



(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 I751364 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：107127126

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 03 日

(51)Int. Cl.：

B29C64/165 (2017.01)**B29C64/20 (2017.01)****B29C64/295 (2017.01)****B29C64/357 (2017.01)****B29C64/393 (2017.01)**

(30)優先權：2017/08/22

美國

15/683531

(71)申請人：美商帕洛阿爾托研究中心公司 (美國) PALO ALTO RESEARCH CENTER
INCORPORATED (US)

美國

(72)發明人：強森 大衛馬修 JOHNSON, DAVID MATHEW (US)；艾爾羅德 史考特 A ELROD,
SCOTT A. (US)；比格爾森 大衛 K BIEGELSEN, DAVID K. (US)；貝克 維多阿
爾弗雷德 BECK, VICTOR ALFRED (US)

(74)代理人：王彥評；賴碧宏

(56)參考文獻：

TW 201615388A

US 6066285A

US 2017/0203504A1

審查人員：楊鈞皓

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：5 共 15 頁

(54)名稱

用於三維打印之固體顆粒之靜電聚合物氣溶膠沈積及融合

(57)摘要

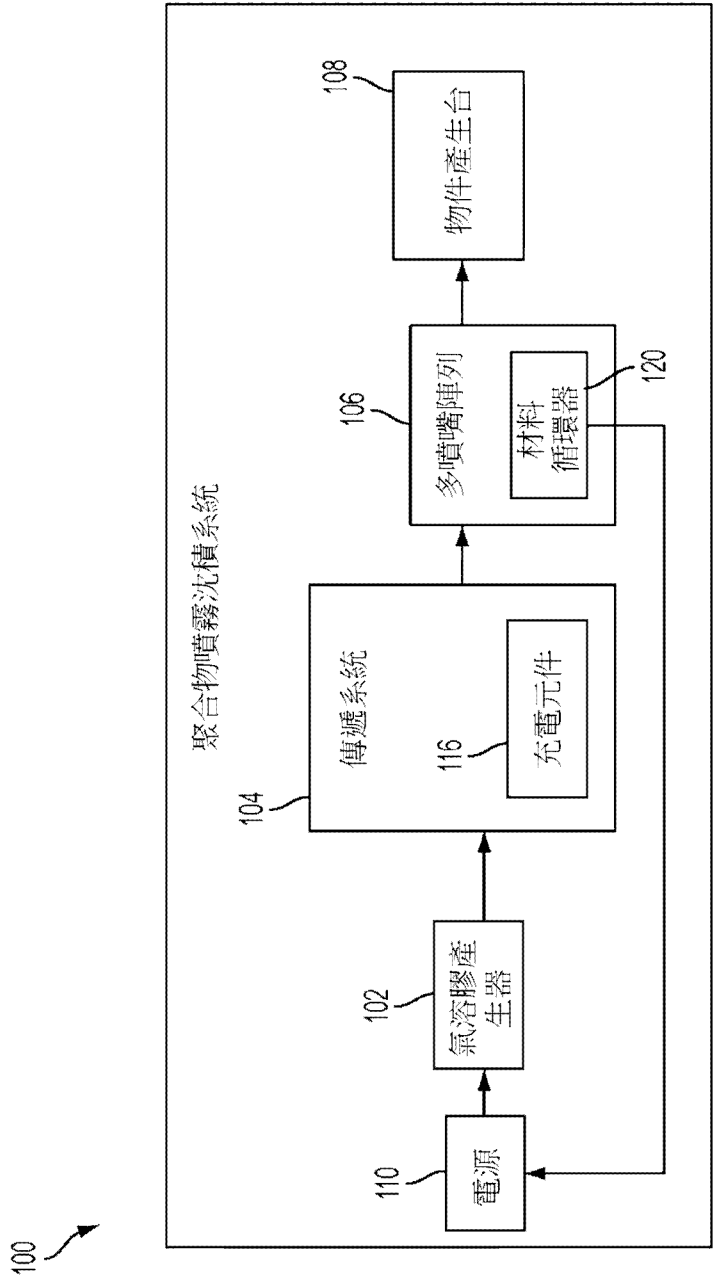
一種增材製造系統，其具有用於使粉末霧化之氣溶膠產生器、沈積表面、用於向沈積表面施加毯覆式電荷之表面充電元件、用於自沈積表面選擇性地移除一部分毯覆式電荷之充電打印頭以及用於將氣溶膠粉末自氣溶膠產生器傳遞至沈積表面之傳遞系統，所述傳遞系統具有用於向氣溶膠粉末施加與毯覆式電荷相反之電荷之氣溶膠充電元件。增材製造過程包含在噴霧產生器處由粉末產生氣溶膠、將氣溶膠充電以產生具有第一電荷之帶電氣溶膠、在沈積表面上形成具有與第一電荷極性相反之第二電荷之毯覆式電荷、選擇性地移除一部分毯覆式電荷區域以及將帶電氣溶膠傳遞至帶電區域以在帶電區域由帶電氣溶膠形成結構。

An additive manufacturing system has an aerosol generator to aerosolize a powder, a deposition surface, a surface charging element to apply a blanket charge to the deposition surface, a charging print head to selectively remove portions of the blanket charge from the deposition surface, and a transport system to transport the aerosol powder from the aerosol generator to the deposition surface, the transport system having an aerosol charging element to apply charge opposite of the blanket charge to the aerosol powder. An additive manufacturing process includes creating an aerosol from a powder at a spray generator, charging the aerosol to produce a charged aerosol having a first charge, forming a blanket charge on a deposition surface having a second charge of an opposite polarity from the first charge, selectively removing regions of the blanket charge, and transporting the charged aerosol to the charged regions to form structures on the charged regions from the charged aerosol.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100 . . . 聚合物沈積系統
- 102 . . . 氣溶膠產生器
- 104 . . . 傳遞系統
- 106 . . . 多噴嘴陣列
- 108 . . . 物件產生台
- 110 . . . 粉末源
- 116 . . . 電荷元件
- 120 . . . 材料循環器



【圖1】



I751364

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於三維打印之固體顆粒之靜電聚合物氣溶膠沈積及融合

【英文發明名稱】ELECTROSTATIC POLYMER AEROSOL DEPOSITION AND
FUSING OF SOLID PARTICLES FOR THREE-DIMENSIONAL PRINTING

【中文】

一種增材製造系統，其具有用於使粉末霧化之氣溶膠產生器、沈積表面、用於向沈積表面施加毯覆式電荷之表面充電元件、用於自沈積表面選擇性地移除一部分毯覆式電荷之充電打印頭以及用於將氣溶膠粉末自氣溶膠產生器傳遞至沈積表面之傳遞系統，所述傳遞系統具有用於向氣溶膠粉末施加與毯覆式電荷相反之電荷之氣溶膠充電元件。增材製造過程包含在噴霧產生器處由粉末產生氣溶膠、將氣溶膠充電以產生具有第一電荷之帶電氣溶膠、在沈積表面上形成具有與第一電荷極性相反之第二電荷之毯覆式電荷、選擇性地移除一部分毯覆式電荷區域以及將帶電氣溶膠傳遞至帶電區域以在帶電區域由帶電氣溶膠形成結構。

【英文】

An additive manufacturing system has an aerosol generator to aerosolize a powder, a deposition surface, a surface charging element to apply a blanket charge to the deposition surface, a charging print head to selectively remove portions of the blanket charge from the deposition surface, and a transport system to transport the aerosol powder from the aerosol generator to the deposition surface, the transport system having an aerosol charging element to apply charge opposite of the blanket

charge to the aerosol powder. An additive manufacturing process includes creating an aerosol from a powder at a spray generator, charging the aerosol to produce a charged aerosol having a first charge, forming a blanket charge on a deposition surface having a second charge of an opposite polarity from the first charge, selectively removing regions of the blanket charge, and transporting the charged aerosol to the charged regions to form structures on the charged regions from the charged aerosol.

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100：聚合物沈積系統

102：氣溶膠產生器

104：傳遞系統

106：多噴嘴陣列

108：物件產生台

110：粉末源

116：電荷元件

120：材料循環器

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於三維打印之固體顆粒之靜電聚合物氣溶膠沈積及融合

【英文發明名稱】ELECTROSTATIC POLYMER AEROSOL DEPOSITION AND FUSING OF SOLID PARTICLES FOR THREE-DIMENSIONAL PRINTING

【技術領域】

【0001】 本發明係關於聚合物噴霧沈積，更特定言之，係關於使用粉末之聚合物噴霧沈積。

【先前技術】

【0002】 定製零件製造業為一個不斷發展之行業，且具有廣泛應用範圍。傳統上，射出成形機及其他加工技術被用來創建物件模型或自己創建物件。更特定言之，將加熱之材料（如玻璃，金屬，熱塑性塑膠及其他聚合物）注入特定形成所需物件形狀之射出成形模具中。材料可在模具中冷卻且呈現模具之形狀以形成物件。注射模具之產生為昂貴及耗時的，且在不進一步增加產生物件之時間及費用之情況下，對物件形狀之變化為難以實現的。

【0003】 增材製造工業由於改變注射模具以產生模型或物件本身的費用、時間及困難而產生。已知的增材製造技術尤其包含熔合沈積建模（FDM）、立體光微影（SLA）、選擇性雷射燒結（SLS）以及噴射系統。各種已知的增材製造技術在材料、費用及/或容積功能方面具有侷限性，其阻止使用完全熱塑性材料設定來進行短期、定製製造及原型開發。此外，已知的增材製造技術不能精確產生具有由傳統技術（如射出成形）製造之高品質物件之機械特性、表面光潔度以及特徵複製之零件。

【0004】 在增材製造不能產生具有足夠應用效能之零件之情形下，出現使用低成本工具之快速電腦數字控制（CNC）機械加工及快速射出成形之整個行業。然而，此等技術與增材製造技術相比明顯更加昂貴且具有其自身過程侷限性。

【0005】 行業中被迫在由傳統但昂貴、不靈活以及耗時之技術（如射出成形）產生之高品質、高容積功能物件與產生品質較差之物件（可能不具有所需結構完整性且有時不具有所需材料，但具有更高之速度及靈活性）之增材製造技術之間做出取捨。

【0006】 舉例而言，FDM 及 SLS 在能夠使用之材料類型方面具有侷限性且產生小於 100%密度物件。快速 CNC 模製具有品質更好之物件，且具有高特徵細節及光潔度，但仍較昂貴。由已知的增材製造技術產生之技術原型通常經優化直至選擇最終設計，此時產生用於大規模、高品質射出成形製造之注射模製。此類多階段製造過程亦為耗時及昂貴的。

【0007】 一種方法涉及聚合物噴霧沈積（PSD）。此方法形成聚合物小滴之噴霧或氣溶膠，且將其充電以使得其在帶電表面上選擇性沈積。氣溶膠之形成可由多種形式進行。其中許多通常需要控制溫度及惰性氣氛。此等形式通常引起更高的成本及更複雜的製造環境。

【發明內容】

【0008】 一個實施例為一種增材製造系統，其具有用於使粉末霧化之氣溶膠產生器、沈積表面、用於向沈積表面施加毯覆式電荷之表面充電元件、用於自沈積表面選擇性地移除一部分毯覆式電荷之充電打印頭以及用於將氣溶膠粉末自氣溶膠產生器傳遞至沈積表面之傳遞系統，所述傳遞系統具有用於向氣溶

膠粉末施加與毯覆式電荷相反之電荷之氣溶膠充電元件。

【0009】 另一實施例為一種增材製造過程，其包含在噴霧產生器處由粉末產生氣溶膠、將氣溶膠充電以產生具有第一電荷之帶電氣溶膠、在沈積表面上形成具有與第一電荷極性相反之第二電荷之毯覆式電荷、選擇性地移除一部分毯覆式電荷區域以及將帶電氣溶膠傳遞至帶電區域以在帶電區域由帶電氣溶膠形成結構。

【圖式簡單說明】

【0010】

圖 1 展示三維增材製造系統之實施例。

圖 2 展示三維增材製造系統之另一視圖。

圖 3 展示返回及再循環路徑之實施例。

圖 4 展示具有支撐材料之三維增材製造系統之實施例。

圖 5 展示三維增材製造之方法之實施例。

【實施方式】

【0011】 本文中之實施例提供三維、數位、增材製造技術之優勢，其具有與用其他方式可實現之範圍相比更廣泛之熱塑性材料範圍。其引起所產生之物件之特徵尺寸解析在複雜性及結構完整性方面與更傳統之製造技術（如射出成形過程）類似。本文中之系統及方法可使高分子量聚合物粉末及其他熱塑性塑膠（如耐綸、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚丙烯、聚砜及縮醛）霧化且產生三維物件。使用粉末可緩解一些對會影響流體之溫度及大氣壓之製造限制。

【0012】 圖 1 展示實例聚合物沈積系統 100 之方塊圖，其包含氣溶膠產生

器 102、傳遞系統 104、多噴嘴陣列 106 以及物件產生台 108。氣溶膠產生器 102 接收來自粉末源 110 之粉末且可由此項技術中熟知之許多不同方法形成粉末之氣溶膠，如美國專利案第 2,862,646 號中揭示或在 www.tsi.com/small-scale-powder-disperser-3443 方法之發現。在一個實施例中，將高速氣體物料流吹入部分填充有電力之容器中。氣流夾帶顆粒，且流體之混亂性質混合空氣及粉末使得其產生氣溶膠。此氣溶膠可由另一流體或真空自容器移除。

【0013】 接著，傳遞系統 104 將氣溶膠化粉末自氣溶膠產生器 102 傳遞至多噴嘴陣列 106，其將粉末分配至物件產生台中之表面上。傳遞系統 104 包含電荷元件 116，其向噴霧充填第一極性電荷。如下文中將更詳細論述，沈積表面將具有含有相反電荷之區域，以將氣溶膠化粉末顆粒吸引至此等區域。接著，使用針對沈積表面之多噴嘴陣列將帶電氣溶膠施用於表面。可通過材料循環器 120 再循環任何『廢料』或殘餘物質。

【0014】 圖 2 展示增材製造系統 200 之替代性視圖。氣溶膠產生器 206 使展示為顆粒 204 之粉末氣溶膠化。傳遞系統 208，可能由空氣流 202 組成，將氣溶膠化粉末自氣溶膠產生器 206 傳遞至沈積表面 214。在一個實施例中，傳遞系統可包含導管（視需要絕緣）、空氣鞘流，且可能進行過濾。此外，傳輸流可包含慣性衝擊器以實現尺寸選擇，以及視需要選用之過濾器。

【0015】 電荷元件 210 向氣溶膠施加第一極性電荷。此可能涉及用於產生電場之傳遞系統之任一側上之電極集合，其中氣溶膠穿過所述電場。沈積表面 214 將接收帶電顆粒，如 216。在一個實施例中，沈積表面駐留在台 218 上，所述台可為三軸（x、y 以及 z）台，其相對於沈積噴嘴陣列移動。

【0016】 在帶電顆粒到達沈積表面之前，沈積表面之選擇性區域接收相反電荷。在一個實施例中，第一充電裝置，如電暈管 220（電暈充電裝置），向沈

積表面施加毯覆式電荷，所述電荷具有與第一極性相反之極性。儘管圖 2 展示充電裝置 220，但其將僅在粉末噴霧到達之前存在。

【0017】 在沈積表面上形成毯覆式電荷之後，另一充電裝置，如離子打印頭，中和來自表面之非零件部分之電荷。顆粒將附著至沈積表面上仍具有相反電荷之部分。

【0018】 在來自粉末噴霧之顆粒到達沈積表面且『黏著』至帶有相反電荷之區域後，將開始形成零件或其他結構。在形成零件期間或之後，粉末材料可經歷加熱以使材料融合成零件。融合可通過施加熱及/或壓力實現。熱可通過使用紅外線源、加熱滾筒或使用高溫空氣來施加。其他實施例可能涉及施用紫外光以使由 UV 固化粉末製成之粉末形成物固化。此外，亦可對粉末氣溶膠加壓以幫助融合。

【0019】 隨著粉末材料在沈積表面之選定區域彙集，一部分粉末噴霧將自沈積表面掉落。在一些實施例中，可使未黏著之粉末材料再循環回到氣溶膠產生器 206。材料再循環將通常在遠離用於使沈積表面之帶電區域處形成之零件融合之熱或其他能量之地方進行。圖 3 展示來自圖 1 之再循環路徑 120 之實例。粉末材料流經沈積表面 214，且一些顆粒 216 附著至沈積表面 214 之一些區域。

【0020】 如圖 4 中所示，在粉末材料融合以形成零件（如 300）之後，可在間隙（如 308）中填充視情況選用之支撐材料 302 以產生光滑之平坦表面。材料可自噴嘴 304 及刮刀 306 到達間隙，或其他工具可將其平滑地填充至間隙中以提供結構上更堅固之零件。

【0021】 圖 5 展示整體過程流程之實施例。在 400 處，沈積表面在 400 處接收毯覆式電荷。在 402 處，另一裝置，如離子打印頭，選擇性中和來自沈積表面之電荷。同時，在 404 處，系統由粉末產生氣溶膠且將其傳遞至沈積表面 406。在 408 處，在氣溶膠被傳遞時，其經歷充電。在 410 處，當氣溶膠到達沈

積表面時，其在表面上融合以形成所需結構。在一個視情況選用之步驟中，支撐材料填充間隙，如上文所論述。

【0022】 以此方式，三維增材製造可使用粉末在製造過程中產生零件。此可提供複雜性較低且更便宜之用於形成供噴霧沈積使用之聚合物之製造過程。

【0023】 應瞭解，可將上文所揭示及其他特徵及功能之變體或其替代方案組合成許多其他不同系統或應用。其中各種目前未預見到或未預期之替代方案、修改、變化或改良可隨後由熟習此項技術者來進行，且亦旨在由以下申請專利範圍涵蓋。

【符號說明】

【0024】

100：聚合物沈積系統

102：氣溶膠產生器

104：傳遞系統

106：多噴嘴陣列

108：物件產生台

110：粉末源

116：電荷元件

120：材料循環器

200：增材製造系統

202：空氣流

204：顆粒

206：氣溶膠產生器

208：傳遞系統

210：電荷元件

214：沈積表面

216：帶電顆粒

218：台

220：電暈管

300：零件

302：支撐材料

304：噴嘴

306：刮刀

308：間隙

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】一種增材製造系統，包括；

粉末源；

氣溶膠產生器，其用於使用氣流使來自該粉末源的粉末霧化以產生氣溶膠粉末；

沈積表面；

表面充電元件，其用於向所述沈積表面施加毯覆式電荷；

充電打印頭，其用於自所述沈積表面選擇性地移除部分所述毯覆式電荷；以及

傳遞系統，其包含第二氣流或真空之任一者，用於將所述氣溶膠粉末自所述氣溶膠產生器傳遞至所述沈積表面，所述傳遞系統具有氣溶膠充電元件以向所述氣溶膠粉末施加與所述毯覆式電荷相反之電荷，使得所述氣溶膠形成在所述沈積表面中保留電荷之部分上製造的部分；

噴嘴，其用於接收來自所述傳遞系統的所述氣溶膠粉末，以將所述氣溶膠粉末分配至所述沈積表面上；及

可移動物件產生台，其用於保持所述沈積表面，所述可移動物件產生台係可相對於所述噴嘴平移。

【第 2 項】如申請專利範圍第 1 項之系統，進一步包括所述傳遞系統中之用於選擇顆粒尺寸之慣性衝擊器。

【第 3 項】如申請專利範圍第 1 項之系統，進一步包括所述傳遞系統中之過濾器。

【第 4 項】如申請專利範圍第 1 項之系統，進一步包括分配器，其用於將支撐材料分配於所述結構之間。

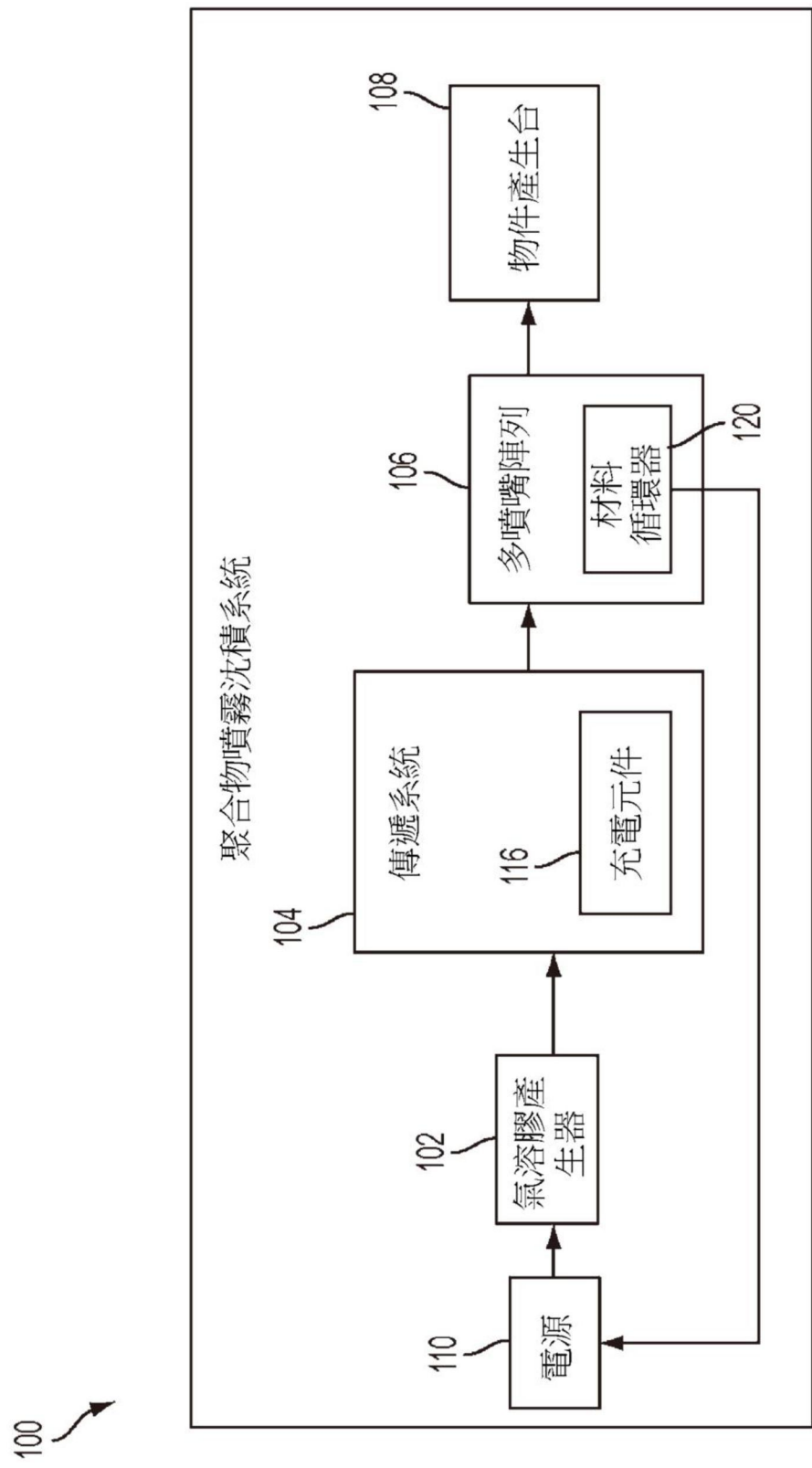
【第 5 項】如申請專利範圍第 1 項之系統，其中所述表面充電元

件包括電暈管。

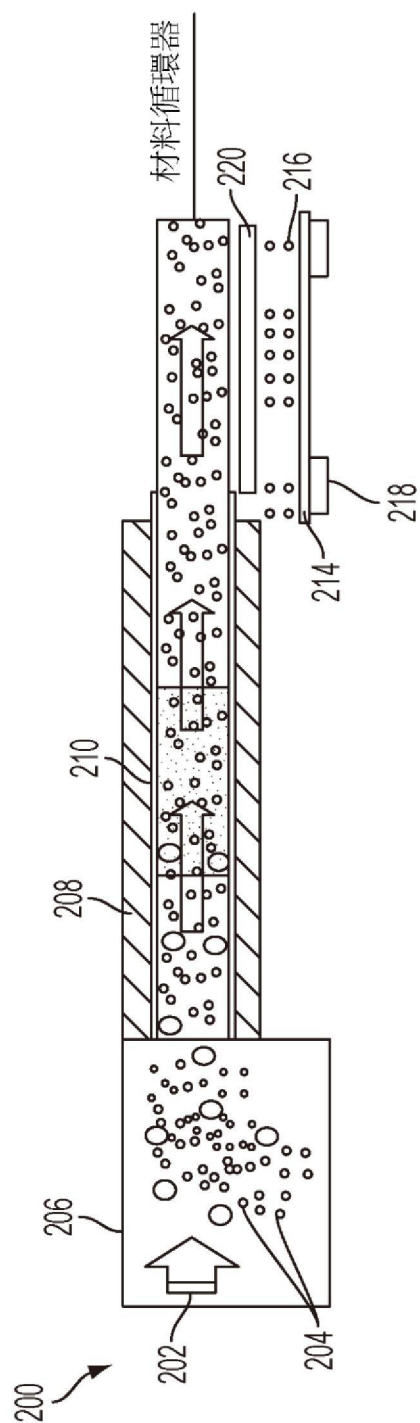
【第 6 項】如申請專利範圍第 1 項之系統，其中所述充電打印頭包括離子打印頭。

【第 7 項】如申請專利範圍第 1 項之系統，其中所述傳遞系統包括導管，其用於當所述氣溶膠粉末在所述氣溶膠產生器與所述沈積表面之間移動時，容納所述氣溶膠粉末。

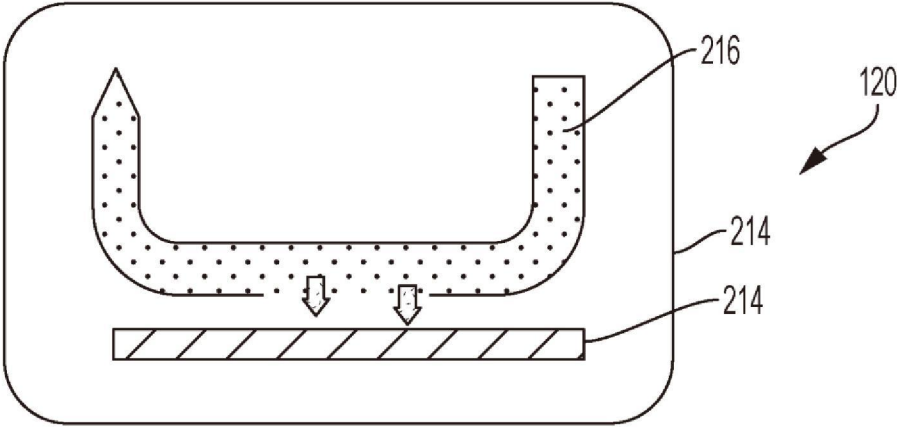
【發明圖式】



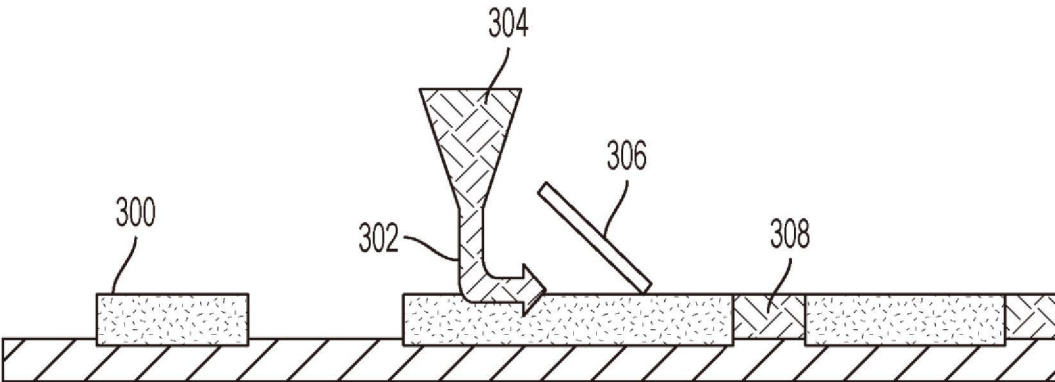
【圖1】



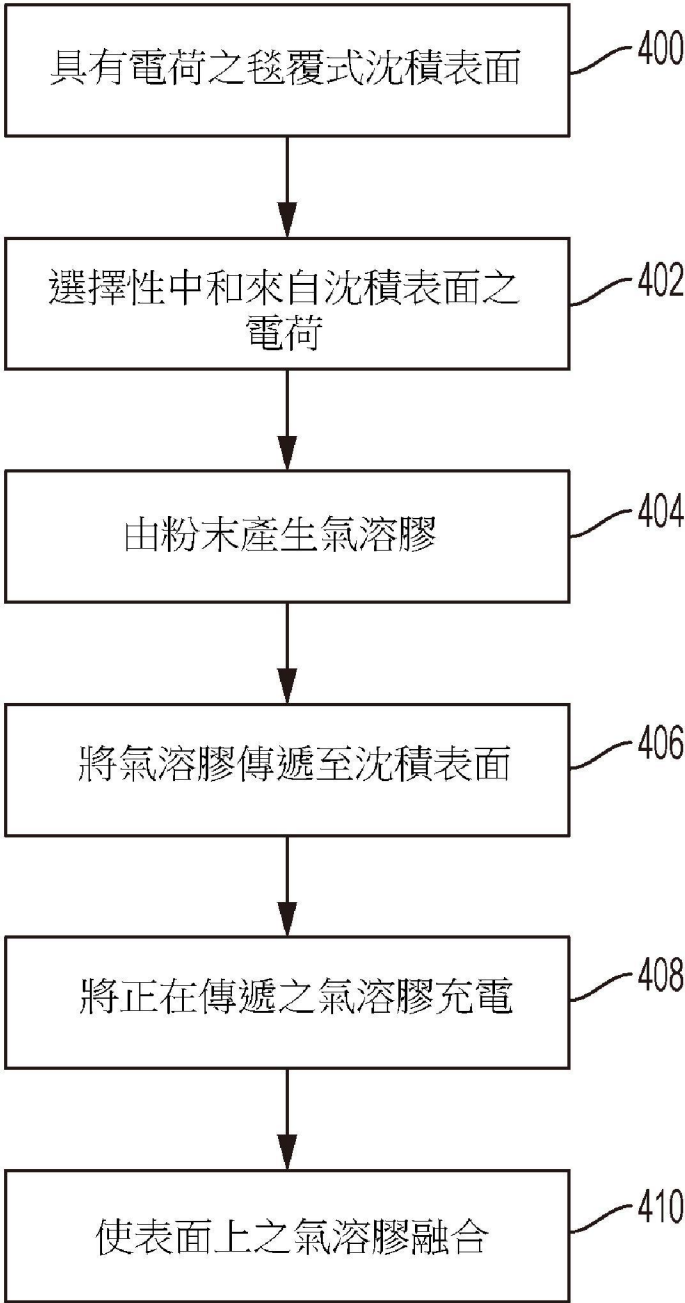
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】