



(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 201720549 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 06 月 16 日

(21) 申請案號：105140107 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 05 日

(51) Int. Cl. : *B22F1/00 (2006.01)* *B22F1/02 (2006.01)*
B33Y70/00 (2015.01) *B33Y10/00 (2015.01)*
B33Y30/00 (2015.01)

(30) 優先權：2015/12/10 日本 2015-241005

(71) 申請人：佳能股份有限公司 (日本) CANON KABUSHIKI KAISHA (JP)
 日本

(72) 發明人：蒲池康 KAMACHI, KOH (JP)；木谷耕治 KITANI, KOJI (JP)

(74) 代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：5 共 42 頁

(54) 名稱

處理原材料粉末的方法，處理原材料粉末的設備及製造物品的方法

METHOD FOR TREATING RAW-MATERIAL POWDER, APPARATUS FOR TREATING RAW-MATERIAL POWDER, AND METHOD FOR PRODUCING OBJECT

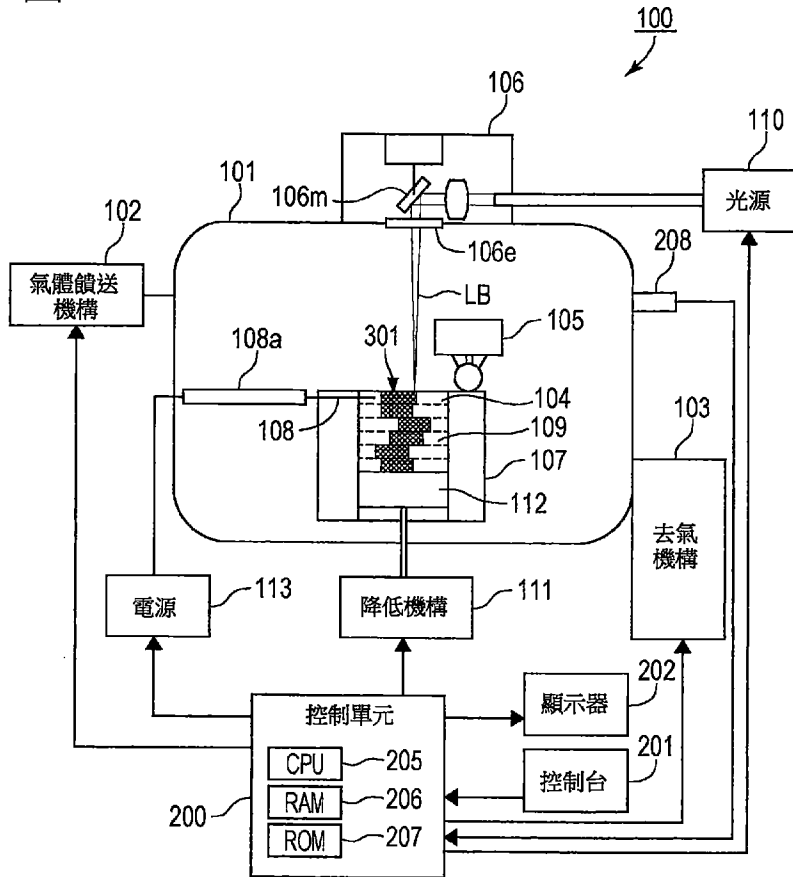
(57) 摘要

一種用於處理原料粉末的方法包括形成原料粉末的層，以及去除形成在原料粉末的表面上的氧化膜，該層由該原料粉末形成。

A method for treating a raw-material powder includes forming a layer of the raw-material powder and removing oxide film formed on a surface of the raw-material powder from which the layer has been formed.

指定代表圖：

圖 1



符號簡單說明：

100 . . . 物體製作系統

101 . . . 外殼

208 . . . 真空計

103 . . . 去氣機構

200 . . . 控制單元

102 . . . 氣體饋送機構

107 . . . 建造容器

111 . . . 降低機構

104 . . . 層(薄片)

109 . . . 建造室

105 . . . 層形成機構

108 . . . 電極

108a . . . 絕緣蓋

112 . . . 堆疊平台

113 . . . 電源

LB . . . 雷射光束

110 . . . 光源

106 . . . 掃描加熱機構

106m . . . 電流計鏡

301 . . . 物體

205 . . . CPU

206 . . . RAM

207 . . . ROM

201 . . . 控制台

202 . . . 顯示器

發明摘要

※申請案號：105140107

※申請日：105年12月05日

※IPC分類：*B22F1/00* (2006.01)
B22F1/02 (2006.01)
B33Y70/00 (2015.01)
B33Y10/00 (2015.01)
B33Y30/00 (2015.01)

【發明名稱】(中文/英文)

處理原材料粉末的方法，處理原材料粉末的設備及製造物品的方法

Method for treating raw-material powder, apparatus for treating raw-material powder, and method for producing object

【中文】

一種用於處理原料粉末的方法包括形成原料粉末的層，以及去除形成在原料粉末的表面上的氧化膜，該層由該原料粉末形成。

【英文】

A method for treating a raw-material powder includes forming a layer of the raw-material powder and removing oxide film formed on a surface of the raw-material powder from which the layer has been formed.

【代表圖】**【本案指定代表圖】**：第(1)圖。**【本代表圖之符號簡單說明】**：

100：物體製作系統	101：外殼
208：真空計	103：去氣機構
200：控制單元	102：氣體饋送機構
107：建造容器	111：降低機構
104：層(薄片)	109：建造室
105：層形成機構	108：電極
108a：絕緣蓋	112：堆疊平台
113：電源	LB：雷射光束
110：光源	106：掃描加熱機構
106m：電流計鏡	301：物體
205：CPU	206：RAM
207：ROM	201：控制台
202：顯示器	

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

處理原材料粉末的方法，處理原材料粉末的設備及製造物品的方法

Method for treating raw-material powder, apparatus for treating raw-material powder, and method for producing object

【技術領域】

[0001] 本揭露內容涉及用於處理原料粉末的方法和設備，其中原料粉末是用電漿處理的。

【先前技術】

[0002] 近年來，使用粉末床熔融技術的製造裝置（被稱為 3D 印表機）已經在開發中。在粉末床熔融中，原料粉末的薄片被形成，每個被形成的薄片要被固化的區域（下文中被稱為固化區域）用雷射光束或電子束（下文中被稱為能量束）來照射以加熱固化區域，並且這種薄片被堆疊以形成三維物體（日本專利特許公開第 8-39275 號和第 10-88201 號）。

[0003] 一般認為利用粉末床熔融製造的三維物體（下文中被稱為粉末床熔融產品）可以藉由如下方式來增強：藉由減少結構的空隙體積來增加填充密度（infill）。即使在球形原料粉末被最緊密堆積的薄片，每單位體積

的顆粒間空隙體積也超過 20%。這意味著在被稱為燒結的狀態下（其中顆粒僅在接觸點處被熔融），在顆粒之間仍存在無數的空隙。

[0004] 日本專利特許公開第 8-39275 號提出了一種粉末床熔融技術，在此技術中三維物體是藉由在抽空的外殼中在供給惰性氣體的氣氛中形成薄片並利用雷射光束加熱薄片的固化區域來製造的。日本專利特許公開第 10-88201 號指出，在不使用黏合劑的情況下由原料粉末形成成型製品並在雷射光束粉末床熔融之前壓縮原料粉末可以增加三維物體的填充密度。

[0005] 根據這些公開文獻的用於製造三維物體的方法被發現無法將粉末床熔融產品的填充密度增加到足夠高的水準，因為這些方法在完成的三維物體的結構中留下非常小的空隙。本揭露內容意在解決這些缺點。

【發明內容】

[0006] 根據本揭露內容的一個態樣的用於處理原料粉末的方法包括：形成該原料粉末的層；以及去除形成在構成該層的該原料粉末的表面上的氧化膜。

[0007] 根據本揭露內容的一個態樣的用於製作物體的方法包括：形成一層該原料粉末；去除形成在形成該層的該原料粉末的表面上的氧化膜；以及利用射束來將已去除氧化膜的原料粉末成型，這包括用能量束的照射來固化。

[0008] 根據本揭露內容的一個態樣的用於處理原料粉末的設備包括：可抽空的外殼；氛圍生成器，其被建構來在外殼中生成包含氫和/或惰性元素的氛圍；粉末容器，其位於外殼中並與外殼電絕緣；形成單元，其被建構來在粉末容器中形成一層該原料粉末；以及通電單元，其被建構來向被該形成單元形成的該層施加電壓。

[0009] 根據本揭露內容內容的某些態樣，該原料粉末的表面的氧化物和異物的量是藉由原料粉末的電漿處理來減少的。這減小了該原料粉末的表面的氧化物和異物留在完成的三維物體的結構中的空隙的體積。因此，本揭露內容的某些態樣將粉末床熔融產品的填充密度增加到足夠高的水準。此外，本揭露內容的某些態樣藉由使用經過電漿處理的原料粉末來使粉末床熔融產品更堅固。

[0010] 參照附圖，從下面對例示性實施例的描述，本揭露內容的進一步的特徵將變得清楚。

【圖式簡單說明】

[0011] 圖 1 是根據本揭露內容的一個或多個實施例的物體製作系統的配置的說明圖。

[0012] 圖 2 是根據本揭露內容的一個或多個實施例的建造容器的配置的說明圖。

[0013] 圖 3 是根據本揭露內容的一個或多個實施例的用於製作物體的處理的流程圖。

[0014] 圖 4A 至圖 4F 是根據本揭露內容的一個或多

個實施例的利用物體製作系統執行的堆疊階段的說明圖。

[0015] 圖 5 是根據本揭露內容的一個或多個實施例的物體製作系統的配置的說明圖。

【實施方式】

[0016] 下文係參照附圖詳細描述本揭露內容的一些實施例。

已知粉末床熔融技術的問題

[0017] 由在熔爐中產生的金屬錠加工出來的物體通常具有 99.9%或更高的填充密度。另一方面，使用已知的粉末床熔融技術製造的金屬物體具有至多 99.7%的填充密度，並因此不能像由金屬錠加工的物體那樣緻密。當預期用途是諸如成型模具之類的要求高表面品質的用途時，利用已知的粉末床熔融技術建造的物體由於其粗糙的表面而難以被直接用於該用途。

[0018] 此外，利用已知的粉末床熔融技術製造的金屬物體在其表面上或在其內部結構中具有許多孔或空隙。當這種已知物體被用於要求高抗拉強度和彎曲強度的建造目的時，出現關於源自物體的表面上和內部結構中的孔的裂紋生長或疲勞斷裂的問題。

[0019] 當被用作需要具有高表面品質的成型模具或者用於要求高強度的建造用途時，粉末床熔融產品通常要具有 99.9%或更高的填充密度。利用已知的粉末床熔融技

術製造的物體的低填充密度（小於 99.7%）與其表面上和其內部結構中存在許多孔或空隙相結合是這種物體被廣泛使用的限制因素之一。

[0020] 在實施例 1 中，原料粉末的薄片在氬氣和氫氣的氣氛中用電漿進行處理，然後薄片的固化區域（要被固化的區域）立即用雷射光束在氬氣和氫氣的氣氛中加熱，並且這種薄片被堆疊。與已知技術相比，這以高頻率高和高再現性提供了具有大於 99.9% 的填充密度的三維物體。

[0021] 這表明利用已知的粉末床熔融技術觀察到的低填充密度可歸因於在原料粉末的表面上存在的鈍化膜或污垢，並且電漿處理利用其物理或化學效應去除它們。此外，電漿處理藉由增加表面能量來提高原料粉末的表面潤濕性，並且這也有助於防止在熔融期間夾帶氣泡。

實施例 1

物體製作系統

[0022] 圖 1 是根據實施例 1 的物體製作系統的配置的說明圖。圖 2 是建造容器的配置的說明圖。如圖 1 中所示，物體製作系統 100 是使用粉末床熔融技術的系統，因此被稱為 3D 印表機。外殼 101 由不銹鋼製成並且能夠防止外部空氣進入其內部空間。一真空計 208（檢測器的例示）被連接到外殼 101。真空計 208 檢測外殼 101 中的壓力。

[0023] 去氣機構 103 (抽空器的例示) 能夠減小外殼 101 中的壓力。去氣機構 103 將空氣移出外殼 101, 主要是為了減少外殼 101 內的氛圍中的氧氣量。去氣機構 103 是乾式泵和渦輪分子泵的串聯連接並且能夠將外殼 101 抽空至例如 1×10^{-4} Pa 的真空度。

[0024] 去氣機構 103 還在與外殼 101 的連接處具有孔口調節閥, 利用該孔口調節閥可以調節孔口尺寸。控制單元 200 藉由操作下文所述的氣體饋送機構 102 以將氣體輸送到外殼 101 中並根據真空計 208 的輸出來調節這個孔口調節閥來控制外殼 101 中的氣氛和真空度。

[0025] 氣體饋送機構 102 (饋送器的例示) 將氫氣 (惰性氣體的例示) 和氫氣輸送到外殼 101 中。氣體饋送機構 102 能夠將任何混合比例的氫氣和氫氣的混合物輸送進入外殼 101。可以有兩個單獨的氣體饋送機構來分開輸送氫氣和氫氣。

[0026] 如圖 2 中所示, 建造容器 107 (粉末容器的例示) 具有在建造室 109 內可垂直移動的堆疊平台 112。降低機構 111 能夠以逐步(stepwise)的方式使堆疊平台 112 向下移動對應於層 104 的厚度的任何間距長度。在建造室 109 中, 作為每一層 104 的電漿處理的結果, 經過處理的層 104' 被堆疊。

[0027] 在建造室 109 的壁中存在能夠將層 104 加熱的嵌入式電阻加熱器 137 (加熱器的例示)。在堆疊平台 112 的頂表面上有溫度感測器 209。控制單元 200 根據溫

度感測器 209 的輸出來打開和關斷電流流入電阻加熱器 137 中，以維持層 104 的恆定溫度。

[0028] 層形成機構 105（形成單元的例示）在位於外殼 101 中的建造容器 107 的建造室 109 內形成原料粉末的層 104。由層形成機構 105 形成的原料粉末的層非常薄，具有 5 μm 以上且 200 μm 以下的厚度。因此，原料粉末的層 104 在本文被稱為薄片。

[0029] 薄片形成機構 105 具有移動單元 133，在被引導件 132 引導時，移動單元 133 沿著建造容器 107 的頂表面在箭頭 R105 的方向移動。原料粉末 135 存儲在原料儲存器 130 中並且藉由底板 134 的提升而被升高到高於建造容器 107 的頂表面的高度。薄片形成機構 105 在相對於建造容器 107 的頂表面在相反方向旋轉其金屬輥 131 的同時，刮除（strikes off）已經出現在建造容器 107 的頂表面上的原料粉末，藉此以均勻厚度和緻密的結構在堆疊平台 112 的頂表面上形成原料粉末 135 的薄片 104。薄片形成機構 105 還在經過處理的（一個或多個）薄片 104' 上形成原料粉末的新薄片 104，經過處理的（一個或多個）薄片 104' 中的每個薄片是在建造室 109 中形成並利用電漿處理的薄片 104。

建造容器

[0030] 即使原料粉末的內部是金屬，原料粉末通常也在其顆粒之間導電性低，因為其表面被諸如氧化膜之類

的鈍化膜覆蓋。因此，一般認為藉由暴露於電漿電弧中對原料粉末進行電漿處理需要將 AC 電壓施加到面向薄片 104 的板電極。但是，被置於薄片 104 上方的板電極阻擋了通過其用雷射光束照射薄片 104 的光路並且與沿著建造容器 107 的頂表面移動的薄片形成機構 105 碰撞。因此一般認為被置於薄片 104 上方的板電極需要收回機構從薄片 104 上方物理地收回板電極。

[0031] 但是，如下該，即使在建造具有幾十毫米厚度的物體時，物體製作系統 100 也幾百到幾千次地重複形成薄片 104 並利用電漿對其進行處理。因此每次在形成薄片 104 時從薄片 104 上方收回板電極將導致時間的大量損失。還將存在與板電極的收回關聯的飄落污染物和收回機構中的故障的問題。

[0032] 本案發明人開發了不在薄片 104 上方使用板電極之用於建造容器 107 中形成的薄片 104 的電漿處理的電漿放電模式。本案發明人首先發現，相對於諸如用於外殼 101 和建造容器 107 的支撐結構之類的部件在電浮置狀態下向薄片 104 施加 AC 電壓，跨薄片 104 的表面區域產生均勻的電漿電弧。本案發明人進一步將其發展成電漿放電的模式，在該模式中外殼 101 接地，建造容器 107 與外殼 101 電隔離，並且 AC 電壓被施加到與薄片 104 接觸的電極 108。這種電漿放電模式可以在沒有面向薄片 104 的板電極的情況下執行，因為薄片 104 自身充當放電電極。

[0033] 如圖 1 中所示，建造容器 107 位於接地的外

殼 101 中，並且與外殼 101 電隔離。建造容器 107 和堆疊平台 112 由絕緣材料製成以避免在其表面上形成電漿。與薄片 104 接觸的建造容器 107 的表面是絕緣的。向原料粉末的薄片 104 供給來自電源 113 的電壓的電極 108（通電單元）具有絕緣蓋 108a，以避免在其表面上形成電漿。

[0034] 在實施例 1 中，在絕緣建造容器 107 的建造室 109 中形成的薄片 104 與外殼 101 電隔離，並且電極 108 被用來向薄片 104 施加 AC 電壓。藉由建造容器 107 來保持薄片 104 並且與外殼 101 電隔離，AC 電壓被施加到與薄片 104 接觸的電極 108。利用這種配置，在實施例 1 中可以跨薄片 104 的表面區域生成均勻的電漿並且對薄片 104 的原料粉末快速執行均勻電漿處理，而無需板電極或任何類似的部件。

電漿處理

[0035] 如圖 1 中所示，物體製作系統 100 藉由向薄片 104 施加 AC 電壓而在與形成在建造容器 107 中的原料粉末的薄片 104 相鄰的空間中生成電漿。物體製作系統 100 執行在堆疊平台 112 上被形成為第一層的薄片 104 的電漿處理，並且對在經過處理的薄片 104' 上形成的作為第二層和後續層的薄片 104 執行電漿處理。

[0036] 電源 113（通電單元的例示）和電極 108 向薄片 104 施加 AC 電壓。電源 113 經由電極 108 向原料粉末的薄片 104 施加 AC 電壓。如圖 2 中所示，電極 108 與建

造容器 107 中的薄片 104 或經過處理的薄片 104'接觸。電源 113 還能夠產生 DC 電壓或者與 DC 電壓疊加的 AC 電壓。可以從 -500 V 至 +500 V 的範圍選擇多個 DC 電壓。對於 AC 電壓，可以分別從 0V 至 2000 V 和 10 kHz 至 500 kHz 的範圍選擇多個幅度和多個頻率。

[0037] 控制單元 200 操作電源 113，其中外殼 101 被饋送氬氣和/或惰性氣體並且其真空度為 10 Pa 以上且小於 10 kPa。這確保電漿在與薄片 104 相鄰的空間中局部形成，藉以提供將用於薄片 104 的原料粉末有效地暴露於電漿以及原料粉末的快速電漿處理。

[0038] 在電漿處理期間，原料粉末被保持在包含氬離子和/或氬（惰性氣體的例示）離子以及自由電子的電漿中。使用氬離子和自由電子的電漿處理意在提供被稱為濺射清潔的效果。氬離子與原料粉末的顆粒的表面碰撞並且掃除附著的氧化膜或異物。自由電子也與原料粉末的顆粒的表面碰撞，並且被加熱到高溫的表面蒸發掉附著的氧化膜或異物。結果，用於原料粉末的材料從異物的覆蓋下暴露。

[0039] 另一方面，使用氬離子的電漿處理主要目的在於藉由化學還原去除原料粉末的顆粒的表面上的鈍化膜。這給出了原料粉末去氧和高度可結晶的顆粒表面，藉以確保原料粉末的顆粒即使在相對低的溫度下也熔融並且幫助它們形成具有很少晶格不規則的晶體。

[0040] 如圖 2 中所示，電阻加熱器 137 可以在電漿

處理期間被通電(energized)，以額外地對堆疊平台 112 上原料粉末的薄片 104 加熱，以使電漿處理更有效。雷射光束 LB 可代替電阻加熱器 137 被用作額外的熱源或與電阻加熱器 137 組合而被用作額外的熱源。更具體而言，藉由以降低的強度橫穿(traversing)雷射光束 LB 或者橫跨更寬的束點區域 (spot area)，可以在不熔化薄片 104 的情況下對其加熱。

雷射熱成型

[0041] 如圖 1 中所示，掃描加熱機構 106 非必要地 (optionally) 包括諸如聚光透鏡和準直透鏡之類的光學元件。光源 110 是功率為 500 W 的 YAG 雷射振盪器。掃描加熱機構 106 利用電流計鏡 106m 來移動在光源 110 處生成的雷射光束來掃描經過處理的薄片 104' 的固化區域，以利用雷射光束 LB 的束點 (spot) 加熱這個區域。

[0042] 用於利用 3D CAD 軟體生成的三維物體的設計資料在 2D CAM 軟體上被處理成用於多個固化區域的二維薄片資料，這些區域之間的時間隔對應於薄片 104 的厚度。用於掃描加熱機構 106 的 NC 程式將用於特定固化區域的二維資料轉換成用於每個薄片 104 的固化區域的掃描程式，該掃描程式控制在兩個水準方向的同時相對移動。控制單元 200 如由用於每個固化區域的掃描程式指令的那樣控制掃描加熱機構 106，以利用雷射光束 LB 掃描建造容器 107 的平面上的預定路徑。

[0043] 掃描加熱機構 106 (射束發射器的例示) 利用雷射光束 LB (能量束的例示) 照射經過處理的薄片 104' 或用電漿處理的薄片 104。形成建造容器 107 的建造室 109 的頂表面的經過處理的薄片 104' 被從掃描加熱機構 106 發射的雷射光束加熱。雷射光束幾乎在一瞬間熔化經過處理的薄片 104' 並且將其與下面的固體結構固化。結果，作為建造室 109 的頂表面的經過處理的薄片 104' 的區域被熔化並固化在一起。電漿處理以及電阻加熱器 137 的通電可以在這個雷射熱成型階段期間繼續，使得經過處理的薄片 104' 保持在高溫。維持經過處理的薄片 104' 處於高溫導致更有效的雷射熱成型並且因此即使在雷射光束的功率低時也使得能夠快速雷射熱成型，並且此外，通過確保經過處理的薄片 104' 以更一致的方式熔化來給予得到的物體 301 更均勻的結構。

[0044] 應當指出的是，在雷射熱成型的這個階段中利用雷射光束加熱可被用來促進用於經過處理的薄片 104' 的原料粉末的電漿處理。因此，原料粉末的電漿處理不需要在上面的電漿處理階段中 100% 完成。例如，可以在電漿處理階段中在大約 80% 的進程處中止處理，並且在熔化原料粉末之前的雷射熱成型階段中實現 100% 的預期處理水準。這通過減少電漿處理所需的時間而加速了物體 301 的製作。

用於物體產生的處理

[0045] 圖 3 是用於物體製作的處理的流程圖。圖 4A 至圖 4F 是利用物體製作系統執行的堆疊階段的說明圖。如圖 1 中所示，控制單元 200 具有 CPU 205、RAM 206 和 ROM 207。藉由將從 ROM 207 調用的處理控制程式存儲在 RAM 206 中，CPU 205 充當物體製作系統 100 的處理控制器。用戶經由控制台 201 指示系統開始該處理。

[0046] 如圖 3 中所示，回應於處理起動命令，控制單元 200 操作去氣機構 103 將外殼 101 抽空 (S11)。在外殼 101 中的壓力已達到 1×10^{-2} Pa 之後，氣體饋送機構 102 被操作以開始氣體饋送並將外殼 101 中的壓力調節至次大氣壓(sub-atmospheric)的處理壓力 (S12)。在由步驟 S11 和步驟 S12 組成的氛圍生成階段中，如圖 1 中所示，外殼 101 被抽空至第一壓力，並且然後氫氣和氫氣被輸送到外殼 101 中，以在外殼 101 中創建高於第一壓力且低於大氣壓的第二壓力的氛圍。

[0047] 如圖 3 中所示，在外殼 101 中的壓力已達到第二壓力 (例如，5kPa) 之後，控制單元 200 操作薄片形成機構 105 以形成原料粉末的薄片 104 (S13)。如圖 4A 中所示，在降低階段，放低機構 111 被操作來放低堆疊平台 112 以在建造容器 107 內部產生用於讓薄片 104 在其中形成的空間。如圖 4B 中所示，在這個形成階段，或者在步驟 S13 中，薄片形成機構 105 被操作以便在堆疊平台 112 上形成原料粉末的薄片 104。

[0048] 如圖 3 中所示，控制單元 200 操作電源 113

以開始電漿生成（S14）並且繼續薄片 104 的電漿處理直到經過指定的時間為止（S15 中的“否”）。如圖 4C 中所示，在由步驟 S14 和步驟 S15 組成的這個電漿處理階段中，堆疊平台 112 上原料粉末的薄片 104 利用電漿進行處理。在電漿處理階段中，通過利用電源 113 向薄片 104 施加 AC 電壓而在包含氬氣和氫氣的低氧氛圍中生成電漿。電漿處理階段在外殼 101 中生成的次大氣壓（較佳地是 10 Pa 以上且小於 10 kPa）的氛圍中執行。藉由利用電阻加熱器 137 加熱薄片 104 來維持薄片 104 的恆定溫度的同時，執行電漿處理階段。

[0049] 如圖 3 中所示，在薄片 104 的電漿處理 PN 完成之後（S15 中的“是”），控制單元 200 控制掃描加熱機構 106 和光源 110，以對經過處理的薄片 104' 執行雷射熱成型（S16）。在利用射束成型的這個階段中，或者在步驟 S16 中，掃描加熱機構 106 和光源 110 被操作以執行雷射熱成型，從而熔化和固化在堆疊平台 112 上的經過處理的薄片 104'，如圖 4D 中所示。在利用射束成型的階段中，經過處理的薄片 104' 的固化區域被能量束照射以進行固化。藉由向經過處理的薄片 104' 施加 AC 電壓而在包含氬氣和氫氣的低氧氛圍中生成電漿的同時，執行利用射束成型的階段。

[0050] 如圖 3 中所示，在一個經過處理的薄片 104' 的雷射熱成型完成之後（S16），控制單元 200 關斷電源 113 以停止在經過處理的薄片 104' 上的電漿生成 PS

(S17)。控制單元 200 重複薄片的形成 (S13)、電漿處理 (S14 和 S15)、雷射熱成型 (S16) 和停止電漿生成 (S17)，直到達到完成物體 301 的堆疊計數 (堆疊的層數) (S18 中的“否”)。如圖 4E 中所示，在第二降低階段，放低機構 111 被操作來放低堆疊平台 112，以在整個經過處理的薄片 104' (包括未固化部分) 上形成空間，以用於讓原料粉末的新薄片 104 在其中形成。如圖 4F 中所示，在第二形成階段中，薄片形成機構 105 被操作以形成原料粉末的第二薄片 104。該新薄片 104 在建造容器 107 的底表面上經過處理的薄片 104' 上形成。

[0051] 如圖 3 中所示，物體製作系統 100 重複薄片的形成、電漿處理和雷射熱成型用以將三維物體 301 建造成為經過處理的薄片 104' 的固化區域的一堆疊物。在達到完成物體 301 的堆疊計數之後 (S18 中的“是”)，控制單元 200 停止氣體饋送 (S19) 並將外部空氣引入外殼 101 (S20)。然後，控制單元 200 經由顯示器 202 告訴用戶物體 (成型的製品) 301 已準備好被取出。

用不同的材料製作物體

[0052] 如例示 1、2 和 3 中那樣，利用這種物體製作系統 100，一些物體 301 是利用不同材料的原料粉末、不同的電漿處理條件和不同的雷射熱成型條件製造的。所得到的物體 301 的密度被測試。

例示 1

[0053] 在例示 1 中，原料不銹鋼粉末在以下條件下接受電漿處理/雷射熱成型。

電漿處理條件

[0054] 外殼 101 中的壓力：6.66 kPa

饋送氣體：氬氣

原料粉末：顆粒直徑為 7 μm 的水霧化原料 SUS613 粉末

薄片 104 的厚度：20 μm

施加的電壓：AC 電壓 1 kV，頻率 100 kHz

處理的持續時間：1 分鐘

雷射熱成型條件

[0055] 被熔化的區域：在薄片 104 上測量 25 mm 寬和 25 mm 長的正方形區域

堆疊計數：5000

堆疊高度：100 mm

[0056] 用阿基米德法測量在例示 1 中獲得的物體 301 的填充密度為 99.9% 以上。藉由這個結果，發現例示 1 中使用的條件提供了比使用普通粉末燒結方法製造的不銹鋼物體更緻密的物體 301。

例示 2

[0057] 在例示 2 中，原料鈦粉末在以下條件下接受電漿處理/雷射熱成型。

電漿處理條件

[0058] 外殼 101 中的壓力：13.3 Pa

饋送氣體：含有 50%氬氣+50%氫氣（按分子數的%）的混合氣體，

原料粉末：顆粒直徑為 50 μm 的水霧化原料 Ti 粉末

薄片 104 的厚度：100 μm

施加的電壓：AC 電壓 20 kV，頻率 7 kHz

處理的持續時間：3 分鐘

[0059] 粉末容器 107 利用電阻加熱器 137 預熱並被控制以使薄片 104 和物體 301 維持在 400°C，藉以加速鈍化膜的氫還原。

雷射熱成型條件

[0060] 被熔化的區域：在薄片 104 上測量 25 mm 寬和 25 mm 長的正方形區域

堆疊計數：500

堆疊高度：50 mm

[0061] 用阿基米德法測量在例示 2 中獲得的物體 301 的填充密度為 99.9%以上。藉由這個結果發現例示 2 中使用的條件提供了比使用普通粉末燒結方法製造的鈦物體更緻密的物體 301。

例示 3

[0062] 在例示 3 中，原料鋁粉末在以下條件下接受電漿處理/雷射熱成型。

電漿處理條件

[0063] 外殼 101 中的壓力：1.0 kPa

饋送氣體：100%氬氣

原料粉末：顆粒直徑為 80 μm 的氣體霧化的原料 Al 粉末

薄片 104 的厚度：100 μm

施加的電壓：AC 電壓 1.5 kV，頻率 100 kHz

處理的持續時間：3 分鐘

[0064] 粉末容器 107 利用電阻加熱器 137 預熱並被控制以使薄片 104 和物體 301 維持在 400°C，以加速鈍化膜的氫還原。

雷射熱成型條件

[0065] 被熔化的區域：在薄片 104 上測量 5 mm 寬和 5 mm 長的正方形區域

堆疊計數：50

堆疊高度：5 mm

[0066] 用阿基米德法測量在例示 3 中獲得的物體 301 的填充密度為 99.9%以上。用熱熔融測得的物體氧含量小

於 0.1%。藉由這個結果，發現例示 3 中使用的條件提供了比使用普通粉末燒結方法製造的鋁物體更緻密和更純的物體 301。

實施例 1 的優點

[0067] 在實施例 1 中，用於薄片 104 的原料粉末的電漿處理在低氧氛圍中執行，並且這防止了原料粉末藉以形成其鈍化膜之原料粉末的氧化。此外，薄片 104 的原料粉末在其中接受電漿處理的氛圍含有氫。氫離子和電子與原料粉末的表面碰撞並且去除和加熱附著的異物，從而留下高度結晶的表面。用於薄片 104 的原料粉末的電漿處理的氛圍還含有氫，並且這加速了存在於原料粉末的表面上的氧化膜的氫還原，鈍化膜藉由氫還原被消除。以這種方式，這個實施例解決了關於粉末床熔融的填充密度問題，並且使得能夠建造具有更高密度（例如 99.9%或更高的填充密度）、優異的表面特性和更高強度的物體。

[0068] 在實施例 1 中，藉由向薄片 104 施加 AC 電壓，電漿被產生在與氛圍中的氣體交界的薄片 104 的表面處。當電極 108 與建造容器 107 中的薄片 104 或經過處理的薄片 104'接觸並向其施加 AC 電壓時，薄片 104 充當放電電極。在薄片 104 上方不需要用於施加 AC 電壓的電極。在薄片 104 上方不需要諸如板電極或線圈之類的輔助放電的部件。在薄片 104 上方留有大量的空間，其中沒有什麼干擾用雷射光束 LB 照射薄片 104 以及薄片 104 被薄

片形成機構 105 形成。

[0069] 在實施例 1 中，薄片 104 在其內接受 AC 電壓的建造容器 107 由絕緣材料製成。這確保電漿被局部地形成在與氛圍中的氣體交界的薄片 104 的表面上，而在建造容器 107 上沒有電漿發生。被局部地形成在薄片 104 的這個表面上的電漿導致橫跨薄片 104 的整個表面的高度均勻的電漿處理。電漿中的氫離子和氫離子以有效的方式撞擊薄片 104 並快速去除覆蓋原料粉末表面的物質，諸如氧化物、鈍化膜和污垢。結果，這個實施例中的電漿處理快速且高效。

[0070] 在實施例 1 中，所形成的原料粉末的薄片 104 直接接受電漿處理。因此，藉由延長電漿生成的持續時間，可以獲得任何預期的處理水準的經過處理的薄片 104'。可以通過調節電漿生成的持續時間來精確地控制經過處理的薄片 104' 的電漿處理的水準。

[0071] 在實施例 1 中，電漿處理在外殼 101 中生成的次大氣壓的氛圍中執行。因此，與在大氣壓或更高壓力氛圍中執行的電漿處理的情況相比，電漿保持在穩定狀態。

[0072] 在實施例 1 中，電漿處理在外殼 101 中生成的 10 Pa 以上且小於 10 kPa 的壓力的氛圍中執行。因此，原料粉末的電漿處理比其在較低真空度下的電漿的處理速度更快。

[0073] 在實施例 1 中，外殼 101 被抽空至第一壓

力，然後惰性元素被輸送到外殼 101 中，以創造高於第一壓力且低於大氣壓的第二壓力的氛圍。因此，許多氧已經從生成電漿的氛圍中被去除，並且這防止氛圍在電漿處理期間被包含在原料粉末中的污染物（諸如氧、有機物質和水）污染。

[0074] 在實施例 1 中，在其中形成薄片 104 並利用電漿進行處理的建造容器 107 與外殼 101 電隔離。因此，當薄片 104 接受 AC 電壓時，很少的電流洩漏，並且隨後電漿在薄片 104 與氛圍中的氣體交界的表面的局部化導致有效的電漿處理。

[0075] 在實施例 1 中，在薄片 104 利用加熱器加熱用以將薄片 104 維持在恆定溫度的同時，電漿處理被實施。這藉由提高原料粉末的溫度而導致更快的電漿處理並且確保從第一個到最後一個所有堆疊的層的原料粉末的更一致的處理水準。

[0076] 在實施例 1 中，原料粉末是水霧化所形成的金屬顆粒。因此，原料成本低於使用利用氣體霧化所形成的金屬顆粒的原料成本。一般而言，水霧化形成的金屬顆粒被厚的鈍化膜覆蓋。但是，在這個實施例中，鈍化膜藉由與處於電漿狀態的氫離子的反應而被消除，並且這使得原料粉末的電漿處理有效。

[0077] 在實施例 1 中，經過處理的薄片 104' 的固化區域被用於固化雷射光束 LB 照射。不像電子束，即使當外殼 101 的內部不是高真空度時，雷射光束也不會衰減或

散射。因此，即使在 10 Pa 以上且小於 10 kPa 的低真空度，也可以用有效的方式加熱經過處理的薄片 104'。

[0078] 在實施例 1 中，經電漿處理的薄片 104'立即進行雷射熱成型，而不暴露於外部空氣。電漿處理在雷射熱成型期間持續著。因此，在雷射熱成型時，大部分氧化物和異物已經從原料粉末的表面被去除，從而允許有效的粉末床熔融。

物體的晶體結構

[0079] 在實施例 1 中，晶體由其底下的核心晶體重複地向上生長，用以與被稱為區熔化(zone melting)的方法中單晶體生長相同的方式形成物體 301。因此，由固態層組成的物體 301 具有一晶體結構，在該晶體結構中晶體從第一層側的平面到最後一層側的平面的方向平行地生長，其中每個固態層係藉由對原料粉末的薄片 104 實施電漿處理以及隨後利用雷射光束 LB 對經過處理的薄片 104'的實施熔化和固化而形成。此外，物體 301 在內部及其表面上沒有氧化物和異物。

[0080] 如上面所提到的，在實施例 1 中，用阿基米德法測得的物體 301 的填充密度為 99.9%以上。迄今為止還沒有將金屬粉末固化成這種高填充密度的技術。高填充密度的一個原因是電漿處理以高效的方式從原料粉末中去除了氧化物和異物。另一個原因是外殼 101 中適度的真空度允許為電漿處理保存足量的氫離子。例如，用電漿處理

完成的物體 301 會在內部留下大量的氧化物和異物，因為電漿中的氫離子將只撞擊物體 301 的表面，而不會到達物體 301 的內部。每個薄片的電漿處理如果不充分的話亦將在物體 301 內部留下氧化物和異物。在實施例 1 中，每個薄片在特定的電漿氛圍中用電漿進行處理，並且這確保薄片的內部以及表面都用電漿進行處理。所得到的物體 301 即使在內部也幾乎沒有與氧化物和異物關聯的空隙。

實施例 2

[0081] 實施例 1 中的例示是產生合金（不銹鋼）和純金屬（鈦）物體的例示。在實施例 2 中，描述利用圖 1 中所示的物體製作系統 100 產生滲氮合金（不銹鋼）和滲碳金屬（矽）物體的例示。

例示 4

[0082] 如圖 1 中所示，在物體製作系統 100 中的電漿處理期間經由氣體饋送機構 102 饋送含氮物質啟動電漿滲氮，電漿滲氮是在電漿中生成的氮離子藉由其被吸收到原料粉末中的反應。在電漿中加速的氮離子藉由已在電漿中被加熱、清潔和活化的原料粉末的表面進入並擴散到內部。

[0083] 在例示 4 中，作為含氮物質的氮氣和作為含氮物質的氮氣經由氣體饋送機構 102 被饋送。在這個狀態下以與實施例 1 中相同的方式操作物體製作系統 100 啟動

原料粉末的電漿滲氮，而不是電漿處理。如在實施例 1 中那樣，原料粉末的電漿處理（電漿滲氮）之後的雷射熱成型將滲氮的粉末材料成型為三維物體。

[0084] 如圖 3 中所示，在含有氫氣和氮氣的混合氛圍中，重複原料粉末的電漿處理（S14 和 S15）和薄片的雷射熱成型（S16 和 S17），以建造物體 301。在例示 4 中，不銹鋼顆粒在以下條件下接受電漿滲氮/雷射熱成型。

電漿滲氮條件

[0085] 外殼 101 中的壓力：13.3 kPa

饋送氣體：氣體混合比為 1:1 的含有氮氣和氫氣的混合氣體

原料粉末：顆粒直徑為 7 μm 的水霧化不銹鋼（SUS613）顆粒

薄片 104 的厚度：20 μm

電壓條件：AC 電壓 1 kV，頻率 100 kHz

處理的持續時間：3 分鐘

雷射熱成型條件

[0086] 被熔化的區域：在經過處理的薄片（滲氮薄片）上測量 25 mm 寬和 25 mm 長的正方形區域

堆疊計數：2000

物體 301 的高度：40 mm

[0087] 在例示 4 中獲得的物體 301 利用 XPS (x 射線光電子能譜) 來分析氮濃度, 結果氮濃度為 12% (按原子數的百分比)。用阿基米德法測量的物體 301 的填充密度為 99.9%。用維氏硬度計測量的物體 301 的硬度為 HV 2200。

例示 5

[0088] 在圖 1 中所示的物體製作系統 100 中的電漿處理期間經由氣體饋送機構 102 饋送含碳物質啟動電漿滲碳, 電漿滲碳是在電漿中生成的碳離子藉由其被吸收到原料粉末中的反應。在電漿中加速的碳離子藉由已在電漿中被加熱、清潔和活化的原料粉末的表面進入並擴散到內部。

[0089] 在例示 5 中, 作為含氫物質的氫氣、作為含惰性氣體的物質的氫氣和作為含碳物質的甲烷氣體經由氣體饋送機構 102 被饋送。在這個狀態下以與實施例 1 中相同的方式操作物體製作系統 100 啟動原料粉末的電漿滲碳, 而不是電漿處理。如在實施例 1 中那樣, 原料粉末的電漿處理 (電漿滲碳) 之後的雷射熱成型將滲碳的粉末材料成型為三維物體。

[0090] 如圖 3 中所示, 在含有氫氣、氫氣和甲烷氣體的混合氛圍中, 重複原料粉末的電漿處理 (S14 和 S15) 和薄片的雷射熱成型 (S16 和 S17), 以建造物體 301。在例示 5 中, 原料矽粉末在以下條件下經受電漿滲

碳/雷射熱成型。

電漿滲碳條件

[0091] 外殼中的壓力：13.3 kPa

饋送氣體：氣體混合比為 1:2:1 的含有甲烷、氫氣和氬氣的混合氣體

原料粉末：顆粒直徑為 5 μm 的水霧化原料矽粉末

薄片厚度：40 μm

電壓條件：AC 電壓 20 kV，頻率 100 kHz

每層的處理持續時間：5 分鐘

雷射熱成型條件

[0092] 被熔化的區域：在經過處理的薄片（滲碳薄片）上測量 25 mm 寬和 25 mm 長的正方形區域

堆疊計數：100

堆疊高度：4 mm

[0093] 在例示 5 中，利用電阻加熱器 137 在整個電漿滲碳/雷射熱成型階段執行加熱以將薄片 104 和物體 301 的溫度維持在 800°C。將薄片 104 和物體 301 維持在高溫使得碳和矽之間的反應更快。在例示 5 中，電漿滲碳在經過處理的薄片 104' 利用雷射光束照射以便雷射熱成型的同時繼續。這確保不僅薄片 104 而且物體 301 繼續用元素碳摻雜。

[0094] 在例示 5 中獲得的物體 301 利用 XPS（x 射線

光電子能譜) 儀器分析碳濃度，結果碳濃度為 11% (按原子數的百分比)。用阿基米德法測量的物體 301 的填充密度為 99.2%。用維氏硬度計測量的物體 301 的硬度為 HV 3000。

實施例 3

[0095] 在實施例 1 中，雷射熱成型被用來熔化和固化經過處理的薄片。在實施例 3 中，電子束熱成型被用來熔化和固化經過處理的薄片。

物體製作系統

[0096] 圖 5 是根據實施例 3 的用於物體製作系統的配置的說明圖。如圖 5 中所示，根據實施例 3 的物體製作系統使用電子束而不是雷射光束來熱成型每個經過處理過的薄片，但是除此之外，與根據實施例 1 的系統具有相同的配置並且進行相同的電漿處理/熱成型階段。圖 5 中與實施例 1 中的部件相同的任何部件被給予與圖 1 中相同的標號並且在下文中不詳細描述。

[0097] 物體製作系統 300 是使用粉末床熔融技術的系統，因此被稱為 3D 印表機。去氣機構 103 將外殼 101 抽空。氣體饋送機構 102 將氣體輸送到外殼 101 中。物體製作系統 300 還可被用作原料粉末處理系統，即，如實施例 1 中那樣僅利用電漿處理原料粉末並產生經過處理的粉末的系統。

[0098] 電子束加熱裝置（利用電子束執行加熱的裝置）306 根據輸入資料生成並橫穿(traverse)一電子束，以利用電子束的一束點(spot)來加熱薄片 104 的固化區域。電子束控制單元 310 是一用電子束加熱裝置 306 來控制電子束的生成和橫穿的控制器。

電子束熱成型中的真空度

[0099] 因為電子束被存在於外殼 101 中的氣體分子散射，所以根據實施例 3 的物體製作系統 300 可能在電子熱成型階段期間在外殼 101 內部需要 10^{-1} Pa 或更小的真空度。為此，根據實施例 3 的物體製作系統 300 首先通過饋送含碳和氫氣的混合氣體在維持 100 Pa 的真空度的同時執行電漿處理。之後，系統停止饋送混合氣體並且在將真空度恢復到 10^{-1} Pa 之後進行電子束熱成型。

其他實施例

[0100] 根據本揭露內容的某些態樣的用於處理原料粉末或製作物體的方法和設備不限於實施例 1 至實施例 3 中所描述的任何具體配置、部件形式、數值條件或控制。可以在其他實施例中實現這些方法和設備，在其他實施例中實施例 1 至實施例 3 的配置已被部分或全部地用等同的部件替換。

[0101] 例示 1、2、3 和 4 中的具體電壓和壓力條件可以根據參數進行調節，該參數諸如是建造容器 107 的尺

寸、原料粉末的尺寸和薄片 104 的厚度。例如，雖然在例示 1、2、3 和 4 中每個薄片 104 僅接受 AC 電壓，但是 AC 電壓可以與負 DC 電壓疊加來增加正離子碰撞時的速度，以增強薄片 104 的加熱。用來向外殼 101 中的氛圍供給氫的物質可以是例如氫氣、氨氣或非甲烷烴氣體。

[0102] 在實施例 1 中，在向每個薄片 104 施加電壓以生成電漿期間，混合氣體中氫氣和氬氣的比例保持恆定。但是，它們的比例可以在電漿生成的初始階段、中間階段和終止階段之間不相同。

[0103] 在實施例 1 中，電阻加熱器 137 被用於在電漿處理期間的加熱。但是，加熱器不是在電漿處理期間的加熱的唯一可能途徑。可以使電流通過薄片以生成焦耳熱。施加到薄片 104 的 AC 電壓可以在有氬氣的情況下與負偏置電壓疊加以誘發所謂的濺射加熱。

[0104] 實施例 1 中的例示是物體由像是不銹鋼或鈦的純金屬或合金製成的例示，而實施例 2 中的例示是物體由像是滲氮不銹鋼或滲碳矽的滲氮或滲碳金屬製成的例示。但是，本揭露內容的一些實施例可以產生除實施例 1 中的例示中提到的不銹鋼和鈦以外的合金或純金屬（例如矽）的物體。或者，物體可以由氧化金屬製成。原料氧化金屬粉末的電漿處理可以在僅含有惰性氣體而不含氫的氛圍中執行，以便不將原料粉末還原成純金屬。

[0105] 在實施例 1 中描述的例示中，原料金屬粉末在堆疊的固化區域中被完全熔化和再結晶。但是，實施例

1 中用於原料粉末的處理和雷射熱成型的加熱溫度可被選擇，用以使得具有高熔點的原料金屬或氧化金屬粉末的顆粒被燒結在一起。

[0106] 雖然已經參照例示性實施例描述了本揭露內容，但是應當理解，本揭露內容不限於所揭露的例示性實施例。以下申請專利範圍的範圍應被賦予最廣泛的解釋，以便涵蓋所有此類修改以及等效的結構和功能。

【符號說明】

[0107]

- 100：物體製作系統
- 101：外殼
- 208：真空計
- 103：去氣機構
- 200：控制單元
- 102：氣體饋送機構
- 107：建造容器
- 112：堆疊平台
- 111：降低機構
- 104：層(薄片)
- 104'：經過處理的層(薄片)
- 109：建造室
- 137：電阻加熱器
- 209：溫度感測器

- 105：層形成機構
- 132：引導件
- 133：移動單元
- 135：原料粉末
- 130：原料儲存器
- 134：底板
- 131：金屬輓
- 108：電極
- 113：電源
- 108a：絕緣蓋
- LB：雷射光束
- 110：光源
- 106：掃描加熱機構
- 106m：電流計鏡
- 301：物體
- 205：CPU
- 206：RAM
- 207：ROM
- 201：控制台
- 300：物體製作系統
- 306：電子束加熱裝置
- 310：電子束控制單元

申請專利範圍

1. 一種用於處理原料粉末的方法，該方法包含：
形成該原料粉末的第一層；以及
去除形成在該原料粉末的表面上的氧化膜，該第一層由該原料粉末製成。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的用於處理原料粉末的方法，其中該氧化膜的去除是透過在含氫氛圍中的化學還原來實施的。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述的用於處理原料粉末的方法，其中該氧化膜的去除是透過藉由向該第一層施加電壓而生成電漿來實施的。

4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的用於處理原料粉末的方法，其中該氧化膜的去除是透過藉由在含惰性元素的氛圍中生成電漿來實施的。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述的用於處理原料粉末的方法，其中：

在該第一層的形成中，該第一層是在可抽空的外殼中形成；以及

該氧化膜的去除是在該外殼被抽空到次大氣壓（sub-atmospheric）的壓力的情況下實施的。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述的用於處理原料粉末的方法，其中該次大氣壓的壓力為 10 Pa 以上且小於 10 kPa 的壓力。

7. 如申請專利範圍第 5 或 6 項所述的用於處理原料

粉末的方法，該方法還包含創建一氛圍，其係藉由將該外殼抽空至第一壓力，然後將惰性元素輸送到該外殼中以創建比該第一壓力高且比大氣壓低的第二壓力的氛圍來達成。

8. 如申請專利範圍第 5 項所述的用於處理原料粉末的方法，其中該第一層被形成在一在位於該外殼中並與該外殼電絕緣的粉末容器中。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述的用於處理原料粉末的方法，其中，在去除該氧化膜之後，在該第一層上形成第二層。

10. 如申請專利範圍第 3 項所述的用於處理原料粉末的方法，其中電漿的生成是在使用加熱器或能量束加熱該第一層的情況下實施的。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述的用於處理原料粉末的方法，其中該原料粉末是藉由水霧化形成的金屬顆粒。

12. 一種用於製作物體的方法，該方法包含：

形成原料粉末的層；

去除形成在該原料粉末的表面上的氧化膜，該層是由該原料粉末形成；以及

利用射束來成型，包括通過利用能量束的照射來固化已去除該氧化膜的該原料粉末。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述的用於製作物體的方法，其中該氧化膜的去除是透過在含氫氛圍中的化學還原來實施的。

14. 如申請專利範圍第 12 項所述的用於製作物體的方法，其中該氧化膜的去除了是藉由透過向該層施加電壓而在含氫氛圍中生成電漿來實施的。

15. 如申請專利範圍第 12 或 13 項所述的用於製作物體的方法，其中該氧化膜的去除了是藉由透過向該層施加電壓而在含惰性元素的氛圍中生成電漿來實施的。

16. 如申請專利範圍第 12 項所述的用於製作物體的方法，其中使用射束來成型是在低氧氛圍中被實施的。

17. 一種用於處理原料粉末的設備，該設備包括：

可抽空的外殼；

氛圍生成器，其被配置為在該外殼中生成包含氫和/或惰性元素的氛圍；

粉末容器，其位於該外殼中並與該外殼電絕緣；

形成單元，其被建構來在該粉末容器中形成該原料粉末的層；以及

通電單元（energizing unit），被建構來向被該形成單元形成的該層施加電壓。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述的用於處理原料粉末的設備，其中與該層接觸的該粉末容器的表面是絕緣的。

19. 如申請專利範圍第 17 或 18 項所述的用於處理原料粉末的設備，其中該通電單元具有被建構來與該層接觸並向該粉末容器中的該層施加 AC 電壓的電極。

20. 如申請專利範圍第 17 項所述的用於處理原料粉

末的設備，該設備還包含作為該粉末容器的部件的加熱器，其被建構來加熱該層。

21. 一種用於製作物體的系統，該系統包含：

如申請專利範圍第 17 項所述的用於處理原料粉末的設備；以及

射束發射器，其被建構來用能量束來照射已經被該用於處理原料粉末的設備用電漿處理過的該層。

22. 一種用申請專利範圍第 21 項所述的用於製作物體的系統建造的物體，該物體包含晶體結構，其中晶體在層的堆疊方向上生長，該層的堆疊用阿基米德法測得的填充密度為 99.9% 或者更大。

圖式

圖 1

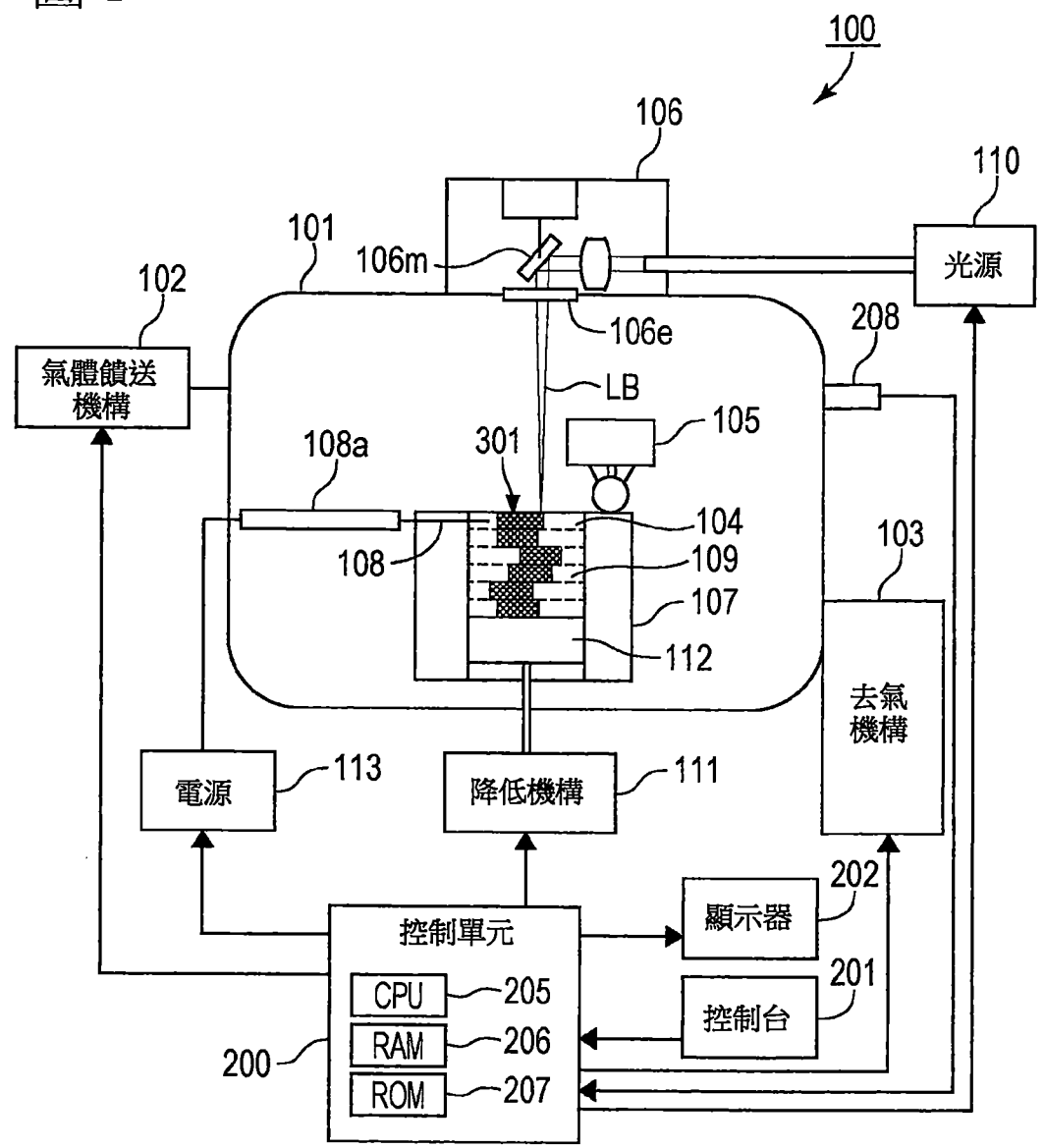


圖 2

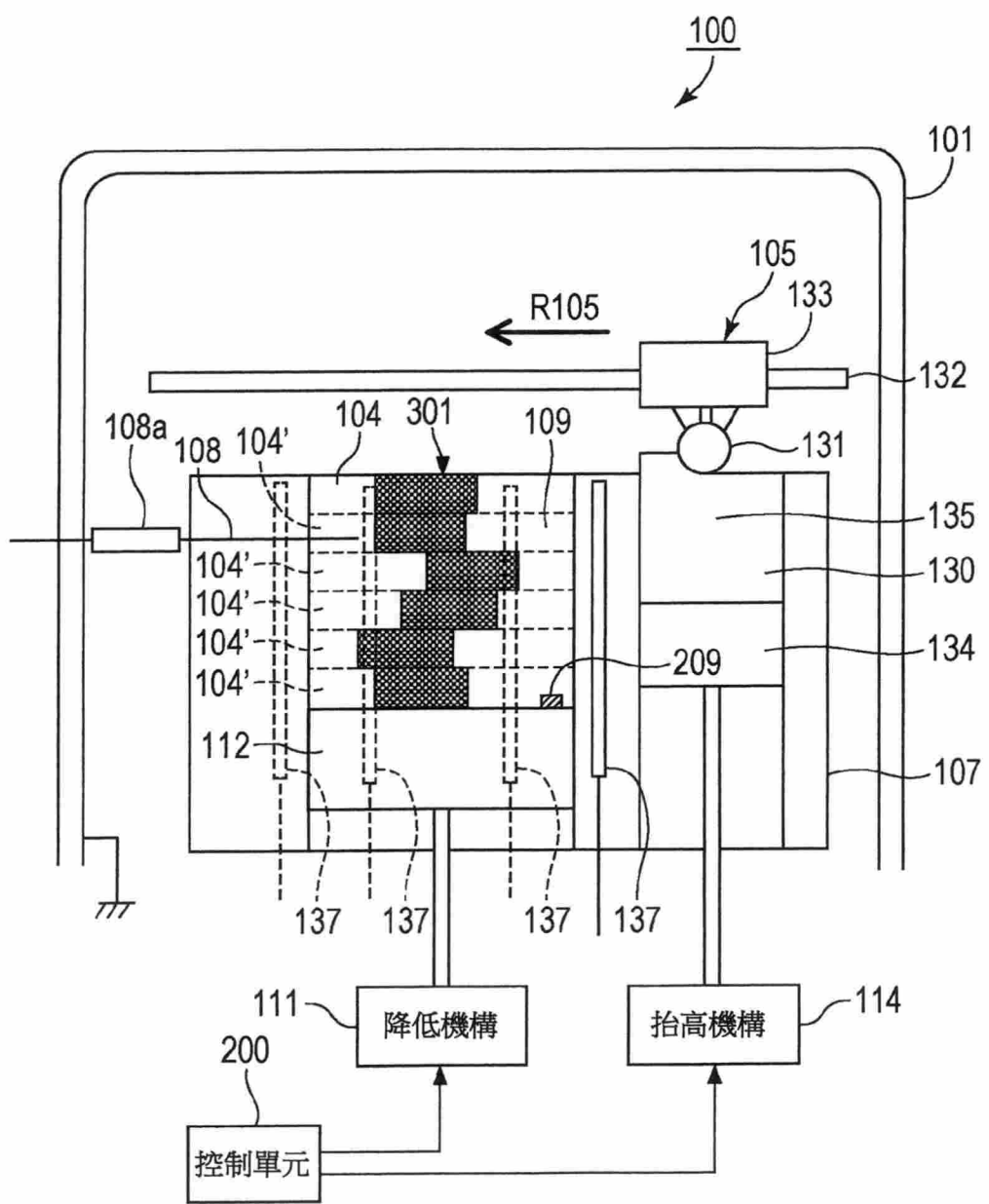


圖 3

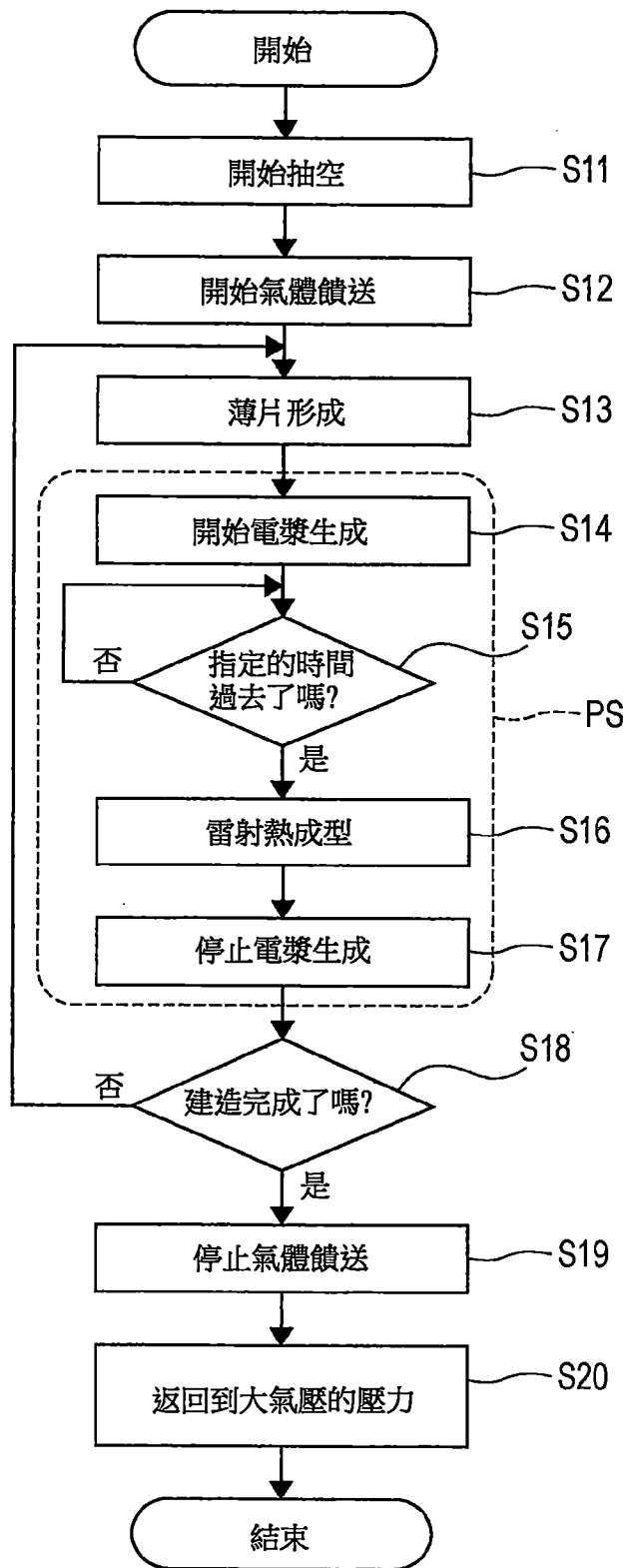


圖 4A
降低

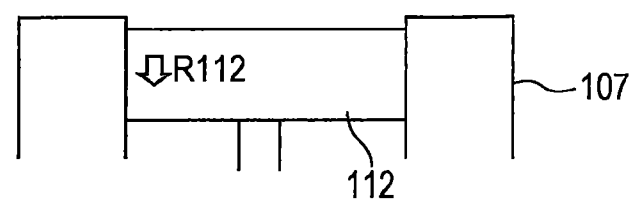


圖 4B
形成

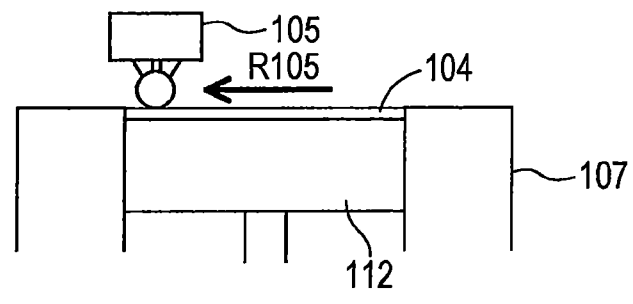


圖 4C
電漿處理

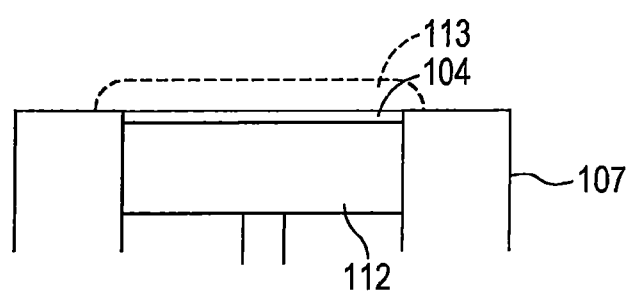


圖 4D
利用射束成形

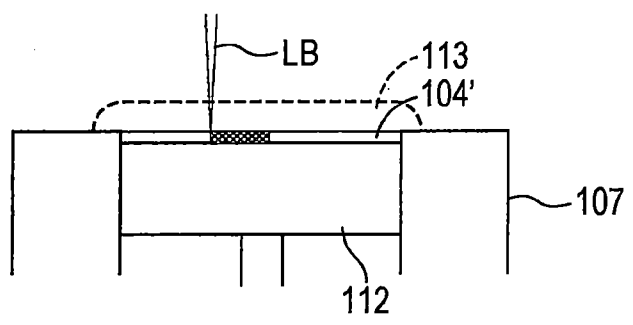


圖 4E
降低

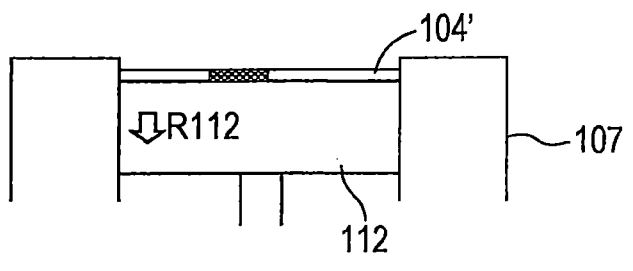


圖 4F
形成

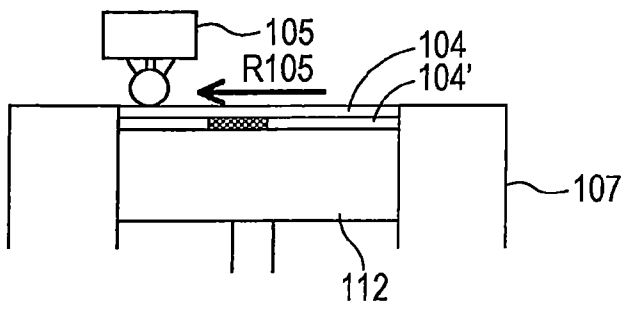


圖 5

