



(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 I392846B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：098106291

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 26 日

(51)Int. Cl. : G01B21/20 (2006.01)

(30)優先權：2008/02/28 美國 61/067,410

(71)申請人：康寧公司 (美國) CORNING INCORPORATED (US)
美國

(72)發明人：史塔特 快司丁路森 STAUTER, CHRISTINE LUCIEN (FR)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

EP 09777009A1

EP 1030162A1

JP 2004-145674A

US 5573446

審查人員：吳耿榮

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：15 共 0 頁

(54)名稱

對參考表面預測片狀物材料順應性之方法

METHOD FOR PREDICTING CONFORMABILITY OF A SHEET OF MATERIAL TO A REFERENCE SURFACE

(57)摘要

本發明說明預測自由型式形狀例如為玻璃片對一個表面順應性之方法。本方法使用無重力量測方法以首先決定出玻璃片之形狀，之後計算玻璃片之高斯曲率值。玻璃片之高斯曲率值與預先最大值作比較，依據比較結果決定玻璃片是否可接受或不可接受。

A method of predicting the conformability of a free form shape, such as a sheet of glass, to a surface is described. The method uses a gravity free measurement method to first determine a shape of the sheet, after which the magnitude of the Gaussian curvature of the sheet is made. The Gaussian curvature of the sheet is compared to a predetermined maximum, and a decision is made whether to pass or fail the sheet based on the results of the comparison.

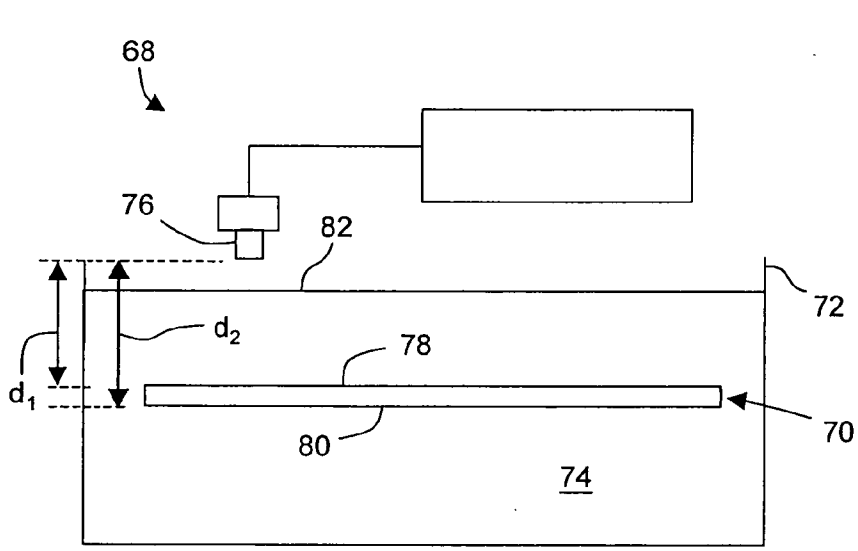


圖3

- 68 . . . 量測片狀物之裝置
- 70 . . . 玻璃片
- 72 . . . 容器
- 74 . . . 流體
- 76 . . . 感測器
- 78 . . . 感測器面(頂部面)
- 80 . . . 非感測器面(底部面)
- 82 . . . 流體表面

10年第10月10日修正(更)正替換本 號專利案
發明專利說明書

101.10.22 修正
公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：98106291

※ 申請日期：98年2月26日

※IPC分類：G01B1/50(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

對參考表面預測片狀物材料順應性之方法/METHOD FOR
PREDICTING CONFORMABILITY OF A SHEET OF MATERIAL TO A
REFERENCE SURFACE

二、中文發明摘要：

本發明說明預測自由型式形狀例如為玻璃片對一個表面順應性之方法。本方法使用無重力量測方法以首先決定出玻璃片之形狀，之後計算玻璃片之高斯曲率值。玻璃片之高斯曲率值與預先最大值作比較，依據比較結果決定玻璃片是否可接受或不可接受。

三、英文發明摘要：

A method of predicting the conformability of a free form shape, such as a sheet of glass, to a surface is described. The method uses a gravity free measurement method to first determine a shape of the sheet, after which the magnitude of the Gaussian curvature of the sheet is made. The Gaussian curvature of the sheet is compared to a predetermined maximum, and a decision is made whether to pass or fail the sheet based on the results of the comparison.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖3。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

量測片狀物之裝置 68；

玻璃片 70；

容器 72；

流體 74；

感測器 76；

感測器面(頂部面) 78；

非感測器面(底部面) 80；

流體表面 82。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於預測任意形狀材料片狀物對參考表面順應之方法。特別是，本發明係關於預測玻璃片(例如適合使用於平板顯示器玻璃片)順應於支撐表面之能力之方法，該支撐表面能夠使用於片狀物處理過程中。

【先前技術】

很多對環境敏感的電子或光子裝置從可密閉性密封玻璃封裝的使用可獲得不少好處。這種裝置包括光伏打裝置，有機發光二極體(OLED)顯示器，OLED發光面板，電漿顯示器，表面傳導電子發射器顯示器(SED)及電場發射顯示器(FED)等。例如，液晶顯示器(LCD)是被動的平板顯示器，依靠外部的照明光源。一般是製造成分段的顯示器，或兩種基本設計之一。基板需要兩種不同的陣列型態(除了要透明之外，在顯示器處理期間還可以承受所暴露的化學條件)。第一種型態是內部定址的陣列，根據液晶材料的低限值特性。第二種是外部定址的陣列或主動定址的陣列，在這裡二極體陣列，金屬-絕緣體-金屬(MIM)裝置或薄膜電晶體(TFTs)提供每個像素電子開關。在這兩種情況，兩片玻璃形成顯示器的結構。兩片玻璃間の間隔是關鍵性的間隙大小約為 $5-10\mu\text{m}$ 。各個基板玻璃片通常小於約 0.7mm 的厚度。

針對顯示器或發光面板的大型電子裝置的玻璃片處理

需要玻璃片順應符合平面形狀。一般可藉著真空輕擊玻璃片成平面形狀。這種玻璃片雖然有嚴格的製造處理和規格，可以大到 10 平方公尺或以上，但不是完美的平面狀。因此，當強制順應符合支撐表面時就可能發生輕擊錯誤而造成玻璃片無法完整放在平面內。當玻璃片不是純粹可發展的形狀尤其是支撐表面本身不是平面狀時，這是的確會發生的。

【發明內容】

以較廣的特性來看，本發明說明了決定玻璃片對表面順應性的方法包括決定玻璃片形狀，利用形狀在玻璃片的多個點來計算高斯曲率值，從對應的支撐表面之高斯曲率值減去玻璃片的多個高斯曲率值以決定玻璃片上多個點的各點的高斯曲率值差，從多個高斯曲率值差選擇玻璃片之最大的高斯曲率值差，比較最大高斯曲率值差和既定的最大低限值，假使最大高斯曲率值等於或小於最大低限值就將此玻璃片歸類為可接受，假使最大高斯曲率值大於最大低限值就將此玻璃片歸類為不可接受。

在一些實施例中，玻璃片形狀的特徵分類可經由無重力的方法，譬如將玻璃片置放在中等密度的流體，或在可調式支撐床上支撐玻璃片，譬如可調式針銷。

經由下列範例性說明以及參考附圖本發明更容易瞭解以及本發明其他目標，特性，詳細情況以及優點將變為

更清楚，任何情況其並不意含限制用途。預期所有這些其他系統，方法特性以及優點將包含於該說明中，為本發明之範圍，以及受到申請專利範圍保護。

【實施方式】

在下列詳細說明中，揭示出許多特定詳細說明以提供完全瞭解本發明，其作為說明用途以及並非作為限制用。不過，業界熟知此技術者將受益於這些揭示內容，本發明能夠實施於其他脫離在此所揭示特定細節之其他實施例中。除此，為人所熟知的裝置，方法以及材料之詳細說明加以省略而並不會模糊本發明之說明。最後，儘可能地，相同的參考數字代表相同的或類似的元件。

製造平面玻璃片的一種方法是所謂的熔融向下抽拉方法。在形成玻璃帶狀物的熔融溢流向向下抽拉處理中，例如圖 1 所示，形成楔形 20 的溢流槽元件包括由壁板部分 24 在楔形 20 之縱向邊上為界的向上開放的通道 22，在相反的縱向延伸溢流唇或堰 26 的上方中止。堰 26 和楔形元件 20 之相反的外部帶狀物形成表面連接。如圖所示，楔形元件 20 提供一對實質上垂直的形成表面部分 28，表面部分 28 和堰 26 連接，和一對向下傾斜聚集表面部分 30，在形成直的玻璃抽拉線的實質上水平下方頂點或根部 32 中止。應該要瞭解在楔形 20 之各個縱向邊提供表面部分 28，30。

熔融玻璃 34 藉由與通道 22 連接的輸送管道 36 進料到

通道 22。進料到通道 22 可以是單端，或如果想要的話，也可以是雙端。在鄰接通道 22 之各端的溢流堰 26 上方提供一對用來限制的壩 38 以引導在溢流堰 26 上方的熔融玻璃 34 之自由表面 40 的溢流作為分開流，向下到相反的形成表面部分 28，30 而到達根部 32，在該處該等分開流如鏈條線所示，彙集以形成初始表面玻璃 42 的帶狀物。拖拉滾輪 44 置放在楔形元件 20 之根部 32 的下游處且用來調整玻璃之形成帶狀物離開彙集形成表面的速度，因而決定帶狀物之標稱上的厚度。

最好設計拖拉滾輪在其外部邊緣接觸玻璃帶狀物，明確地說，是在帶狀物邊緣加厚的焊珠狀內側區域。接觸拖拉滾輪的玻璃邊緣部分待會將從玻璃片移除。在帶狀物的每個邊緣，提供一對相對的反向旋轉的拖拉滾輪。

玻璃帶狀物 42 通過設備的抽拉部分向下，帶狀物歷經錯綜複雜的結構變化，不只在物理上的維度而且在分子層次。例如，在形成楔形根部從厚的液體形式變化成大約半公釐厚的堅硬帶狀物，這是藉著仔細選擇溫度場或溫度分佈，小心平衡機械型和化學性的需求以完成從液體或黏性狀態到固體或彈性狀態的轉換。在彈性溫度區域內的一點處，在切割線 48 切割帶狀物以形成玻璃片或面板 50。

雖然玻璃製造商使用了像是上述處理過程的嚴格製造控制以形成玻璃，但這些玻璃可能不是完美的平面形狀。例如在上述熔融抽拉處理中，藉由只接觸帶狀物邊

緣部份的滾輪從形成楔形抽拉的玻璃帶狀物可能使帶狀物的中央部份翹曲。這種翹曲可能是帶狀物的移動造成的，也可能因帶狀物內各種熱應力的相互影響。例如，向下切割處理對帶狀物產生的振動可能向上傳播到帶狀物的黏彈性區，凍結成片狀，證實彈性條帶平面性的偏差。整個帶狀物寬度和/或長度溫度的變化也可能導致平面性的偏差。的確，當各片玻璃從帶狀物切割時，可能部份紓解帶狀物凍結的應力，或許造成不平的表面。簡而言之，源自於帶狀物的玻璃片形狀是根據帶狀物經過黏彈性區域的轉換期間，帶狀物的熱歷史紀錄而定，而這個熱歷史紀錄也可能會有所變化。這種應力和/或形狀的改變可能對依賴尺寸穩定性的處理過程是有傷害的，譬如電路沉積到基板上就像在液晶顯示器的製造上看到的。例如，在液晶顯示器的製造上，切割自抽拉玻璃帶狀物的大型玻璃片本身可以再切割成多個較小的區段。每塊因此可造成應力再分佈的紓解，因而是形狀的改變。因此，當產生的玻璃片大致被認為是平面時，玻璃片的表面事實上會顯示出波幅和波谷，接下的處理期間可能會干擾玻璃的平坦化。因此此方法最好設計成可精準決定切割自帶狀物的玻璃片形狀。因而可利用獲得的資訊來修改抽拉玻璃帶狀物的熱經歷紀錄。

顯示器製造商從玻璃製造商接收玻璃薄片，並更進一步處理玻璃片以形成顯示器裝置，或其他包含玻璃片的裝置。例如，在圖 2 所示的有機發光二極體顯示器的製

造，在第一玻璃片 56(譬如基板 56)上沉積一層或以上的有機材料層 54。第一玻璃片通常被稱作背板。背板 56 也可包含薄膜電晶體(TFTs)和電極(未顯示出)以供應有機層電流，並使其發光。然而，因為有機材料層 54 對於像是濕氣和氧氣等各種環境因素敏感，有機層必須緊密地和周圍環境隔離。因此，有機層緊密地密封在背板 56 和有時也稱做蓋板的第二玻璃片 58 所形成的玻璃封套內，而密封材料 60 置放在背板和蓋板玻璃片之間。

可以使用數種密封的方法來連結背板和蓋板玻璃片，其包括使用黏著劑。黏著劑很容易施加和使用，但必須容許所需的緊密性以確保裝置可在失效之前顯示業界可實行的使用壽命。也就是說，濕氣和/或氧氣最後可能穿透黏著的密封，導致有機層和顯示器裝置劣化。

一種更可實行的方式是在背板和蓋板玻璃片之間形成玻璃料密封。依據這個方式，玻璃料密封材料的線以迴路或框架的形式分配在蓋板，在這之後加熱玻璃料蓋板使玻璃料黏著到蓋板。然後將蓋板 58 放在背板 56 上，其間放置玻璃料 60(和有機層 54)。然後加熱玻璃料 60，譬如以雷射 64 發射雷射束 66，軟化玻璃料並形成背板 56 和蓋板 58 之間的緊密密封。

從以上的說明可以想像，在有機層和 TFT 的各種沉積處理以及玻璃片的連結和密封期間，需要精準對齊背板和/或蓋板。一般而言，在這種形成處理期間，基板需要是平面的。例如，背面基板通常要真空至平面的支撐表

面，用來加以處理。

目前用來計量平面玻璃平坦度的一種方式是測量玻璃最大的"翹曲"。也就是測量玻璃片表面多個點的距離(或偏差)，這是根據參考表面來決定，距離的偏差代表玻璃片形狀和真實平面的偏差即玻璃片的翹曲。確定後可利用最大的翹曲來測量玻璃片的形狀(譬如玻璃片的平坦度)，雖然可能不太精確。

圖 3 顯示依據本發明實施例決定譬如玻璃片的玻璃製品形狀的方法。依據圖 3 的本發明實施例，一般表示為參考編號 68，將玻璃片 70 置放在包含流體 74 的容器 72。玻璃片 70 可以置放在流體的表面，或沉浸在流體內，如同以下較詳盡的說明。玻璃片有預定的平均密度和預定的平均折射率。流體也有預定的平均密度和預定的平均折射率。流體的平均密度最好是至少約玻璃片平均密度的 85%；更好是至少約 90%；再更好是至少約 95%。當流體的平均密度至少是約 85% 的玻璃片平均密度時，可以說流體 74 相對於玻璃片 70 是中等密度，此玻璃片被認為是中等能漂浮的，因此玻璃片應該會維持在流體 74 內的一個固定位置，而不需要機械性支撐就有足夠的時間來完成所要的測量。例如，適合的流體可取自 Cargille Inc. 公司，這是一間製造折射率匹配液體，沉浸液體，光耦合液體，折射計液體和其他特殊的液體。這些液體是很有益處的，因為通常沒有毒性，而且很容易調整流體密度，譬如增加或減少蒸發的濃度。流體密

度的調整也可藉由混合兩種以上不同密度的流體以達到所需的混合物預定平均密度。例如，由 Corning Incorporated 公司製造的 Eagle2000 玻璃平均密度約 2.37g/cc。可以有效的量混合數種流體譬如平均密度 2.35g/cc 的第一流體，以及平均密度 2.45g/cc 的第二流體以得到平均密度等於 2.37g/cc 的第三流體。熟悉此項技術的人可以瞭解，可使用所需要密度性質的任何流體。

繼續再看圖 3，可使用感測器 76 來測量感測器到玻璃片表面的距離。玻璃片 70 包括面對感測器 76 的第一面 78(感測器面)，和不面對感測器的第二面 80。在目前的實施例中，感測器面 78 可稱為頂部面 78，而非感測器面 80 可稱為底部面 80。為了確保玻璃表面可由感測器 76 偵測出，流體 74 的平均折射率最好可偵測出不同於玻璃片 70 的平均折射率。流體平均折射率和玻璃片平均折射率之間可允許的差異是由譬如感測器 76 敏感度的因素來決定。或者，假使某個感測器無法區別玻璃片平均折射率和流體平均折射率之間的差異，可以在玻璃片 70 的表面塗覆薄膜或塗層(未顯示出)，最好塗覆在玻璃片的底部面，以得到感測器和玻璃塗層介面之間測量的距離。假使塗層緊黏到頂部面 78(感測器面)，塗層本身的測量也可能導致錯誤的測量，因為那樣會測量到薄膜表面，而不是玻璃表面。雖然不是必要，但塗層最好是不透明的，而且可包含墨水或色料的塗料。我們發現白色不透明的塗層可達到最佳的效果。然而，任何可測得

折射率不同於流體折射率的塗層都是可接受的。例如，塗層可包含聚合物薄膜，這裡聚合物可測得的平均折射率不同於流體的平均折射率。任何施加塗層到玻璃片 70 的應力最好是不足以額外導致玻璃片的畸形。為了這個原因，可以不連續的方式塗覆塗層到玻璃片，譬如以一系列點，線或其他形狀的方式。或者，也可測量玻璃片的厚度為玻璃片上位置的函數，再結合薄膜-玻璃介面的距離資料以產生玻璃片感測器面的外形表面。

依據實施例，一旦玻璃片 70 置放在流體 74 中，可利用感測器 76 來測量從感測器到玻璃片之表面的距離。可利用感測器 76 來測量感測器和玻璃片之頂部面 78 之間的距離 d_1 ，或者可使用感測器 76 來測量感測器和玻璃片之底部面 80 之間的距離 d_2 。可使用感測器 76 來測量 d_1 和 d_2 ，從這裡可決定玻璃片在任何點的厚度為 $t = d_2 - d_1$ 。例如，感測器 76 可包含雷射移位感測器。然而，感測器 76 也可包含此項技術中已知的其他裝置，譬如聲音的感測器作為測量之用。雷射裝置可包括簡單的雷射測距裝置，或更精密的裝置，譬如 Michelson 干涉儀。感測器可以是以時間為根據的，在這裡像是聲音，在流體中有已知速度的感測能量是有時間性的。一種適合的感測器是由美國 Keyence Corporation 公司所製造，共焦的雷射移位感測器 LT8110。雖然感測器 76 可置放在流體表面之上，但感測器最好接觸流體，因而可有助益的消除流體表面 82 的空氣-流體界面。感測器 76 也可完全

浸沒在流體中。

另一種決定無重力形狀的方法是使用所謂的釘床 (BoN) 測量系統，如圖 4 所描繪。在 BoN 測量系統中，玻璃片是由下面的一組針銷支撐。這種針銷可垂直移動也可測量玻璃片的支撐力。也可測得每個針銷移動。

可調整針銷的高度，直到每個針銷支撐了特定的目標重量。例如，一個平面基板放在同等分佈的針銷上，其目標重量就等於基板整個重量的同等分數。然而，每個目標重量有可能不等於下一個，目標重量的決定是根據有限元素分析的應力分析。當所有的針銷都是以特定的重量，所支撐的基板就是其無重力的形狀。以其無重力位置的針銷陣列可藉由光學方式掃描基板表面和測量針銷上和其間整個表面的高度以測量無重力的形狀。

BoN 測量儀器的問題是：改變單一個針銷的高度有可能會改變在所有其他針銷上的重量。例如一個極端的例子是，有一個針銷被提升高到足以提升基板到配合的針銷頂端之上，配合的針銷就不用承擔任何重量，所以不會接觸到基板。因此，當這個針銷的高度被調整時，支撐的目標重量會立即改變，當另一個針銷的高度改變時，所支撐的重量又會改變。假使系統是由人工調整，就會需要大量的時間來調整針銷。假使系統是自動化，就需要演算法來調整針銷。

在早先的系統是以人工調整，分別調整每一個針銷。調整每一個針銷的高度直到達到目標重量。這種調整動

作一次調整一個針銷，從第一個針銷到最後一個針銷。然而因為調整一個針銷會改變所有其他針銷的負載，這種程式必須一次又一次的重複，每個循環校正前一次循環引起的小偏差。

依據一個或多個的實施例中，本發明包括調整針銷的高度以同時支撐所有針銷的目標重量。尤其，提供針銷陣列適當針銷高度調整的系統的計算和執行。當所有針銷都在特定的高度時，其高度就是那個基板的無重力高度。無重力高度的針銷陣列提供無重力形狀的測量，如果有的話，還有潛在的形狀扭曲。針銷的高度調整器也可以記錄針銷的高度，排除另外的高度測量方式譬如光學掃描器。

然而，所有針銷可同時調整。不需要評估針銷的力量，一直到所有針銷同時調整好為止。如果針銷沒有移動的話，針銷的力是針銷向上的力量等於針銷所支撐向下的力量。藉著調整一整組針銷，此處理說明了調整一個針銷會影響所有其他針銷的事實。於是，在幾乎每個範例中可實現在所有針銷上達到目標針銷力的好處。

參考圖 4，圖示的是依據本發明一個或多個實施範例的釘床形狀測量儀 100。BoN 測量儀可包括複數個針銷 110，至少有 3 個針銷 110，測量儀基座 120，和處理器 130。拿一個彈性板狀的物件當作測量主體 140，這裡是描述成玻璃基板 140。基板 140 放在該複數個針銷 110 之頂端，當測量主體 140 在重力下屈曲，每個針銷 110

會承受特定的重量。每個針銷 110 包括一個負載元件 112 以測量針銷 110 支撐的重量。負載元件 112 可以放在高度調整器 114 的上方，這個裝置最好是以馬達自動化，用已知的方式來調整針銷 110 的高度。也可以使用其他的安排譬如讓負載元件 112 在下方以負擔高度調整器 114 的重量。

負載元件 112 可經由電路 116 傳輸和測得針銷力相關的測量訊號 132 到處理器 130，然後處理器 130 執行演算法計算出每個針銷 110 所需的高度調整。處理器 130 可經由電路 116 傳輸調整訊號 134 到高度調整器 114 以執行計算出的高度調整。通常的情況是，演算法越好，負載元件 112 就可以越快讀取目標負載。

本發明利用了改變一個針銷 110 的高度通常會改變所有針銷 110 的負載這個事實。在測量儀 100 使用到 N 個針銷 110。目的是找出針銷高度，使得每個針銷 110 的力量在某特定值。例如，在一個相當均勻厚度和密度的實質上平面基板 140，可假設質量近似相等分佈，假定有 N 個針銷 110 是相等的分佈，使得特定的重量值是等於基板重量的 $1/N$ 。

依據一項實施例，不會調整其中 3 個針銷 110，因此在每個循環這些都是不動的。這 3 個不動的針銷 110 固定參考平面，因此這 3 個針銷 110 不應該在一直線上。在每個循環中，這 3 個針銷都維持固定。可在接續的循環調整。因此，可以如下列的計算調整所有剩下的 $N-3$

個針銷 110 也用來支撐特定的重量。

計算剩下 $N-3$ 個針銷 110 的針銷高度調整可以考慮成一組聯立方程式，有 $N-3$ 個方程式和 $N-3$ 個未知數，用來表示針銷高度改變和針銷重量改變的關聯。3 個固定的針銷針對方程式的關聯定義出參考平面。從物理的觀點來看，力量的總和，某個軸力矩的總和，和另一個軸力矩的總和表示必須滿足的 3 個方程式。固定這 3 個針銷，藉由調整其他針銷可系統化滿足這 3 個針銷的目標重量，也因而滿足這些針銷的目標重量。從幾何的觀點來看，沒有固定這 3 個點，雖然不太理想，但剛性運動是可能的。剛性運動可以平移基板，並沿著兩個不同的軸旋轉，針對針銷高度調整方程組產生超過一組解。因此，固定這 3 個點，以致針對針銷高度調整方程組只有一組解。

剛才描述的翹曲測量只能簡單表示玻璃片的表面形貌，因此其本身使玻璃片扁平的能力是很弱的指標，譬如將玻璃片真空成平面台座。例如，譬如薄玻璃片的材料片 200 包含縱向的脊部 202，縱向的脊部 202 沿著「片」的長度延伸，使平行於玻璃片的一邊，脊部從參考平面 204 的最大偏差值是 $L+\delta$ ，如圖 5 所示。假定脊部的形狀像是包含圓柱形的一部分。第二片材料片 206 在材料片的表面包含一個凹面 208(譬如小丘或泡狀物)，如圖 6 所示，這裡的凹面到同樣參考平面 204 的最大偏差值也是 $L+\delta$ 。兩片玻璃顯示相同的最大翹曲(δ)。然而，因

為材料片 200 包含圓柱形狀脊部(圖 5)是可展開的，比具有凹面的材料片 206 更容易平坦化。

可展開的表面是不需延展，壓縮或撕裂的表面就可平坦化表面。例如，如圖 7A 和以上討論的圓柱形，包含可展開的表面，因為圓柱形的表面可以滾平而無需延展或撕裂的表面(圖 7B)。換句話說，球形表面(圖 8A)是不可展開的。試著要平坦化球形的一部分，譬如半球體，此半球體必須沿著多個邊緣延展或撕裂以順應(圖 8B)。因此，在先前的實施例中，具有圓柱形狀脊部的玻璃片可壓平成平面台座而無需使材料片畸形，而順應第二個範例材料片至台座需畸形或撕裂材料片。

可展開的表面是可藉著保留角度和距離轉換成平面表面。當可展開的表面轉換成平面表面時，不會引進應變到表面內。或者，可展開的表面是可從平面表面形成，而不需延展，壓縮或撕裂的表面。明白地說，藉著最大翹曲作為特徵的玻璃片可能足以說明玻璃片是不平的，但相當不適合拿來測量玻璃片要如何強制變成平面的設計。

表面的高斯曲率 K 是表面內部的幾何性質且定義為表面上某一點主要的曲率 k_1 和 k_2 的乘積。也就是說， $K=k_1k_2$ 。實際上，高斯曲率是描述表面如何偏移平面表面。高斯曲率的數學推導是為人所知的將不會在此廣泛地涵蓋。考慮高斯曲率的實用意義將更具啟發性。首先，只根據如何在表面上測量距離和角度。例如，假使表面

的高斯曲率是正值，在那點的表面會包含凸塊或尖波峰；假使高斯曲率是負值，表面會包含一個鞍點。然而，假使高斯曲率是零，那點的表面是等於平坦的表面。一個簡單的實驗可用來說明這種差異。在球形表面(正高斯曲率)所畫出三角形的角度總和是大於 180 度，而在圓柱形(高斯曲率=0)所畫出類似三角形的角度總和必須等於 180 度。可展開的表面高斯曲率是零，可被轉換成平面表面，而不需延展，壓縮或撕裂。假使可以平坦化表面，而不會引起應變，那麼高斯曲率則維持固定。因此知道表面之高斯曲率的大小是具啟發性的，可瞭解某個表面順應另一個表面的程度。

依據本發明的一個實施例，可以利用高斯曲率來描述玻璃片對參考表面譬如支撐玻璃片表面的順應性。玻璃片最好可以真正順應支撐表面，意味著玻璃片每一點上的高斯曲率幅度符合，或近乎符合支撐表面每一點上的高斯曲率幅度。假使參考表面是平面，玻璃片在表面上的每一點應該也有零值的高斯曲率以準確順應參考(譬如支撐)表面。各個高斯曲率之間差異的量值越大，玻璃片顯示順應性的抵抗力量越大。以另一種方式來說，玻璃片上每一點的高斯曲率值和支撐表面對應點之間的差異應該等於或小於預定的最大差異 ($\Delta K = ||K_{\text{sheet}}| - |K_{\text{support}}|| \leq G$ ，這裡 G 是預定的最大值。 G 通常是根據玻璃片的應用可以從實驗或模型來決定)。對應點是指當玻璃片壓向支撐表面時，玻璃片上一點和支撐表面一點重

疊的點。假使 ΔK 大於 G ，玻璃片可能不夠順應支撐表面。在平坦化玻璃時，玻璃內產生的應變能量可能導致玻璃內的屈曲或應力量誘發的雙折射性。

從以上看來，譬如圖 5 所示顯示了玻璃片置放在譬如平坦表面的支撐表面，假使玻璃片只遭受重力量和台座的反作用力量，我們可以期望單波峰或波谷的高斯曲率值不會改變太多。這在高斯曲率值增加時愈為真實。當高斯曲率值增加時，玻璃片對平坦化的抵抗力量也愈增加，必須使用更大的力量來平坦化玻璃片。如以上所述，這會導致增加損害的效應(屈曲，應力量等)可能影響特定的製造處理過程。相反地，高斯曲率值越大就需要更多的力量來平坦化玻璃片。首先在有可展開形狀的區域出現玻璃片的彎曲，因為這比不可展開形狀的區域需要較少的能量。圖 9 顯示的是玻璃片平坦度和必須施加以達到對應平坦度的力量之間的關係。垂直虛線左邊的表面是表示可展開的形狀，而線右邊的表面則是表示不可展開的形狀。如圖所顯示的，繪圖曲線可展開的表面的區域 210 只以少許的力量就可輕易平坦化，平坦化的唯一抵抗性是來自表面的堅硬度。換句話說，不可展開的表面需要較多的力量。在繪圖曲線的區域 210 有可能發生表面的屈曲，而當平坦化的力量增加時，在區域 214 會產生大的薄膜力量和力量矩。為了大的高斯曲率值的奇異點，當施加相對弱的力量時(譬如只有重力量)，我們希望不會影響到高斯曲率值的奇異點。

為了善加利用高斯曲率，我們最好瞭解玻璃片的無重力形狀。也就是玻璃片的形狀要在無重力的狀態取得。當在地球上要達到真正的無重力狀態時，可以近似化無重力狀態的條件。例如，我們可使用中等的密度系統。

一旦決定了玻璃片的形狀譬如透過無重力玻璃片形狀測量方法以決定參考平面多個點的偏差就可以在每個點決定玻璃片的高斯曲率。例如，可以使用密切拋物面的方法來決定玻璃片局部區域的高斯曲率。高斯曲率 K ，平均曲率 H ，拋物面 $2z=ax^2+bxy+cy^2$ 在其頂點 $K=ac-b^2$ ，而 H 是 $(a+c)/2$ 。拋物面和法面在其頂點 P 的交點是拋物線，在 P 的曲率是 $k_n=k_1\cos^2\theta+k_2\sin^2\theta$ ，這裡 k_1 和 k_2 是方程式 $k^2-2Hk+K=0$ 的根，而 θ 是此平面和 k_n 達到其最大值(或最小值)之間的角度。 K_n ， k_1 和 k_2 的極端值是先前描述的主要曲率。使用密切拋物面來決定高斯曲率是已知的方法，這裡將不再進一步涵蓋說明。

或者，部份玻璃片，或整個玻璃片能夠藉由連續性函數例如 $z=f(x, y)$ 來標定。在玻璃片上任一點之高斯曲率變為

$$K = (f_{xx}f_{yy} - f_{xy}^2) / (1 + f_x^2 + f_y^2)^2 \quad 1$$

其中 $f_x = \partial f / \partial x$ ， $f_y = \partial f / \partial y$ ， $f_{xx} = \partial^2 f / \partial x^2$ ， $f_{yy} = \partial^2 f / \partial y^2$ ，及 $f_{xy} = \partial^2 f / \partial x \partial y$ 。

除了玻璃片包含奇異點(非常小的區域，這裡玻璃片區域和對應支撐區域之間的高斯曲率差異可能很大)的範例，玻璃片可能包括具有小但有限 $\triangle K$ 的相對大型區

域。在這個範例中，使低量值的大型區域平坦將在大型區域加總導致相同的損害效應。為了說明和小量值 ΔK 相關的大型區域，必須在表面移動的視窗上積分 ΔK 的絕對值，並將結果正規化到積分的區域。然後可使用結果的積分值 $K(K_{int})$ 作為玻璃片形狀的測量。即

$$K_{int} = (1/S) \iint_S (\Delta K) ds \quad 2$$

該情況顯示於圖 10 中，其中積分區域 S 為在玻璃片表面進行。

應該很明顯的是，假使支撐已知為平坦的(K 在各處是 0)，那麼玻璃片每一點上的 ΔK 僅是決定玻璃片高斯曲率的每一點的高斯曲率值。接著可以很容易決定 ΔK ，而不需要擔心玻璃片和支撐之間點對點的對應。例如在顯示器面板的 TFT 沉積期間可能發生這種情況。這種沉積處理的支撐可能重好幾噸，可被切割成極度的高容限。

假使支撐表面不是平面的就必須執行支撐表面的類似分析以決定支撐表面在對應決定高斯曲率玻璃片上點的高斯曲率。

圖 11 所顯示為非平坦玻璃片之三維模擬曲線，其包含由下列公式所界定出泡狀物(尖峰)

$$z = c \exp\left(-\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}\right) \quad 3$$

其中 c 是泡狀物的高度，而 a 和 b 分別是沿著 x 和 y 軸泡狀物寬度的一半。為了這個範例的目的，選擇 a 是 150mm， b 是 50mm，和 $c=30$ mm。圖 12 顯示圖 11 泡狀

物的高斯曲率。最大高斯曲率值以下列公式表示：

$$K_{\max} = \frac{4c^2}{a^2b^2} \quad 4$$

以上的等式 4 證明延長形的泡狀物，譬如 $b \gg a$ 時的泡狀物，比同樣高度對稱形的泡狀物 ($b=a$) 更容易平坦化，因為泡狀物最大的高斯曲率變低。圖 13 顯示高斯曲率為 $1 \times 10^{-8}/\text{mm}^2$ 的對稱形泡狀物，直徑對高度關係的圖。高度-直徑位在曲線右邊的泡狀物容易顯示出優良的輕擊行為(很容易經由真空輕擊在平坦的支撐上平坦化)，而高度-直徑關係在在曲線左邊的泡狀物容易顯示出不佳的輕擊效能(譬如真空裂縫，不完全的平坦等等)。圖 13 顯示某個直徑泡狀物應該在特定的高度以下才可有效平坦化。實驗工作證實最大的高斯曲率值 $1 \times 10^{-8}/\text{mm}^2$ 是顯示器的薄片玻璃最大高斯曲率值的上限低限值(其厚度為小於 1mm)。

使用高斯曲率作為材料片順應性的特徵，尤其在譬如薄片玻璃的彈性材料片可用來：

描述薄片玻璃變形成任何既定形狀的可能，此種方法不限定在平坦和水平支撐的設計；

可用來幫忙瞭解玻璃片輕擊的行為最佳化輕擊的方法，因為依據高斯曲率的知識了解放在平坦工作台上的薄玻璃片大多數靠在可展開表面的區域上；

可幫助玻璃片形狀規格的發展，最好是和玻璃片輕擊行為相連結，而不是翹曲單一最大值；

可幫忙估計輕擊時應變和總高度的變化。

必需強調本發明上述所說明實施例特別是"優先"實施例只是實施可能的範例，揭示出內容只作為清楚地瞭解本發明之原理。本發明上述所說明實施例能夠作許多變化及改變而並不會脫離本發明之精神及原理。例如，雖然在此所顯示範例性實施例為垂直配置，本發明在水平指向同樣地有效。預期所有這些改變及變化包含於所揭示範圍內以及本發明受到下列申請專利範圍保護。

【圖式簡單說明】

圖 1 為透視圖，其顯示出形成薄玻璃片融合向下抽拉裝置之部份斷面。

圖 2 為玻璃組件之斷側視面圖，其包含利用雷射密封之玻璃料密封。

圖 3 為在中等密度無重力環境中量測片狀物或材料(例如為玻璃片)形狀之裝置的斷側視面圖。

圖 4 為使用"釘床"量測無重力片狀物或材料(例如為玻璃片)形狀之裝置的斷側視面圖。

圖 5 為材料片狀物之透視圖，其包含縱向隆起物位於平坦參考表面上，具有隆起物之材料片狀物代表可展開之表面。

圖 6 為材料片狀物之透視圖，其包含中央尖峰或泡狀物位於平坦參考表面上，具有尖峰之材料片狀物代表不可展開之表面。

圖 7A 及 7B 為可展開圓柱形表面(圖 7A)之透視圖，該表面能夠為未滾壓為平坦(平面性)表面如圖 7B 透視圖所示。

圖 8A 為未展開球形之透視圖。

圖 8B 為撕開之透視圖，其將圖 8A 球形一半(半球形)平坦化必定發生，形成未展開半球形。

圖 9 為可展開及不可展開材料片狀物(例如玻璃片)平坦化力量之曲線圖。

圖 10 為顯示材料片狀物高斯曲率移動視窗之透視圖，其具有寬廣扭曲但是為低程度扭曲。

圖 11 為包含 Z-軸非平坦材料片狀物之三維曲線圖。

圖 12 為圖 9 表面之高斯曲率三維曲線圖。

圖 13 為曲線圖，其顯示出對稱泡狀物高度與側向尺寸關係，泡狀物具有最大高斯曲率值為 $1 \times 10^{-8} / \text{mm}^2$ 。

【主要元件符號說明】

楔形/楔形元件 20；

通道 22；

壁板部分 24；

溢流堰 26；

形成表面部分 28，30；

根部 32；

熔融玻璃 34；

輸送管道 36；

壩 38 ;
 自由表面 40 ;
 初始表面玻璃/玻璃帶狀物 42 ;
 拖拉滾輪 44 ;
 切割線 48 ;
 面板 50 ;
 有機材料層/有機層 54 ;
 第一玻璃片/基板/背板 56 ;
 第二玻璃片/蓋板 58 ;
 密封材料/玻璃料 60 ;
 雷射 64 ;
 雷射束 66 ;
 量測片狀物之裝置 68 ;
 玻璃片 70 ;
 容器 72 ;
 流體 74 ;
 感測器 76 ;
 感測器面/頂部面/第一面 78 ;
 非感測器面/底部面/第二面 80 ;
 流體表面 82 ;
 BoN 測量儀 100 ;
 針銷 110 ;
 負載元件 112 ;
 高度調整器 114 ;

電路 116；

測量儀基座 120；

處理器 130；

測量訊號 132；

調整訊號 134；

測量主體/玻璃基板 140；

材料片 200，206；

脊部 202；

參考平面 204；

第二片材料片 206；

凹面 208；

區域 210，212，214。

七、申請專利範圍：

1.一種決定一玻璃片對一表面之順應性的方法，該方法包括以下步驟：

決定該玻璃片之一形狀；

利用該形狀以計算在該玻璃片上的複數個點之高斯曲率量值；

從一支撐表面之對應的高斯曲率量值減去該玻璃片的該等複數個高斯曲率量值，以決定該玻璃片上的該等複數個點之各個點的高斯曲率量值差；

從該等複數個高斯曲率量值差選擇該玻璃片之最大的高斯曲率量值差；

比較該最大高斯曲率量值差和既定的最大低限值；以及

假使該最大高斯曲率量值等於或小於該最大低限值，則將該玻璃片歸類為可接受，假使該最大高斯曲率值大於該最大低限值，則將該玻璃片歸類為不可接受。

2.依據申請專利範圍第 1 項之方法，其中決定形狀之步驟包含決定無重力形狀。

3.依據申請專利範圍第 2 項之方法，其中決定無重力形狀之步驟包含沉浸該玻璃片於中等密度之流體中。

- 4.依據申請專利範圍第 2 項之方法，其中決定無重力形狀之步驟包含支撐該玻璃片於複數個可調整針銷上，該等複數個可調整針銷適於施加預先決定力量於該玻璃片上。
- 5.依據申請專利範圍第 1 項之方法，更進一步包含形成一薄膜裝置於該玻璃片上的步驟。
- 6.依據申請專利範圍第 1 項之方法，其中該支撐表面之高斯曲率值在各處實質上為零。
- 7.依據申請專利範圍第 1 項之方法，其中該最大低限值為小於或等於 $1 \times 10^{-8} / \text{mm}^2$ 。
- 8.依據申請專利範圍第 1 項之方法，其中在該玻璃片上的該等複數個點代表整個該玻璃片上的點之總數目之子集合，以及該點之子集合能夠加以變化以產生多點之移動視窗。

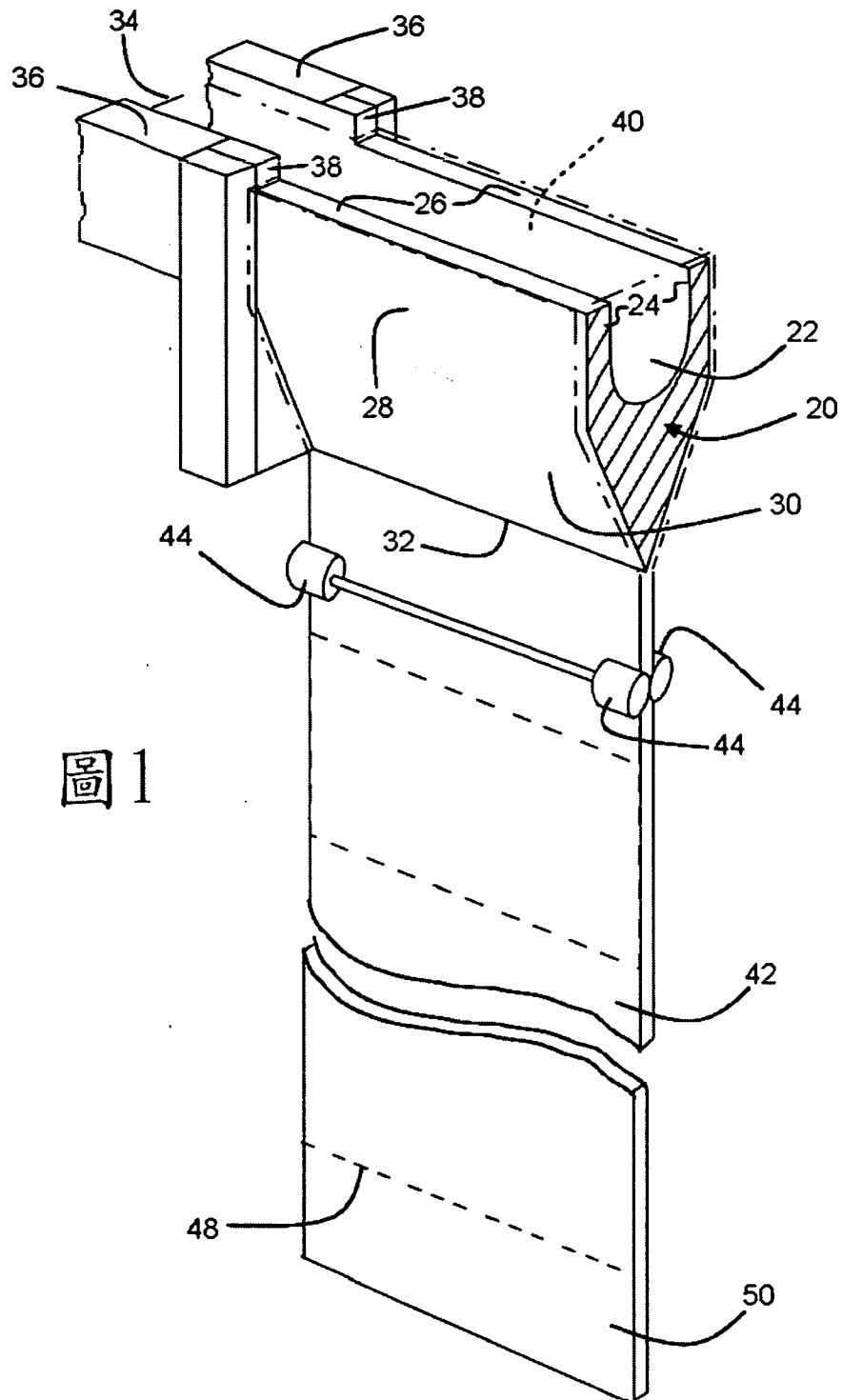


圖 1

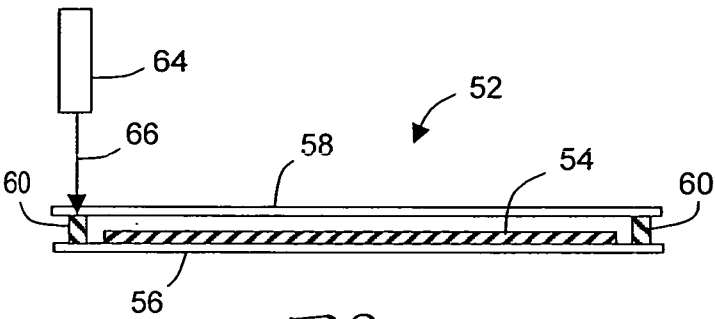


圖2

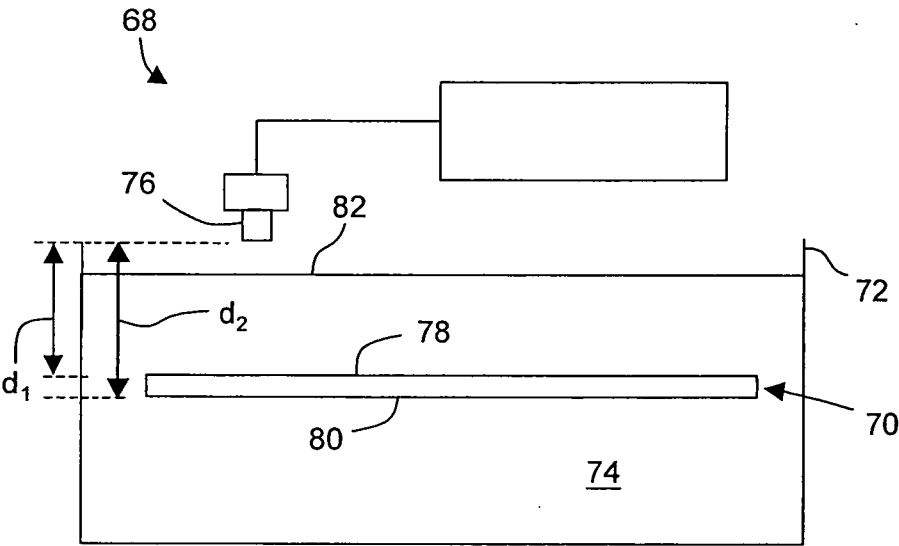


圖3

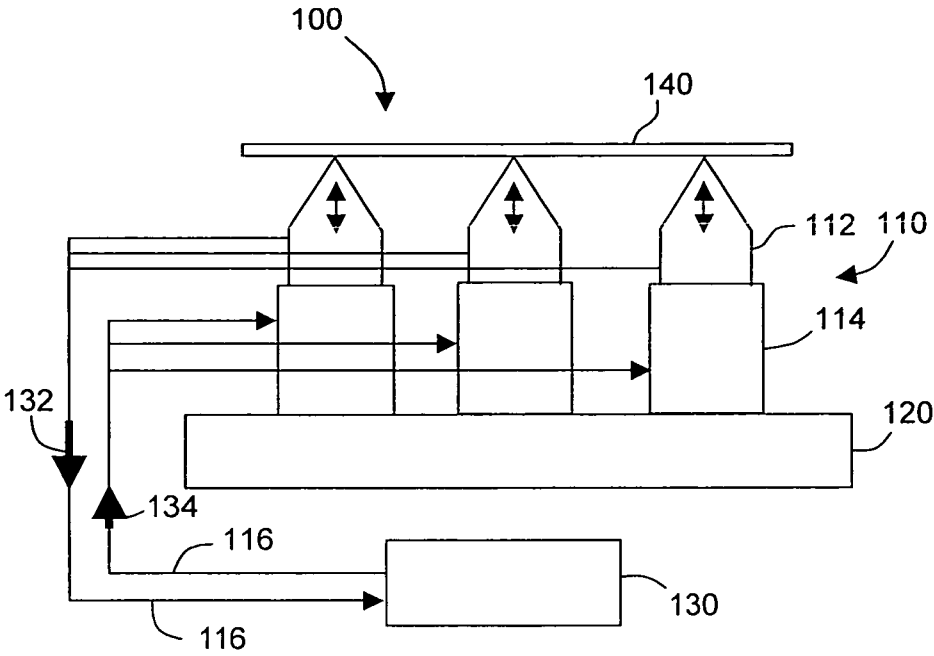


圖 4

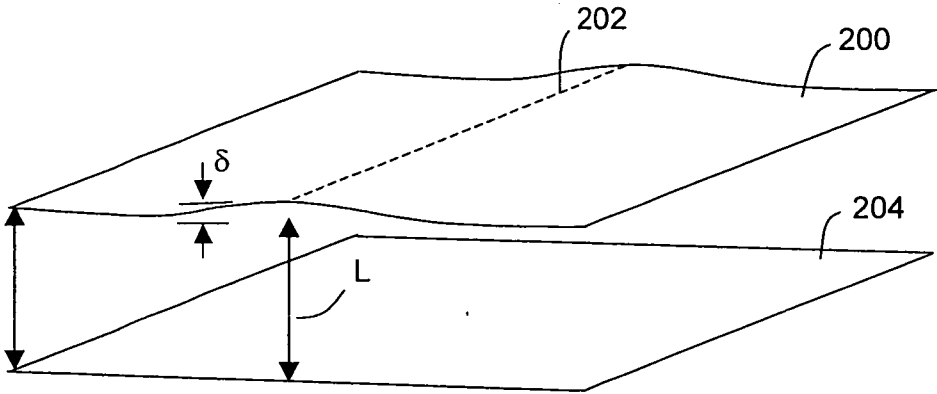


圖 5

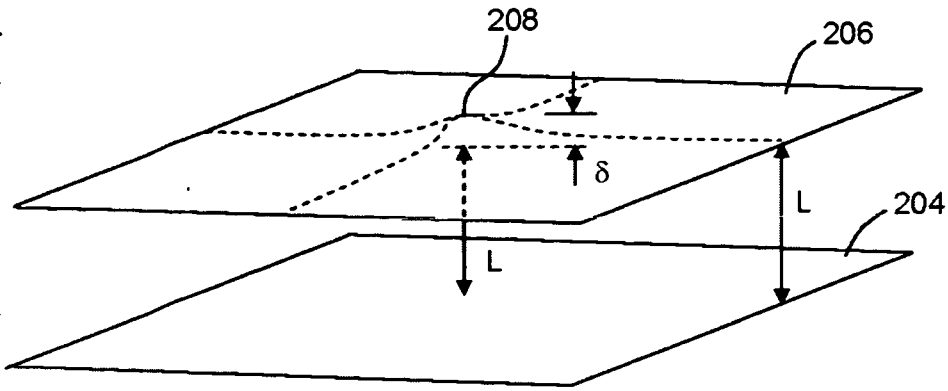


圖6

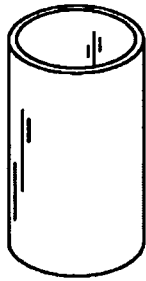


圖7A

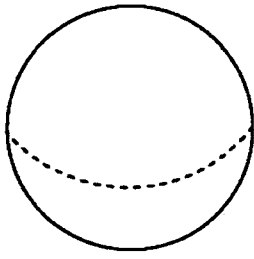


圖8A

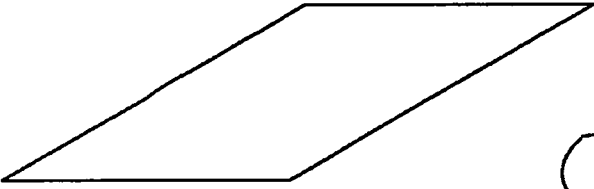


圖7B

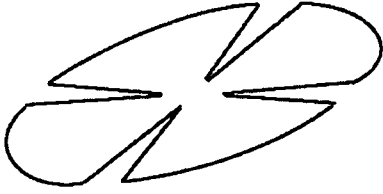


圖8B

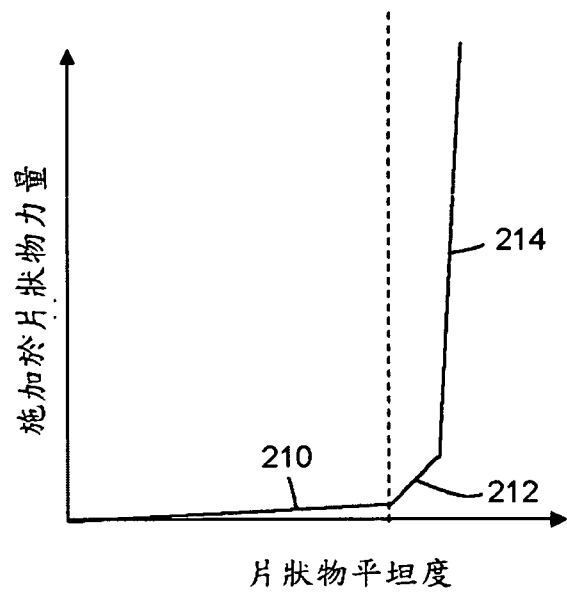


圖9

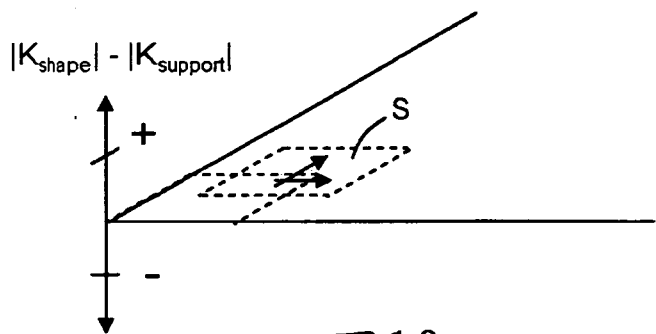


圖10

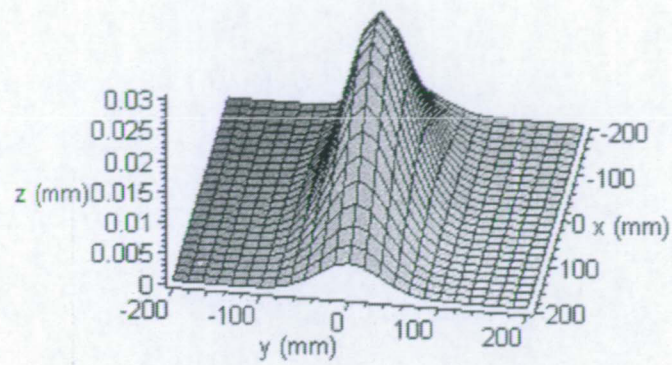


圖 11

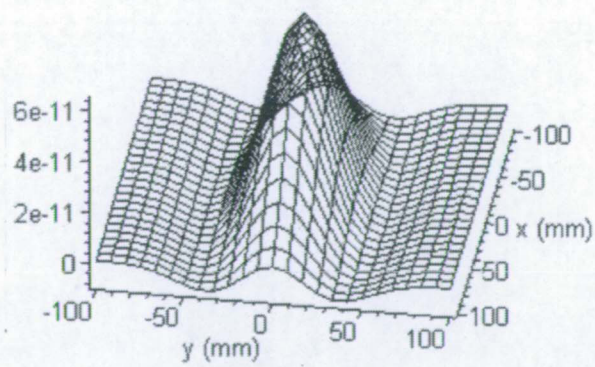


圖 12

7/7

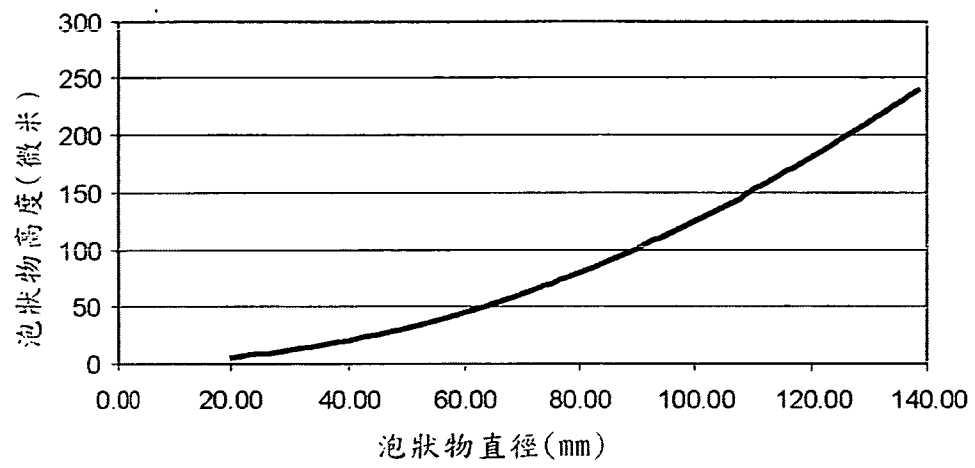


圖13