



(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 I532535 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：101118804

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 25 日

(51)Int. Cl. : **B05C11/08 (2006.01)****B32B3/00 (2006.01)****B05C3/10 (2006.01)****B05D1/18 (2006.01)**

(30)優先權：2011/05/26 美國

61/490,434

(71)申請人：艾德維尼拉企業公司 (美國) ADVENIRA ENTERPRISES, INC. (US)

美國

(72)發明人：萊伯法 艾米拉 RYABOVA, ELMIRA (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

JP 2004-71186A

JP 2009-291674A

US 5912046

US 2008/0234812A1

審查人員：賴佳琪

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：19 共 73 頁

(54)名稱

用於塗佈物件之方法

METHOD FOR COATING AN OBJECT

(57)摘要

本發明揭示一種用於均勻塗佈複雜物件之塗佈裝置及塗佈方法。該裝置可包含：一第一萬向支架，其連接至一第一旋轉機構以使該第一萬向支架圍繞或環繞一第一軸旋轉；一第二萬向支架，其連接至該第一萬向支架以允許圍繞或環繞一第二軸之旋轉；及一第三萬向支架，其連接至該第二萬向支架以允許圍繞或環繞一第三軸之旋轉。一第二旋轉機構連接至該第二萬向支架以使該第二萬向支架圍繞或環繞該第二軸旋轉，且一第三旋轉機構連接至該第三萬向支架以使該第三萬向支架圍繞或環繞該第三軸旋轉。一物件固持件連接至該第三萬向支架。當該物件固持件與已用塗佈溶液塗佈之複雜物件嚙合時，該已塗佈物件圍繞或環繞兩個或三個軸旋轉以產生多向離心力，該離心力與重力一起產生一三維張力。此力導致該塗佈溶液在該物件之該複雜表面之全部或部分上均勻鋪開以產生一均勻薄膜。本發明亦揭示包含在該複雜表面之至少全部或部分上具有一均勻薄膜塗層之物件的複合物。

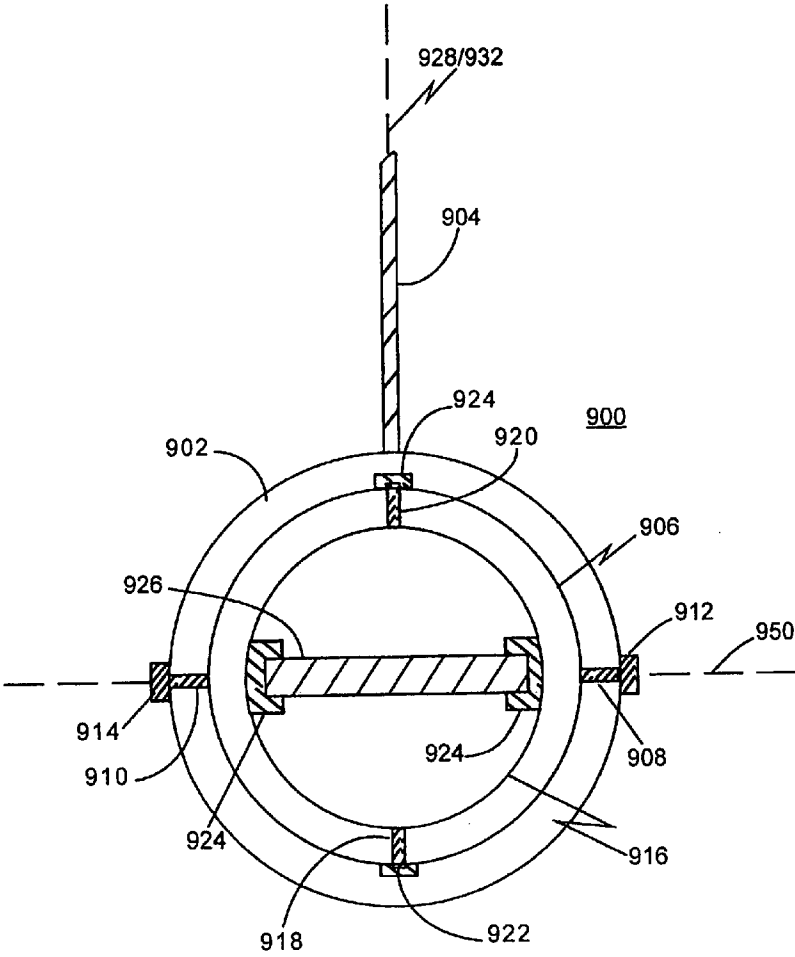
Disclosed are coating apparatus and coating methods to uniformly coat complex objects. The apparatus can comprise a first gimbal connected to a first rotational mechanism to allow rotation of the first gimbal around or about a first axis, a second gimbal connected to the first gimbal to allow rotation around or about a second axis and a third gimbal connected to the second gimbal to allow rotation around or about a third axis. A second rotational mechanism is connected to the second gimbal to rotate the second gimbal around or about the second axis and a third rotational mechanism is connected to the third gimbal to rotate the third gimbal around or about the third axis. An object holder is connected to the third gimbal. When the object holder engages a complex object which has been coated with a coating solution, the coated object is rotated around or about two or three axes to produce a multidirectional centrifugal force which together with the force of gravity creates a three dimensional tensor force. This force causes the coating solution to spread

evenly over all or part of the complex surface of the object to produce a uniform thin film. Composites comprising the object with a uniform thin film coating on at least all or part of the complex surface are also disclosed.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 900 . . . 塗佈裝置
- 902 . . . 第一萬向支架
- 904 . . . 驅動軸桿
- 906 . . . 第二萬向支架
- 908 . . . 軸桿
- 910 . . . 軸桿
- 912 . . . 馬達
- 914 . . . 馬達
- 916 . . . 第三萬向支架
- 918 . . . 軸桿
- 920 . . . 軸桿
- 922 . . . 馬達
- 924 . . . 物件固持件
- 926 . . . 物件
- 928 . . . 軸
- 932 . . . 軸



第9圖

發明專利說明書

中文說明書替換頁(104 年 11 月 25 日)

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101118804

※申請日：101 年 05 月 25 日

※IPC 分類：B05C 11/08 (2006.01)

B37B 3/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

B05C 3/0 (2006.01)

用於塗佈物件之方法

B05D 1/8 (2006.01)

Method for coating an object

二、中文發明摘要：

本發明揭示一種用於均勻塗佈複雜物件之塗佈裝置及塗佈方法。該裝置可包含：一第一萬向支架，其連接至一第一旋轉機構以使該第一萬向支架圍繞或環繞一第一軸旋轉；一第二萬向支架，其連接至該第一萬向支架以允許圍繞或環繞一第二軸之旋轉；及一第三萬向支架，其連接至該第二萬向支架以允許圍繞或環繞一第三軸之旋轉。一第二旋轉機構連接至該第二萬向支架以使該第二萬向支架圍繞或環繞該第二軸旋轉，且一第三旋轉機構連接至該第三萬向支架以使該第三萬向支架圍繞或環繞該第三軸旋轉。一物件固持件連接至該第三萬向支架。當該物件固持件與已用塗佈溶液塗佈之複雜物件嚙合時，該已塗佈物件圍繞或環繞兩個或三個軸旋轉以產生多向離心力，該離心力與重力一起產生一三維張力。此力導致該塗佈溶液在該物件之該複雜表面之全部或部分上均勻鋪開以產生一均勻薄膜。本發明亦揭示包含在該複雜表面之至少全部或部分上具有一均勻薄膜塗層之物件的複合物。

三、英文發明摘要：

Disclosed are coating apparatus and coating methods to uniformly coat complex objects. The apparatus can comprise a first gimbal connected to a first rotational mechanism to allow rotation of the first gimbal around or about a first axis, a second gimbal connected to the first gimbal to allow rotation around or about a second axis and a third gimbal connected to the second gimbal to allow rotation around or about a third axis. A second rotational mechanism is connected to the second gimbal to rotate the second gimbal around or about the second axis and a third rotational mechanism is connected to the third gimbal to rotate the third gimbal around or about the third axis. An object holder is connected to the third gimbal. When the object holder engages a complex object which has been coated with a coating solution, the coated object is rotated around or about two or three axes to produce a multidirectional centrifugal force which together with the force of gravity creates a three dimensional tensor force. This force causes the coating solution to spread evenly over all or part of the complex surface of the object to produce a uniform thin film. Composites comprising the object with a uniform thin film coating on at least all or part of the complex surface are also disclosed.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第 (9) 圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

900：塗佈裝置

902：第一萬向支架

904：驅動軸桿

906：第二萬向支架

908：軸桿

910：軸桿

912：馬達

914：馬達

916：第三萬向支架

918：軸桿

920：軸桿

922：馬達

924：物件固持件

926：物件

928：軸

932：軸

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

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明揭示可對具有複雜表面之物件進行均勻塗佈之裝置及方法。本發明亦揭示包含在複雜表面之至少全部或部分上具有均勻薄膜塗層之物件的複合物。

本申請案主張於 2011 年 5 月 26 日申請之題為「METHOD AND APPARATUS FOR COATING AN OBJECT」的美國臨時申請案第 61/490,434 號之優先權，該臨時申請案之揭示內容明確地併入本文中。

【先前技術】

圓盤塗佈通常藉由諸如浸漬塗佈、旋轉塗佈、浸漬-旋轉塗佈之方法進行。在浸漬塗佈中，圓盤浸沒於塗佈液體中，接著經移除以允許多餘材料自圓盤排出。在旋轉塗佈中，圓盤置放在可旋轉之心軸之水平面上。向旋轉圓盤上表面塗以塗佈液體，接著該塗佈液體藉由虛擬離心力而在圓盤表面鋪開。在浸漬-旋轉塗佈中，將物件在水平面中浸沒於塗佈液體中，接著移除，且在水平面中旋轉以去除多餘液體。一經修改之浸漬-旋轉塗佈器使用在垂直平面中旋轉圓盤的心軸。在此方法中，圓盤之邊緣浸沒於塗佈液體，且旋轉以塗佈圓盤兩側之最外部分。接著將圓盤自塗佈液體中移除，且在垂直平面中旋轉以移除多餘塗佈液體。見美國專利公開案 2004/0202793。

滾塗機主要用於塗佈平坦表面。

在前述任一者中，薄膜具有與物件之平坦表面共面之平坦表面。

所有此等先前技術塗佈器皆未能設計為均勻地塗佈比典型圓盤或平坦表面更複雜之物件之表面。因此，本發明之目的係提供能夠塗佈具有複雜表面之物件之塗佈系統及方法。

【發明內容】

本文揭示包含複雜物件及覆蓋該物件之一或多個複雜表面之全部或部分之薄膜的複合物。該薄膜在複雜表面之全部或部分上可具有均勻厚度，或可以薄膜表面之均勻性為特徵。薄膜可為具有均勻厚度之延伸薄膜，在一些實施例中，厚度改變不超過薄膜總厚度尺寸之 10%。在一些實施例中，薄膜之表面比物件之已塗佈表面平滑。

該複雜物件含有至少一個複雜表面。該複雜表面可為 (a) 非平面表面；(b) 兩個或兩個以上以非 90 度角相接之平面平面；(c) 與物件之其它平面表面相關聯之至少一個三維內部或外部特徵，或 (d) 其組合。複雜物件並不包括具有六個垂直表面之物件，諸如立方體等。

用於判定物件是否具有複雜表面之有用參數為物件複雜度係數。複雜度係數為 (a) 由薄膜覆蓋之總表面積與 (b) 物件之最大二維投影面積或物件已塗佈部分之最大二維投影面積之比。若複雜度係數大於 1，則物件具有複雜表面。

在一些情況下，三維特徵為微米級的。在一些實施例中，使用一致薄膜塗佈三維微米級特徵之全部或部分。

複合物亦可包含三維奈米級特徵。在一些實施例中，用共形薄膜塗佈三維奈米級特徵之全部或部分。

複合物亦可包含多層薄膜，其中至少第二薄膜覆蓋附接至物件表面之薄膜之全部或部分。

一種可用於塗佈物件之裝置包含：第一萬向支架，其連接至諸如電動馬達之第一旋轉機構以提供第一萬向支架圍繞或環繞第一軸之旋轉；第二萬向支架，其連接至第一萬向支架以允許環繞或圍繞第二軸之旋轉；諸如電動馬達之第二旋轉機構，其連接至第二萬向支架以使其環繞或圍繞第二軸旋轉；及物件固持件，其連接至第二萬向支架。如此構建，該物件固持件可環繞或圍繞第一軸與第二軸旋轉。物件固持件固持之物件亦環繞或圍繞第一軸及第二軸旋轉。

亦有可能製造一種可使物件固持件及被固持物件圍繞三個軸旋轉之裝置。此種裝置包含：第一萬向支架，其連接至第一旋轉機構以使該第一萬向支架圍繞或環繞第一軸旋轉；第二萬向支架，其連接至該第一萬向支架以允許圍繞或環繞第二軸之旋轉；及第三萬向支架，其連接至該第二萬向支架以允許圍繞或環繞第三軸之旋轉。第二旋轉機構連接至該第二萬向支架以使該第二萬向支架圍繞或環繞該第二軸旋轉，且第三旋轉機構連接至該第三萬向支架以使該第二萬向支架圍繞或環繞該第三軸旋轉。一物件固持

件連接至該第三萬向支架。

在以上每一個實施例中，第一旋轉機構、第二旋轉機構及第三旋轉機構提供對環繞或圍繞每個軸之旋轉方向及速度之控制。在一些狀況下，可使物件固持件及被固持物件圍繞一個軸旋轉，且在可發生圍繞第二軸及/或第三軸之旋轉時使之停止以改變物件相對於垂直或水平之角度。

塗佈裝置亦可包含使物件固持件垂直地平移進出容器之機構。

在一些實施例中，容器位於裝置下方，以使得零件固持件所固持之零件物件可浸沒於容器內之塗佈流體且可自塗佈流體中取出。

在一些實施例中，塗佈裝置包括電腦，該電腦程式化有控制零件固持件之垂直平移及/或其圍繞第一軸、第二軸及/或第三軸之旋轉速度、位置及方向的演算法。

在替代實施例中，零件固持件不作上下平移。在此實施例中，容器位於零件固持件下方。容器具有允許其被提起及放低以將由零件固持件固持之物件浸沒於容器中含有之塗佈流體或自其中取出之機構。

亦揭示塗佈物件之方法。該等方法包含將物件之全部或部分沿第一垂直軸浸沒於塗佈流體中；自塗佈流體中取出物件；使物件圍繞或環繞第一軸及第二軸旋轉。圍繞第一軸及第二軸之旋轉在物件表面上產生離心力，該離心力與重力組合形成塗佈溶液在已塗佈表面之全部或部分上的均勻膜。在一些情況下，圍繞第一軸及第二軸之旋轉同時

發生。在其它情況下，圍繞第一軸及第二軸之旋轉在不同時間發生。

在另一實施例中，物件圍繞或環繞第一軸、第二軸及/或第三軸旋轉。

在又一實施例中，在物件浸沒於塗佈流體中之同時可使物件圍繞第一軸、第二軸及/或第三軸旋轉。在一些情況下，此對於保證物件之均勻塗佈及移除夾帶空氣係有用的。

在一替代實施例中，物件之全部或部分浸沒於塗佈流體中，且圍繞第一軸且圍繞或不圍繞第二軸及/或第三軸旋轉。

在另一實施例中，在將物件自塗佈流體中移除時，使物件圍繞第一軸且圍繞或不圍繞第二軸及/或第三軸旋轉。

【實施方式】

當物件表面複雜時，諸如當物件具有非平面表面或三維特徵與平面或非平面表面相關聯時，均勻塗佈很成問題。例如，若三維特徵自表面向外延伸，則塗佈流體可於該三維特徵周圍集中。若三維特徵向內延伸，則當特徵浸沒於塗佈流體中時，根據塗佈流體之黏度、特徵之尺寸及特徵之定向，塗佈流體可在該特徵內集中或不進入該特徵，以塗佈其表面。

上覆原理

藉由將塗佈溶液塗至物件之一或多個複雜表面，且使物件受到多向離心力，可克服此等問題。多向離心力與重力一起產生施加於物件之一或多個複雜表面之三維張力。此導致塗佈溶液均勻鋪開於複雜表面之全部或部分上以產生均勻薄膜。

為虛擬或虛構力之離心力事實上係向心力缺失，且在此上下文中以啟發為目的用其描述對旋轉期間之流體之明顯作用力。此啟發式離心力受以下因素控制：

- (1)物件圍繞第一軸及第二軸旋轉之速率；
- (2)物件圍繞第一軸旋轉之速率及物件關於第二軸之角度；
- (3)物件圍繞第一軸、第二軸及第三軸旋轉之速率；
- (4)物件圍繞第一軸及第二軸旋轉之速率及物件關於第三軸之角度；
- (5)物件圍繞第一軸旋轉之速率及物件關於第二軸及/或第三軸之角度；
- (6)物件圍繞一或多個軸旋轉之方向；及
- (7)環繞一或多個軸旋轉之方向，其改變物件關於一或多個軸之角度。

選擇物件圍繞兩個或兩個以上軸旋轉之速率及/或物件關於兩個或兩個以上軸之角度以在物件表面之特定點處施加特定離心力。

當施加適合離心力時，塗佈溶液均勻分佈於物件之正

被塗佈之部分上。在一些實施例中，該被塗佈部分包含物件之一或多個複雜表面。均勻溶液在物件上形成均勻薄膜以產生所揭示之複合物。

在較佳實施例中，複合物包含：物件，其中該物件之一或多個表面之至少全部或部分包含複雜表面；及覆蓋該物件之一或多個複雜表面之全部或部分之薄膜；其中該薄膜具有在複雜表面之全部或部分上之均勻厚度。

複雜物件

本文所使用之「複雜物件」或「具有複雜表面之物件」或語法等效物係指具有至少一個複雜表面之任意物件。本文所使用之宏觀「複雜表面」為(a)非平面表面；(b)兩個或兩個以上以非 90 度角相接之平面表面；(c)與物件其其平面表面相關聯之至少一個三維內部或外部特徵，或(d)其組合。宏觀複雜物件不包括具有六個正交表面之物件，諸如立方體等。

宏觀非平面表面之實例為形成圓柱物件之端面之球或半球之表面。圓柱之表面亦為非平面表面。

稜錐體為複雜物件之一實例，其中宏觀平面表面以非 90 度角相接。斜方六面體結構為具有以非 90 度相接之宏觀表面之物件之另一實例。

三維特徵之實例包括與宏觀表面相關聯之突起、凹陷、孔、洞、表面通道、內部通道、凸臺、起伏、彎曲、浮雕、渠溝、平頂山圖案及充實空間中之一或多者，及其組

合。在許多示例中，特徵具有高縱橫比(HAR)。HAR 通常在 2-1、5-1、10-1、100-1 及 >100-1 之範圍內。

有時對於判定物件上是否存在複雜表面有用之參數為複雜度係數。本文所使用之「複雜度之係數」、「複雜度係數」或語法等效物為(a)由薄膜覆蓋之總表面積與(b)物件之最大二維投影面積或物件已塗佈部分之最大二維投影面積之比。物件之最大投影面積為已塗佈物件在平面上之事實上或數學上之投影。若存在複雜表面，則複雜度係數將大於 1。電腦輔助繪圖(CAD)軟體程式可用於將 3D 物件投影至 2D 圖上。一個來源為 Adobe Systems, Inc.(San Jose California)。

第 1 圖圖示薄方形物件 102(未按比例描繪)，其具有長度為 x 之邊長 104 及長度為 z 之厚度 106，其中 $z=0.2x$ 。假設用薄膜 108 塗佈方形之一表面。見物件 102 之表面上之交叉影線。已塗佈之表面為 x^2 。線 110 投影在水平平面上以產生物件之最大二維面積(112)。物件最大投影面積亦為 x^2 。在平坦方形基板上之平坦表面之複雜度係數因此為 1。平坦表面因此不為複雜表面。此物件亦不為宏觀複雜物件，此係因為其具有六個正交表面。

然而，若球之整個表面積由薄膜覆蓋，則被覆蓋面積為 $4\pi r^2$ 。見第 2 圖，其為描繪為 204 之具有薄膜塗層之球面的橫截面。已塗佈物件之最大二維投影面積為將球二等分之圓之面積 206，即 πr^2 。複雜度係數因此為 4。

第 3 圖為球 302 之橫截面，其中該球僅有一半由薄膜

304 覆蓋。已塗佈物件之最大二維投影面積同樣為將球二等分之圓之面積。複雜度係數因此為 $4\pi r^2/2$ 除以 πr^2 或 2。

第 4 圖為半球 402 之橫截面，其中半球形面 404 及平坦圓形表面 406 完全由薄膜覆蓋。被覆蓋之總面積為 $4\pi r^2/2 + \pi r^2$ 。已塗佈物件之最大二維投影面積為物件底部之圓之面積。複雜度係數因此為 $4\pi r^2/2 + \pi r^2$ 除以 πr^2 或 3。

第 5 圖為半球 502 之橫截面，其中半球 502 僅有一部分由薄膜 504 覆蓋。在此情況下，已塗佈物件有時被稱為由物件已塗佈部分界定之「偽塗佈物件」或「偽物件」。本文所使用之術語「偽塗佈物件」係指由已塗佈表面及在物件內部連接塗佈表面邊緣之最小虛表面界定之物件部分。在此情況下，虛表面為圓 506，其面積小於形成半球底部之圓 510 之面積。彼虛圓亦為偽塗佈物件之最大二維投影面積 508。此偽物件之複雜度係數大於 1。

在一些情況下，複雜度係數係由物件表面之一或多個三維特徵之全部或部分判定。例如，若許多高縱橫比特徵，諸如圓柱，自第 1 圖中之物件 102 之表面 108 投影，但每一圓柱僅有一半被塗佈，則該等半個已塗佈圓柱中之每一者界定一偽物件。複雜度係數為圓柱之已塗佈面積 ($\pi r^2 + (2\pi r)(1/2h)$) 除以偽物件之最大投影面積 ($2r \times 1/2h = rh$)。若 h 等於 r ，則複雜度係數為 2π 。

在一些情況下，複雜度係數大於 2、3、4、5、6 或更

高。在一些情況下，複雜度係數為 π 或 π 之倍數。

前文在宏觀尺度上描述了複雜表面。然而，複雜表面亦可在微米及奈米尺度上檢視。

大多數表面，包括複雜宏觀表面在內，具有某種程度之表面粗糙度(R)，該表面粗糙度通常在微米或奈米尺度上量測。由於用於製造物件之複合物及其製造方式，此粗糙度可為隨機的。粗糙度亦可為有意形成表面之微米級或奈米級特徵之結果。例如，菲涅耳透鏡可具有高度及寬度為 100μ 之凹槽。在此情況下，凹槽貢獻表面粗糙度。在每種情況下，表面粗糙度由表面特徵引起，當孤立檢視時，該表面特徵本身為具有複雜表面之微米級或奈米級複雜物件。其亦貢獻表面複雜度係數，因為其增加了考量中之有效表面積。

薄膜

在微米尺度，薄膜之厚度在 1μ 與 1000μ 之間，但通常介於 1μ 至 500μ 、 1μ 至 250μ 、 1μ 至 100μ 或 1μ 至 10μ 之範圍。此等範圍內之最小厚度可為 2μ 、 5μ 、 10μ 或 100μ 。

在奈米尺度薄膜之厚度可在 1nm 至 1000nm 、 1nm 至約 500nm 、 1nm 至約 250nm 、 1nm 至 100nm 或 1nm 至 10nm 之間。此等範圍內之最小厚度可為 2nm 、 5nm 、 10nm 或 100nm 。

此等薄膜可為平坦或共形的。平坦薄膜為具有至少一個平坦表面之薄膜。平坦薄膜通常與宏觀表面上之薄膜塗

層相關聯。

共形薄膜為與相關聯於表面之特徵符合之薄膜。第 6 圖為具有粗糙表面 604 之物件 602 之橫截面。薄膜 606 符合物件 602 上之粗糙表面 604。

第 7 圖為菲涅爾透鏡 702 之橫截面。透鏡 702 具有高度及分離約為 100 至 500 μ 之週期性突起 704。薄膜 706 符合此等突起之表面及透鏡表面之剩餘部分。

在一態樣中，共形塗層由表面厚度與表面之粗糙度之比界定。有許多為熟習此項技術者所熟知的量測粗糙度之方式。一般而言，若厚度 T 小於 $R/2$ ，則薄膜為共形的。若 T 大於 $2R$ ，則薄膜為平坦或水平的，且可稱「消除表面粗糙度」。

此等描述符中， R_a 量測為在總體工程實務中採用之最有效的表面粗糙度量測之一。該量測提供對表面高度變異之良好一般描述。第 16 圖為複雜表面 1602 之橫截面，其識別可用於判定表面之粗糙度之參數中的一些。該圖描繪中線 1604，其平行於總表面方向且劃分表面之方式使得在該線之上形成之面積之和等於在該線之下形成之面積之和。表面粗糙度 R_a 表示為中線上及中線下之全部面積之絕對值的和除以採樣長度。因此，表面粗糙度值表示為：

$$R_a = (|area\ abc| + |area\ cde|) / f.$$

其中 f 為饋入值。

表面粗糙度之標準定義可表示為：

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

其中 R_a 為已收集之粗糙度資料點之絕對值的算術平均， y_i 為每一點之 $(|area\ abc| + |area\ cde|)/f$ 。平均粗糙度 R_a 以高度單位表示。

然而，表面之粗糙度可以不同方式量測，此等方式可分為三個基本種類：

(1) 提供表面高度平均行為之統計描述符。例如，平均粗糙度 R_a ；均方根粗糙度 R_q ；偏斜 S_k 及峰度 K ；

(2) 與獨立事件相關之極值描述符。實例為最大峰值高度 R_p ，最大穀高度 R_v ，及最大峰至穀高度 R_{max} ；及

(3) 基於多個事件描述表面變異之紋理描述符。此描述符之一實例為相關長度。

注意，無量綱之表面粗糙度，表面粗糙度係數 (C_{sr}) 亦可定義，其為：所量測之表面粗糙度與描述表面之表面特徵最大高度之比。在此方面， C_{sr} 之值愈接近 1，則表面變異愈大。在其中 R_a 可小於且實質上小於最大表面元件的情況下，表面為相對平滑，且 $C_{sr} < 1$ 。對拓撲平滑表面來說， C_{sr} 接近零，且最大元件尺寸接近零，且接近速率將決定 C_{sr} 接近之比率。

在許多情況下，此薄膜將塗佈物件 (甚至包含一或多個複雜表面之物件) 之整個表面。然而，在一些情況下，僅塗佈表面之一部分。可藉由掩蔽物件之不被塗佈之部分來促進塗佈，此為熟習此項技術者所熟知。在一些情況下

，塗佈物件之至少 10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%或 90%或更多。當物件含有複雜表面時，塗佈複雜表面之至少 10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%或 90%或更多。

可向已塗佈物件添加額外薄膜，在此情況下，薄膜層有時稱作多層薄膜。在一些實施例中，多層薄膜中之薄膜為均勻薄膜及/或以下論述之以共價鍵附接之薄膜。

均勻薄膜

本文所使用之術語「均勻薄膜」或語法等效物係指具有均勻厚度之薄膜。若厚度改變不超過 10%，更佳地，不超過 5%，最佳地，不超過 1%，則薄膜具有均勻厚度。厚度可量測為物件表面之平均高度與薄膜表面平均高度之間的差。

相對於薄膜表面高度之物件表面高度可藉由(1)直接機械量測、(2)光學干涉量度法、(3)橫截面分析或(4)渦流分析量測。

相對於薄膜表面高度之物件表面高度可根據已塗佈物件之橫截面，使用透射顯微鏡或掃描顯微鏡量測。較佳地，在長度至少為薄膜寬度三倍、長度為薄膜寬度五倍、長度為薄膜寬度十倍，較佳地，長度為薄膜寬度 100 倍，且最佳地，長度為薄膜寬度 1000 倍之橫截面上進行量測。在一些情況下，在複雜表面上之特徵的全部或部分上量測厚度，如第 7 圖之菲涅爾透鏡 702 或複雜表面之全部或部

分或多個部分上之薄膜部分 708 的厚度。

薄膜之表面之平滑度可使用掃描顯微鏡或原子力顯微鏡及如 Surfscan 類型系統實施之較簡單方法量測。平滑薄膜表面大體上無不規則、粗糙或突起。平滑可定義為具有以上定義之 $Csr < \frac{1}{2}$ 之表面。

以共價鍵附接之薄膜

在一些實施例中，薄膜與物件之表面以共價鍵附接。一些先前物件具有以共價鍵附接至物件表面之薄膜。然而，本文揭示之薄膜與先前技術薄膜相比具有對表面物件之更大吸附力。

用於量測對表面之共價吸附之方便測試為 ASTM D3359 交叉影線吸附測試，其為熟習此項技術者所熟知。先前技術薄層塗層可分類為具有 3B 或以下之吸附力值。本文揭示之薄層，具有大於 3B、3.5B、4.0B、4.5B 或 5.0B 之吸附力值。進一步地，在一些實施例中，第二薄膜以共價鍵附接至第一薄膜，如多層薄膜附接至物件表面時。在此情況下，對於額外薄膜層而言，第二薄膜可具有大於 3B、3.5B、4.0B、4.5B 或 5.0B 之吸附力值。

可藉由處理表面(薄膜層之物件表面)以增加表面上化學反應基團或原子之數量來增加薄膜對表面之吸附性。此等化學反應基團或原子在塗佈流體中與一或多種組分反應，使得所得薄膜藉由比無表面預處理時更多之共價鍵吸附至表面。

較佳表面處理涉及用電漿，諸如由氣體電漿或氧電漿產生器產生之電漿，來處理表面。

當產生此種多層膜時，每層皆可在添加形成下一層之塗佈溶液前用電漿處理。以此方式，可在層與層之間及多層薄膜與物件表面之間獲得增加之吸附力。本質上，此種處理藉由增加層與層之間及層與物件表面之間的鏈接強度提高塗佈之效能。

所揭示之以共價鍵吸附之薄膜可塗佈任意包括平面之物件之表面。然而，在較佳實施例中，薄膜以共價鍵吸附至以上定義之物件之複雜表面之全部或部分。以共價鍵吸附之薄膜亦可為以上描述之均勻薄膜。

物件

宏觀物件包括太陽能電池、燃料電池、引擎零件、渦輪葉片、推進器、閥門、凸緣、汽車零件(諸如消聲器及輪緣)、半導體處理設備之組件、管道及管件、預切割半導體晶圓、可撓性電子產品及標準電子板。預切割半導體晶圓通常具有 8 至 12 吋之直徑，且包含多個晶片或處理器。

宏觀物件通常具有至少一大於 1 cm、2 cm、3 cm、4 cm、5 cm、6 cm、7 cm、8 cm、9 cm 或 10 cm 或以上之維度，且可高達 1-5、1-4、1-3 或 1-2 米或更大。

具有兩個旋轉軸之裝置

本文使用之術語「萬向支架」係指允許物件圍繞或環繞單軸旋轉之任意樞轉支撐件。在一些使用兩個萬向支架之實施例中，較佳兩個萬向支架之旋轉軸在同一點相交。當使用三個萬向支架時，較佳至少兩軸在同一點相交，且較佳三個軸在同一點相交。

本文使用之術語「圍繞軸旋轉」或語法等效物指圍繞軸至少 360 度之旋轉。

本文使用之術語「環繞軸旋轉」或語法等效物指環繞軸小於 360 度之旋轉。在所揭示之實施例中，物件環繞軸旋轉以改變物件相對於第二軸之角度。

第 8 圖描繪用於使物件 802 圍繞垂直軸 204 及水平軸 806 旋轉之裝置 800。第一萬向支架 808 附接至驅動軸桿 810，該驅動軸桿又可旋轉地附接至馬達（未圖示）。第二萬向支架 812 經由可旋轉軸桿 814 及 816 可旋轉地附接至第一萬向支架 808。此等軸桿又連接至馬達 818 及 820。兩個相對之物件固持件 822 附接至萬向支架 812，且經設計以當第一萬向支架圍繞軸 804 旋轉時嚙合且固持物件 802。物件 802 在水平平面旋轉。當啟動馬達 818 及 820 時，物件 802 圍繞水平軸 806 旋轉。

裝置 800 可浸沒於塗佈流體中以塗佈物件 802。該裝置接可取出且圍繞軸 804 及/或 806 旋轉以使塗佈流體均勻分佈於物件 802 表面上。在進一步處理後，在物件 802 上形成均勻薄膜以形成複合物。

具有三個旋轉軸之塗佈裝置

第 9 圖描繪第一萬向支架 902，其連接至驅動軸桿 904，該驅動軸桿又連接至電動馬達(未圖示)。第二萬向支架 906 經由軸桿 908 及 910 可旋轉地附接至第一萬向支架 902。軸桿 908 及 910 分別附接至馬達 912 及 914。第三萬向支架 916 經由軸桿 918 及 920 可旋轉地附接至第二萬向支架 906。軸桿 918 附接至馬達 922，而軸桿 920 連接至馬達 924。兩個相對之物件固持件 924 附接至第三萬向支架 316。物件固持件 324 與物件 926 嚙合且固持物件 926。

描繪處於鎖定位置之萬向支架 906 及 916。當驅動軸桿 904 圍繞垂直軸 928 旋轉時，物件 926 在水平平面圍繞軸 928 旋轉。當啟動馬達 912 及 914 時，物件 926 圍繞軸 930 旋轉。此外，萬向支架 906 旋轉出第 5 圖之平面。當其旋轉出平面時，旋轉軸 932(圖示其與旋轉軸 928 同延)亦旋轉出平面，以為物件 926 提供第三旋轉軸。

與具有兩個旋轉軸之塗佈裝置相同，塗佈裝置 900 可浸沒於塗佈流體、取出且環繞一或多個軸 930、928 及 932 旋轉以在物件 926 上產生均勻薄膜。第 8 圖及第 9 圖中之萬向支架為圓形。然而，萬向支架可為正方形、矩形、八邊形、弧形或允許圍繞或環繞兩或三個軸旋轉之任意其他配置。萬向支架亦可為開放結構，且僅具有一旋轉點或互相附接。

第 10 圖描繪第一半圓形萬向支架 1002，其連接至驅

動軸桿 1004，該驅動軸桿又連接至電動馬達(未圖示)。第二半圓形萬向支架 1006 經由軸桿 1008 及 1010 可旋轉地附接至第一半圓形萬向支架 1002。軸桿 1008 及 1010 分別附接至馬達 1012 及 1014。第三半圓形萬向支架 1016 經由軸桿 1020 可旋轉地附接至第二半圓形萬向支架 1006。軸桿 1020 連接至馬達 1024。兩相對之物件固持件 1024 附接至第三半圓形萬向支架 1016。物件固持件 1024 與物件 1026 嚙合且固持物件 1026。

描繪處於鎖定位位置之半圓形萬向支架 1006 及 1016。當驅動軸桿 1004 圍繞垂直軸 1028 旋轉時，物件 1026 在水平平面圍繞軸 1028 旋轉。當啟動馬達 1012 及 1014 時，物件 1026 圍繞軸 1030 旋轉。此外，半圓形萬向支架 1006 旋轉出第 10 圖之平面。當其旋轉出平面時，旋轉軸 1032(圖示其與旋轉軸 1028 同延)亦旋轉出平面，以為物件 1026 提供第三旋轉軸。

與具有兩個旋轉軸之塗佈裝置相同，塗佈裝置 1000 可浸沒於塗佈流體、取出且環繞一或多個軸 1030、1028 及 1032 旋轉以在物件 1026 上產生均勻薄膜。

第 11 圖描繪四分之一圓形第一萬向支架 1102，其連接至驅動軸桿 1104，該驅動軸桿又連接至電動馬達(未圖示)。四分之一圓形第二萬向支架 1106 經由軸桿 1110 可旋轉地附接至第一四分之一圓形萬向支架 1102。軸桿 1110 附接至馬達 1114。第三四分之一圓形旋轉萬向支架 1116 經由軸桿 1020 附接至第二四分之一圓形萬向支架

1106。軸桿 1020 連接至馬達 1024。物件固持件 1124 附接至四分之一圓形萬向支架 1016。物件固持件 1124 與物件 1126 嚙合且固持物件 1126。

該裝置可按針對第 9 圖及第 10 圖之裝置所描述之相同方式操作。

圍繞前述實施例中之三軸或兩軸之任意或全部旋轉之速度可在 1-5000 rpm 之範圍內。旋轉下限可為 2、3、4、5、6、7、8、9、10、25、50、75、100、125、150、200、250、500、750、1,000、1500 或 2,000 rpm。旋轉上限可為 4500、4000、3500、3000、2500、2000、1500、1000、500、250 或 100 rpm。rpm 範圍可為此等上限及下限之任意組合。較佳範圍為 3-1000 rpm、3-500 rpm、4-1000 rpm、4-500 rpm、5-1000 rpm、5-500 rpm、10-1000 rpm、10-500 rpm、25-1000 rpm、25-500 rpm、50-1000 rpm、50-500 rpm、100-1000 rpm、100-500 rpm、150-1000 rpm 及 150-500 rpm。

典型物件塗佈操作之轉數取決於應用而可在 1-5000 轉或更高之範圍內。轉數下限可為 2、3、4、5、6、7、8、9、10、25、50、75、100、125、150、200、250、500、750、1,000、1500 或 2,000 轉。轉數上限可為 4500、4000、3500、3000、2500、2000、1500、1000、500、250 或 100 轉。旋轉範圍可為此等上限及下限之任意組合。較佳範圍為 3-1000 轉、3-500 轉、4-1000 轉、4-500 轉、5-1000 轉、5-500 轉、10-1000 轉、10-500 轉、25-1000 轉

、25-500 轉、50-1000 轉、50-500 轉、100-1000 轉、100-500 轉、150-1000 轉及 150-500 轉。

額外實施例

第 12 圖描繪塗佈裝置 2。框 4 支撐槽 6，當裝置在使用時，該槽包含塗佈流體。框 4 之軌道 8 及 10 支撐致動器總成 12，該致動器總成包含垂直軌道部件 14、步進馬達 16 及水平支撐部件 18。步進馬達 16 能使水平部件 18 沿垂直軌道部件 14 平移，以提起及放低部件 18。

第 13 圖為第 12 圖之放大。心軸驅動總成 20 附接至部件 18 之遠端，該心軸驅動總成包含附接至心軸 24 之旋轉馬達 22。該心軸附接至第一萬向支架 26。當啟動旋轉馬達 22 時，其使心軸 24、第一萬向支架 26 及物件 28 圍繞垂直軸旋轉。

第 14A 圖為心軸驅動總成 20、旋轉馬達 22、心軸 24、第一萬向支架 26 及物件 28 之前視圖。第 14B 圖為第一萬向支架 26、第二萬向支架(由可旋轉附接點 46 及 48 界定)及物件 28 之透視圖。第一萬向支架 26 包含兩個臂 30 及 32，該兩個臂由平行交叉部件 34 及 36 連接。馬達 38 位於交叉部件 34 及 36 之間。馬達 38 之驅動軸桿(未圖示)經過臂 30 且附接至圓形驅動器 40。第二圓形驅動器 42 可旋轉地附接至臂 30 遠端。圓形驅動器經由桿 44 連接至第二萬向支架。該桿可旋轉地附接於每一圓形驅動器之邊緣附近。可旋轉附接點 46 及 48 位於遠端臂 30 及 32 內部

。可旋轉附接點 46 連接至圓形驅動器 42。附接點 46 及 48 經設計以反向嚙合物件 28。當馬達 28 嚙合時，圓形驅動器 40 旋轉。圓形驅動器 42 同樣旋轉，且附接點 46、48 及物件 28 隨其一起旋轉。旋轉係圍繞水平軸 50。

因此，塗佈器裝置經設計以使物件圍繞垂直軸 52 旋轉，且單獨或同時使物件圍繞水平軸 50 旋轉。此種旋轉可進一步藉由物件在垂直方向之平移來調整，以將物件之全部或部分浸沒於塗佈流體或自塗佈流體中取出。

至少浸沒於塗佈流體中之零件固持件之彼等部分較佳由惰性物質，諸如 Teflon™，覆蓋以防止污染塗佈流體。

存在使物件 28 圍繞水平軸 50 旋轉之其他方法。例如，馬達可取代圓形驅動器 40 及 42，且與附接點 46 及 48 中之一者或兩者直接嚙合。在此種實施例中，馬達應密封及塗佈(例如，用 Teflon™)，使得其可浸沒於塗佈流體中而不會污染塗佈流體。

第 15 圖為一實施例之透視圖，其中物件可圍繞第一水平軸 1502 及垂直軸 1504 充分旋轉且物件環繞垂直軸 1505 旋轉之角度被改變。萬向支架夾盤 1506 可圍繞軸 1504 旋轉，且與待塗佈之物件嚙合(未圖示)。驅動萬向支架夾盤 1506 之馬達附接至板 1532 之底部且未圖示。萬向夾盤 1508 附接至板 1510，且環繞軸 1502 旋轉。板 1510 具有四個孔 1512、1514、1516 及 1518，推拉桿 1522、1524、1526 及 1528 通過該等孔。此等推拉桿連接至活動板 1532 上之球接頭 1530。活動板 1532 經由軸桿 1534 及

球接頭 1536 附接至板 1510。活動板 1532 相對水平平面之平面角度可藉由使兩個相對或兩個相鄰之推拉桿平移而改變。例如，若推下推拉桿 1522 且上拉推拉桿 1526，則板 532 及萬向支架夾盤 1506 將圍繞軸 1538 旋轉，從而改變萬向支架夾盤 1506 及物件相對於垂直軸 1504 之角度。

離心力

環繞兩個及/或三個軸旋轉之物件遭受之表面離心力為環繞兩個及/或三個軸旋轉之物件產生之離心力與重力之向量組合。

力方程式可寫為：

$$F_{\text{有效(總)}} = F_{\text{重力}(z)} + F_{\text{離心}(r, \theta, \psi)}; \text{ 或}$$

$$F_{\text{視在(總)}} = F_{\text{重力}(z)} + F_{\text{離心}(r, \theta, \psi)}$$

其中 r 為半徑， θ 為旋轉角度，且 ψ 為偏離旋轉軸之角度。

沿徑向之離心加速度由下式得出：

$$\mathbf{a}_r = -\omega^2 R \mathbf{u}_r = -\frac{|\mathbf{v}|^2}{R} \mathbf{u}_r$$

垂直軸上之重力加速度 Z 由 $F = mg$ 得出，其中 m 為塗佈流體元件之質量，且 g 為重力常數。

當被塗佈物件環繞兩個或三個軸旋轉時，離心力施加於被塗佈物件，使該被塗佈物件偏離每一旋轉軸向外且與該等軸垂直。此等力向量組合起來對塗佈流體施加單個離心力，可藉由改變環繞每個軸旋轉之速度及方向或物件關於一或多個軸之角度來改變該離心力。垂直方向之重力與

離心力之組合產生視在力。此力之效果可使塗佈流體在例如複雜表面上移動以產生塗佈溶液之均勻薄膜。

視在力 F_a 與有效力 F_e 相對，該有效力為重力與將塗佈流體固持於物件表面上之向心力之和。此等向心力包括表面與塗佈流體之間的範德瓦爾斯力、靜電互動及共價鍵合以及物件表面之物理阻礙。在穩態時， $F_a = F_e$ 。

塗佈溶液之厚度可由轉速、旋轉軸、該軸之時間進展及偏離垂直之具體定向控制。

塗佈流體/溶液

塗佈流體可為用於塗薄膜之任意塗佈流體。此等液體包括有機聚合物、有機單體及溶膠-凝膠前驅物。

題為「Solution Derived Nanocomposite Precursor Solutions and Methods for Making Thin Films」的2011年2月2日申請之美國專利申請案第61/438,862號及2012年2月2日申請之美國專利申請案第13/365,066號揭示較佳溶膠-凝膠前驅物溶液，該等申請案中之每一皆以引用方式明確併入本文。此等前驅物溶液有時稱為SDN前驅物溶液。在較佳實施例中，塗佈器裝置之容器包含此等SDN前驅物溶液，且使用SDN前驅物溶液作為塗佈流體來執行方法。

簡言之，SDN前驅物溶液包含(1)一或多個、較佳兩個或兩個以上溶膠-凝膠金屬前驅物及/或溶膠-凝膠類金屬前驅物，(2)極性質子溶劑及(3)極性非質子溶劑。每種組

分之量使得在向前驅物溶液或前驅物溶液之薄層施加剪切力後，SDN 前驅物溶液形成凝膠。在較佳實施例中，極性非質子溶劑的量約為前驅物溶液之 1-25 vol%。

溶膠-凝膠金屬前驅物中之金屬可為過渡金屬、鑼系元件、鈮系元件、鹼土金屬及自基團 IIIA 至基團 VA 金屬或其與另一金屬或類金屬之組合中的一或多者。

溶膠-凝膠類金屬前驅物中之類金屬可為硼、矽、鍺、砷、銻、碲、鉍及鉛或其與其他類金屬或金屬之組合中的一或多者。

溶膠-凝膠金屬前驅物可為選自有機金屬化合物、金屬有機鹽及金屬無機鹽中之金屬化合物。溶膠-凝膠類金屬前驅物可為選自有機類金屬化合物、類金屬有機鹽及類金屬無機鹽中之類金屬化合物。當使用一種以上金屬或類金屬時，其較佳為有機化合物，諸如醇鹽及其他有機或無機鹽。

用在前驅物溶液中之極性質子溶劑以有機酸或醇為佳，低碳烷基醇如甲醇及乙醇為更佳。水亦可出現於溶液中。

極性非質子溶劑可為鹵化烷烴、烷基醚、烷基酯、酮、醛、烷基醯胺、烷基胺、烷基腈或烷基硼。較佳極性非質子溶劑包括甲基胺、乙基胺及二甲基甲醯胺。

在一實施例中，金屬及/或類金屬前驅物溶解在極性質子溶劑中。在避免非層流條件下攪拌溶液時添加極性非質子溶劑。可在添加極性非質子溶劑之前或之後添加用作

金屬及/或類金屬前驅物聚合催化劑之酸或鹼。較佳地，在攪拌時在一步式製程中逐滴添加酸或鹼。

若添加過多極性非質子溶劑，則可出現凝膠。因此，針對每一應用可憑經驗判定極性非質子溶劑之量。在混合期間，極性非質子溶劑之量需低於導致凝膠之量，但需足夠之量以使得在向前驅物溶液施加剪切力，例如自溶液中取出時或在向已置放於基板之表面上之前驅物溶液之薄膜施加剪切力(如藉由使用本文揭示之塗佈裝置向薄膜施加離心力)時導致凝膠。

SDN 前驅物溶液通常為非牛頓膨脹溶液。本文所使用之「膨脹」係指動態黏度隨剪切力之增加呈非線性增加之溶液。

本文所使用之術語「凝膠化薄膜」、「薄膜凝膠」、「溶膠-凝膠薄膜」或語法等效物意謂一薄膜，其中前驅物溶液中之金屬及/類金屬溶膠-凝膠前驅物形成聚合物，該聚合物足夠大及/或交聯以形成凝膠。此種凝膠通常含有原混合溶液之大部或全部且厚度為約 1nm 至約 10,000nm、更佳約 1nm 至約 50,000nm、更佳約 1nm 至約 5000nm，且通常約 1nm 至約 500nm。

使用凝膠化薄膜及前驅物溶液以使其亦可含有聚合部分，諸如有機單體及交聯低聚物或聚合物。實例包括三聚氰胺或間苯二酚與甲醛之間的鹼催化反應，之後係酸化及熱處理。

在一些情況下，金屬及/或類金屬前驅物中之一或多

個可含有交聯單體，其通常經由有機連接基以共價鍵附接至金屬或類金屬。實例包括二有機二氯甲矽烷，其與有機溶劑中之鈉或鈉鉀合金反應以產生線性與環有機矽烷之混合物。

當使用交聯部分時，較佳前驅物溶液還包含聚合引發劑。光誘導(photo-inducible)引發劑之實例包括二茂鈦、二苯甲酮/胺、9-氧硫吡啶(thioxanthone)/胺、安息香醚、醯基磷氧化物、苯偶醯縮酮、苯乙酮及苯烷基酮。亦可使用為熟習此項技術者所熟知之熱誘導引發劑。

本文所使用之術語「薄膜」、「溶膠-凝膠薄膜」或語法等效物意謂在自凝膠化薄膜中移除溶劑之大部分或全部後獲得之薄膜。溶劑可藉由在室溫下簡單蒸發、曝露於由應用紫外光、可見光或紅外光輻射導致之增加之溫度下蒸發來移除。此等條件亦促進任何未反應或部分反應金屬及/或類金屬前驅物之繼續聚合。較佳地，移除 100vol% 之溶劑，但在一些情況下，多達 30vol% 可保留在薄凝膠中。單塗層薄膜之厚度通常在約 1nm 及約 10,000nm 之間、約 1nm 及 1000nm 之間及約 1nm 及 100nm 之間。當塗多個複合物塗層以形成薄膜時，第一層可允許凝膠，之後再轉換為薄膜。接著可塗相同或不同前驅物溶液之第二塗層且允許凝膠，之後再轉換為薄膜。在替代實施例中，前驅物複合物第二塗層可塗於凝膠化之第一層。此後，第一及第二凝膠化層轉換為第一及第二薄膜。可以與上述方法相似之方式添加額外層。

當存在一或多個聚合部分時，較佳將薄凝膠曝露於適合之引發條件以促進聚合部分之聚合。例如，紫外光輻射可用於以上識別之光誘導引發劑。

本文所使用之「混合薄膜凝膠」或語法等效物係指含有聚合有機組件之薄膜凝膠。

本文所使用之「混合薄膜」或語法等效物係指含有可聚合或部分聚合之有機組件之薄膜。

一或多個溶膠-凝膠金屬前驅物中之金屬係選自由以下各者所組成之組：過渡金屬、鑼系元件、鈮系元件、鹼土金屬、及自基團 IIIA 至基團 VA 金屬。尤其特佳之金屬包括 Al、Ti、Mo、Sn、Mn、Ni、Cr、Fe、Cu、Zn、Ga、Zr、Y、Cd、Li、Sm、Er、Hf、In、Ce、Ca 及 Mg。

該一或多個溶膠-凝膠類金屬前驅物中之類金屬係選自硼、矽、鍺、砷、銻、碲、鉍及鉈。特佳類金屬包括 B、Si、Ge、Sb、Te 及 Bi。

溶膠-凝膠金屬前驅物為含金屬之化合物，其係選自由以下所組成之組：有機金屬化合物、金屬有機鹽及金屬無機鹽。有機金屬化合物可為金屬烷氧化物，如甲氧化物、乙氧化物、丙氧化物、丁氧化物或苯氧化物。

金屬有機鹽可為，例如，甲酸鹽、乙酸鹽或丙酸鹽。

金屬無機鹽可為鹵化物鹽、氫氧化鹽、硝酸鹽、磷酸鹽及硫酸鹽。

類金屬可以相似方法配製。

溶劑

溶劑可大致分爲兩類：極性及非極性的。通常，溶劑的介電常數提供對溶劑之極性之粗略衡量。在 20℃時，介電常數 80 指示水之強極性。通常認爲介電常數小於 15 之溶劑爲非極性的。嚴格言之，介電常數衡量溶劑減少浸沒於其中之帶電粒子周圍電場之場強的能力。接著將此減少與真空中帶電粒子之場強相比較。可將本文所揭示之溶劑或混合溶劑之介電常數看作其減少溶質內部電荷之能力。此爲以上論述之活化能減少之理論基礎。

介電常數大於 15 之溶劑可進一步劃分爲質子及非質子的。質子溶劑經由氫鍵鍵合強烈溶劑化陰離子。水係質子溶劑。非質子溶劑，諸如丙酮或二氯甲烷，往往具有較大之偶極矩（同一分子中部分正電荷與部分負電荷之分離），且經由其負偶極溶劑化正電荷種類。

極性質子溶劑

一些極性質子溶劑之介電常數及偶極矩之實例在表 1 中提供。

表 1

極性質子溶劑					
溶劑	化學式	沸點	介電常數	密度	偶極矩
甲酸	H-C(=O)OH	101°C	58	1.21 g/ml	1.41 D
正丁醇	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	118°C	18	0.810 g/ml	1.63 D
異丙醇(IPA)	$\text{CH}_3\text{-CH(-OH)-CH}_3$	82°C	18	0.785 g/ml	1.66 D
正丙醇	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	97°C	20	0.803 g/ml	1.68 D
乙醇	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	79°C	30	0.789 g/ml	1.69 D
甲醇	$\text{CH}_3\text{-OH}$	65°C	33	0.791 g/ml	1.70 D
乙酸	$\text{CH}_3\text{-C(=O)OH}$	118°C	6.2	1.049 g/ml	1.74 D
水	H-O-H	100°C	80	1.000 g/ml	1.85 D

較佳極性質子溶劑之介電常數介於約 20 與約 40 之間。
較佳極性質子溶劑之偶極矩介於約 1 與約 3 之間。

極性質子溶劑通常選自由有機酸及有機醇組成之組。
當使用有機酸作為極性質子溶劑時，其較佳為甲酸、乙酸、丙酸或丁酸，醋酸及/或丙酸為最佳。

當使用有機醇作為極性質子溶劑時，其較佳為下烷基醇，諸如甲醇、乙醇、丙醇或丁醇，甲醇及乙醇為佳。

極性非質子溶劑

一些極性非質子溶劑為介電常數及偶極矩之例子在表 2 中闡述。

表 2

極性非質子溶劑					
溶劑	化學式	沸點	介電常數	密度	偶極矩
二氯甲烷 (DCM)	CH_2Cl_2	40°C	9.1	1.3266 g/ml	1.60 D
四氫呋喃 (THF)	$/-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\backslash$	66°C	7.5	0.886 g/ml	1.75 D
乙酸乙酯	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	77°C	6.02	0.894 g/ml	1.78 D
丙酮	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$	56°C	21	0.786 g/ml	2.88 D
二甲基甲醯胺 (DMF)	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})\text{N}(\text{CH}_3)_2$	153°C	38	0.944 g/ml	3.82 D
乙腈 (MeCN)	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{N}$	82°C	37.5	0.786 g/ml	3.92 D
二甲亞砜 (DMSO)	$\text{CH}_3-\text{S}(=\text{O})-\text{CH}_3$	189°C	46.7	1.092 g/ml	3.96 D

較佳極性非質子溶劑之介電常數介於約 5 與約 50 之間。較佳極性非質子溶劑之偶極矩介於約 2 與約 4 之間。

極性非質子溶劑可選自由以下組成之組：非對稱鹵化烷烴、烷基醚、烷基酯類、酮類、醛類、烷基醯胺、烷基胺、烷基腈及烷基亞砜。

非對稱鹵代烷烴可選自由以下組成之組：二氯甲烷、1,2-二氯乙烷、1,2-二氯苯、1,3-二氯苯、2,2-二氯丙烷、溴甲烷、二碘甲烷、溴乙烷及其類似物。

烷基醚極性非質子溶劑包括四氫呋喃、氰化甲烷及乙腈。

酮極性非質子溶劑包括丙酮、甲基異丁基酮、乙基甲基酮及其類似物。

烷基醯胺極性非質子溶劑二甲基甲醯胺、二甲基苯丙醯胺、二甲基氯苯甲醯胺及二甲基溴苯甲醯胺及其類似物。

烷基胺極性非質子溶劑包括二仲乙三胺、乙二胺、六亞甲基四胺、二甲基乙二胺、己二胺、三(2-胺基乙基)胺、乙醇胺、丙醇胺、乙基胺、甲基胺及(1-2-胺基乙基)哌嗪。

較佳烷基腈非質子溶劑為乙腈。

較佳烷基亞砷極性非質子溶劑為二甲亞砷。其他包括二乙基亞砷及丁基亞砷。

另一較佳極性非質子溶劑為六甲基磷醯胺。

SDN 前驅物溶液

前驅物溶液中之金屬及/或類金屬前驅物在為液體時，其總量通常為約 5vol%至約 40vol%。然而，該量可自約 5vol%至約 25vol%，且約 5vol%至約 15vol%為佳。

極性質子溶劑構成前驅物溶液中混合溶劑之大部分。針對前驅物溶液之整量測得其存在於約 50vol%至約 90vol%，約 50 至約 80vol%為更佳，且約 50 至約 70vol%為最佳。

前驅物溶液中極性非質子溶劑為溶液之約 1vol%至約 25vol%，約 1vol%至約 15vol%為更佳，且約 1vol%至約 5vol%為最佳。

塗佈方法

塗佈方法包含將物件之全部或部分沿第一垂直軸浸沒於塗佈流體中，將其自塗佈流體中取出且使其環繞第一軸及第二軸旋轉。環繞第一軸及第二軸之旋轉在物件表面產生離心力，該離心力與重力組合以在被塗層表面之全部或部分上形成塗佈溶液之均勻膜。在一些情況下，環繞第一軸與第二軸之旋轉同時發生。在其他情況下，環繞第一軸與第二軸之旋轉在不同時間發生。

當將物件浸沒於含有塗佈溶液之容器時，其可環繞垂直軸旋轉。在此種情況下，轉速可介於 1 至 500 rpm 之範圍。其亦可圍繞或環繞第二及/或第三軸以相同或不同速度旋轉。

在取出後，環繞三個軸之任意或全部之轉速可介於 1-5000 rpm 之範圍。轉速下限可為 2、3、4、5、6、7、8、9、10、25、50、75、100、125、150、200、250、500、750、1,000、1500 或 2000 rpm。轉速上限可為 4500、4000、3500、3000、2500、2000、1500、1000、500、250 或 100 rpm。rpm 範圍可為次等上限及下限之任意組合。3-1000 rpm、3-500 rpm、4-1000 rpm、4-500 rpm、5-1000 rpm、5-500 rpm、10-1000 rpm、10-500 rpm、25-1000 rpm、25-500 rpm、50-1000 rpm、50-500 rpm、100-1000 rpm、100-500 rpm、150-1000 rpm 及 150-500 rpm 為較佳範圍。

典型物件塗佈操作之轉數取決於應用可介於 1-5000

轉之範圍或更高。轉數下限可為 2、3、4、5、6、7、8、9、10、25、50、75、100、125、150、200、250、500、750、1,000、1500 或 2000 轉。轉數上限可為 4500、4000、3500、3000、2500、2000、1500、1000、500、250 或 100 轉。轉數範圍可為此等上限及下限之任意組合。較佳範圍為 3-1000 轉、3-500 轉、4-1000 轉、4-500 轉、5-1000 轉、5-500 轉、10-1000 轉、10-500 轉、25-1000 轉、25-500 轉、50-1000 轉、50-500 轉、100-1000 轉、100-500 轉、150-1000 轉及 150-500 轉。

較佳以介於 1 至 500 mm/min 範圍之速率將物件自塗佈流體中取出。

在較佳實施例中，較佳藉由控制物件之垂直平移、圍繞或環繞兩個或兩個以上旋轉軸之轉速之演算法及電腦來控制塗佈裝置及方法。

塗佈系統及方法

在較佳實施例中，用於塗佈物件之系統包含四個組件：(1)預處理單元；(2)第一處理單元；(3)第一後處理單元及(4)一或多個塗佈裝置，每一塗佈裝置經配置以與物件嚙合且使其圍繞或環繞上述兩個或兩個以上軸旋轉。第 17 圖為一示範性系統 1700 之俯視圖。該系統由外壁 1702 圍住。此等壁含有預處理單元 1704、處理單元 1706 及普羅斯特處理單元 1708。系統經配置以使得塗佈裝置 1710 可在預處理單元 1704 與第一處理單元 1706 之間及在第一

處理單元 1706 與第一後處理單元 1708 之間輸送。較佳圍住該系統或單元 1704、1706 及/或 1708 中之一或多個以使得系統或單元內之溫度及氣壓可控。

一軌道系統位於各單元上，且包括軌道 1712 及適合驅動及控制機構(未圖示)以使塗佈裝置 1710 在軌道上行進時對其進行輸送，且使塗佈裝置停止於處理及處理單元上之適合位置。

在一些實施例中，系統在預處理單元 1704 與第一處理單元 1706 之間及在第一處理單元 1706 與後處理單元 1708 之間包括第一傳送單元 1714、1716 及 1718。軌道系統在此情況下經調整以使得塗佈裝置在預處理單元 1704 與第一後處理單元 1708 之間的輸送不中斷。

系統較佳具有入口 1720，其在預處理單元 1704 之前或上游，使得待塗佈之物件可附接至塗佈裝置 1710。更佳地，物件附接至在系統之封閉部分外之塗佈裝置。在後一種情況下，軌道系統較佳遠離封閉系統向外延伸，且支撐塗佈裝置。此後，在必要時塗佈裝置可經由軌道系統輸送、穿過入口且進入預處理及其他單元。在塗佈及處理物件後，系統可逆轉塗佈裝置之移動，使得可在入口 1720 中移除物件。

該系統在後處理單元 1708 之後亦可包括出口 1722。此種配置允許系統之連續作業，其中第一塗佈裝置 1710 可在預處理單元 1704 進入系統、移動至處理單元 1706 以待塗佈、移動至後處理單元 1708 進行照射且經由出口

1722 退出。第二塗佈裝置可在第一塗佈裝置 1710 退出系統時，在預處理單元 1704 進入該系統。此允許多個塗佈裝置存在於系統中，從而增加了系統之作業效率。

在較佳實施例中，預處理單元 1704 含有電漿頭 1724。電漿頭可產生(例如)與待塗佈物件之表面接觸之大氣電漿或氧電漿。在此實施例中，電漿頭可為固定的且物件環繞或圍繞兩個或兩個以上軸旋轉。在較佳實施例中，可使用具有六個旋轉軸之電漿頭。在此實施例中，六軸電漿頭能夠揭露物件之表面之全部或部分。亦可使用由塗佈裝置導致的物件之圍繞或環繞兩個或兩個以上軸之旋轉與多軸電漿頭之使用的組合。

對物件表面之預處理，如電漿處理，活化表面，此又使在物件表面與第一薄膜間形成之共價鍵數增加。預處理導致比不執行預處理的對表面吸附力更強之第一薄膜。第一薄膜表面之預處理亦可用於增加第二薄膜對第一薄膜表面之吸附力。在此實施例中，塗佈裝置被輸送至預處理單元或至第二預處理單元以進行預處理，接著使用相同或不同塗佈流體塗佈。

在其他實施例中，預處理單元可含有一或多個容器，該等容器含有活化溶液，如酸或鹼溶液。在該等實施例中，待塗佈物件之表面中之全部或部分浸沒於活化，且可圍繞或環繞兩個或兩個以上軸旋轉或不旋轉。

處理單元 1706 含有至少一個第一塗佈容器(未圖示)，其經設計以固持塗佈流體。塗佈容器配置為以當塗佈裝

置在第一容器上時，該塗佈容器作垂直上下平移。或者，塗佈裝置可配置為當塗佈裝置在容器上時，該塗佈裝置作垂直上下平移。可在處理單元 1706 中含有額外塗佈容器。例如，兩個或兩個以上容器可配置為處理傳送帶或處理軌道系統以將不同容器置放於塗佈裝置 1710 下。塗佈容器亦可比簡單的「鬥」型容器更複雜。塗佈容器可具有排出之內部區段，及配置因此看起來更像「炸面圈」型容器。

該系統通常具有與第一塗佈容器流體連通之第一流體儲存容器 1728。此第一儲存容器含有塗佈流體泵入第一容器以取代由於塗佈方法導致之第一容器之塗佈流體損失。與第一塗佈容器流體連通之第二流體儲存容器 1730 亦可用於固持相同或不同之塗佈流體，以方便系統之連續作業或改變至不同塗佈流體。可存在與第一塗佈容器流體連通之第三流體儲存容器 1732 以儲存用於在維護期間清潔容器之沖洗液。

在一些實施例中，在容器與儲存容器 1728、1730 及 / 或 1732 中的一或多個之間存在再環迴路(未圖示)。再環迴路具有子單元，其設計成逆轉在塗佈溶液中可能出現之任何凝膠化，如當使用 SDN 溶膠-凝膠前驅物溶液時。再環迴路子單元可包含一或多個超聲波轉換器，該轉換器經配置以將超聲波能量傳遞至子單元。超聲波能量逆轉凝膠化。或者，除超聲波子單元外，可配置一或多個超聲波轉換器以將超聲波能量傳遞至第一容器、第一流體儲存容器

1728、第二流體儲存容器 1730 或在第一塗佈容器與儲存容器之間的流體連通構件。美國專利公開案 2001/0244136(第 13/078,607 號)中揭示用在滾塗機中之含有超聲波轉換器之再環迴路，且該再環迴路可方便調整以用在本文揭示之塗佈系統中。

後處理單元 1708 可為任何已知處理單元如烤箱或可引入反應氣體之腔室。在較佳實施例中，後處理單元包含至少一個照射子單元，該此單元較佳選自紫外光照射子單元 1734、可見光照射子單元 1736 或紅外光照射子單元 1738。在較佳實施例中，在兩個紫外光照射子單元 1734 處，使用可見光照射子單元 1736 或紅外光照射子單元 1738，且最佳全部三個照射子單元。在至少一個照射子單元中，光照之波長、強度及時間中至少一個可改變，較佳照射單元中兩個及最佳全部三個照射單元可改變。

在系統中使用之塗佈裝置系統為上述塗佈裝置，其包含：連接至第一機構以使第一萬向支架圍繞第一軸旋轉之第一萬向支架；連接至第二萬向支架以允許圍繞第二軸旋轉之第一萬向支架；連接至第二萬向支架以使第二萬向支架圍繞第二軸旋轉之第二機構；及連接至第二萬向支架之物件固持件。當如此配置時，物件固持件及物件固持件中之物件可圍繞或環繞第一軸及第二軸旋轉。

在另一實施例中，塗佈裝置包含：連接至第一機構以使第一萬向支架圍繞第一軸旋轉之第一萬向支架；連接至第一萬向支架以允許圍繞第二軸旋轉之第二萬向支架；連

接至第二萬向支架以圍繞第三軸旋轉之三萬向支架；連接至第二萬向支架以使第二萬向支架圍繞第二軸旋轉之第二機構；連接至第三萬向支架以使第三萬向支架圍繞或環繞第三軸旋轉之第三機構；及連接至第三萬向支架之物件固持件。提供此配置以用於使固持件及物件圍繞或環繞第一軸、第二軸及第三軸旋轉。

系統在如第 18 圖所示之獨立處理模組 1840 中亦可包括第二處理單元及第二後處理單元。在第 17 圖和第 18 圖中圖示之實施例之相同組件由最後兩位數字相同之數字標明。第 17 圖之系統可認為係第一處理模組。第二處理單元 1842 配置成收納來自第一後處理單元 1808 之塗佈裝置，且第二後處理單元 1844 配置成收納來自第二處理單元 1842 之塗佈裝置 1810。在此實施例中，軌道 1846 及 1848 被添加系統以將處理模組 1840 連接至第 17 圖之第一處理模組，以形成用於在第一處理區段 1800 與第二處理模組 1840 之間傳送塗佈裝置之線路 1810。較佳以封閉通道(未圖示)包含此等軌道以防止污染及在需要時控制系統中之溫度及氣壓組成物。

塗佈裝置 1810 可自預處理單元 1804 傳送至第二後處理單元 1844 及自第二後處理單元 1844 傳送至預處理單元 1804(未圖示)、傳送單元 1814 或直接傳送至第一處理單元 1816(未圖示)。系統可具有在第二後處理單元 1844 之後的出口 1850。

第 18 圖之實施例為雙製程配置，其中可在第一處理

模組之處理單元 1806 中塗佈物件，之後在第二處理模組 1840 之單元 1808 中進行後處理。此後，物件可傳送至處理模組 1840 以用於在單元 1842 及 1844 中進行後處理。物件接著被傳送至第一處理模組的第一處理單元 1806 或第二處理單元 1842 以進行額外塗佈。

額外處理模組可併入塗佈系統以增加系統之靈活性，諸如提供不同塗佈溶液或增加系統使用額外塗佈裝置的能力。第 18 的圖之系統圖示與第一模組 1840 平行排列之模組 1840。然而，該等模組可線性配置或以任意其他配置。

第 19 圖為雙方法塗佈系統的俯視圖，其中第 18 圖之處理模組包含於單個封閉物中。

塗佈物件之方法包含：預處理一或多個物件之表面；沿第一垂直軸將物件之全部或部分浸沒於塗佈流體中；當物件浸沒於塗佈流體中時，視需要使其圍繞或環繞第一垂直軸旋轉；當物件浸沒於塗佈流體中時，視需要使其圍繞或環繞第二垂直軸旋轉；自塗佈流體中取出物件以形成一被塗佈物件；在取出後使被塗佈物件圍繞或環繞垂直軸旋轉；在該取出後使被塗佈物件圍繞或環繞該第二軸旋轉後；接著對被塗佈物件進行後處理。

在一些實施例中，在自塗佈流體中取出物件後，被塗佈物件環繞或圍繞垂直軸之旋轉與圍繞或環繞第二軸之旋轉同時發生。或者，圍繞或環繞垂直軸之旋轉與圍繞或環繞第二軸之旋轉在不同時間發生。

在另一實施例中，被塗佈物件在相同或不同時間環繞或圍繞第一軸、第二軸及/或第三軸旋轉。

方法可包括藉由將該物件之表面之全部或部分曝露於活化溶液或電漿來預處理物件。

方法亦可包括將被塗佈物件之表面之全部或部分曝露至紫外光輻射、可見光輻射及紅外光輻射中的至少一者來後處理被塗佈物件。在此等實施例中，曝光之波長、強度及持續時間中至少一者可被改變。亦可利用紫外光輻射、可見光輻射及紅外光輻射中的兩者或兩者以上，及在一些情況中藉由使用包括微波及高能輻射在內之全電磁波頻譜來實現後處理。此後處理亦可包括具有單頻之單色光。

在一些方法實施例中，塗佈流體為溶液衍生奈米複合材料(SDN)溶膠-凝膠前驅物溶液。

所有引用被明確併入本文中。

【圖式簡單說明】

第 1 圖描繪在平坦表面上具有塗層之方形平坦物件及該物件之最大二維面積。

第 2 圖為球體之橫截面，該球體具有覆蓋整個表面之薄膜塗層。

第 3 圖為球體之橫截面，該球體具有覆蓋球體之一半的薄膜塗層。

第 4 圖為半球之橫截面，其中半球表面 404 及平坦圓形表面由薄膜完全覆蓋。

第 5 圖為半球之橫截面，其中該半球僅有部分由薄膜覆蓋。

第 6 圖為物件之橫截面，該物件具有粗糙表面及與該物件之該粗糙表面一致之薄膜。

第 7 圖為菲涅爾透鏡之橫截面，該透鏡具有高度及分離約為 100 至 500 μ 之週期性突起。薄膜與透鏡之複雜表面一致。

第 8 圖描繪可使物件圍繞兩個軸旋轉之裝置。

第 9 圖描繪可使物件圍繞三個軸旋轉之裝置。

第 10 圖描繪可使物件繞三個軸旋轉之裝置之另一實施例。

第 11 圖描繪可使物件繞三個軸旋轉之裝置之又一實施例。

第 12 圖描繪根據本發明之塗佈裝置。

第 13 圖為第 12 圖之放大圖。

第 14A 圖為心軸驅動總成 20、旋轉馬達 22、心軸 24、零件固持件 26 及物件 28 之前視圖。第 14B 圖為裝置 26 及物件 28 之透視圖。

第 15 圖為塗佈裝置之另一實施例。

第 16 圖為複雜表面之橫截面，該複雜表面識別可用於判定表面粗糙度之參數中的一些。

第 17 圖描繪用於塗佈物件之系統之俯視圖。

第 18 圖描繪第 17 圖之系統與具有額外處理及後處理單元之模組組合之俯視圖。

第 19 圖描繪整合式雙製程塗佈系統之俯視圖。

【主要元件符號說明】

- 2：塗佈裝置
- 4：框架
- 6：槽
- 8：軌道
- 10：軌道
- 12：致動器總成
- 14：垂直軌道部件
- 16：步進馬達
- 18：水平支撐部件
- 20：心軸驅動總成
- 22：旋轉馬達
- 24：心軸
- 26：第一萬向支架
- 28：物件
- 30：臂
- 32：臂
- 34：交叉部件
- 36：交叉部件
- 38：馬達
- 40：圓形驅動器
- 42：第二圓形驅動器

- 44： 桿
- 46： 附 接 點
- 48： 附 接 點
- 50： 水 平 軸
- 52： 垂 直 軸
- 102： 薄 方 形 物 件
- 104： 邊 長
- 106： 厚 度
- 108： 薄 膜
- 110： 線
- 112： 最 大 二 維 面 積
- 204： 球 形
- 206： 圓 之 面 積
- 302： 球
- 304： 薄 膜
- 402： 半 球
- 404： 半 球 形 面
- 406： 平 坦 圓 形 表 面
- 502： 半 球
- 504： 薄 膜
- 506： 圓
- 508： 最 大 二 維 投 影 面 積
- 510： 圓
- 602： 物 件

604 : 粗糙表面

606 : 薄膜

702 : 菲涅爾透鏡

704 : 突起

706 : 膜

708 : 薄膜部分

800 : 裝置

802 : 物件

804 : 軸

806 : 水平軸

808 : 第一萬向支架

810 : 驅動軸桿

812 : 第二萬向支架

814 : 軸桿

816 : 軸桿

818 : 馬達

820 : 馬達

822 : 物件固持件

900 : 塗佈裝置

902 : 第一萬向支架

904 : 驅動軸桿

906 : 第二萬向支架

908 : 軸桿

910 : 軸桿

- 912：馬達
- 914：馬達
- 916：第三萬向支架
- 918：軸桿
- 920：軸桿
- 922：馬達
- 924：物件固持件
- 926：物件
- 928：軸
- 930：軸
- 932：軸
- 1000：塗佈裝置
- 1002：半圓形萬向支架
- 1004：驅動軸桿
- 1006：半圓形萬向支架
- 1008：軸桿
- 1010：軸桿
- 1012：馬達
- 1014：馬達
- 1016：半圓形萬向支架
- 1020：軸桿
- 1024：物件固持件
- 1026：物件
- 1028：旋轉軸

1030：旋轉軸
1032：旋轉軸
1100：塗佈裝置
1102：四分之一圓形第一萬向支架
1104：驅動軸桿
1106：四分之一圓形第二萬向支架
1110：軸桿
1114：馬達
1116：第三四分之一圓形萬向支架
1120：軸桿
1124：馬達
1126：物件
1128：旋轉軸
1130：旋轉軸
1132：旋轉軸
1502：第一水平軸
1504：垂直軸
1505：垂直軸
1506：萬向支架夾盤
1508：萬向支架
1510：板
1512：孔
1514：孔
1516：孔

1518：孔

1520：推 拉 桿

1522：推 拉 桿

1524：推 拉 桿

1526：推 拉 桿

1528：推 拉 桿

1530：球 接 頭

1532：活 動 板

1534：軸 桿

1536：球 接 頭

1538：軸

1602：複 雜 表 面

1604：中 線

1700：系 統

1702：外 壁

1704：預 處 理 單 元

1706：處 理 單 元

1708：後 處 理 單 元

1710：塗 佈 裝 置

1712：軌 道

1714：第 一 傳 送 單 元

1716：第 一 傳 送 單 元

1718：第 一 傳 送 單 元

1720：入 口

1722：出口

1724：電漿頭

1728：第一流體儲存容器

1730：第二流體儲存容器

1732：第三流體儲存容器

1734：紫外光照射子單元

1736：可見光照射子單元

1738：紅外光照射子單元

1800：第一處理區段

1804：預處理單元

1806：處理單元

1808：第一後處理單元

1810：塗佈裝置

1812：軌道

1814：傳送單元

1816：第一處理單元

1820：入口

1822：出口

1824：電漿頭

1828：第一流體儲存容器

1830：第二流體儲存容器

1832：第三流體儲存容器

1834：紫外光照射子單元

1836：可見光照射子單元

1838：紅 外 光 照 射 子 單 元

1840：模 組

1842：第 二 處 理 單 元

1844：第 二 後 處 理 單 元

1846：軌 道

1848：軌 道

1850：出 口

七、申請專利範圍：

1. 一種用於塗佈一物件之方法，其包含：

沿一第一垂直軸將一物件之全部或部分浸沒於一塗佈流體中；

當浸沒於該塗佈流體中時，視需要使該物件圍繞或環繞該第一垂直軸旋轉；

當浸沒於該塗佈流體中時，視需要使該物件圍繞或環繞一第二軸旋轉；

自該塗佈流體取出該物件；

在該取出該物件之後，使該物件圍繞或環繞該第一垂直軸旋轉；

在該取出該物件之後，使該物件圍繞或環繞該第二軸旋轉；及

在該取出該物件之後，使該物件圍繞或環繞一第三軸旋轉，

其中在該取出該物件之後，該圍繞或環繞該第一垂直軸之旋轉及該圍繞或環繞該第二軸之旋轉在該物件之表面上產生離心力，以在該已塗佈表面之全部或部分上形成該塗佈液體之一均勻膜，及

其中在該旋轉該物件圍繞或環繞該第一垂直軸時，該第二軸圍繞或環繞該第一垂直軸旋轉，且在該旋轉該物件圍繞或環繞該第二軸時，該第三軸圍繞或環繞該第二軸旋轉。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該圍繞或環

繞該第一垂直軸之旋轉與該圍繞或環繞該第二軸之旋轉同時且在該取出該物件之後發生。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該圍繞或環繞該第一垂直軸之旋轉與該圍繞或環繞該第二軸之旋轉不同時發生且兩者皆在該取出該物件之後發生。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該塗佈流體為一溶液衍生奈米複合物(SDN)溶膠-凝膠前驅物溶液。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該物件包含一複雜表面且其中該均勻薄膜在該複雜表面之全部或部分上形成。

6. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中該薄膜具有一均勻厚度。

7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該厚度改變不超過 10%。

8. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中該厚度為該物件表面之平均高度與該薄膜表面之平均高度之間的差。

9. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中該薄膜之該表面為均勻的。

10. 如申請專利範圍第 9 項之方法，其中該薄膜之該表面比該物件之該表面更平滑。

11. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中該複雜表面包含(a)一非平面表面；(b)兩個或兩個以上以一非 90 度角相接之平面表面；(c)與該物件之一表面相關聯之至少一個三維內部或外部特徵；或(d)其組合。

12. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中該三維特徵為微米級的。

13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該三維特徵之全部或部分塗佈有一共形薄膜。

14. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中該三維特徵為奈米級的。

15. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中該三維特徵之全部或部分塗佈有一共形薄膜。

16. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中該三維特徵選自一或多個突起、凹陷、孔、洞、表面通道、內部通道、凸臺、起伏、彎曲、浮雕、渠溝及平頂山圖案，及其組合。

17. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中該薄膜包含一溶液衍生奈米複合物(SDN)薄膜。

18. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該旋轉該物件圍繞或環繞該第一垂直軸及該旋轉該物件圍繞該第二軸是經由：

一第一萬向支架，其連接至一第一機構以使該第一萬向支架圍繞或環繞一第一軸旋轉；

一第二萬向支架，其連接至該第一萬向支架以允許圍繞或環繞一第二軸之旋轉；及

一物件固持件，其連接至該第二萬向支架及該物件，其中該物件固持件可圍繞或環繞該第一垂直軸及該第二軸旋轉。

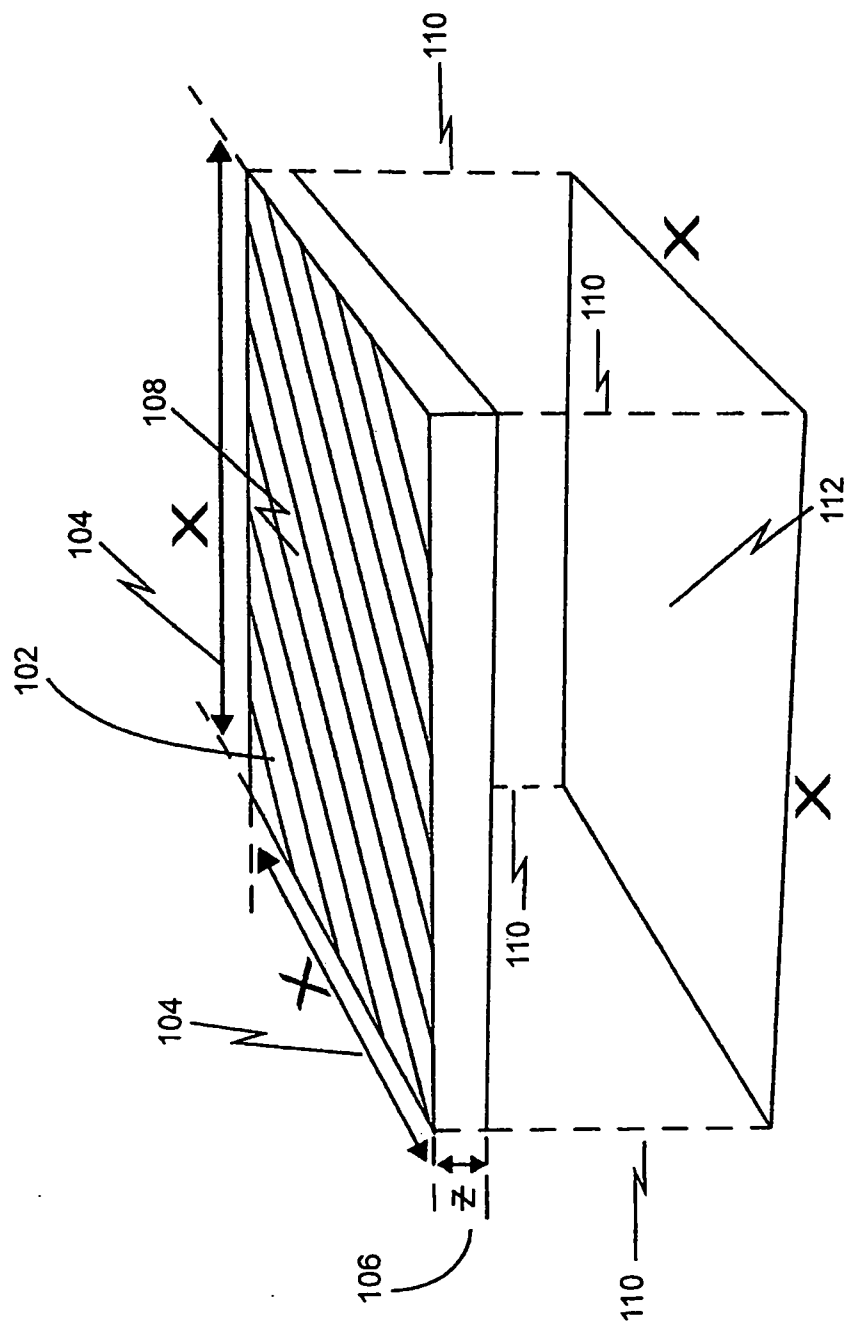
19. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該旋轉該物件圍繞或環繞該第一垂直軸及該旋轉該物件圍繞該第二軸及該第三軸是經由：

一第一萬向支架，其連接至一第一機構以使該第一萬向支架圍繞或環繞該第一垂直軸旋轉；

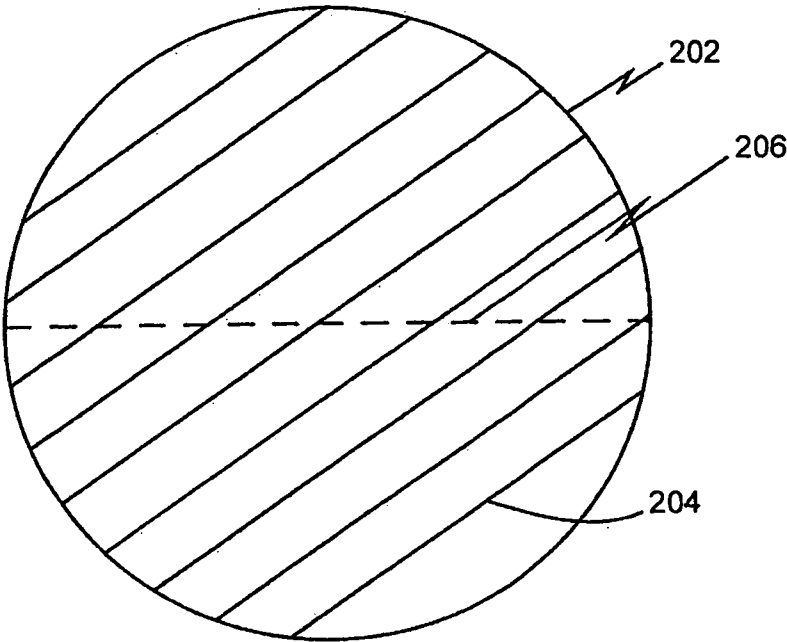
一第二萬向支架，其連接至該第一萬向支架以允許圍繞或環繞該第二軸之旋轉；

一第三萬向支架，其連接至該第二萬向支架以允許圍繞或環繞該第三軸之旋轉；及

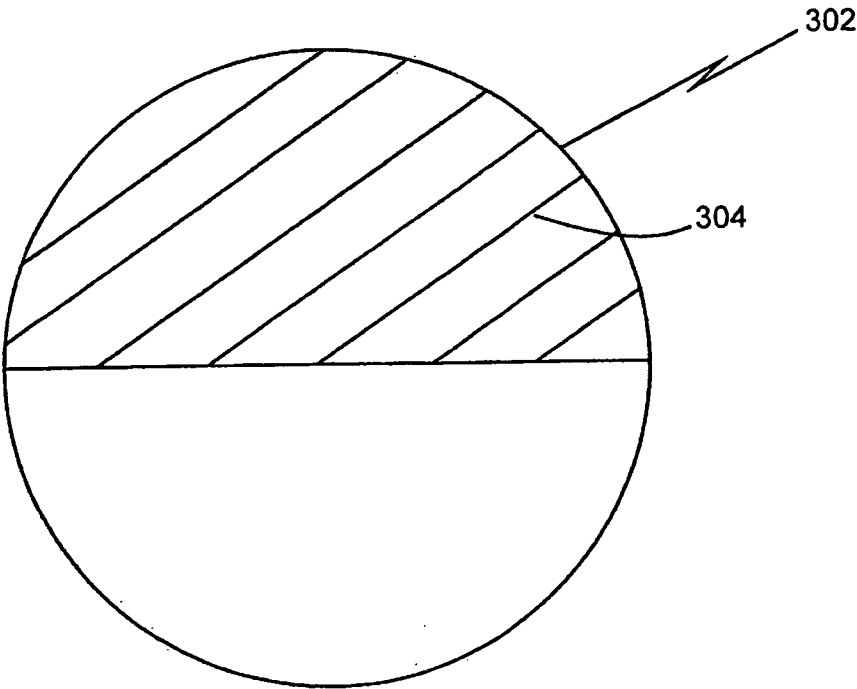
一物件固持件，其連接至該第三萬向支架及該物件，其中該物件固持件可圍繞或環繞該第一垂直軸、該第二軸及該第三軸旋轉。



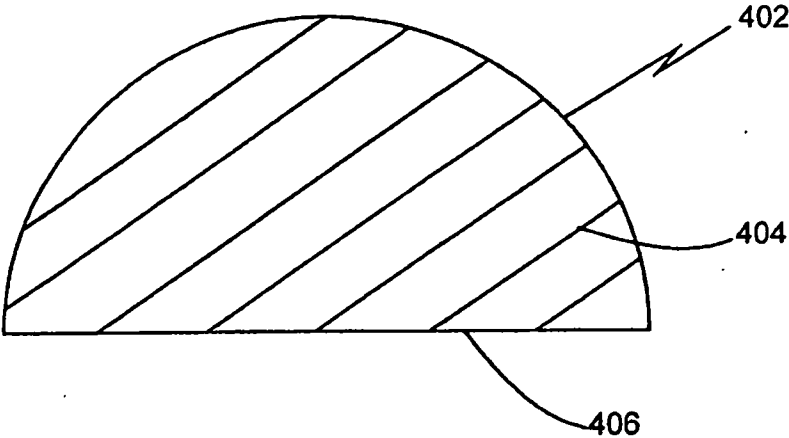
第1圖



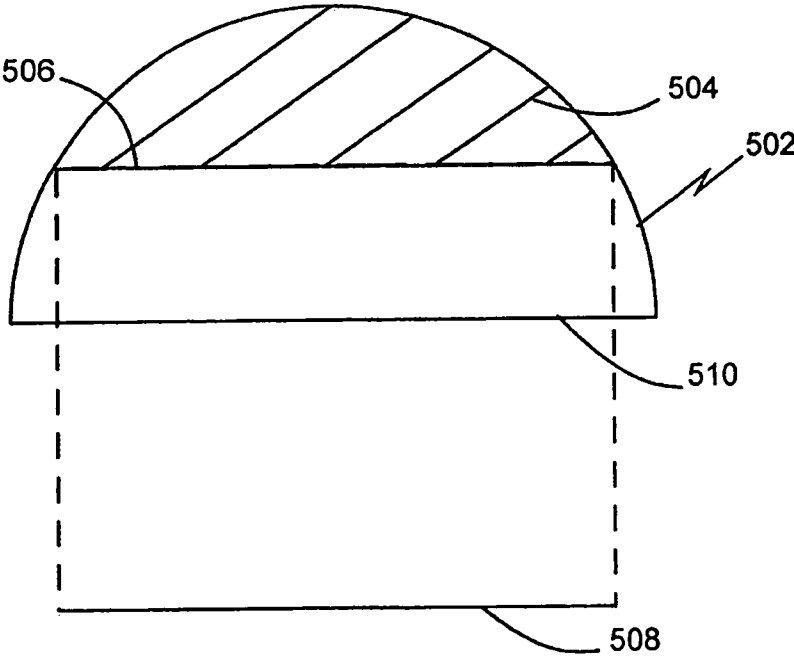
第2圖



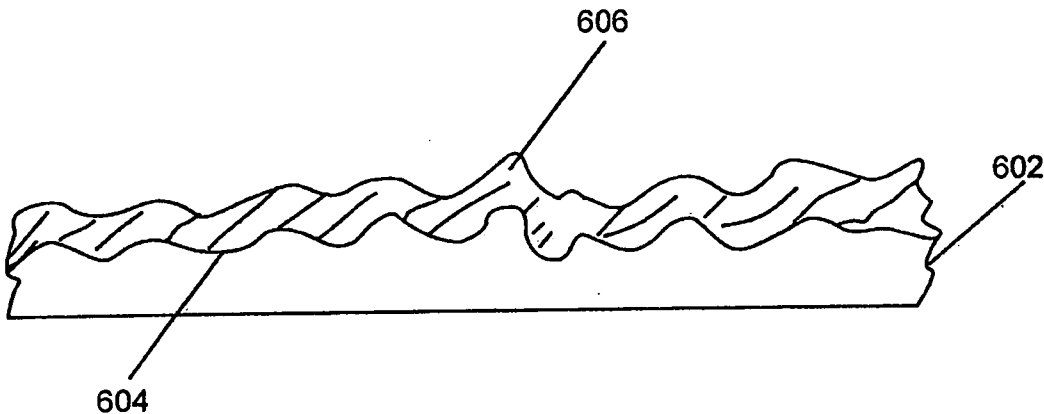
第3圖



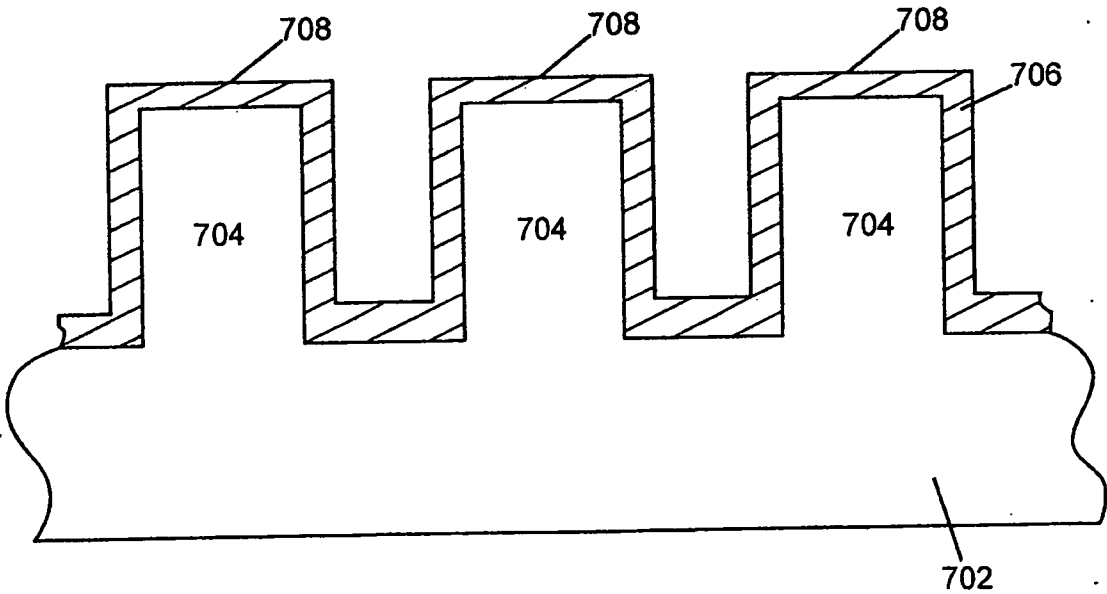
第4圖



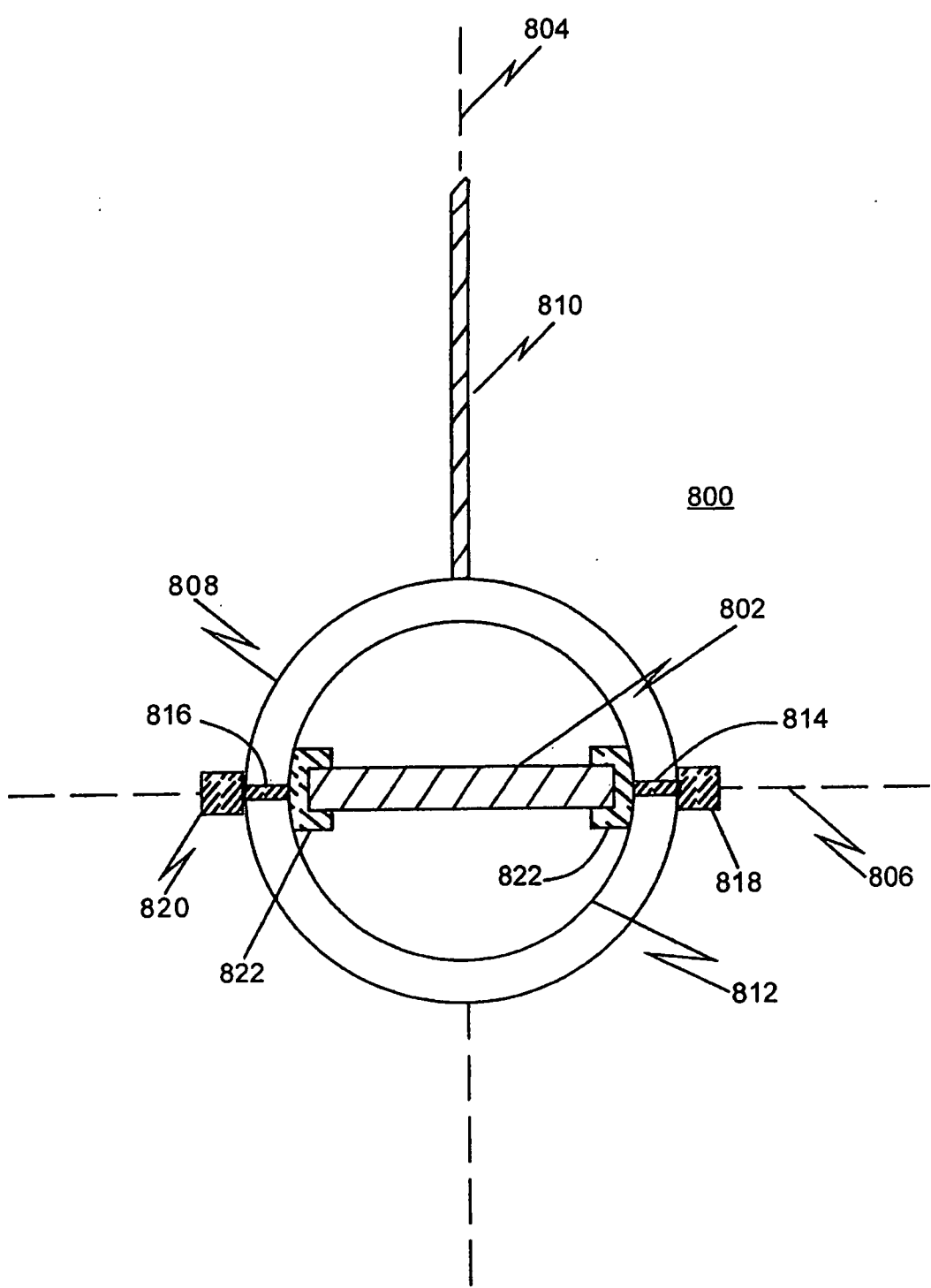
第5圖



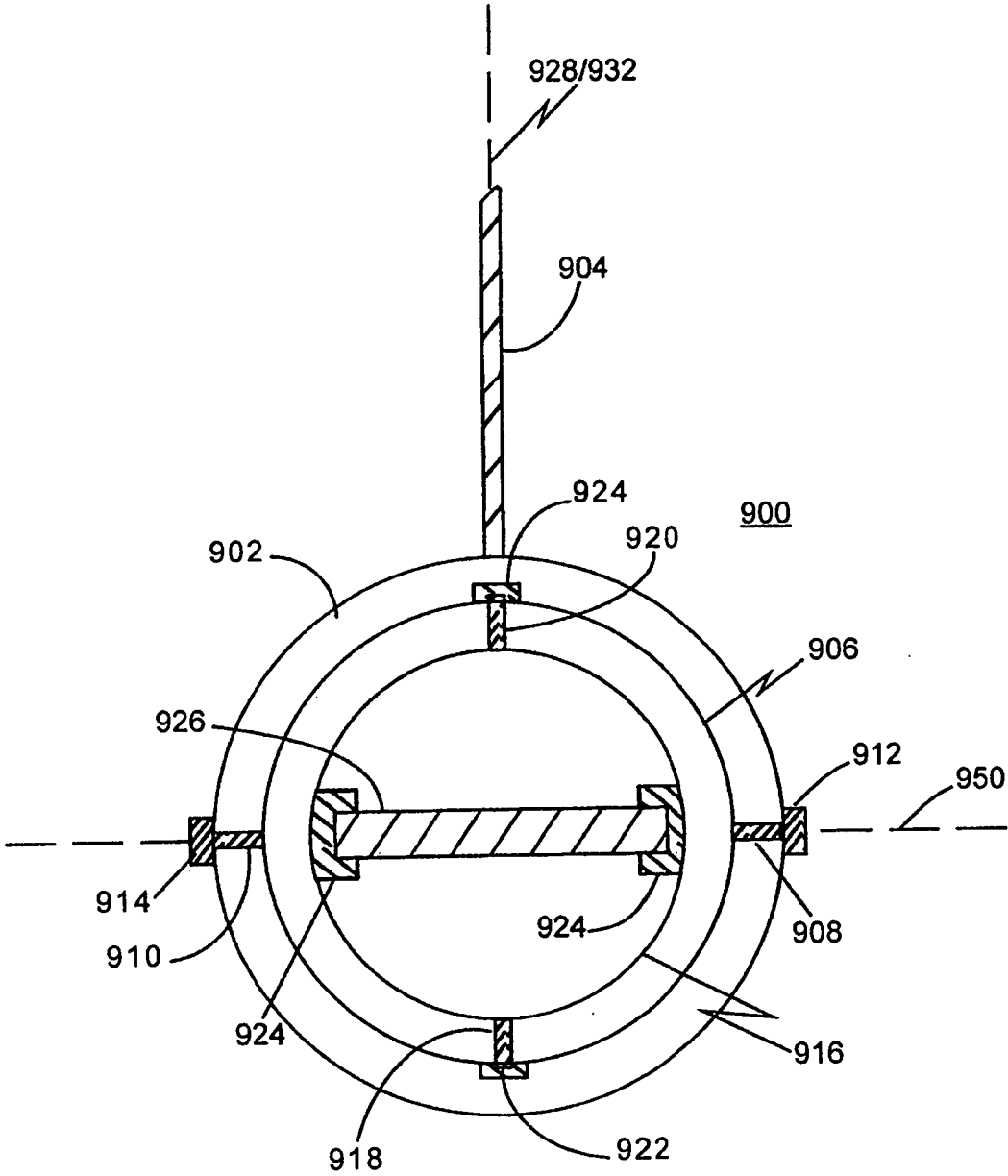
第6圖



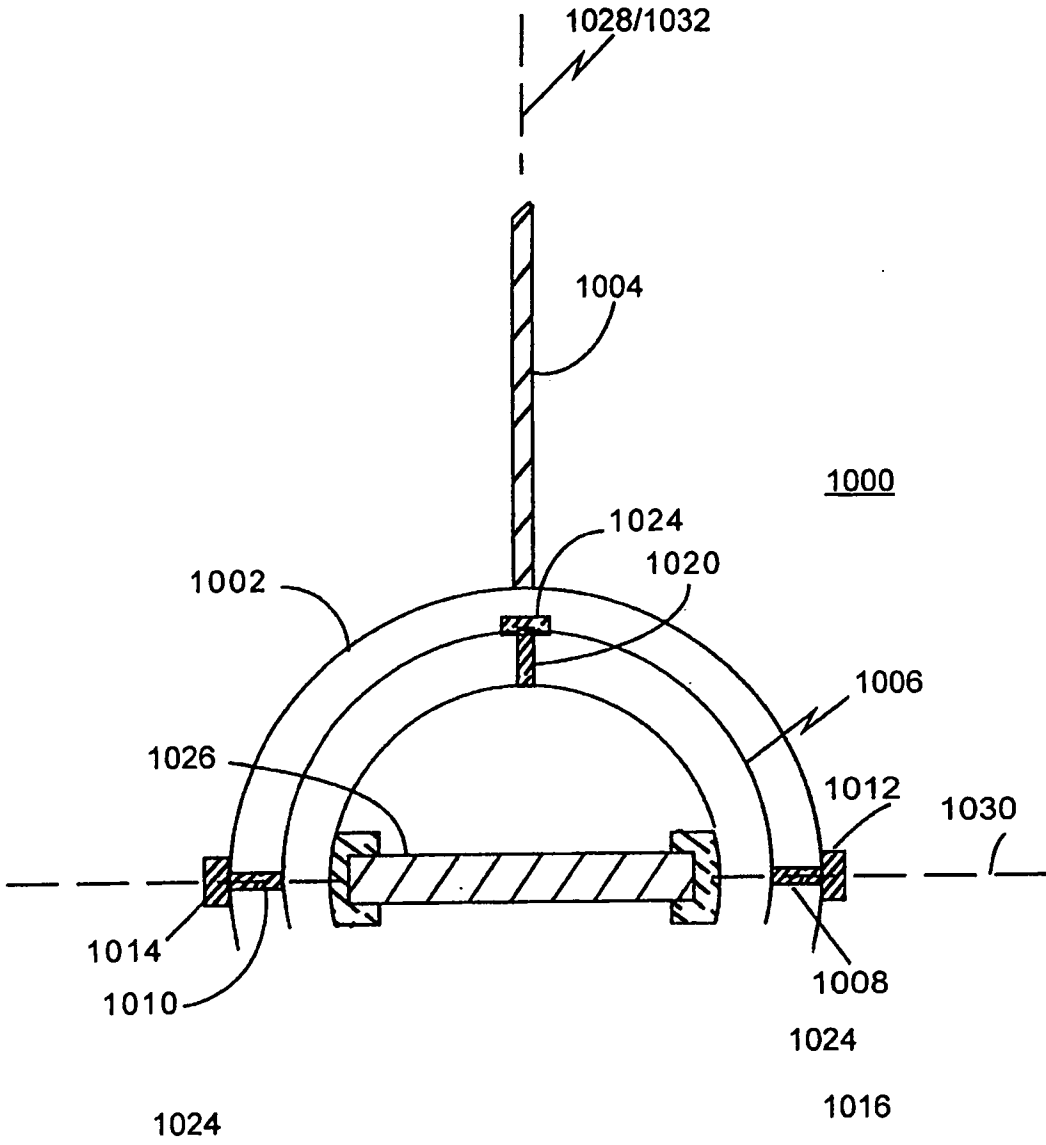
第7圖



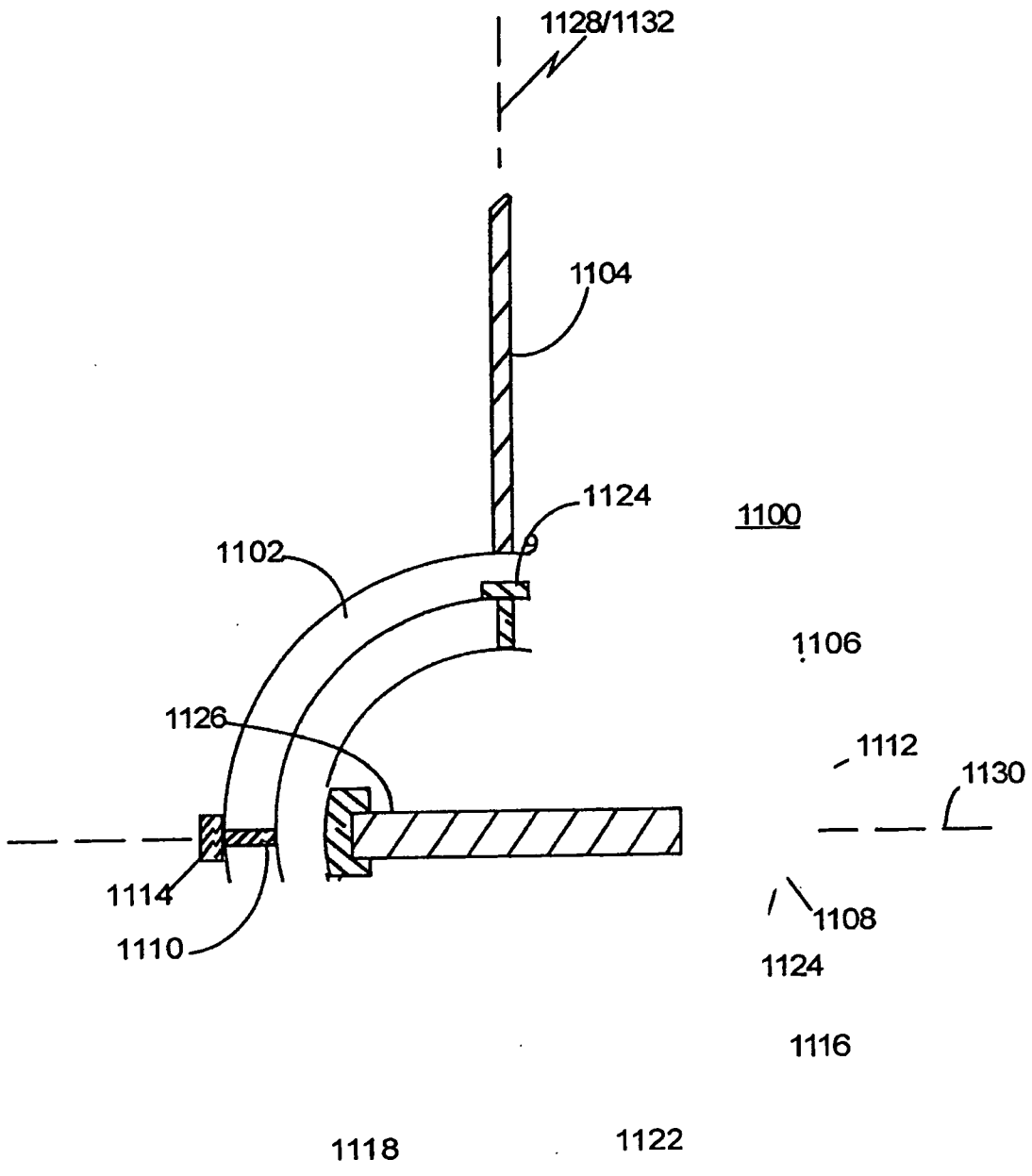
第8圖



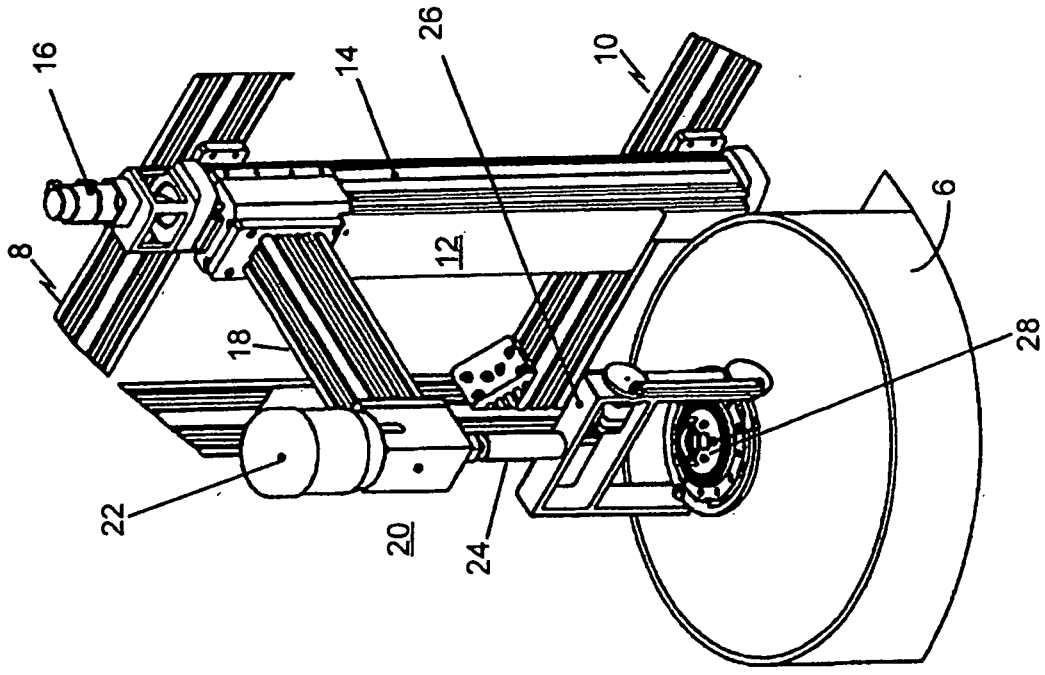
第9圖



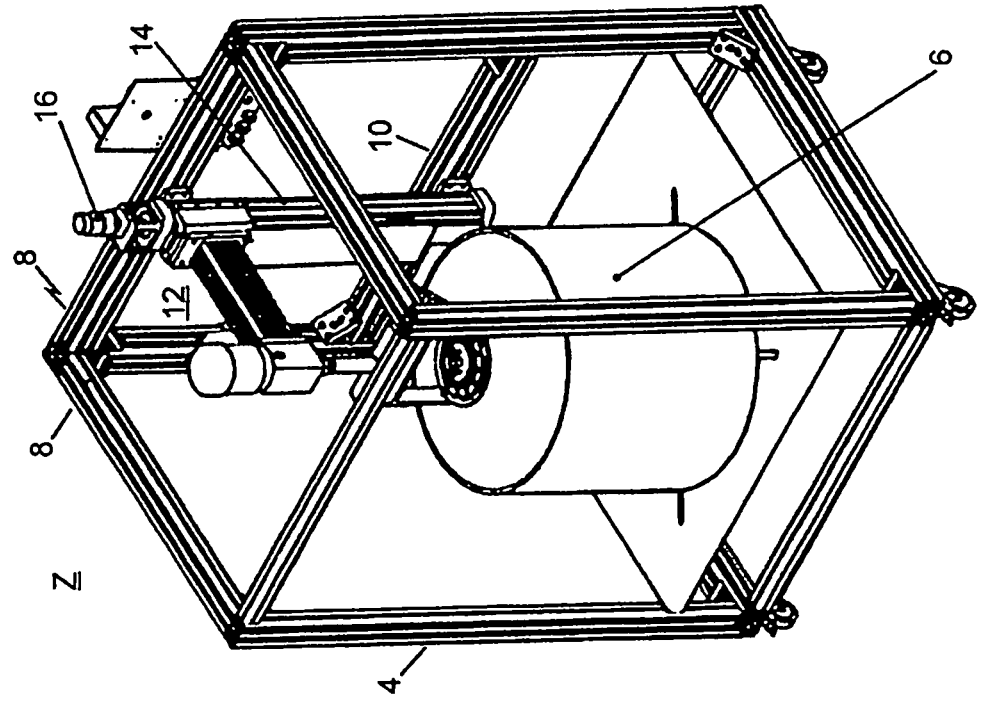
第10圖



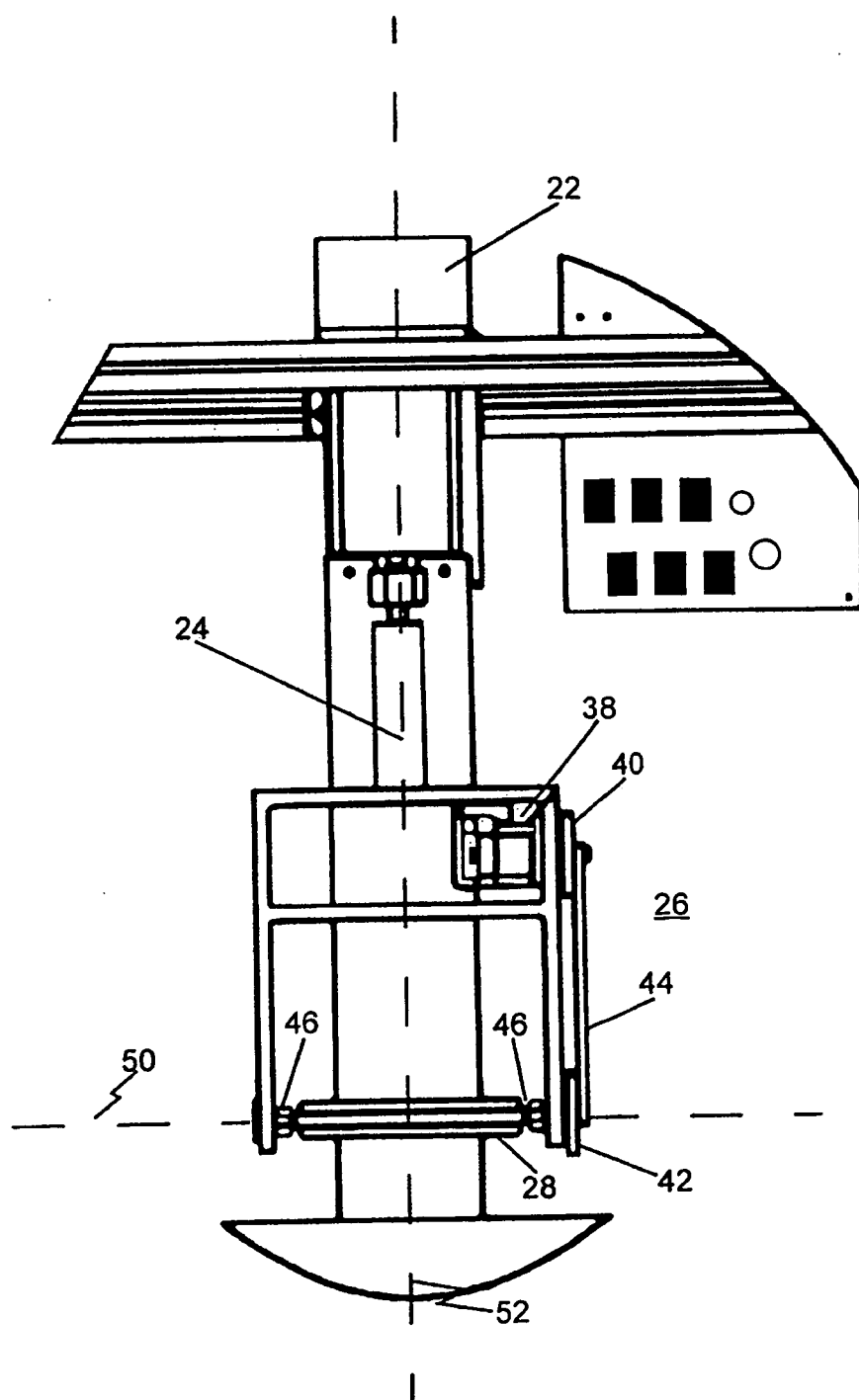
第11圖



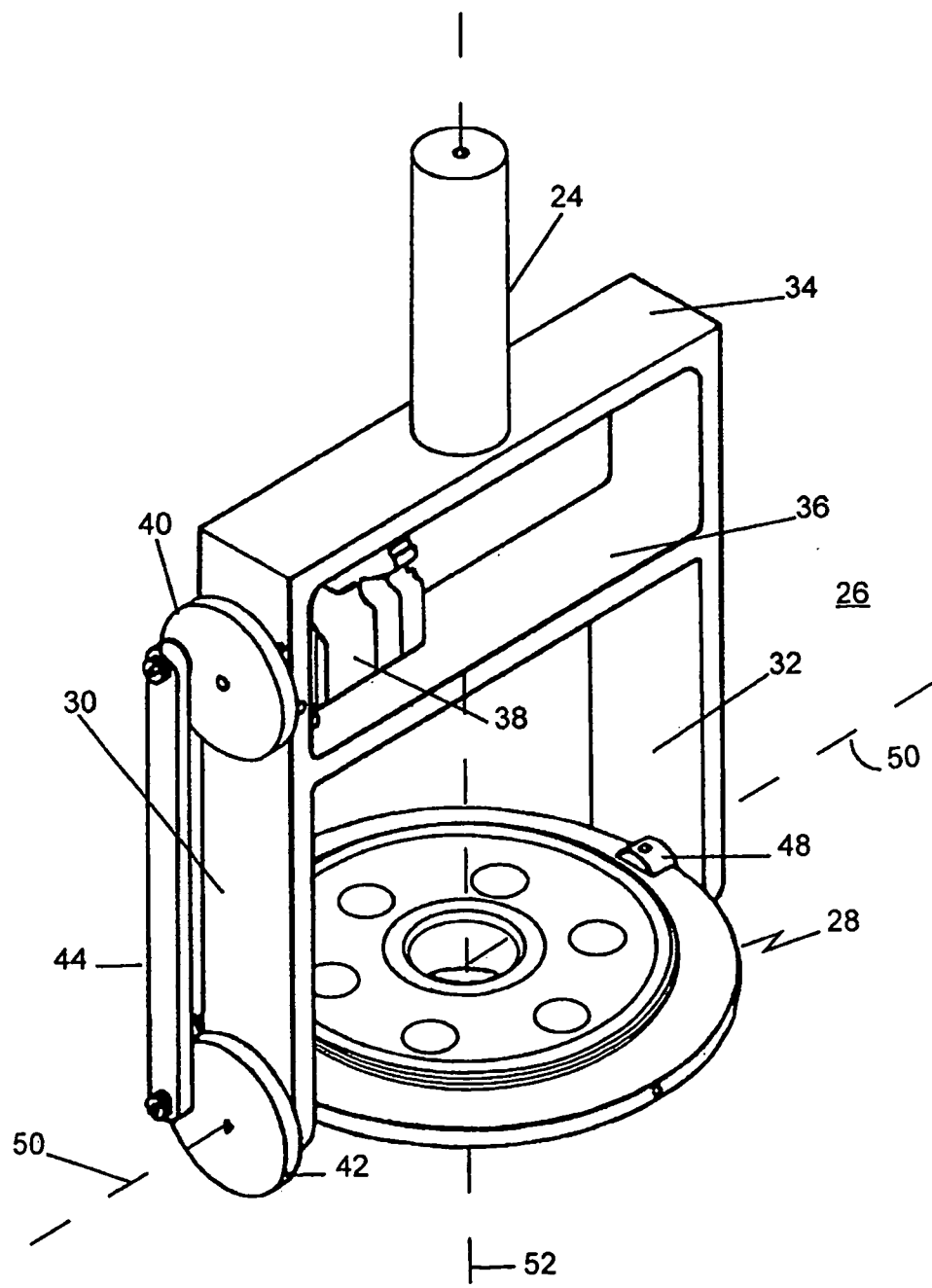
第13圖



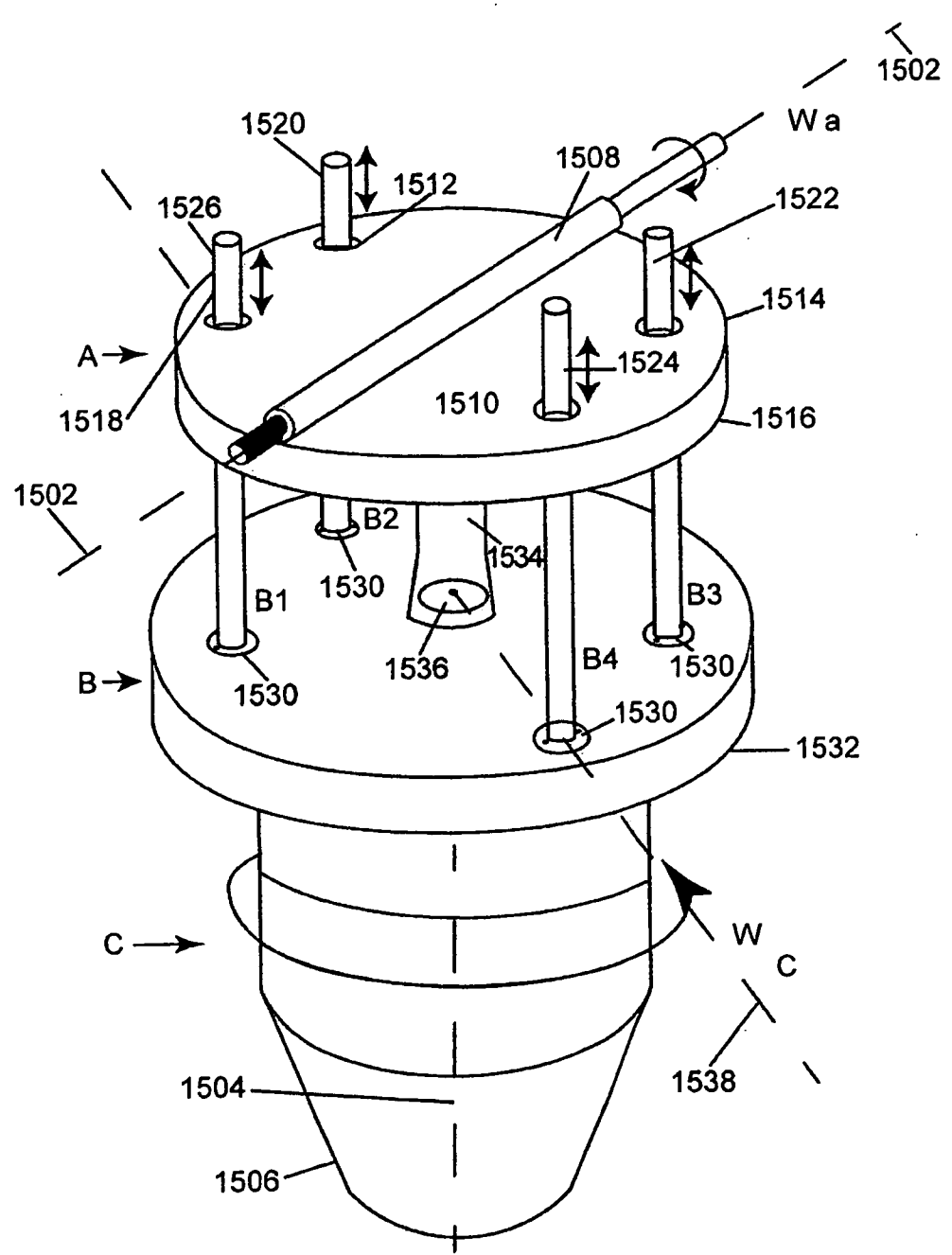
第12圖



第14A圖



第14B圖



第15圖

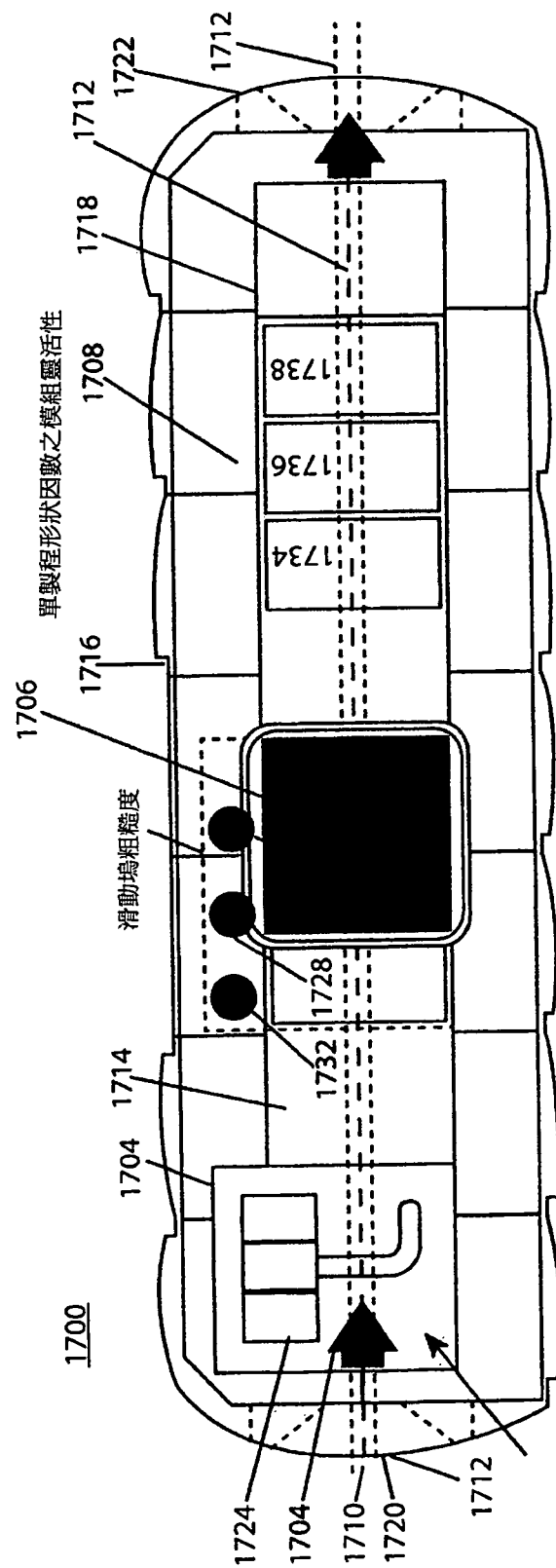
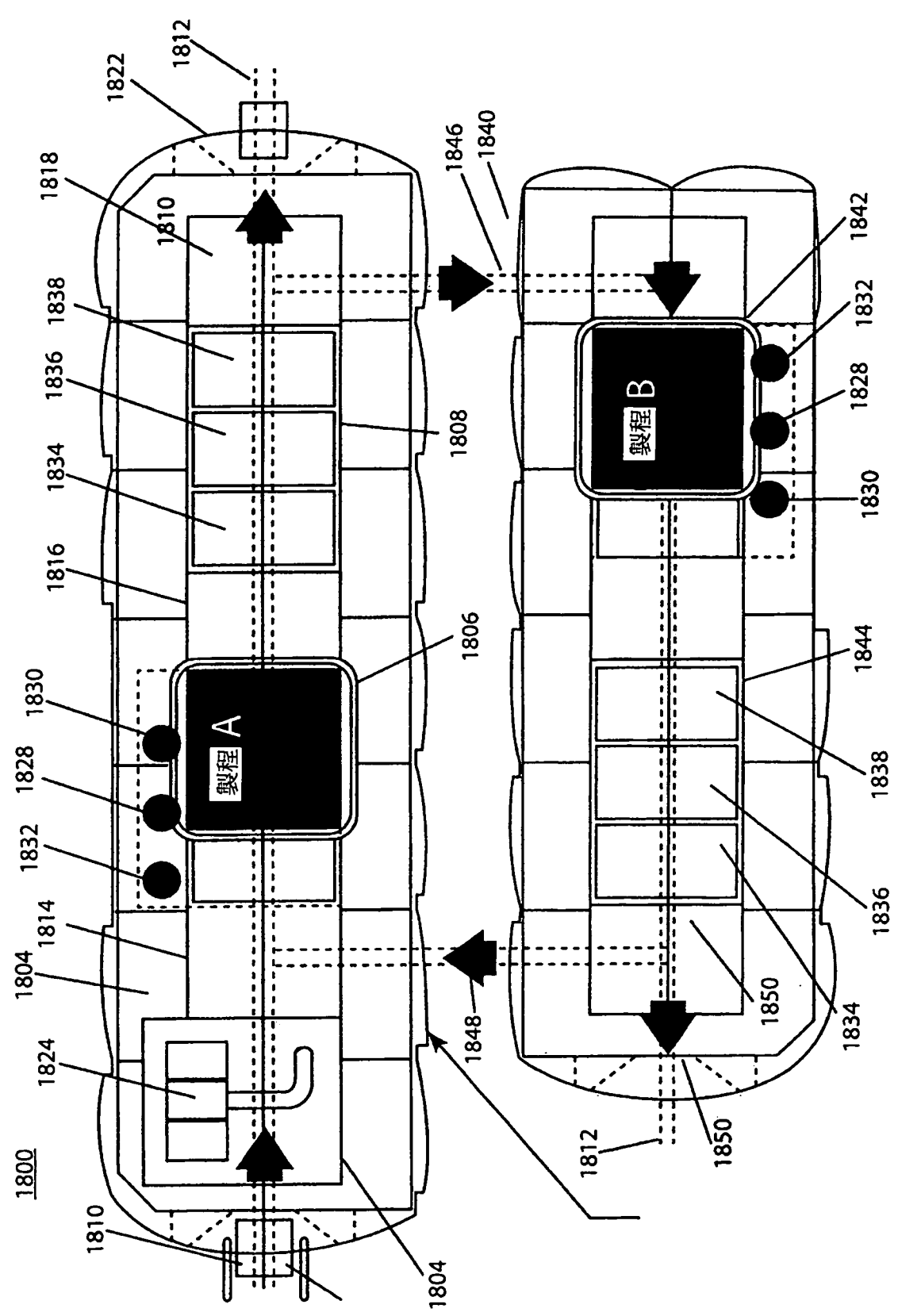
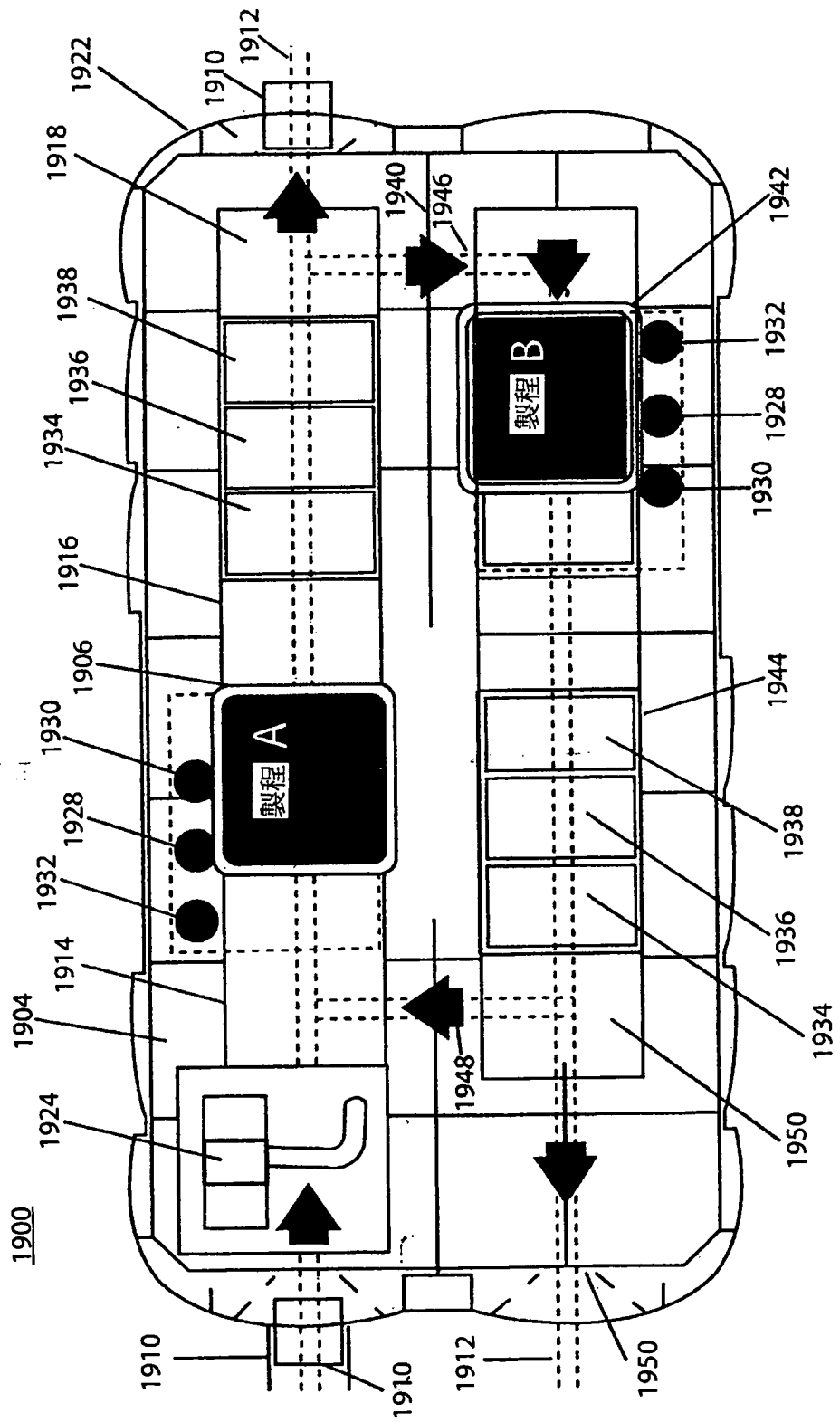


圖 17 第



第18圖



第19圖