

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：92/20082

※ 申請日期：92.07.23

※IPC 分類：B41J 2101,
B05C 5/00

壹、發明名稱：(中文/英文)

用以經由固體自由成形製造法生成一物體之方法以及系統

Methods and Systems for Producing an Object Through Solid
Freeform Fabrication

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·惠普研發公司

HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY, L.P.

代表人：(中文/英文)

蓋伊 J. 凱利 / Guy J. Kelley

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國德州休士頓市S.H.249 20555號

20555 S.H. 249, HOUSTON, TEXAS 77070, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/U.S.A.

參、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 傑佛瑞 A. 尼爾森/Jeffrey A. Nielsen

2. 弗萊德克·凱斯帕奇克/Vladek Kasperchik

住居所地址：(中文/英文)

1. 美國俄勒岡州柯瓦里斯·西北艾姆伍德道4553號

4553 N.W. Elmwood Drive, Corvallis, OR 97330, U.S.A.

2. 美國俄勒岡州柯瓦里斯·西北喬恩區4308號

4308 N.W. Jon Place, Corvallis, OR 97330, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/U.S.A.

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☒ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國；2003,01,09；10/340,474

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種用以經由固體自由成形製造法生成一物體之方法以及系統。

5 【先前技術】

發明背景

固體自由成形製造法係為一種用於製造包括最終產品、原型元件及工作工具等立體物體之方法。固體自由成形製造法係為一種從基底材料自動地逐層建造藉由電子資
10 料所描繪的一物體之添加性方法。利用噴墨列印技術來進行數種主要形式的固體自由成形製造法。

在使用列印技術之一型固體自由成形製造法中，將數個經列印平面層合併在一起以形成一平面性或非平面性立體物體。元件係藉由將一結合劑“列印”或噴射在一平床狀
15 的粉末或漿體磚上而製成。在噴射結合劑處，粉末係固體化構成被形成物體的一橫剖面。此列印逐層進行，各層代表最終所需要產品的另一橫剖面。相鄰的經列印層以預定圖案彼此黏附以增層構成所需要的產品。

除了利用製造室中的粉末選擇性形成所需要物體的各層之外，此系統亦可將一色彩或色彩圖案列印在物體的各
20 層上。結合劑時常具有著色，藉以整合結合與著色的功能。

譬如，可採用噴墨列印技術，其中從一系列印頭的噴嘴選擇性噴射數種不同色墨水且混合於建造材料譬如粉末層上以提供一全頻譜的色彩。在各個別層上，可使用傳統的

二維多通列印技術及半色調演算法來隱藏列印瑕疵及達成一寬廣範圍的理想色調(color hue)。

5 在使用列印技術將結合劑添加至粉末之先前的固體自由成形製造系統中，結合劑滴粒一般係較大藉以具有盡可能大的結合劑通量。結合劑通量係為對於一給定時間長度中使用多少結合劑之測量方式。較高的結合劑通量對於固體自由成形製造系統導致了較高的製造速度。

10 然而，利用大滴粒的結合劑將難以或根本不可能產生小的特性及平滑表面。受製造物體可視為由體素(voxel)製成，體素係為各對應一滴結合劑之立體體塊。實際可能的最小體素係受限於粉末尺寸或受限於結合劑滴粒尺寸。因為現今固體自由成形製造工具使用大滴粒，體素的限制因素通常是結合劑滴粒容積。

15 因此，為了產生具有細微細節的物體，先前的固體自由成形製造系統對於整個物體均使用小的結合劑滴粒。雖然使用小滴粒可能利於將細節添加至物體及提供更平滑的表面光製，墨水/結合劑通量的降低將對於機器導致較緩慢的產出率及較長的製造時間。

【發明內容】

20 發明概要

在許多種可能實施例的一者中，一用以經由固體自由成形製造法生成一物體之方法較佳係包括噴射不同容積的滴粒以形成該物體的一層。

圖式簡單說明

圖式顯示了本發明的多項不同實施例且身為說明書的一部分。所顯示的實施例只是本發明的範例而非限制本發明的範圍。

第1圖顯示一種使用一系列印方法來製造所需要的產品之固體自由成形製造系統，可在第1圖所示的系統中實行本發明的一實施例；

第2a圖顯示一藉由單容積滴粒尺寸製成之物體，其中顯示單容積滴粒處於接觸到建造材料之前；

第2b圖顯示第2a圖所製造之物體，單容積滴粒處於已經到達建造材料之後；

第3a圖顯示根據本發明的一實施例之一藉由可變容積滴粒尺寸製成之物體，其中顯示物體及可變容積滴粒尺寸處於滴粒與建造材料之間產生接觸前；

第3b圖顯示第3a圖中所製造之物體，其中處於可變容積滴粒已經到達建造材料之後；

第4a圖顯示根據本發明的一實施例之藉由單容積滴粒尺寸製造之一物體的二層階面；

第4b圖顯示根據本發明的一實施例之藉由可變容積滴粒尺寸製造之一物體的二層階面。

圖中，相同的編號代表類似但未必相同的元件。

【實施方式】

詳細描述

本文描述一種包括用以經由固體自由成形製造系統產生物體之技術且較佳為列印技術之方法及系統。所描述的

此方法及系統係包括認知到利用可變結合劑及/或墨水滴粒容積來產生一具有更理想的表面光製之物體。所描述的方法及系統亦包括藉由降低或盡量減少產品層之間的階面來利用可變滴粒容積在被生成產品中生成更細微的特性。

5 如同此說明書全文及申請專利範圍中所使用，“可變滴粒尺寸”、“可變滴粒容積”及類似用語係指使用具有兩種或更多種不同容積之滴粒，其中容積係包括經由固體自由成形製造法來建造一物體之結合劑、墨水、或是較佳包括結合劑與墨水的一組合。並且，利用“小滴粒”及“大滴粒”用
10 語來區分一滴粒中結合劑及/或墨水之相對容積而不指任何特定的量化數值。用於將一層建造材料結合及/或著色以製造一物體之滴粒容積尺寸將會在相同物體內產生變化。

 並且，如同本說明書及申請專利範圍中所使用，“墨水”用語可廣泛地用來代表從列印頭噴射將受製造物體予以標
15 記及/或著色之任何物質。因此，“墨水”用語係包括但不限於墨水、列印流體、碳粉、著色劑等。

 第1圖顯示一使用列印技術之固體自由成形製造系統。在第1圖的固體自由成形製造系統(100)中，使用一粉末材料來形成所需要產品的各個別層。為達成此目的，首先
20 從一供應室提供一經測量的粉末量。一較佳併入一移動的階級(103)中之滾子隨後係在一製造室(102)頂上將粉末配送及壓縮至一所需要的厚度。

 移動的階級(103)亦較佳包括一系列印頭且其在製造室(102)中將黏劑或結合劑以二維圖案選擇性沉積在粉末上。

此二維圖案係為所需要產品的一橫剖面。黏劑或結合劑可藉由墨水、碳粉、或其他材料進行著色，以對於所需要產生的此特定橫剖面提供一所需要的色彩或色彩圖案。

5 粉末變成結合在使黏劑沉積之區域中，藉以形成一層所需要的產品。藉由在製造室(102)中將一新層粉末施加至前層頂上來重覆進行此處理。所需要產品的下個橫剖面隨後在新粉末層中列印有黏劑或結合劑。黏劑亦具有將相鄰或連續層的所需要產品結合在一起之作用。

10 持續此處理，直到整個物體在製造室(102)中形成於粉末床內為止。未被黏劑結合的額外粉末係刷除而留下基底或“濕胚(green)”物體。提供使用者介面或控制面板(104)以讓使用者控制製程。

此列印處理提供了快速製造及低建造材料成本之優點。將其視為一種最快速的固體自由成形製造法，且可以
15 多種不同色彩生成產品。

移動的階級(103)的列印頭較佳包括用於將結合劑及/或著色劑噴射至建造材料的層中之噴墨技術。利用噴墨技術，列印頭係以一選擇性圖案來噴射墨水及/或結合劑滴粒以產生受製造物體且加以著色。

20 然而，如果在受製造物體各個別層上不使用單容積尺寸的結合劑及/或墨水滴粒，滴粒容積可依需要改變藉以在受製造物體中生成一更平滑表面光製或生成更細微的特性。因此，如同下文所示，滴粒容積的變異在受製造物體表面或輪廓上及階面狀表面上可能特別有用。

本文所用的“階面”或“階面式”係廣泛地代表高度的改變或階段。因此，“階面”包括但不限於受製造物體內之垂直或傾斜的側邊、曲線、輪廓、邊緣、水平高度變化等。

一可變式滴粒容積的概念之優點在於：其利於更平滑的輪廓及表面，且盡量減小階面尺寸。可在輪廓、階面等的形成期間使用較小滴粒，以讓這些特性從對應於較小滴粒尺寸之較小增量的建造材料形成。為此，複雜立體物體的階面階段不再受限於藉由對應於大滴粒尺寸的較大增量(體素)予以形成之方式。

如上述，在固體自由成形製造法中使用大滴粒尺寸以利所使用的結合劑材料及/或墨水使其具有高的通量。高結合劑通量將增快物體的製造速度。本文揭露的方法及系統保留了利用大滴粒尺寸進行快速製造之優點，同時增添了亦使用小滴粒尺寸產生較平滑的表面光製及更精密的表面特性之能力。

第2a圖顯示經由使用列印技術的固體自由成形製造法來製造一普通物體(200)之一橫剖面。第2a圖所示的橫剖面可用於任何物體且可為一圓柱、一平面、一球型或任何其他形狀。可瞭解，此顯示的橫剖面只供示範用。可利用本文所述的方法及系統來生成一任何類型或形狀的物體。

從一層建造材料譬如一層粉末(202)產生普通物體(200)。將形成普通物體(202)之此層粉末(202)部分係由一結合劑或黏劑熔合在一起，且其較佳為一經著色的結合劑或黏劑。如第2a圖所示，結合劑係以複數個或成組的大容積

滴粒(204)噴射。該組大容積滴粒(204)噴射至該層粉末(202)的一表面(206)內。

如第2b圖所示，當大容積滴粒(204)衝擊粉末(202)層的表面(206，第2a圖)時，形成對應於大容積滴粒(204)的一系列坑洞(208)。各坑洞(208)一般具有與其相聯之較高的壁(210)。大坑洞(208)及高壁(210)導致了一種在許多製造應用中視為不良之粗糙的表面光製。然而。大容積滴粒(204)係利於更快速的製造及噴射於表面(206，第2a圖)所需要之較少的結合劑滴粒。

10 因此，為了維持快速的製造且亦降低表面粗糙度，較佳將可變尺寸的滴粒容積施加至一建造材料。第3a圖顯示經由使用列印技術的固體自由成形製造法所製造之另一普通物體(300)之一橫剖面。第3a圖所示的橫剖面亦可用於任何物體且可為一圓柱、一平面、一球型或任何其他形狀。
15 此顯示的橫剖面只供示範用。本文描述的方法及系統可適用於一具有任何類型或形狀的橫剖面之物體。

物體(300)亦由一建造材料製造。根據本實施例，建造材料為一粉末層(302)。圖中位於粉末層(302)的一表面(306)鄰近處係為至少兩種不同容積之結合劑及/或墨水滴粒。所
20 顯示的可變滴粒容積係包括與第二組小滴粒(305)互相散佈之第一組大滴粒(304)。

大滴粒(304)與小滴粒(305)之間的間隔不需相等，但亦可相等。部分實施例中，大滴粒(304)位於約20 pl至約50 pl(pico liter)的範圍。然而，其他實施例中，此範圍有時可

從約10 pl增加至約200 pl。並且，其他實施例中，小滴粒容積(305)可位於約5 pl至約20 pl的範圍。其他實施例中，小滴粒容積(305)的尺寸範圍可位於約1 pl增加至約50 pl的範圍。

- 5 然而，小及大滴粒容積(304及305)不限於任何特定容積，只要小滴粒容積(305)小於大滴粒容積(304)即可。請瞭解，其他各不同的滴粒尺寸亦可與大及小滴粒(304及305)相互散佈，此等實施例不只限於兩種滴粒容積尺寸。

 噴墨列印技術提供了可噴射具有選擇性尺寸的滴粒之
10 列印頭。可採用可控制所噴射滴粒的容積之任意技術。譬如，噴墨列印頭一般採用熱或壓電元件來從一室噴射一墨水滴粒。可以數種方式控制所驅出滴粒之尺寸，其中包括控制自其噴射滴粒之室的尺寸以及控制用來噴射滴粒之熱量或壓力。

- 15 大容積滴粒(304)可從一組分離的噴墨噴嘴(312)或其他噴射裝置射出。第一組噴墨噴嘴(312)可噴射單色(諸如無色、白色或另一色)的結合劑及/或墨水滴粒。如果需要彩色製造，可具有用於噴射不同色(一般為青色、紅色、黃色、黑色、無色、白色、或其部分組合)的墨水及/或結合劑之分
20 離的噴墨噴嘴組。部分實施例中，用於生成大滴粒(304)之噴墨噴嘴可形成於一與生成小滴粒(305)的噴嘴分離之列印頭中。在各不同實施例中，具有噴嘴(312及/或314)之列印頭較佳係在建造材料上方移動而以一選定圖案選擇性噴射結合劑及/或墨水。

同樣地，各個小容積滴粒(305)可從位於相同或一分離的列印頭上之一噴嘴(314)射出。如果大滴粒噴嘴(314)及小滴粒噴嘴(312)設置於不同的列印頭上，列印頭必須移動藉以在對於大滴粒(304)的衝擊位置之間將小滴粒(305)放置在表面(306)上。如第3a圖所示，大滴粒的噴嘴(314)及小滴粒的噴嘴(312)較佳相互散佈在單一系列印頭中。

或者，大及小容積滴粒(304及305)皆可從具有能夠選擇性生成不同尺寸滴粒的噴嘴之單一系列印頭射出。譬如，一壓電隨選滴落式(PIJ)列印頭可從市面購得且可自單一孔口射出不同的滴粒尺寸。

部分實施例中，小滴粒的各噴墨噴嘴(314)只噴射一無色結合劑或黏劑，所以製成物體(300)的色彩只受到大滴粒(304)所影響。然而，本發明的其他實施例係包括大滴粒(304)與小滴粒(305)中的墨水。

如第3b圖所示，當小容積滴粒(305，第3a圖)與大容積滴粒(304，第3a圖)相互散佈且衝擊粉末(302)層的表面(306，第3a圖)，大容積滴粒(304，第3a圖)產生的對應坑洞(308)具有遠比只使用大容積滴粒(204，第2a圖)形成的高壁(210，第2b圖)更低之壁(310)。較佳在大滴粒(304)射出的同時或射出之後將小滴粒(305)射出，所以小滴粒(305)可衝擊及降低形成於大滴粒坑洞(308)之間的壁(310)。

因此，如第2b圖所示，原本的高壁(210)係由於小容積滴粒(305)相互散佈在大容積滴粒(304)之間而降低。根據第3a至b圖的實施例，小容積滴粒(305)精密地瞄準位於大容積

滴粒(304)之間的表面(306)區域。因為當添加小容積滴粒時下壁(310)遠比高壁(210，第2b圖)更不明顯，故產生一遠為更平滑的表面光製。

部分實施例中，只在物體(300)的外輪廓或表面及/或各層(302)邊緣上進行各不同尺寸滴粒的結合劑及/或墨水之相互散佈。由於物體(300)的大部份容積位於內部而無法近接，不需要撫平各個別內層(302)。因此，較佳只有物體(300)的外輪廓及/或邊緣是利用較小容積滴粒(305)形成。

然而，許多層(302)在形成時，可能依照需要將可變滴粒容積施加在表面(306)上來撫平這些層。部分實施例中，只有外面的一到五層被可變滴粒容積所撫平。在具有較多半透明材料組的部分實施例中，可藉由可變滴粒容積來撫平外面的一到二十層或更多層。

除了利於使固體自由成形製造法所生成的一物體上具有較平滑的表面光製之外，此處所述的實施例係利於降低、盡量減少及更精密地控制一經由固體自由成形製造法所產生之物體的階面狀部分。因此，可產生較細微的表面特性。利用可變滴粒尺寸，可有利地具有更精密製造之複雜的立體表面及表面特性。

參照第4a圖，顯示根據傳統的固體自由成形製造法之一普通的階面狀物體(400)。一位於第一與第二層(404及406)之間的階面或階段(402)係受限於與單一大容積滴粒(410)對應之增量。

然而，參照第4b圖，根據此處所述的方向及系統，可

將可變滴粒容積施加至建造材料藉以使階面(408)的輪廓更平滑。如圖所示，小滴粒(412)的結合劑及/或墨水可沿著層(諸如第一及第二層(404及406))之間的轉折部分射出，以產生一比單獨使用大容積滴粒(410)時更平滑且更漸進之階面

5 階段(408)。

藉由添加一利用較小結合劑及/或墨水滴粒容積(412)所產生之中間階段(408)，如果需要的話，階面變得較不呈鋸齒狀及顯眼。依需要，仍可專門利用較大滴粒容積來形成較尖銳程度的轉折部。

10 上文描述只用來示範及描述本發明。無意窮舉本發明或將本發明限制在本文揭露的任何特定形式。可由上文原理作出許多修改及變更。

譬如，上文中，已經將所描述的實施例實行為一種以粉末為基礎或漿體塊固體自由成形製造系統。然而，本文

15 所揭露的原理不只適用於以粉末為基礎之固體自由成形製造系統。

特定言之，數種固體自由成形製造系統係使用噴墨頭來噴射一建造材料，諸如一聚合物或光預聚物。因此，這些噴墨系統係噴射100%用來產生所需要的產品之建造材料，而非只噴射用來定型建造材料之結合劑及/或墨水。然

20 而，即使此系統對於所需要的產品沉積材料以及著色劑，沉積材料的滴粒尺寸仍可改變，以在一粉末及結合劑系統中確切地依照上述相同的方式達成一較平滑的表面。

因此，可將本文所描述的原理併入使用滴粒來結合一

建造材料或身為建造材料本身的滴粒以產生一物體的剖面層之任何固體自由成形製造系統中。本發明的範例係由申請專利範圍所界定。

【圖式簡單說明】

5 第1圖顯示一種使用一系列方法來製造所需要的產品之固體自由成形製造系統，可在第1圖所示的系統中實行本發明的一實施例；

第2a圖顯示一藉由單容積滴粒尺寸製成之物體，其中顯示單容積滴粒處於接觸到建造材料之前；

10 第2b圖顯示第2a圖所製造之物體，單容積滴粒處於已經到達建造材料之後；

第3a圖顯示根據本發明的一實施例之一藉由可變容積滴粒尺寸製成之物體，其中顯示物體及可變容積滴粒尺寸處於滴粒與建造材料之間產生接觸前；

15 第3b圖顯示第3a圖中所製造之物體，其中處於可變容積滴粒已經到達建造材料之後；

第4a圖顯示根據本發明的一實施例之藉由單容積滴粒尺寸製造之一物體的二層階面；

20 第4b圖顯示根據本發明的一實施例之藉由可變容積滴粒尺寸製造之一物體的二層階面。

圖中，相同的編號代表類似但未必相同的元件。

【圖式之主要元件代表符號表】

100…固體自由成形製造系統	305、412…小滴粒
102…製造室	310…壁
103…移動的階級	312…小滴粒噴嘴
104…使用者介面或控制面板	314…大滴粒噴嘴
200、300…普通物體	400…普通的階面狀物體
202、302…粉末層	402…階面
204、304、410…大滴粒	404…第一層
206、306…表面	406…第二層
208、308…坑洞	408…中間階段
210…較高的壁	

伍、中文發明摘要：

一用以經由固體自由成形製造法生成一物體之方法較佳係包括噴射不同容積的滴粒以形成一層該物體。此等滴粒可為射入一建造材料內的結合劑滴粒或可包括用以形成該物體之建造材料。

陸、英文發明摘要：

A method of producing an object through solid freeform fabrication preferably includes ejecting drops of different volumes to form a layer of the object. The drops may be binder drops ejected into a build material or may include the build material used to form the object.

拾、申請專利範圍：

1. 一種用以經由固體自由成形製造法生成一物體之方法，該方法包含：

噴射具有不同容積之滴粒，以形成一層該物體。
- 5 2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該等滴粒包含一結合劑且該方法進一步包含將該等滴粒射入一床的建造材料中。
3. 如申請專利範圍第2項之方法，其中該等滴粒進一步包含用於將該物體著色之墨水。
- 10 4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該等滴粒包含一建造材料。
5. 如申請專利範圍第4項之方法，其中該等滴粒進一步包含用於將該物體著色之墨水。
6. 一種用於自電子資料生成一所需要的物體之固體自由

15 成形製造系統，該系統包含：

一製造室，其用於固持一床的粉末狀基底材料；及

一移動的階級，其用於配送該製造室中的連續層粉末及用於將一結合劑選擇性射入各層粉末中；

其中該移動的階級包含一系列印頭，且該列印頭構成

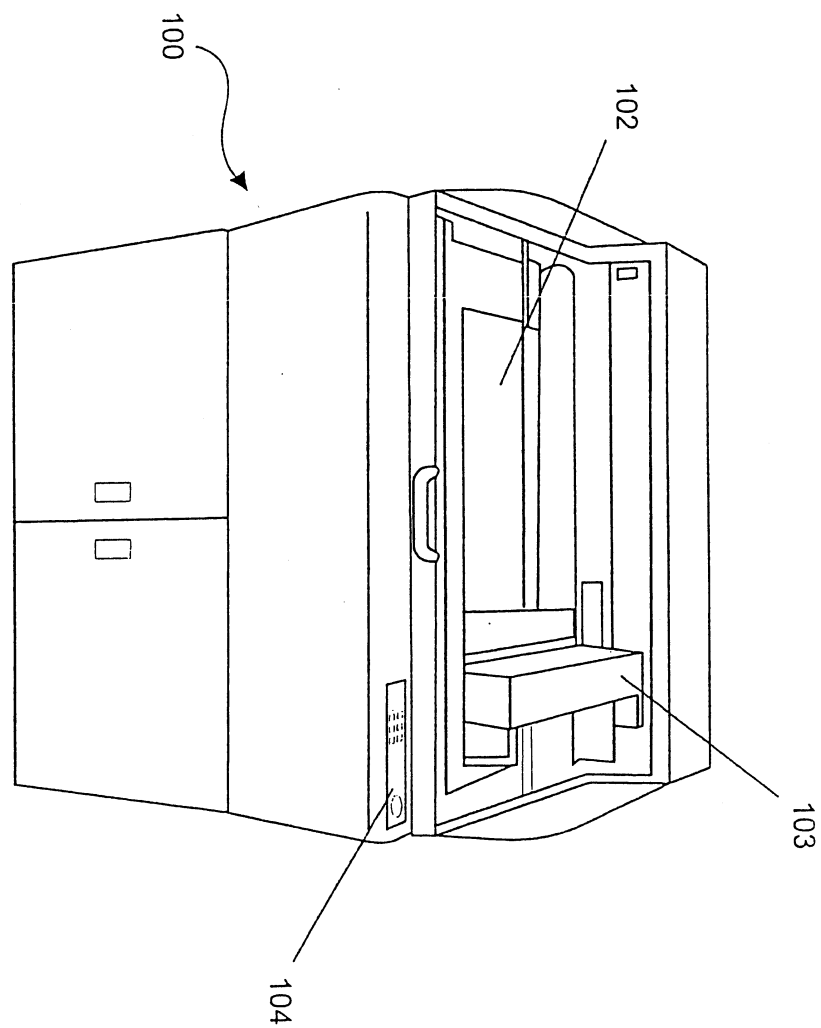
20 為可將至少二種不同容積的結合劑滴粒射入該粉末中。
7. 如申請專利範圍第6項之系統，其中具有一第一容積的滴粒係與具有一比該第一容積更大的第二容積之滴粒相互散佈。
8. 如申請專利範圍第7項之系統，其中具有該第一容積的

該等滴粒係只噴射橫越該物體的一表面層。

9. 如申請專利範圍第7項之系統，其中具有一比一第二容積更小的第一容積之該等滴粒係噴射至該所需要物體的層之間的階面。

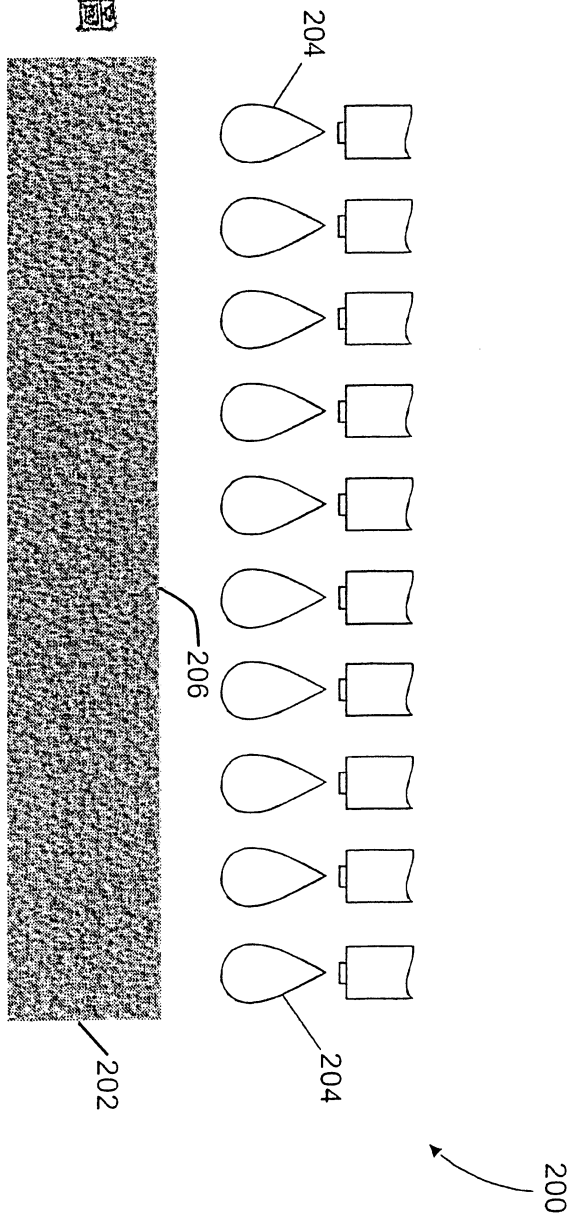
5 10. 一種自電子資料生成一所需要物體之固體自由成形製造系統，該系統包含：

一系列印頭，其用於噴射建造材料的滴粒以選擇性形成該物體的層，其中該等滴粒具有至少二種不同容積。

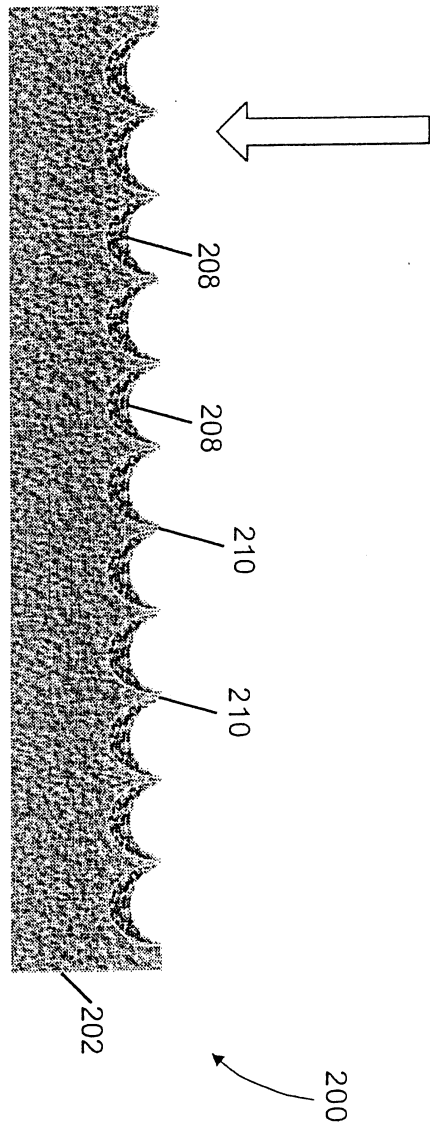


第 1 圖

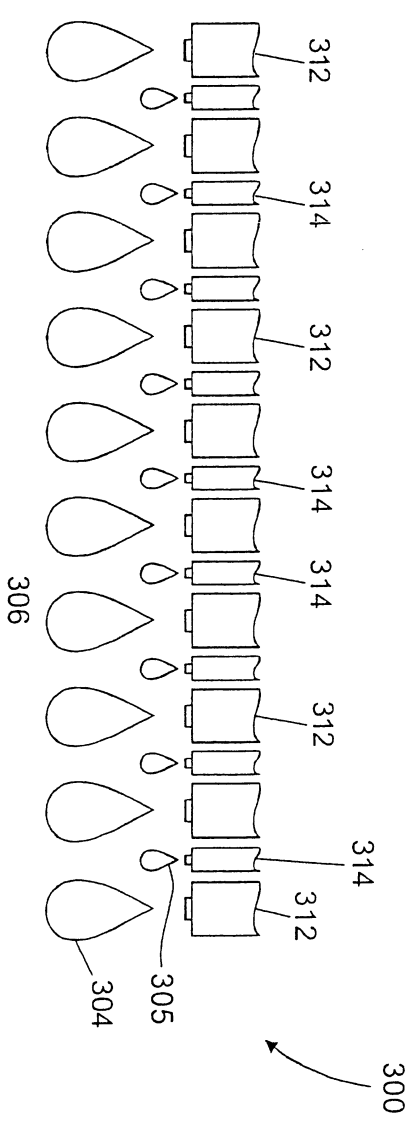
第 2a 圖



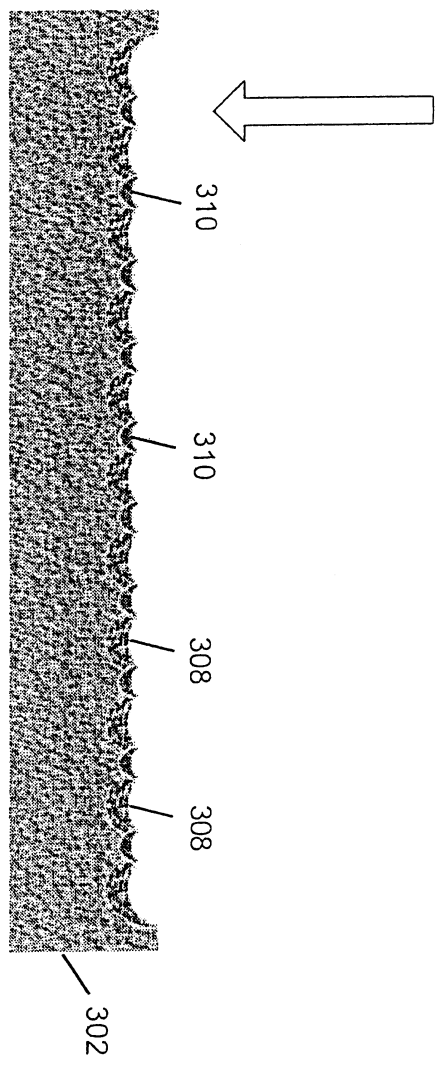
第 2b 圖

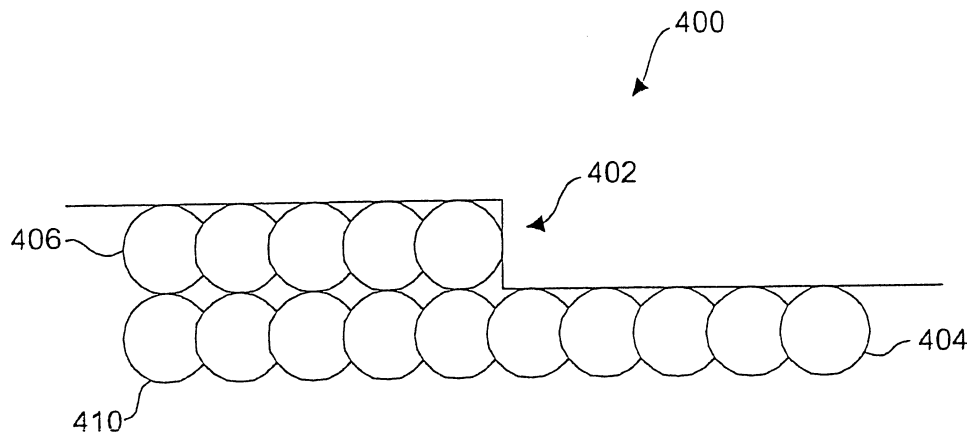


第 3a 圖

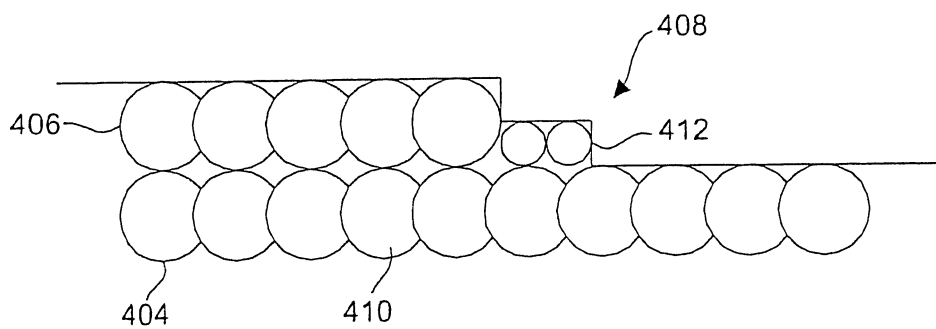


第 3b 圖





第4a圖



第4b圖

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

100…固體自由成形製造系統

102…製造室

103…移動的階級

104…使用者介面或控制面板

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：