平臺之一寬度延伸的最後沉積的饋入材料層之一區域並跨該平臺之一長度掃描該區域；以及

一控制器，經配置以引發該熱源將最後沉積的饋入材料層之該區域之溫度同時升高，藉此在僅融化最後沉積的饋入材料層中之第一饋入材料的情況下，於沉積後續的層之前使最後沉積的饋入材料層中的第一饋入材料融合在一起。

- 【第26項】 如請求項 25 所述之積層製造系統，其中該區域為實質線性的，且該熱源經配置以在垂直於該區域之一主軸的一方向上掃描該區域。
- 【第27項】 如請求項 26 所述之積層製造系統，其中該熱源包含一雷射器以產生一雷射射束，且該系統包含光學裝置，該等光學裝置接收該雷射射束並沿該平臺之該寬度放大該雷射射束之一橫截面。
- 【第28項】 如請求項 27 所述之積層製造系統，其中該等光學裝置包含一射束放大器及一圓柱形透鏡。
- 【第29項】 如請求項 27 所述之積層製造系統，包含一鏡面檢流計，以引發該區域跨該平臺之該長度的掃描。
- 【第30項】 如請求項 26 所述之積層製造系統，其中該熱源包含一加熱燈線性陣列。
- 【第31項】 如請求項 26 所述之積層製造系統，包含一致動器，該致動器經耦接至該熱源或平臺中的至少一者以引發該區域跨該平臺之該長度的掃描。
- 【第32項】 如請求項 25 所述之積層製造系統，包含一次要熱源，該次要熱源經配置以將最後沉積的饋入材料層升溫至該第一饋入材料熔融所處的溫度以下之一溫度。
- 【第33項】 如請求項 32 所述之積層製造系統，其中該次要熱源包含嵌入該平臺中的一電阻加熱器。

【第34項】 如請求項25所述之積層製造系統，其中該饋入材料輸送系統包含：一第一分配器，經配置以分配該第一饋入材料；及一第二分配器，經配置以分配一第二饋入材料，該等饋入材料層包含該第一材料及該第二材料。

【第35項】 如請求項34所述之積層製造系統，其中該第一饋入材料在一第一溫度處熔融且該第二饋入材料在一第二溫度處熔融，該第一溫度比該第二溫度低。

【第36項】 如請求項35所述之積層製造系統，其中該控制器經配置以引發該熱源將最後沉積的饋入材料層之該溫度同時升高至該第二溫度以下之一溫度。

【第37項】 如請求項36所述之積層製造系統，進一步包含一第二熱源，該第二熱源位於該平臺中，且其中該控制器經配置以引發該第二熱源將該平臺之一基本溫度維持在比該第一溫度及該第二溫度兩者低的一高溫處。

【第38項】 一種積層製造之方法，該方法包含以下步驟：

按一電腦可讀取媒體中所指定之圖案在一平臺上沉積複數個饋入材料層；

將跨該平臺之一寬度延伸的最後沉積的饋入材料層之一區域同時加熱至一第一燒結或熔化溫度以上且在

一 第二燒結或熔化溫度以下之溫度，藉此在僅融化最後沉積的饋入材料層中之第一饋入材料的情況下，於沉積後續的層之前使最後沉積的饋入材料層中的一第一饋入材料融合在一起；以及

跨該平臺之一長度掃描該區域。

【第39項】 一種積層製造系統，包含：

一 平臺；

一 饋入材料分配器設備，以在該平臺上沉積複數個饋入材料層，該饋入材料分配器設備包括：一第一分配器，經配置以沉積一第一饋入材料；及一第二分配器，經配置以沉積一第二饋入材料，以使得該等饋入材料層包含該第一饋入材料及該第二饋入材料，其中該第一饋入材料在一第一溫度處熔融且該第二饋入材料在一較高的第二溫度處熔融；

一 熱源，經配置以將整個最後沉積的饋入材料層同時加熱至足以引發該第一饋入材料熔融但不足以引發該第二饋入材料熔融的一溫度，藉此在僅融化最後沉積的饋入材料層中之第一饋入材料的情況下，於沉積後續的層之前使最後沉積的饋入材料層中的第一饋入材料融合在一起；以及

一 控制器，經配置以引發該分配器按一電腦可讀取媒體中所指定之圖案沉積該第一饋入材料。

【第40項】 如請求項39所述之積層製造系統，其中該控制器經配置以引發該饋入材料分配器沉積該等饋入材料層中的每一立體像素處所配置之該第一饋入材料或者該第二饋入材料中的一者。

【第41項】 如請求項39所述之積層製造系統，其中該熱源經配置以將整個最後沉積的饋入材料層同時加熱至該溫度。

【第42項】 如請求項39所述之積層製造系統，其中該第一分配器及該第二分配器各自包含個別可控的一閘，且該閘經配置以根據該電腦可讀取媒體中所指定之該圖案在該平臺上的位置處釋放各別的第一饋入材料或第二饋入材料。

【第43項】 如請求項40所述之積層製造系統，其中該閘包含一元件，該元件選自由一壓電列印頭、一氣動閥、一微機電系統(MEMS)閥、一螺線管閥及一電磁閥組成之群組。

【第44項】 一種積層製造系統，包含：

一平臺；

一饋入材料分配器設備，以在該平臺上沉積複數個饋入材料層，該饋入材料分配器設備包括：一第一分配器，經配置以沉積一第一饋入材料；及一第二分配器，經配置以沉積一第二饋入材料，以使得該等饋入

材料層包含該第一饋入材料及該第二饋入材料，其中該第一饋入材料在一第一溫度處熔融且該第二饋入材料在一較高的第二溫度處熔融；

一熱源，經配置以將熱同時施加至整個最後沉積的饋入材料層；以及

一控制器，經配置以引發該分配器按一電腦可讀取媒體中所指定之圖案沉積該第一饋入材料，且引發該熱源將整個最後沉積的饋入材料層之一溫度同時升高至該第一溫度以上且在該第二溫度以下之一溫度，藉此在僅融化最後沉積的饋入材料層中之第一饋入材料的情況下，於沉積後續的層之前使最後沉積的饋入材料層中的第一饋入材料融合在一起。

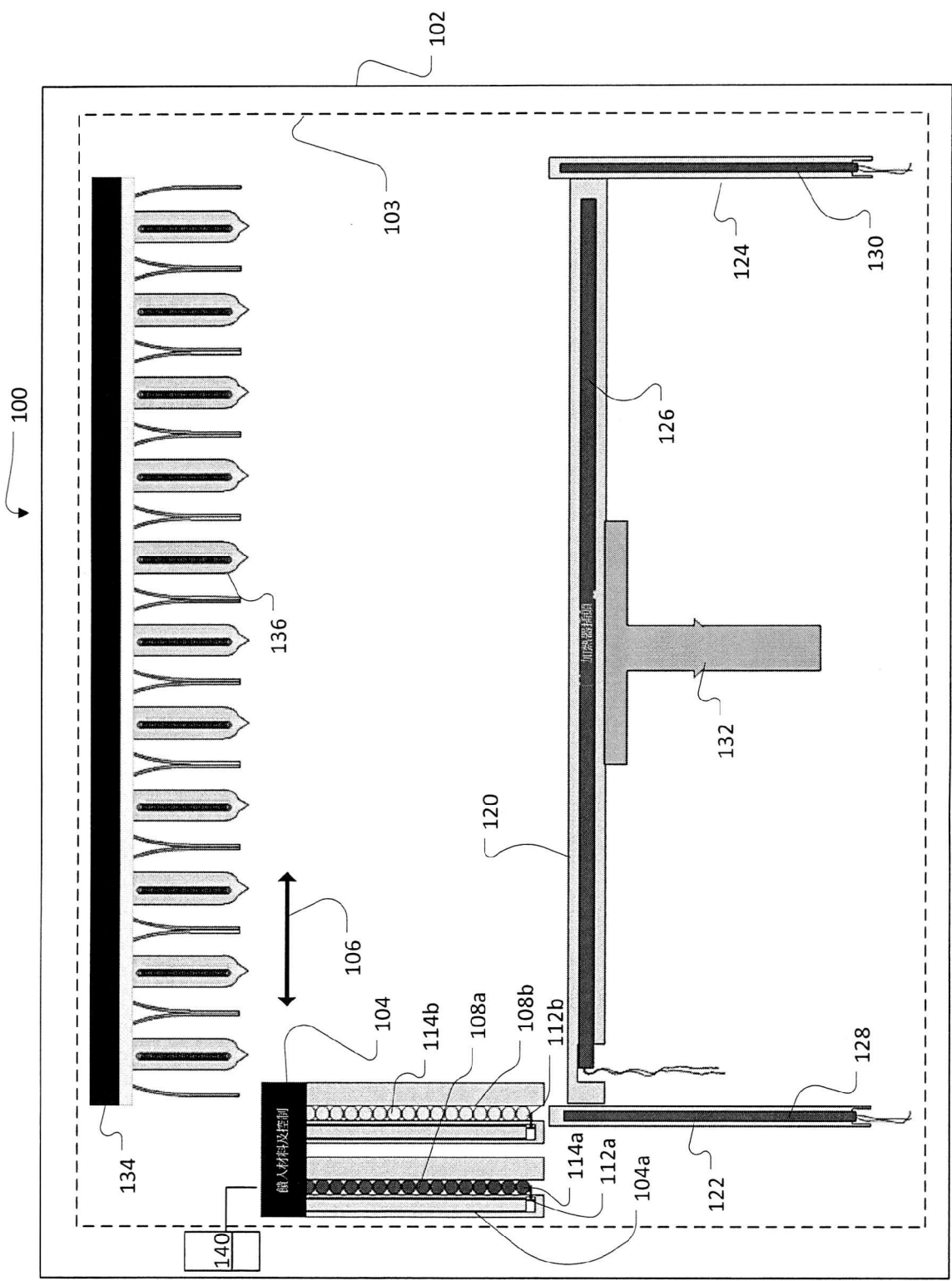
【第45項】 一種積層製造之方法，該方法包含以下步驟：

在一平臺上沉積複數個饋入材料層，該等饋入材料層包括由一第一饋入材料形成的一第一複數個單元及由一第二饋入材料形成的一第二複數個單元，其中該第一饋入材料在一第一溫度處熔融且該第二饋入材料在一不同的第二溫度處熔融；以及

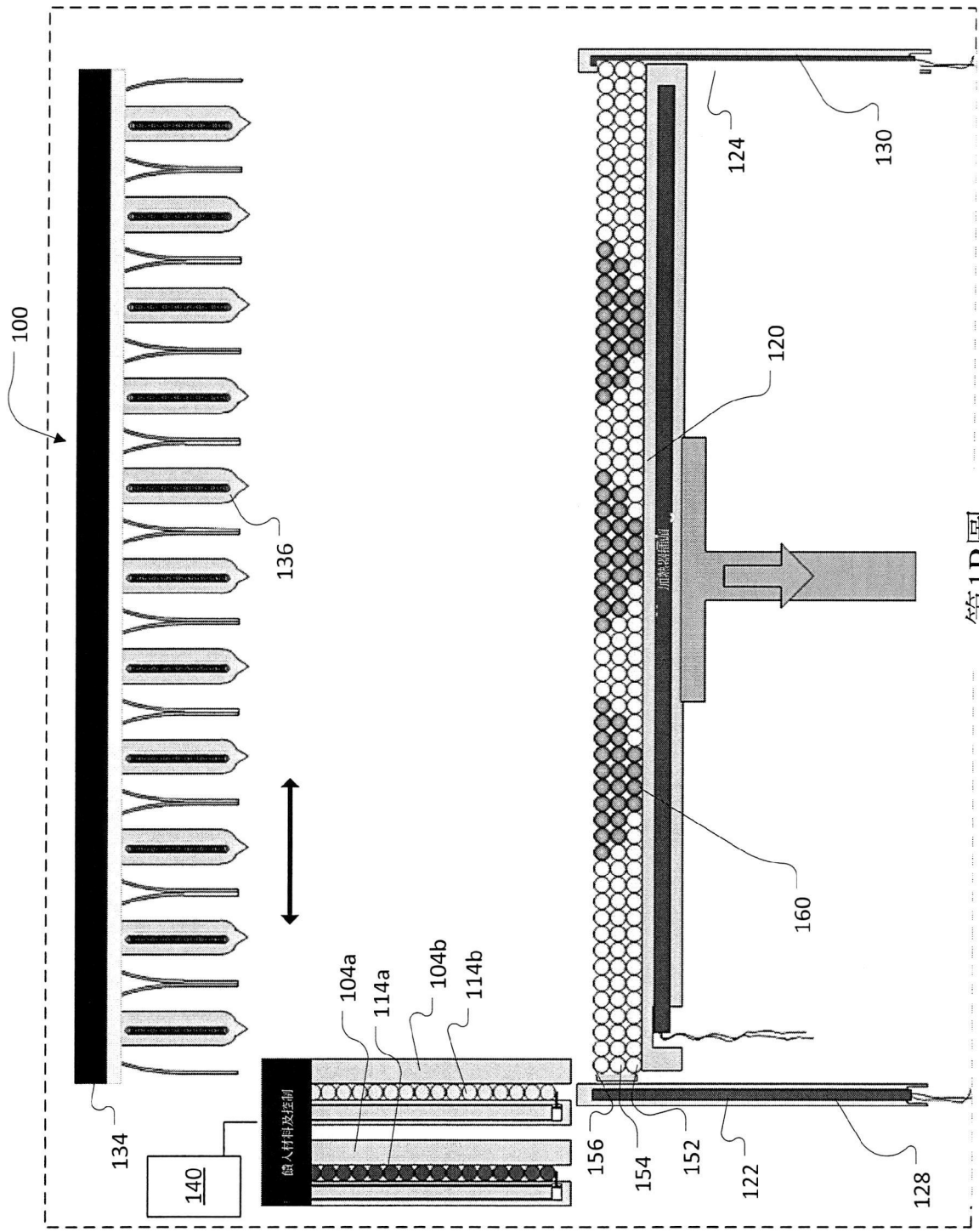
將整個最後沉積的饋入材料層同時加熱至該第一溫度以上且在該第二溫度以下之一溫度，藉此在僅融化最後沉積的饋入材料層中之第一饋入材料的情況下，

於沉積後續的層之前使最後沉積的饋入材料層中的第一饋入材料融合在一起。

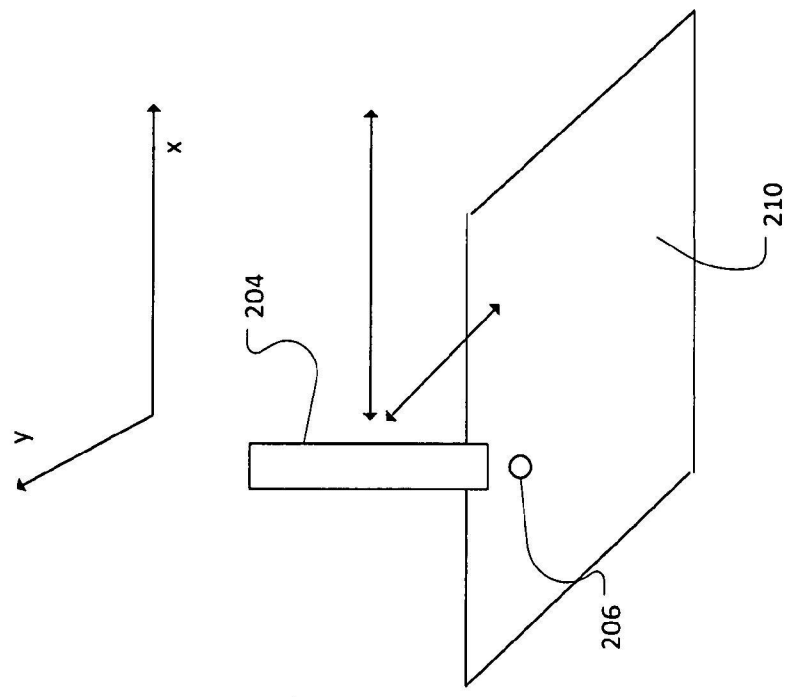
圖式



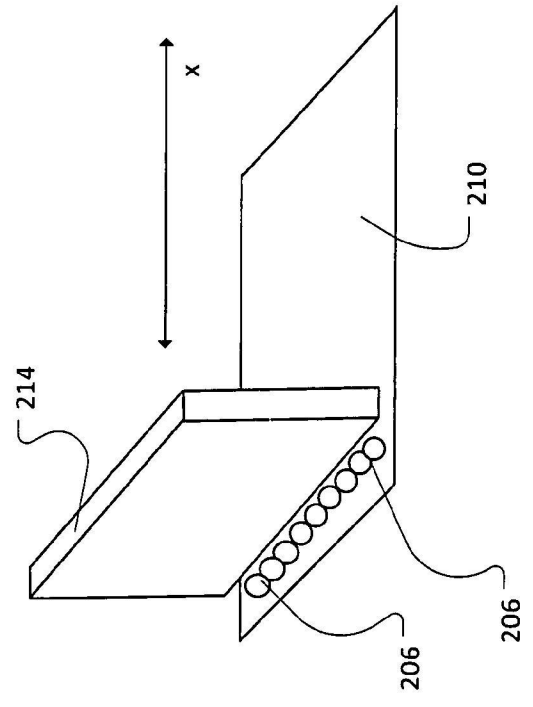
第1A圖



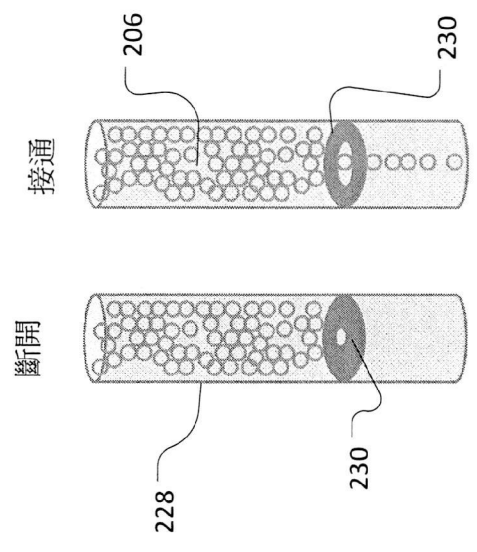
第1B圖



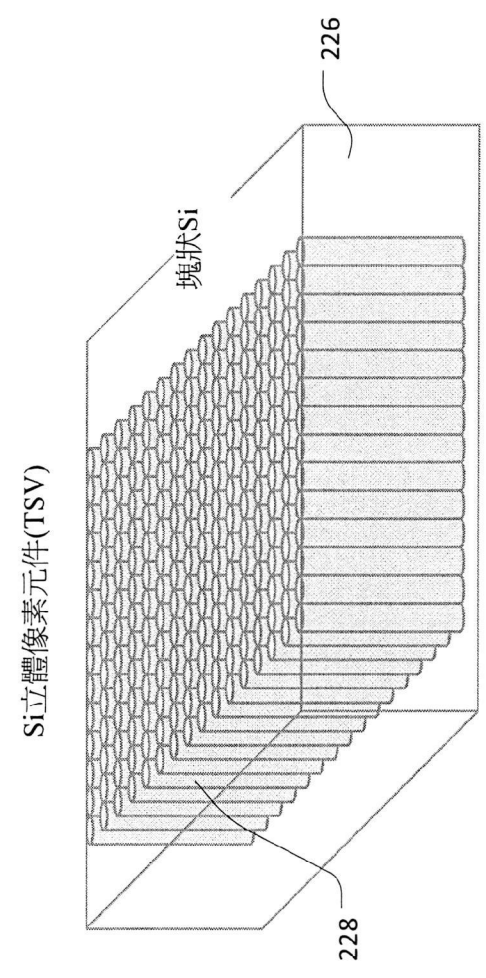
第2A圖



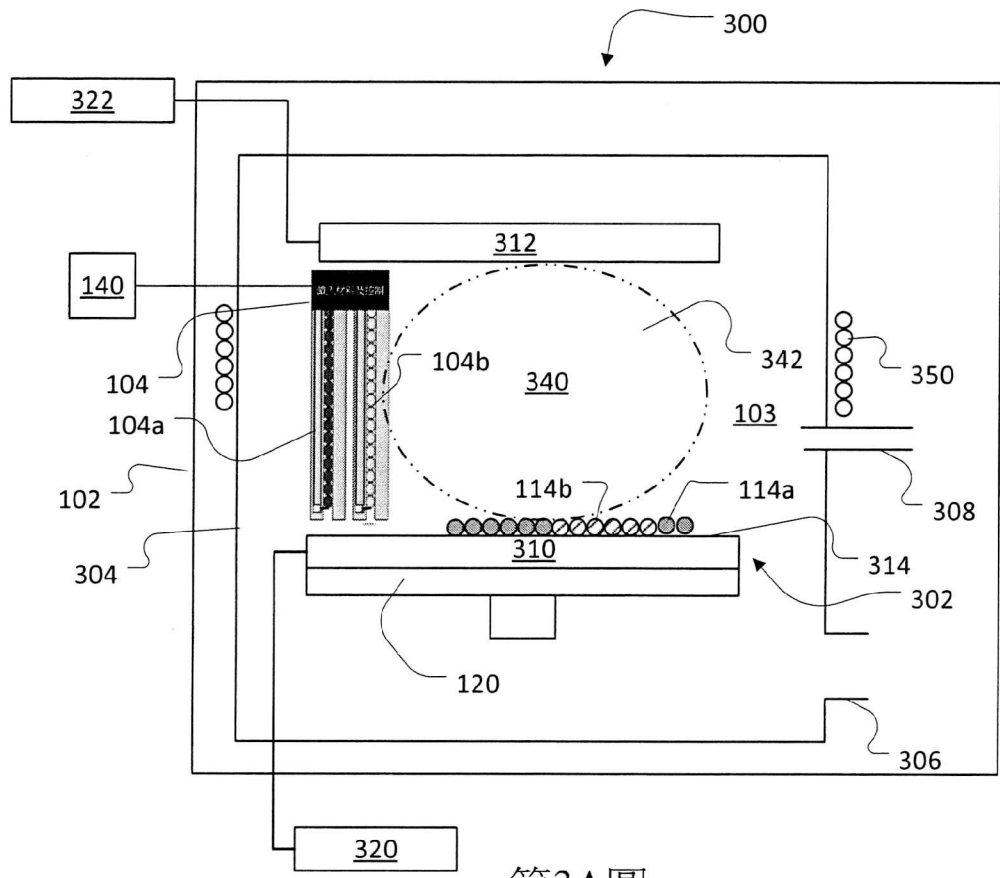
第2B圖



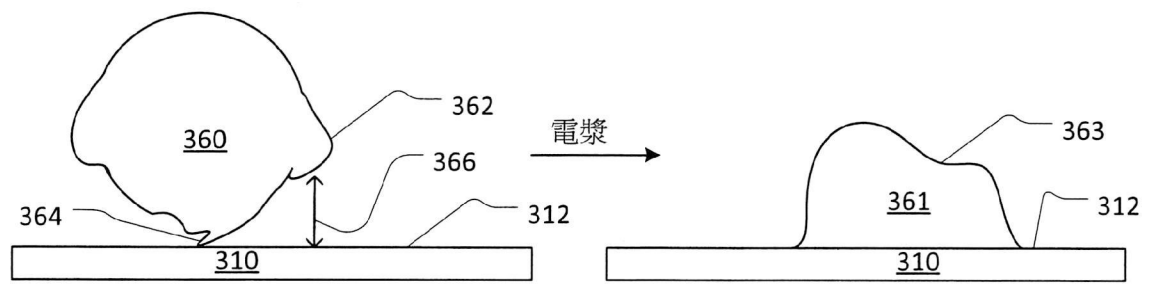
第2D圖



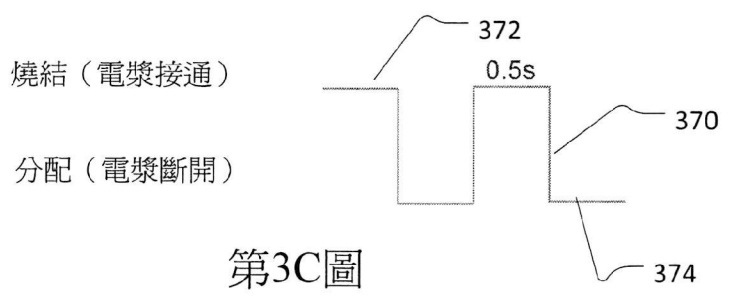
第2C圖



第3A圖



第3B圖



第3C圖