



(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 I725112 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：106102519

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 24 日

(51)Int. Cl. : C03C15/00 (2006.01)

(30)優先權：2016/01/29 美國 62/288,773

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

(72)發明人：偉柏 克雷格史蒂芬 WEBER, CRAIG STEVEN (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

JP 9-186128A

審查人員：李明達

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：7 共 71 頁

(54)名稱

用於薄化玻璃的方法

(57)摘要

提供了用於薄化玻璃的方法，包括用於藉由將玻璃片經受蝕刻處理來減少玻璃片厚度的方法。該方法可包括以下步驟：沿一輸送路徑將該玻璃片傳遞通過一蝕刻區複數次，直到該玻璃片的一初始厚度被減少到該玻璃片的一最終預定厚度為止；及在每次傳遞通過該蝕刻區之後洗滌該玻璃片。

Methods for thinning glass are provided, including methods for reducing a thickness of a glass sheet by subjecting the glass sheet to an etching process. The methods can include passing the glass sheet through an etching zone along a conveyance path a plurality of times until an initial thickness of the glass sheet is reduced to a final predetermined thickness of the glass sheet, and washing the glass sheet after each pass through the etching zone.

指定代表圖：

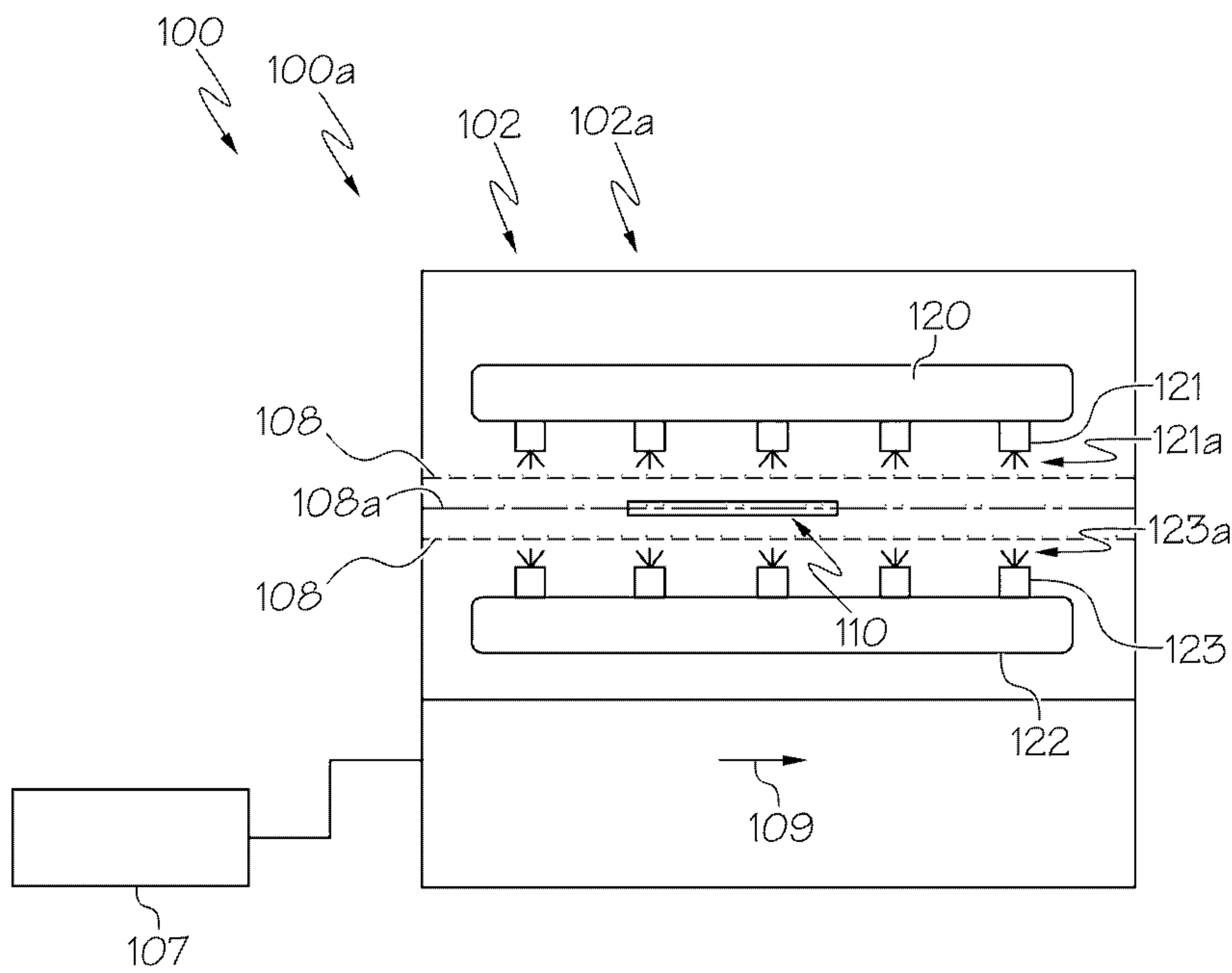


圖2

符號簡單說明：

- 100 . . . 玻璃蝕刻器
- 100a . . . 蝕刻處理
- 102 . . . 蝕刻腔室
- 102a . . . 蝕刻區
- 107 . . . 控制器
- 108 . . . 輸送機
- 108a . . . 輸送路徑
- 109 . . . 水平方向
- 110 . . . 玻璃片
- 120 . . . 頂部噴霧器
- 121 . . . 頂部噴霧嘴
- 121a . . . 第一蝕刻劑
- 122 . . . 底部噴霧器
- 123 . . . 底部噴霧嘴
- 123a . . . 第二蝕刻劑



申請日：106年1月24日

IPC分類：C03C 15/00 (2006.01)

I725112

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 用於薄化玻璃的方法**【英文發明名稱】** METHODS FOR THINNING GLASS**【中文】**

提供了用於薄化玻璃的方法，包括用於藉由將玻璃片經受蝕刻處理來減少玻璃片厚度的方法。該方法可包括以下步驟：沿一輸送路徑將該玻璃片傳遞通過一蝕刻區複數次，直到該玻璃片的一初始厚度被減少到該玻璃片的一最終預定厚度為止；及在每次傳遞通過該蝕刻區之後洗滌該玻璃片。

【英文】

Methods for thinning glass are provided, including methods for reducing a thickness of a glass sheet by subjecting the glass sheet to an etching process. The methods can include passing the glass sheet through an etching zone along a conveyance path a plurality of times until an initial thickness of the glass sheet is reduced to a final predetermined thickness of the glass sheet, and washing the glass sheet after each pass through the etching zone.

【指定代表圖】 第（ 2 ）圖。**【代表圖之符號簡單說明】**

1 0 0 玻璃蝕刻器

1 0 0 a 蝕刻處理

1 0 2 蝕刻腔室

1 0 2 a 蝕刻區

1 0 7 控制器

申請案號：

申請日：

IPC 分類：

1 0 8 輸 送 機

1 0 8 a 輸 送 路 徑

1 0 9 水 平 方 向

1 1 0 玻 璃 片

1 2 0 頂 部 噴 霧 器

1 2 1 頂 部 噴 霧 嘴

1 2 1 a 第 一 蝕 刻 劑

1 2 2 底 部 噴 霧 器

1 2 3 底 部 噴 霧 嘴

1 2 3 a 第 二 蝕 刻 劑

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於薄化玻璃的方法

【英文發明名稱】METHODS FOR THINNING GLASS

【技術領域】

【0001】 此申請案依據專利法主張於2016年1月29日所提出之第62/288773號美國臨時專利申請案的優先權權益，該申請案之整體內容於本文中以引用方式依附及併入本文中。

【0002】 本揭示案大致關於用於薄化玻璃的方法，且更具體而言是關於用於藉由將玻璃片經受蝕刻處理來減少玻璃片之厚度的方法。

【先前技術】

【0003】 玻璃片例如常用於各種應用中，例如包括液晶顯示器（LCD）、電泳動顯示器（EPD）、有機發光二極體顯示器（OLED）、電漿顯示器（PDP）等等的顯示應用。

【0004】 可藉由各種玻璃形成技術來形成玻璃，包括拉製、浮製、下拉法、熔融下拉法及上拉法。在某些應用中，可能想要提供具有一厚度的超薄玻璃片，該厚度小於可藉由各種現存玻璃形成技術輕易達成的厚度。例如，具有小於或等於300微米、小於或等於200微米、小於或等於100微米、小於或等於75微米或小於或等於50微米之厚度的超薄玻璃在與具有大於300微米之厚度的相對厚的玻璃片比較時可具有強化的可撓性。超薄玻璃片可因此在

不產生不可接受的應力位準的情況下達成相對小的彎曲半徑，該等不可接受的應力位準可能原本發生在相對厚的玻璃片中。據此，超薄玻璃片可能特別適用於包括彎曲及折曲玻璃片的應用（包括各種顯示應用）。

【0005】 為了產生超薄玻璃片，已知首先使用傳統玻璃形成技術來產生高品質的玻璃片。具有初始厚度的玻璃片可接著經受處理技術來減少初始厚度，以達成具有最終需要的厚度的超薄玻璃片。薄化玻璃片的現存技術通常涉及在垂直浴處理中垂直蝕刻玻璃片，之後機械式拋光該玻璃片以改良厚度的均勻性（例如減少厚度變異性）及改良玻璃片的光學品質。然而，可能難以或在某些實例中不可能使用這些現存的處理技術來減少玻璃片的初始厚度同時亦滿足某些應用中所需的相對嚴格的容差控制、減少的厚度變異性及強化的光學清晰度參數。

【發明內容】

【0006】 本揭示案提供用於減少先前形成之玻璃片之厚度的方法，以提供高品質、超薄的玻璃片，該玻璃片具有相對嚴格的容差控制、減少的厚度變異性及強化的光學清晰度，該等特性可能原本不由傳統的玻璃薄化技術所達成。可依據以下所闡述之示例實施例中的一或更多者實現本揭示案的概念。

【0007】 實施例1。一種藉由將一玻璃片經受一蝕刻處理來減少該玻璃片的一厚度的方法，包括以下步驟：

沿一輸送路徑將該玻璃片傳遞通過一蝕刻區複數次，直到該玻璃片的一初始厚度被減少到該玻璃片的一最終預定厚度為止；及

在每次傳遞通過該蝕刻區之後洗滌該玻璃片。

【0008】 實施例2。如實施例1所述之方法，其中該蝕刻區包括複數個蝕刻區，沿該輸送路徑將該玻璃片傳遞通過該複數個蝕刻區中的各者至少一次以包括該複數次，且在每次傳遞通過該複數個蝕刻區中的各者之後洗滌該玻璃片。

【0009】 實施例3。如實施例1或實施例2所述之方法，更包括以下步驟：

在一第一次將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區期間，將該玻璃片的一第一主要表面暴露於一第一蝕刻劑且將該玻璃片的一第二主要表面暴露於一第二蝕刻劑；及接著

在後續將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區期間，將該玻璃片的該第一主要表面暴露於該第二蝕刻劑且將該玻璃片的該第二主要表面暴露於該第一蝕刻劑。

【0010】 實施例4。如實施例3所述之方法，其中從佈置在該輸送路徑上方的一頂部噴霧器向該玻璃片提供該第一蝕刻劑，且其中從佈置在該輸送路徑下方的一底部噴霧器向該玻璃片提供該第二蝕刻劑。

【0011】 實施例5。如實施例4所述之方法，其中來自該頂部噴霧器之該第一蝕刻劑的一第一流動速率小於來自該底部噴霧器之該第二蝕刻劑的一第二流動速率。

【0012】 實施例6。如實施例1-5中的任何一者所述之方法，更包括以下步驟：

在兩次連續傳遞通過該蝕刻區的步驟之間，藉由在與該玻璃片的一主要表面平行的一軸周圍旋轉該玻璃片180度來翻轉該玻璃片。

【0013】 實施例7。如實施例6所述之方法，更包括以下步驟：

在後續傳遞通過該蝕刻區之前，藉由在與該玻璃片的該主要表面垂直的一軸周圍旋轉該玻璃片180度來重新定向該玻璃片。

【0014】 實施例8。如實施例1-5中的任何一者所述之方法，更包括以下步驟：

在兩次連續傳遞通過該蝕刻區的步驟之間，藉由在與該玻璃片的一主要表面垂直的一軸周圍旋轉該玻璃片180度來重新定向該玻璃片。

【0015】 實施例9。如實施例1-5中的任何一者所述之方法，更包括以下步驟：

在每次連續傳遞通過該蝕刻區的步驟之間，藉由在與該玻璃片的一主要表面平行的一軸周圍旋轉該玻璃片180度來翻轉該玻璃片及藉由在與該玻璃片的一主要表面垂直的一軸周圍旋轉該玻璃片180度來重新定向該玻璃片中的至少一個步驟。

【0016】 實施例10。如實施例1-9中的任何一者所述之方法，其中包括該最終預定厚度的該玻璃片包括大於或等於約98.5的一DOI。

【0017】 實施例11。如實施例10所述之方法，其中是在不將該玻璃片經受一機械式拋光處理的情況下獲取該DOI。

【0018】 實施例12。如實施例1-11中的任何一者所述之方法，其中該玻璃片之該最終預定厚度的一厚度變異性中的至少一者為從約3微米到約9微米，且該玻璃片之該初始厚度的一第一厚度變異性及該玻璃片之該最終預定厚度的一第二厚度變異性間之一差異的一絕對值為從約0微米到約7微米。

【0019】 實施例13。如實施例12所述之方法，其中是在不將該玻璃片經受一機械式拋光處理的情況下獲取該厚度變異性及該第一厚度變異性及該第二厚度變異性中的該至少一者。

【0020】 實施例14。如實施例1-13中的任何一者所述之方法，更包括以下步驟：

控制該蝕刻處理，以每次將玻璃片傳遞通過該蝕刻區時減少該玻璃片的該厚度約20微米到約40微米。

【0021】 實施例15。如實施例1-14中的任何一者所述之方法，更包括以下步驟：

控制該蝕刻處理，以每次將玻璃片傳遞通過該蝕刻區時以從約10微米/分鐘到約20微米/分鐘的一速率減少該玻璃片的該厚度。

【0022】 實施例16。如實施例1-13中的任何一者所述之方法，其中該玻璃片的該初始厚度及該玻璃片的該最終預定厚度之間的一差異大於0微米且小於或等於約150微米，更包括以下步驟：

控制該蝕刻處理，以每次將玻璃片傳遞通過該蝕刻區時減少該玻璃片的該厚度約20微米到約40微米；及

控制該蝕刻處理，以每次將玻璃片傳遞通過該蝕刻區時以從約10微米/分鐘到約15微米/分鐘的一速率減少該玻璃片的該厚度。

【0023】 實施例17。如實施例1-13中的任何一者所述之方法，其中該玻璃片的該初始厚度及該玻璃片的該最終預定厚度之間的一差異大於0微米且小於或等於約150微米，更包括以下步驟：

控制該蝕刻處理，以每次將玻璃片傳遞通過該蝕刻區時減少該玻璃片的該厚度約20微米到約30微米；及

控制該蝕刻處理，以每次將玻璃片傳遞通過該蝕刻區時以從約10微米/分鐘到約20微米/分鐘的一速率減少該玻璃片的該厚度。

【0024】 實施例18。如實施例1-13中的任何一者所述之方法，其中該玻璃片的該初始厚度及該玻璃片的該最終

預定厚度之間的一差異大於約 150 微米且小於或等於約 300 微米，更包括以下步驟：

控制該蝕刻處理，以每次將玻璃片傳遞通過該蝕刻區時減少該玻璃片的該厚度約 20 微米到約 30 微米；及

控制該蝕刻處理，以每次將玻璃片傳遞通過該蝕刻區時以從約 10 微米/分鐘到約 15 微米/分鐘的一速率減少該玻璃片的該厚度。

【0025】 實施例 19。如實施例 1-13 中的任何一者所述之方法，其中該玻璃片的該初始厚度及該玻璃片的該最終預定厚度之間的一差異大於約 150 微米且小於或等於約 300 微米，更包括以下步驟：

控制該蝕刻處理，以每次將玻璃片傳遞通過該蝕刻區時減少該玻璃片的該厚度約 20 微米；及

控制該蝕刻處理，以每次將玻璃片傳遞通過該蝕刻區時以從約 10 微米/分鐘到約 20 微米/分鐘的一速率減少該玻璃片的該厚度。

【0026】 實施例 20。如實施例 1-13 中的任何一者所述之方法，其中該玻璃片的該初始厚度及該玻璃片的該最終預定厚度之間的一差異大於約 300 微米，更包括以下步驟：

控制該蝕刻處理，以每次將玻璃片傳遞通過該蝕刻區時減少該玻璃片的該厚度大於 0 微米到小於約 30 微米；及

控制該蝕刻處理，以每次將玻璃片傳遞通過該蝕刻區時以從約10微米/分鐘到約15微米/分鐘的一速率減少該玻璃片的該厚度。

【0027】 實施例21。如實施例1-20中的任何一者所述之方法，其中在將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區的該步驟期間，該玻璃片暴露於包括約10% HF到約20% HF的一蝕刻劑。

【0028】 實施例22。如實施例1-20中的任何一者所述之方法，其中在將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區的該步驟期間，該玻璃片暴露於包括約15% HF到約20% HF的一蝕刻劑。

【0029】 實施例23。如實施例1-20中的任何一者所述之方法，其中在將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區的該步驟期間，該玻璃片暴露於包括約15% HF的一蝕刻劑。

【圖式簡單說明】

【0030】 在參照隨附繪圖來閱讀以下的本揭示案詳細說明時，本揭示案之實施例的上述及其他特徵、態樣及優點被更佳地了解，在該等繪圖中：

【0031】 圖1圖示依據本文中所述之實施例之示例性玻璃蝕刻器之側視圖的示意說明；

【0032】 圖2圖示依據本文中所述之實施例之示例性蝕刻腔室之剖面側視圖的示意說明；

【0033】 圖3圖示依據本文中所述之實施例之圖2之示例性蝕刻腔室的剖面頂視圖；

【0034】圖4圖示依據本文中所述之實施例之針對經受示例性蝕刻處理之玻璃片所獲取之DOI值的繪圖；

【0035】圖5圖示依據本文中所述之實施例之針對經受示例性蝕刻處理之玻璃片所獲取之DOI值的另一繪圖；

【0036】圖6圖示依據本文中所述之實施例之針對經受示例性蝕刻處理之玻璃片所獲取之DOI值的又另一繪圖；及

【0037】圖7圖示依據本文中所述之實施例之針對經受示例性蝕刻處理之玻璃片所獲取之DOI值的再另一繪圖。

【0038】如本文中所使用的方向性用語（例如上、下、右、左、前、後、頂、底）係僅參照如所描繪的圖式而作出的，且不欲暗示絕對定向。

【實施方式】

【0039】現將參照隨附的繪圖於下文中更完整地描述本揭示案的標的，所主張標的的示例性實施例係圖示於該等繪圖中。當可能時，相同的參考標號用於繪圖各處以指稱相同的或類似的部件。然而，可以許多不同形式實現所主張標的，且所主張的發明不應被建構為受限於本文中所闡述的實施例。提供這些示例性實施例，使得本揭示案皆將是徹底及完整的，且將向本領域中具通常知識者完整傳達所主張標的的範圍。

【0040】除了其他特性以外，玻璃可包括高抗刮、高強度、高耐久性及高光學清晰度，使得玻璃適於被採用在各

種應用中，例如包括商用電子設備及顯示工業。此類應用可包括用於手機、平板電腦、筆記型電腦、電視、監視器及具有觸控機能及檢視性能的其他設備的蓋玻片。隨著技術進步，設備可被製造得越來越薄及輕。此外，某些應用可能需要可彎的、可撓、可彎曲及可折曲的玻璃。可針對某些應用提供超薄玻璃（例如，具有小於或等於300微米、小於或等於200微米、小於或等於100微米、小於或等於75微米或小於或等於50微米之厚度的玻璃）。在其他實施例中，可化學地強化玻璃（例如超薄玻璃）。更進一步地，相較於某些材料（例如聚合物及塑膠材料），玻璃可具有更高的光透射、更高的抗磨性及更高的溶劑耐久性。

【0041】 在某些實施例中，可能需要控制玻璃厚度、玻璃厚度均勻性、玻璃光學清晰度及玻璃強度中的至少一者。例如，玻璃厚度可直接關於玻璃的彎曲應力，其中較薄的玻璃將針對給定的彎曲半徑造成較低的彎曲應力。類似地，隨著玻璃厚度減少可減少玻璃的相對應的彎曲剛性。據此，可能針對各種應用需要薄的玻璃，包括需要經受彎曲及其他經誘導應力的可撓玻璃的應用。通常可藉由將熔化玻璃流到形成主體來製造玻璃，其中可由各種條帶形成程序來形成玻璃條帶，例如槽拉法、浮製法、下拉法、熔融下拉法或上拉法。玻璃條帶可接著之後被分割以提供適於進一步處理成所需顯示應用的玻璃片。在被形成之後，可使用各種技術來減少（例如薄化）玻璃片的厚度。

本揭示案關於蝕刻的方法及裝置，其包括向玻璃施加化學品（例如酸、腐蝕性化學品）以移除材料及減少玻璃的厚度。在某些實施例中，可在玻璃片上執行蝕刻，該玻璃片在蝕刻處理之前已經歷處理。在其他實施例中，可在玻璃片上執行蝕刻，該玻璃片處於形成時狀態（*as-formed state*）下、在蝕刻處理之前還未經歷處理。

【0042】 如圖1中所示，依據本文中所揭露之某些實施例的玻璃蝕刻器100被示意性地繪示。玻璃蝕刻器100可藉由將玻璃片110經受蝕刻處理100a來減少玻璃片110的厚度114。玻璃片110可包括第一主要表面111及第二主要表面112，該等表面之間的距離定義玻璃片110的厚度114。此外，玻璃片110在經受蝕刻處理100a之前可具有初始厚度113，且在經受蝕刻處理100a一或更多次之後具有最終預定厚度115。藉由減少玻璃片110的厚度114，玻璃片110的最終預定厚度115可小於玻璃片110的初始厚度113。

【0043】 關於如本文中用以指稱玻璃片110之厚度的用語「厚度」（例如初始厚度113、厚度114、最終預定厚度115），除非原本指出，要了解的是，此類用語欲指稱玻璃片110的平均厚度。例如，可在玻璃片110上的九個位置處（例如頂部左方、頂部中心、頂部右方、中間左方、中間、中間右方、底部左方、底部中心及底部右方）量測玻璃片110的第一主要表面111及玻璃片110的第二主要表面112之間的實際厚度被平均化以決定玻璃片

110 的厚度（例如初始厚度 113、厚度 114、最終預定厚度 115）。此外，除非原本指出，厚度變異性（包括玻璃片 110 之初始厚度 113 的初始厚度變異性及玻璃片 110 之最終預定厚度 115 的最終厚度變異性）要被了解為相對應於定義為玻璃片 110 的最大尺度及最小尺度之間的差異（例如從九個位置中的一者獲取的最大實際厚度減去從九個位置中的一者獲取的最小實際厚度）的總厚度變異性（TTV）。同樣地，除非原本指出，均勻性要被了解為相對應於最大尺度及最小尺度之間的差異除以最大尺度及最小尺度的總和。

【0044】可基於本領域中已知的影像清晰度（DOI）標準來決定光學面品質。除非原本指出，DOI 是要指光傳播方向在透射或反射期間藉由散射作用相對於正規方向（例如鏡面反射角）進行之偏差之定量的無單位數字。DOI 可描述來自或通過表面之反射或透射影像的視覺失真（例如模糊）。可針對在無任何失真的情況下完美反射或透射影像的表面定義 100 的 DOI，而可針對不展現影像清晰度的表面定義零的 DOI。在某些實施例中，不可接受的 DOI 值可在微尺度上相對應於玻璃上觀察到的橘皮狀外觀。可藉由光學、機械或表面指示量測設備或技術中的任何一者或更多者獲取、量測、收集及以其他方式決定任何上述的值。在某些實施例中，除非原本指出，是使用可從英國東薩塞克斯郡海上聖倫納德之 Rhopoint 儀器公

司取得的 **R h o p o i n t I Q**（測角光度計）手持式計來獲取本文中所呈現的特定 **D O I** 值。

【0045】 在某些實施例中，玻璃片 110 的初始厚度 113 可從約 100 微米至約 700 微米，例如從約 200 微米至約 700 微米，例如從約 300 微米至約 700 微米，例如從約 400 微米至約 700 微米，例如從 500 微米至約 700 微米，及例如從約 600 微米至約 700 微米。在某些實施例中，玻璃片 110 的最終預定厚度 115 可從約 40 微米至小於 700 微米，例如從約 40 微米至約 600 微米，例如從約 40 微米至約 500 微米，例如從約 40 微米至約 400 微米，例如從約 40 微米至約 300 微米，例如從 40 微米至約 250 微米，及例如從約 40 微米至約 200 微米。在進一步實施例中，玻璃片 110 的最終預定厚度 115 可從約 40 微米至約 150 微米，例如從約 50 微米至約 150 微米，例如從約 75 微米至約 150 微米，例如從約 100 微米至約 150 微米。在又進一步實施例中，玻璃片 110 的最終預定厚度 115 可從約 40 微米至約 100 微米，例如從約 50 微米至約 100 微米，例如從約 75 微米至約 100 微米。在又進一步實施例中，玻璃片 110 的最終預定厚度 115 可從約 40 微米至約 75 微米，例如從約 50 微米至約 75 微米，例如從約 40 微米至約 50 微米。

【0046】 要了解的是，可採用本文中所揭露的方法及裝置以將具有任何初始厚度 113 任何玻璃薄化到任何最終預定厚度 115，包括本文所未明確揭露的初始厚度

113、範圍及子範圍以及最終預定厚度115、範圍及子範圍。

【0047】 在本文中揭露了用於薄化玻璃的方法及裝置，包括用於藉由將玻璃片110經受蝕刻處理100a來減少玻璃片110之厚度114的方法及裝置。要了解的是，可執行本文中所揭露的方法及裝置以控制玻璃的各種特性或屬性，以在使用或不使用後蝕刻處理（例如機械式拋光）的情況下達成具有所需尺度（例如最終預定厚度115）、所需尺度變異性（例如厚度均勻性）及所需光學清晰度（例如DOI）的玻璃片110。例如，用於薄化玻璃的方法及裝置（包括用於藉由將玻璃片110經受蝕刻處理100a來減少玻璃片110之厚度114的方法及裝置）可從玻璃片110移除一定量的材料（例如玻璃），同時維持可接受的品質厚度變異性及均勻性，包括玻璃片110之最終預定厚度115的後蝕刻厚度變異性，該後蝕刻厚度變異性可小於、相同於或大於玻璃片110之初始厚度113之預蝕刻厚度變異性的可接受範圍且在該可接受範圍內。

【0048】 玻璃蝕刻器100可包括在玻璃蝕刻器100中串聯佈置的加載站101、包括蝕刻區102a的蝕刻腔室102、隔離區域103、用於洗滌104a玻璃片110的洗滌腔室104、乾燥腔室105及卸載站106中的任何一者或更多者。雖然玻璃蝕刻器100被描繪為具有預定數量的站、腔室及區域（例如加載站101、蝕刻腔室102、隔離區域103、洗滌腔室104、乾燥腔室105及卸載站106），這

不應限制同本文隨附之請求項的範圍，因為可在單一玻璃蝕刻器 100 中提供任何數量的站、腔室及區域（例如加載站 101、蝕刻腔室 102、隔離區域 103、洗滌腔室 104、乾燥腔室 105 及卸載站 106）來減少玻璃片 110 的厚度 114，以獲取玻璃片 110 的最終預定厚度 115。例如，單一玻璃蝕刻器 100 可單獨或結合包括分別在玻璃蝕刻器 100 中串聯佈置的複數個加載站 101、包括蝕刻區 102a 的蝕刻腔室 102、隔離區域 103、用於洗滌 104a 玻璃片 110 的洗滌腔室 104、乾燥腔室 105 及卸載站 106 中的任何一者或更多者。

【0049】進一步地，亦設想的是，複數玻璃蝕刻器 100 或其部分（包括任何一或更多個站、腔室及區域（例如加載站 101、蝕刻腔室 102、隔離區域 103、洗滌腔室 104、乾燥腔室 105 及卸載站 106））可被佈置在彼此附近及 / 或彼此連接，以如本文中所揭露地實現玻璃片 110 的處理來減少玻璃片 110 的厚度 114，以獲取玻璃片 110 的最終預定厚度 115。因此，在某些實施例中，蝕刻區 102a 可包括複數個蝕刻區，而玻璃片 110 可被傳遞通過該複數個蝕刻區中的各者至少一次。在某些實施例中，將玻璃片 110 傳遞通過該複數個蝕刻區中的各者至少一次可相對應於將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 複數次。可接著在每次傳遞通過該複數個蝕刻區中的各者之後洗滌 104a 玻璃片 110。

【0050】 據此，在某些實施例中，玻璃片110可在第一玻璃蝕刻器（包括加載站101、包括蝕刻區102a的蝕刻腔室102、隔離區域103、用於洗滌104a玻璃片110的洗滌腔室104、乾燥腔室105及卸載站106中的任何一者或更多者）中經受蝕刻處理100a。玻璃片110可接著在第二玻璃蝕刻器（包括加載站101、包括蝕刻區102a的蝕刻腔室102、隔離區域103、用於洗滌104a玻璃片110的洗滌腔室104、乾燥腔室105及卸載站106中的任何一者或更多者）中經受另一蝕刻處理（例如與蝕刻處理100a相同或類似的蝕刻處理）。例如，可將玻璃片110傳遞通過第一玻璃蝕刻器中的第一蝕刻區，接著在第一玻璃蝕刻器中的第一洗滌區中洗滌，接著傳遞通過第二玻璃蝕刻器中的第二蝕刻區且接著在第二玻璃蝕刻器中的第二洗滌區中洗滌。在了解第一玻璃蝕刻器、第二玻璃蝕刻器及任何額外玻璃蝕刻器可包括相同或類似特徵（包括本文中所揭露之示例性玻璃蝕刻器100的任何一或更多個特徵）的情況下，可在進一步的實施例中提供任何數量的額外玻璃蝕刻器。此類實施例可被了解為相對應於包括例如串聯佈置的多於一個玻璃蝕刻器100或其部分（如圖1中所示）的設置，使得玻璃片110可被傳遞通過複數個蝕刻區且在每次傳遞通過該複數個蝕刻區中的各者之後被洗滌。並且，在某些實施例中，在不脫離本文隨附之請求項的範圍的情況下，玻璃片110可在該複數個玻璃蝕刻器中的任何一者或更多者中經受蝕刻處理100a一或更多次。

【0051】 玻璃蝕刻器100亦可包括定義輸送路徑108a的輸送機108，該輸送路徑可從加載站101（可在該處將玻璃片110加載進玻璃蝕刻器100）向卸載站106（玻璃片110可在該處卸載及從玻璃蝕刻器100移除）沿玻璃蝕刻器100的水平方向109延伸。輸送機108可將玻璃片110移動通過蝕刻腔室102、隔離區域103、洗滌腔室104及乾燥腔室105中的一或更多者，以實現玻璃片110的處理。輸送機108可包括佈置在玻璃片110上方及下方的帶、輥及輪以沿輸送路徑108a將玻璃110在水平方向109上水平移動（例如輸送、承載、傳輸）通過玻璃蝕刻器100，因此將玻璃片110經受蝕刻處理100a的一或更多個階段。在某些實施例中，輸送機108可接觸玻璃片110的第一主要表面111及第二主要表面112以沿輸送路徑108a將玻璃片110移動通過玻璃蝕刻器100。在其他實施例中，可沿輸送路徑108a（例如串聯）佈置複數個玻璃蝕刻器，且輸送機108可沿輸送路徑108a將玻璃片110移動通過該複數個玻璃蝕刻器。

【0052】 在進一步實施例中，輸送機108可沿輸送路徑108a以朝前方向（例如水平方向109）、沿輸送路徑108a以與朝前方向相反的朝後方向及沿輸送路徑108a的朝前方向及沿輸送路徑108a的朝後方向的任何組合，來沿輸送路徑108a將玻璃片110移動通過玻璃蝕刻器100。例如，輸送機108可沿輸送路徑108a以朝前方向將玻璃片110移動通過玻璃蝕刻器100，使得玻璃片110例如連續

地通過包括蝕刻區102a的蝕刻腔室102及接著通過用於洗滌104a玻璃片110的洗滌腔室104。在洗滌腔室104中洗滌玻璃片110之後，可例如接著反轉輸送機108以沿輸送路徑108a以與朝前方向相反的朝後方向將玻璃片110移動回來通過玻璃蝕刻器100，使得玻璃片110可再次例如以相反方向通過包括蝕刻區102a的蝕刻腔室102。在某些實施例中，可沿輸送路徑108a在蝕刻腔室102的任一側上提供洗滌腔室（例如洗滌腔室104）。例如，可在蝕刻腔室102相對於洗滌腔室104的相對側上提供額外的洗滌腔室（未圖示），使得在由輸送機108以朝後方向將玻璃片110移動通過蝕刻腔室102時，可接著之後在額外的洗滌腔室中洗滌玻璃片110。額外的洗滌腔室可包括與用於洗滌104a玻璃片110之洗滌腔室104的特徵相同或類似的任何一或更多個特徵。並且，輸送機108可重複玻璃片110的朝前及朝後移動以連續將玻璃片110傳遞通過包括蝕刻區102a的蝕刻腔室102、洗滌腔室104及額外洗滌腔室一或更多次，以減少玻璃片110的厚度114及獲取玻璃片110的最終預定厚度115。

【0053】 加載站101可包括支撐輸送機108的框架及開口，可在該輸送機上輸送玻璃片110，玻璃片110可通過該開口前行進入蝕刻腔室102。加載站101亦可包括一或更多個感測器以決定加載站101中之玻璃片110的存在或不存在，以例如控制玻璃蝕刻器100及蝕刻處理100a之一或更多個特徵及操作的開/關操作。在其他實施

例中，可提供厚度感測器以決定玻璃片 110 的厚度 114。在某些實施例中，厚度感測器可偵測是否已達到玻璃片 110 的最終預定厚度 115，且厚度感測器可接著向玻璃蝕刻器 100 提供訊號以停止操作，使得可從玻璃蝕刻器 100 移除具有最終預定厚度 115 的玻璃片 110。反過來，在某些實施例中，若厚度感測器偵測到還未達到玻璃片 110 的最終預定厚度 115，則厚度感測器可向玻璃蝕刻器 100 提供訊號以開始或繼續操作以藉由將玻璃片 110 經受蝕刻處理 100a 來減少玻璃片 110 的厚度 114。

【0054】 包括蝕刻區 102a 的蝕刻腔室 102 可包括蓋、防濺蓋、用以排出煙霧的排氣孔、用以汲取液體的排液管、用以收集液體的集水槽、用以泵抽液體的泵、用以控制蝕刻腔室 102 之溫度的加熱及冷卻旋管或管、噴霧管、噴霧嘴、用以控制或調整噴霧壓力的閥、噴霧泵、壓力計、用於噴霧泵的溶液過濾系統（例如篩孔、濾網、過濾器）、用以決定溫度或流體位準的感應器及例如用以振動噴霧管及噴霧嘴或用以向輸送機 108 提供動力的一或更多個馬達或致動器。蝕刻劑可為任何腐蝕性化學品，包括具有各種濃度的酸。例如，蝕刻劑可包括氫氟酸（HF）或任何其他腐蝕性化學品、穩定劑及水。穩定劑可包括硝酸（HNO₃）、硫酸（H₂SO₄）、鹽酸（HCl）或任何其他合適的穩定劑。

【0055】 看到圖 2，示意性地繪示包括玻璃蝕刻器 100 之蝕刻區 102a 之蝕刻腔室 102 的剖面側視圖。如所示，

輸送機 108 可延伸通過蝕刻腔室 102 以沿輸送路徑 108a 以水平方向 109 將玻璃片 110 輸送通過蝕刻區 102a。此外，可在輸送路徑 108a 上方提供包括相對應的頂部噴霧嘴 121 的一或更多個頂部噴霧器 120。包括該一或更多個頂部噴霧嘴 121 的該一或更多個頂部噴霧器 120 可將第一蝕刻劑 121a 噴到玻璃片 110 上，以從玻璃片 110 移除材料層且減少玻璃片 110 的厚度 114。同樣地，可在輸送路徑 108a 下方提供包括相對應的底部噴霧嘴 123 的一或更多個底部噴霧器 122。包括該一或更多個底部噴霧嘴 123 的該一或更多個底部噴霧器 122 可將第二蝕刻劑 123a 噴到玻璃片 110 上，以從玻璃片 110 移除材料層且減少玻璃片 110 的厚度 114。例如，包括頂部噴霧嘴 121 的該一或更多個頂部噴霧器 120 可在玻璃片 110 在玻璃片 110 的第一主要表面 111 面向該一或更多個頂部噴霧器 120 及相對應的頂部噴霧嘴 121 的情況下被輸送通過蝕刻區 102a 時將第一蝕刻劑 121a 噴在玻璃片 110 的第一主要表面 111 上。因此，頂部噴霧嘴 121 可被定向為以玻璃片 110 之第一主要表面 111 的方向定向第一蝕刻劑 121a 的噴霧，以主要一開始衝擊玻璃片 110 的第一主要表面 111。類似地，包括底部噴霧嘴 123 的該一或更多個底部噴霧器 122 可在玻璃片 110 在玻璃片 110 的第二主要表面 112 面向該一或更多個底部噴霧器 122 及相對應的底部噴霧嘴 123 的情況下被輸送通過蝕刻區 102a 時將第二蝕刻劑 123a 噴在玻璃片 110 的第二主要表面 112

上。因此，底部噴霧嘴 123 可被定向為以玻璃片 110 之第二主要表面 112 的方向定向第二蝕刻劑 123a 的噴霧，以主要一開始衝擊玻璃片 110 的第二主要表面 112。

【0056】 有利地，在連續將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 的步驟之間、在連續將玻璃片 110 向前/後傳遞通過蝕刻區 102a 的步驟之間及/或在連續將玻璃片 110 傳遞通過複數個蝕刻區之間翻轉玻璃片 110 可補償在將蝕刻劑施用於玻璃片 110 上時的任何變化。例如，儘管在最佳努力的情況下，該一或更多個頂部噴霧器 120、頂部噴霧嘴 121、底部噴霧器 122 及底部噴霧嘴 123 可能以非均勻的圖樣將相對應的第一蝕刻劑 121a 及第二蝕刻劑 123a 分佈至玻璃片 110 上，造成玻璃片 110 之厚度 114 上的不均勻減少。蝕刻劑的如此不均勻分佈可至少部分地基於噴霧壓力、噴霧嘴之中的差異、噴霧器之旋轉速度及振動的精確度以及可能在蝕刻處理 100a 期間遭遇的任何其他程序特性及變數。並且，至少基於作用在水平蝕刻處理 100a 上的重力效應，施用於玻璃片 110 之面朝上的主要表面的第一蝕刻劑 121a 以及第一蝕刻劑副產物（例如淤泥）可能具有匯集（pool）、攪泥（puddle）及保持在玻璃片 110 之面朝上的主要表面上的傾向；而，施用於玻璃片 110 之面朝下的主要表面的第二蝕刻劑 123a 以及第二蝕刻劑副產物（例如淤泥）可能具有從玻璃片 110 的面朝下的主要表面落下及滴落的傾向。

【0057】 據此，關於每次將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a或通過複數個蝕刻區，第一蝕刻劑121a及第一蝕刻劑副產物暴露至玻璃片110的相對應的面朝上主要表面的期間可長於第二蝕刻劑123a及第二蝕刻劑副產物暴露至玻璃片110的相對應的面朝下主要表面的期間。玻璃片110暴露於蝕刻劑之期間上的差異可造成玻璃片110之厚度114的減少上的差異。類似地，因為第一蝕刻劑121a及第一蝕刻劑副產物可能具有匯集、攪泥及保持在玻璃片110的面朝上主要表面上的傾向，可防止新鮮的第一蝕刻劑121a在第一蝕刻劑121a及第一蝕刻劑副產物已匯集、攪泥及保持在玻璃片110的面朝上主要表面上的區域中接觸玻璃片110的面朝上主要表面。反過來，因為第二蝕刻劑123a及第二蝕刻劑副產物可能具有從玻璃片110的面朝下主要表面落下及滴落的傾向，新鮮的第二蝕刻劑123a可在第二蝕刻劑123a及第二蝕刻劑副產物已從玻璃片110的面朝下主要表面落下或滴落的區域中接觸玻璃片110的面朝下主要表面。玻璃片110暴露於新鮮蝕刻劑上的差異可造成玻璃片110之厚度114的減少上的差異。因此，在連續將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間、在連續將玻璃片110向前/後傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間及/或在連續將玻璃片110傳遞通過複數個蝕刻區的步驟之間翻轉玻璃片110可將玻璃片110的主要表面111、112同等地暴露於程序特性及變數，最小化將蝕刻劑施用至玻璃片110的主要表面111、112上

時的變化，且因此改良包括玻璃片 110 之光學清晰度及厚度變異性的蝕刻處理 100a。

【0058】此外，變化第一蝕刻劑 121a 及第二蝕刻劑 123a 到玻璃片 110 上的量（例如流動速率）可最小化將蝕刻劑施用至玻璃片 110 上時的變化，因此改良包括玻璃片 110 之光學清晰度及厚度變異性的蝕刻處理 100a。例如，在另一實施例中，為了至少部分地補償第一蝕刻劑 121a 匯集、攪泥及保持在玻璃片 110 的面朝上主要表面上及第二蝕刻劑 123a 從玻璃片 110 的面朝上主要表面落下及滴落的作用，來自該一或更多個頂部噴霧器 120 之第一蝕刻劑 121a 的第一流動速率可小於來自該一或更多個底部噴霧器 122 之第二蝕刻劑 123a 的第二流動速率。將第一蝕刻劑 121a 的流動速率調整為小於第二蝕刻劑 123a 的流動速率的步驟可考慮玻璃片 110 的相對應的面朝上主要表面及玻璃片 110 的面朝下主要表面暴露於蝕刻劑的時間期間上的差異，最小化將蝕刻劑施用至玻璃片 110 上時的任何變化，且因此改良包括玻璃片 110 之光學清晰度及厚度變異性的蝕刻處理 100a。

【0059】此外，如圖 3（其繪示蝕刻腔室 102 的剖面頂視圖）中所示，玻璃片 110 可包括第一主要表面 111、第二主要表面 112、第一側 130、與第一側 130 相對的第二側 132、在第一側 130 附近的第三側 131 及與第三側 131 相對的第四側 133。在第一次將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 的期間，可如所示向玻璃蝕刻器 100 提供玻璃片

110，使得第一主要表面111面向要暴露於第一蝕刻劑121a的該一或更多個頂部噴霧器120及相對應的頂部噴霧嘴121，且使得第二主要表面112面向要暴露於第二蝕刻劑123a的該一或更多個底部噴霧器122及相對應的底部噴霧嘴123（圖示於圖2中且從圖3的視圖中隱藏）。在第一次將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a之後且在第二次後續地將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a之前，可人工地或藉由自動機翻轉（例如在與玻璃片110的主要表面平行的軸周圍旋轉180度）玻璃片110，且可接著向玻璃蝕刻器100提供該玻璃片，使得第一主要表面111面向要暴露於第二蝕刻劑123a的該一或更多個底部噴霧器122及相對應的底部噴霧嘴123（圖示於圖2中且從圖3中的視圖隱藏），且使得第二主要表面112面向要暴露於第一蝕刻劑121a的該一或更多個頂部噴霧器120及相對應的頂部噴霧嘴121。在任何一或更多次後續地將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a時，玻璃片110可再次被翻轉（例如在與玻璃片110的主要表面平行的軸周圍旋轉180度），使得玻璃片110的第一主要表面111及玻璃片110的第二主要表面112在連續將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a期間分別暴露（例如交替暴露）於第一蝕刻劑121a及第二蝕刻劑123a。

【0060】 在其他實施例中，可在連續將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間、在連續將玻璃片110向前/後傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間及/或在連續將玻璃

片 110 傳遞通過複數個蝕刻區的步驟之間在蝕刻處理 100a 期間重新定向（例如在與玻璃片 110 的主要表面垂直的軸周圍旋轉 180 度）玻璃片 110 任何一或更多次，以將玻璃片 110 的主要表面（例如第一主要表面 111、第二主要表面 112）的不同區域暴露於相較於主要表面的不同區域在先前（例如緊接著的先前的傳遞步驟）將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 期間所暴露於的噴霧棒及噴霧嘴不同的噴霧棒及噴霧嘴。例如，關於玻璃片 110 沿輸送路徑 108a 通過蝕刻區 102a 的水平方向 109，在第一次將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 期間，玻璃片 110 的第一主要表面 111 可暴露於來自該一或更多個頂部噴霧器 120 的第一蝕刻劑 121a，而玻璃片 110 的第二主要表面 112 可暴露於來自該一或更多個底部噴霧器 122 的第二蝕刻劑 123a。在第一次傳遞期間，玻璃片 110 的第一側 130 可為通過蝕刻區 102a 的前緣，而玻璃片 110 的第二側 132 可為通過蝕刻區 102a 的尾緣。在第二次傳遞期間，玻璃片 110 的第一主要表面 111 可再次暴露於來自該一或更多個頂部噴霧器 120 的第一蝕刻劑 121a，而玻璃片 110 的第二主要表面 112 可暴露於來自該一或更多個底部噴霧器 122 的第二蝕刻劑 123a，然而可重新定向（例如在與玻璃片 110 的主要表面垂直的軸周圍旋轉 180 度）玻璃片 110，使得玻璃片 110 的第二側 132 可為前緣，而玻璃片 110 的第一側 130 可為在第二次傳遞期間通過蝕刻區 102a 的尾緣。

【0061】 在其他實施例中，可在連續將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間在蝕刻處理100a期間在與玻璃片110的主要表面垂直的軸周圍以任何角度重新定向（例如旋轉15度、30度、45度、90度等等）玻璃片110任何一或更多次，以將玻璃片110的主要表面（例如第一主要表面111、第二主要表面112）的不同區域暴露於相較於主要表面的不同區域在先前（例如緊接著的先前的傳遞步驟）將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a期間所暴露於的噴霧棒及噴霧嘴不同的噴霧棒及噴霧嘴。

【0062】 有利地，在連續將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間、在連續將玻璃片110向前/後傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間及/或在連續將玻璃片110傳遞通過複數個蝕刻區之間進行翻轉及重新定向玻璃片110之步驟中的至少一者可補償在將蝕刻劑施用於玻璃片110上時的變化。例如，儘管在最佳努力的情況下，該一或更多個頂部噴霧器120、頂部噴霧嘴121、底部噴霧器122及底部噴霧嘴123可能以非均勻的圖樣將相對應的第一蝕刻劑121a及第二蝕刻劑123a分佈至玻璃片110上，造成玻璃片110之厚度114上的不均勻減少。蝕刻劑的如此不均勻分佈可至少部分地基於噴霧壓力、噴霧嘴之中的差異、噴霧器之旋轉速度及振動的精確度以及可能在蝕刻處理100a期間遭遇的任何其他程序特性及變數。因此，在連續將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間、在連續將玻璃片110向前/後傳遞通過蝕刻區102a的

步驟之間及/或在連續將玻璃片 110 傳遞通過複數個蝕刻區的步驟之間進行翻轉及重新定向玻璃片 110 之步驟中的至少一者可將玻璃片 110 的主要表面 111、112 同等地暴露於程序特性及變數，最小化將蝕刻劑施用至玻璃片 110 上時的變化，且因此改良包括玻璃片 110 之光學清晰度及厚度變異性的蝕刻處理 100a。

【0063】可重複此類多次傳遞蝕刻處理 100a 複數次，在每次傳遞期間減少玻璃片 110 的厚度 114，直到可獲取玻璃片 110 的最終預定厚度 115 為止。要了解的是，翻轉及/或重新定向玻璃片 110（例如在與玻璃片 110 的主要表面平行的軸周圍旋轉 180 度；在與玻璃片 110 的主要表面垂直的軸周圍旋轉 180 度、90 度等等；在與玻璃片 110 的主要表面平行的軸周圍旋轉 180 度；及在與玻璃片 110 的主要表面垂直的軸周圍旋轉 180 度、90 度等等的步驟等等）之步驟的任何組合可在連續將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 的步驟之間、在連續將玻璃片 110 向前/後傳遞通過蝕刻區 102a 的步驟之間及/或在連續將玻璃片 110 傳遞通過複數個蝕刻區的步驟之間以任何順序執行，以將玻璃片 110 的第一主要表面 111（以及第一主要表面 111 的一或更多個區域）及玻璃片 110 的第二主要表面 112（以及第二主要表面 112 的一或更多個區域）暴露於來自頂部噴霧器 120 及相對應的頂部噴霧嘴 121 中的任何一者或更多者之第一蝕刻劑 121a 的噴霧以及來自底

部噴霧器 122 及相對應的底部噴霧嘴 123 中的任何一者或更多者之第二蝕刻劑 123a 的噴霧的任何或所有組合。

【0064】 在某些實施例中，蝕刻腔室 102 可包括任何數量的噴霧器（例如頂部噴霧器 120、底部噴霧器 122）以及任何數量的相對應的頂部噴霧嘴 121 及底部噴霧嘴 123。噴霧嘴（例如頂部噴霧嘴 121 及底部噴霧嘴 123 中的至少一者）可為具有從約 45 度到約 90 度範圍內之噴霧角度的錐形噴嘴，雖然可在進一步的實施例中提供其他噴霧角度。此外，為了控制程序參數，可堵塞或以其他方式停用一或更多個噴霧嘴及 / 或一或更多個噴霧器，以防止來自噴霧嘴及噴霧器之蝕刻劑的噴霧操作。在一個實施例中，可提供四個頂部噴霧器 120，且可堵塞所有頂部噴霧器除了一個以外。一個頂部噴霧器 120 可包括四個 45 度的 0.5 每分鐘加侖（gpm）的錐形噴嘴。在另一實施例中，可提供四個底部噴霧器 122。底部噴霧器 122 中的三者可包括四個 90 度的 0.75 gpm 錐形噴嘴，而底部噴霧器 122 中的一者可包括六個 90 度的 0.75 gpm 錐形噴嘴。具有六個噴嘴的底部噴霧器 122 可與一個頂部噴霧器 120 垂直對準。噴霧器及噴霧嘴的其他配置是被設想的且被視為是在本揭示案的範圍內。

【0065】 隔離區域 103 可在玻璃片 110 進入洗滌腔室 104 之前從玻璃片 110 清洗或移除殘餘的蝕刻劑（例如第一蝕刻劑 121a、第二蝕刻劑 123a），玻璃片 110 可在該洗滌腔室處經受洗滌 104a。隔離區域 103 可包括用以清

洗玻璃片 110 的噴嘴及用以將清洗液體及蝕刻劑排出玻璃蝕刻器 100 的排液管。

【0066】 洗滌腔室 104 可包括噴霧管、噴霧嘴、泵、饋水器及流量控制閥，以完成玻璃片 110 的洗滌 104a。噴霧嘴可將流體噴灑至玻璃片 110 上，以從玻璃片 110 洗掉蝕刻劑及蝕刻劑副產物（例如淤泥）。在某些實施例中，流體可包括水及 / 或清潔劑（例如去污劑）。藉由從玻璃片 110 洗掉蝕刻劑及蝕刻劑副產物，可暫時（例如若需要後續將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a）或永久（例如若已獲取玻璃片 110 的最終預定厚度 115）終止減少玻璃片 110 的厚度 114。在每次後續將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 之前在洗滌腔室 104 中洗滌 104a 玻璃片可藉由在每次連續將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 之前確保玻璃片 110 的第一主要表面 111 及玻璃片 110 的第二主要表面 112 乾淨而不含殘餘蝕刻劑及蝕刻劑副產物，來改良蝕刻處理 100a 的品質及均勻性。

【0067】 據此，藉由頻繁地且在每次後續將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 之前洗滌 104a 玻璃片 110，新鮮的蝕刻劑可在每次連續將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 期間均勻地接觸玻璃片 110。有利地，相較於蝕刻劑及蝕刻劑副產物（例如淤泥）可能保持在玻璃片 110 上較長時間期間，防止新鮮的蝕刻劑接觸玻璃片 110 且容許不均等且不均勻地減少玻璃片 110 的厚度 114 的其他蝕刻處理

（例如垂直浴），經受本揭示案之蝕刻處理100a之玻璃片110的厚度變異性可被減少。

【0068】 乾燥腔室105可包括風扇、風箱及渦輪機以將氣體吹至玻璃片110上，以從玻璃片110移除包括清洗液、洗滌液及殘餘蝕刻劑的液體。卸載站106可包括支撐輸送機108的框架及開口，可在該輸送機上輸送玻璃片110，玻璃片110可通過該開口前行離開乾燥腔室105。卸載站106亦可包括一或更多個感測器以決定卸載站106中之玻璃片110的存在或不存在，以例如控制玻璃蝕刻器100及蝕刻處理100a之一或更多個特徵及操作的開/關操作。

【0069】 此外，玻璃蝕刻器100可包括控制器107來控制玻璃蝕刻器100及蝕刻處理100a的一或更多個操作，包括加載站101、蝕刻腔室102及蝕刻區102a、隔離區域103、洗滌腔室104及洗滌104a、乾燥腔室105、卸載站106及輸送機108的任何一或更多個操作。例如，控制器107可包括微控制器、可編程邏輯控制器（PLC）、離散控制器、電路、電腦或包括主動或被動使用者界面的其他機械或電子控制特徵中的任何一者或更多者，自動機或人類使用者可藉由該使用者介面選擇、調整、開始、停止或以其他方式控制玻璃蝕刻器100及蝕刻處理100a的任何一或更多個操作。在進一步實施例中，可在有或沒有控制器的情況下部分或完全人工地操作玻璃蝕刻器100。

【0070】本文中所述之標的及功能操作的實施例可實施在數位電子電路系統、電腦軟體、韌體、硬體中的任何一或更多者（包括一或更多者的任何組合）中，包括此說明書中所揭露的結構及其結構等效物。本文中所述之標的的實施例可實施為一或更多個電腦程式產品（例如編碼於有形程式載體上以供由資料處理設備執行或控制資料處理設備之操作之電腦程式指令的一或更多個模組）。有形程式載體可為電腦可讀取媒體。電腦可讀取媒體可為機器可讀取存儲設備、機器可讀取存儲基板及記憶設備中的任何一或更多者（包括一或更多者的任何組合）。

【0071】用語「處理器」或「控制器」可包括用於處理資料的所有裝置、設備及機器，藉由示例性實施例的方式包括可編程處理器、電腦或多個處理器或電腦。處理器除了硬體以外可包括代碼，該代碼針對所討論的電腦程式產生執行環境（例如包括處理器韌體、協定疊、資料庫管理系統及作業系統中的任何一或更多者（包括一或更多者的任何組合）的代碼）。

【0072】電腦程式（亦稱為程式、軟體、軟體應用程式、腳本或代碼）可以任何形式的編程語言編寫，包括編譯或解譯的語言或陳述性或程序性語言，且可以任何形式部署，包括部署為獨立式程式或部署為模組、元件、子常式或適於用於計算環境中的其他單元。電腦程式並不一定相對應於檔案系統中的檔案。程式可儲存於保持其他程式或資料之檔案的一部分（例如儲存於標記語言文件中的一或

更多個腳本）中、儲存於專用於所討論之程式的單一檔案中或儲存於多個協同檔案（例如儲存一或更多個模組、子程式或代碼部分的檔案）中。電腦程式可部署為執行於位於一個地點或跨多個地點分佈且由通訊網路互聯的一個電腦上或多個電腦上。

【0073】本文中所述的程序及邏輯流程可由執行一或更多個電腦程式的一或更多個可編程處理器所執行，該一或更多個電腦程式藉由在輸入資料上進行操作及產生輸出來執行功能。程序及邏輯流程亦可由以下物所執行，且設備亦可實施為以下物：特殊用途邏輯電路系統（例如FPGA（現場可編程閘陣列）或ASIC（應用特定集成電路））。

【0074】適於執行電腦程式的處理器藉由示例性實施例的方式包括一般及特殊用途微處理器兩者及任何種類之數位電腦的任何一或更多個處理器。大體而言，處理器將從唯讀記憶體、隨機存取記憶體或兩者接收指令及資料。電腦的主要構件包括用於執行指令的處理器及用於儲存指令及資料的一或更多個資料記憶設備。大體而言，電腦亦將包括以下物、或操作性耦合以從以下物接收資料或向以下物傳輸資料、或兩者：用於儲存資料的一或更多個大量存儲裝置（例如磁式、磁光碟或光碟）。然而，電腦不一定具有此類裝置。

【0075】適於儲存電腦程式指令及資料的電腦可讀取媒體包括所有形式的資料記憶體（包括非揮發性記憶

體）、媒體及記憶裝置，藉由示例性實施例的方式包括：半導體記憶裝置（例如E P R O M、E E P R O M及快閃記憶裝置）；磁碟（例如內部硬碟或可移除式磁碟）；磁光碟；及C D R O M及D V D - R O M光碟。處理器及記憶體可由特殊用途邏輯電路系統輔助或併入其中。

【0076】 為了提供與使用者互動，本文中所述之標的的實施例可實施在電腦上，該電腦具有用於向使用者顯示資訊的顯示設備（例如L C D（液晶顯示器）監視器）及使用者可藉以向電腦提供輸入的鍵盤及指向設備（例如滑鼠或軌跡球）。亦可使用其他種類的設備來提供與使用者的互動；例如，可以任何形式（包括聲學、語音或觸覺輸入）接收來自使用者的輸入。

【0077】 本文中所述之標的的實施例可實施於計算系統中，該計算系統包括後端元件（例如資料伺服器），或包括中間軟體元件（例如應用伺服器），或包括具有圖形使用者介面或網頁瀏覽器的前端元件（例如客戶端電腦），使用者可通過該圖形使用者介面或網頁瀏覽器與本文中所述之標的的實施方式互動，或包括如此後端、中間軟體或前端元件中之一或更多者的任何組合。系統元件可由任何的數位資料通訊形式或媒體（包括通訊網路）互連。通訊網路的實施例包括區域網路（「L A N」）及廣域網路（「W A N」）（包括網際網路）。計算系統可包括客戶端及伺服器。客戶端及伺服器一般可遠離彼此且一般可通過通訊網路進行互動。客戶端及伺服器的關係可藉

由運行於各別電腦上且相對於彼此具有客戶端伺服器關係的電腦程式來產生。

【0078】 在某些實施例中，玻璃蝕刻器100可以金屬及塑膠中的至少一者來建構，包括鈦、PVC及玻璃纖維中的至少一者。玻璃蝕刻器100可包括額外特徵，包括（但不限於）開/關開關、類比讀數、數位讀數、控制電位計、狀態燈、指示燈、互鎖燈及其他指示旋鈕、開關、感測器及訊號。並且，例如相較於可用以薄化玻璃片110的浸沒蝕刻處理及機械性拋光處理，本文中所揭露的蝕刻處理100a可在連續、相對較快的基礎上薄化玻璃片，因此節省時間、減少成本及增加產量及輸出量。要了解的是，玻璃蝕刻器100的上述特徵為示例性特徵，且不欲限制本揭示案的範圍。因此，玻璃蝕刻器100的其他特徵及配置在本文中是被設想的，且可包括任何相同、類似或不同特徵，包括本文中已經描述的特徵以及未明確提供的特徵。

【0079】 據此，要了解的是，可至少部分地基於玻璃片110的尺寸或任何其他參數（包括所需的尺度特性、光學清晰度或玻璃片110可至少部分地指示玻璃蝕刻器100之任何一或更多個特徵及配置之選擇、控制、調整、變換及更改的其他特徵）來選擇、控制、調整、變換及更改玻璃蝕刻器100的特徵及配置。因此，亦可在其他實施例中提供其他玻璃蝕刻器（包括本文中未明確描述的玻璃蝕刻器）以供執行蝕刻處理100a。進一步地，可在用以包括一或更多個不同特徵及配置的蝕刻處理100a之前、期間

及之後更改、變換及調整本文中所揭露之玻璃蝕刻器 100 的任何特徵（包括本文中未明確描述的特徵），以供在不脫離本揭示案之範圍的情況下根據蝕刻處理 100a 來處理玻璃。

【0080】藉由將玻璃片 110 經受蝕刻處理 100a 來減少玻璃片 110 之厚度 114 的方法可包括以下步驟：沿輸送路徑 108a 將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 複數次，直到玻璃片 110 的初始厚度 113 可被減少至玻璃片 110 的最終預定厚度 115 為止，且在每次傳遞通過蝕刻區 102a 之後洗滌 104a 玻璃片 110。

【0081】該方法可更包括以下步驟：在第一次將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 期間，將玻璃片 110 的第一主要表面 111 暴露於第一蝕刻劑 121a 且將玻璃片 110 的第二主要表面 112 暴露於第二蝕刻劑 123a，且接著在後續將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 期間，將玻璃片 110 的第一主要表面 111 暴露於第二蝕刻劑 123a 且將玻璃片 110 的第二主要表面 112 暴露於第一蝕刻劑 121a。在一個實施例中，可從佈置在輸送路徑 108a 上方的該一或更多個頂部噴霧器 120 向玻璃片 110 提供第一蝕刻劑 121a，且可從佈置在輸送路徑 108a 下方的該一或更多個底部噴霧器 122 向玻璃片 110 提供第二蝕刻劑 123a。在另一實施例中，來自頂部噴霧器 120 之第一蝕刻劑 121a 的第一流動速率可小於來自底部噴霧器 122 之第二蝕刻劑 123a 的第二流動速率。

【0082】 在一個實施例中，該方法可更包括以下步驟：在兩次連續傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間、在連續將玻璃片110向前/後傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間及/或在連續將玻璃片110傳遞通過複數個蝕刻區的步驟之間，藉由在與玻璃片110的主要表面（例如第一主要表面111、第二主要表面112）平行的軸周圍旋轉玻璃片110 180度來翻轉玻璃片110。在另一實施例中，該方法可更包括以下步驟：在後續傳遞通過蝕刻區102a的步驟之前、在後續將玻璃片110向前/後傳遞通過蝕刻區102a之前及/或在後續將玻璃片110傳遞通過複數個蝕刻區之前，藉由在與玻璃片110的主要表面（例如第一主要表面111、第二主要表面112）垂直的軸周圍旋轉玻璃片110 180度、90度等等來重新定向玻璃片110。

【0083】 在又另一實施例中，該方法可更包括以下步驟：在兩次連續傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間、在連續將玻璃片110向前/後傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間及/或在連續將玻璃片110傳遞通過複數個蝕刻區的步驟之間，藉由在與玻璃片110的主要表面（例如第一主要表面111、第二主要表面112）垂直的軸周圍旋轉玻璃片110 180度來重新定向玻璃片110。在又另一實施例中，該方法可更包括以下步驟中的至少一者：在每次連續傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間、在連續將玻璃片110向前/後傳遞通過蝕刻區102a的步驟之間及/或在連續將玻璃片110傳遞通過複數個蝕刻區的步驟之間，藉由在與玻璃

片 110 的主要表面（例如第一主要表面 111、第二主要表面 112）平行的軸周圍旋轉玻璃 110 180 度至少一次來翻轉玻璃片 110，及藉由在與玻璃片 110 的主要表面（例如第一主要表面 111、第二主要表面 112）垂直的軸周圍旋轉玻璃片 110 180 度來重新定向玻璃片 110。

【0084】 在一個實施例中，包括最終預定厚度 115 的玻璃片 110 可包括可大於或等於約 98.5 的 DOI。在另一實施例中，可在不將玻璃片 110 經受機械式拋光處理的情況下獲取該 DOI。為了此案的目的，機械式拋光處理意指將玻璃片的表面與固態物體（例如工具的磨損面、磨料粉）機械接合以加工玻璃片表面以減少玻璃片厚度或增加玻璃片的表面平滑度的程序。

【0085】 從依據本文中所揭露之實施例之示例性蝕刻處理 100a 獲取之資料的代表樣本圖示於表格 1 中。在華氏 90 度的處理溫度、25 循環 / 分鐘之沿該一或更多個頂部噴霧器 120 及該一或更多個底部噴霧器 122 的方向 125 進行的噴霧振動下獲取表格 1 中的資料，其中在蝕刻區 102a 中的停留時間是四分鐘。具有所指示之初始厚度 113 的熔融拉製玻璃片隨著多次傳遞（例如傳遞次數）通過具有從該一或更多個頂部噴霧器 120 及該一或更多個底部噴霧器 122 兩者所提供之不同蝕刻劑濃度（例如 % HF、% HNO₃）的蝕刻區 102a 而被薄化至 75 微米。如由表格 1 之行 1 中的資料所示，在使用具有 10% HF 及 5% HNO₃ 的蝕刻劑以 15 次傳遞將具有 400 微米的初始厚

度的玻璃薄化至75微米時獲取了大於或等於約98.5的DOI值。

【0086】 要了解的是，用以獲取表格1之資料的資料以及程序參數僅為了示例性目的而提供，且不欲限制本揭示案的範圍，除非原本就指出。

初始玻璃厚度 (微米)	% HF	% HNO ₃	傳遞次 數	影像清晰度 (DOI)
400	10	5	15	99.17
550	10	5	21	98.43
400	15	7.5	7	98.32
400	20	10	5	96.33
550	15	7.5	9	97.50
550	20	10	7	94.60

表格 1

【0087】 在另一實施例中，可達成以下中的至少一者：(i)玻璃片110之最終預定厚度115的厚度變異性可從約4微米到約9微米；及(ii)玻璃片110之初始厚度113的第一厚度變異性及玻璃片110之最終預定厚度115的第二厚度變異性間之差異的絕對值可為從約0微米到約7微米。在又另一實施例中，可在不將玻璃片110經受機械式拋光處理的情況下獲取厚度變異性及第一厚度變異性及第二厚度變異性中的至少一者。例如，從依據本文中所揭露之實施例之示例性蝕刻處理100a獲取之資料的代表樣本圖示於表格2中。在以不同蝕刻劑濃度（例如%HF）以

多次傳遞（例如傳遞次數）通過蝕刻區 1 0 2 a 來將具有所指示之初始厚度 1 1 3 的不同玻璃成分（例如可從紐約康寧的康寧公司取得的玻璃代碼 2 3 1 9（EAGLE XG®））的熔融拉製玻璃片薄化至 7 5 微米時獲取了表格 2 中的資料。如由表格 2 中的資料所示，獲取了從約 3 微米到約 9 微米之玻璃片 1 1 0 之最終預定厚度 1 1 5 的厚度變異性（例如平均 T T V 後蝕刻）。此外，獲取了從約 0 微米到約 7 微米的(i)玻璃片 1 1 0 之初始厚度 1 1 3 的第一厚度變異性（例如平均 T T V 預蝕刻）及(ii)玻璃片 1 1 0 之最終預定厚度 1 1 5 的第二厚度變異性（例如平均 T T V 後蝕刻）間之差異的絕對值（圖示為「Delta T T V」）。在某些實施例中，玻璃片 1 1 0 的最終厚度容差及最終厚度變異性可至少部分地基於玻璃片 1 1 0 的初始厚度容差及初始厚度變異性，使得在較佳地控制（例如較少變異性）玻璃片 1 1 0 的初始厚度 1 1 3 的情況下，可同樣地減少玻璃片 1 1 0 之最終預定厚度 1 1 5 的總後蝕刻厚度容差及最終厚度變異性。

【0 0 8 8】 要了解的是，用以獲取表格 2 之資料的資料以及程序參數是為了示例性目的而提供，且不欲限制本揭示案的範圍，除非原本就指出。

初 始 玻 璃 厚 度 (微 米)	550	550	400	400	550	400	200	100
--------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

玻 璃 成分	2319	2319	2319	2319	2319	2319	EXG	EXG
傳 遞 次數	21	7	5	15	9	6	2	1
% HF	10	20	20	10	15	15	20	20
平 均 TTV 後 蝕 刻（微 米）	8.8	8.5	5.5	5.5	5.4	4.4	4.3	3.3
平 均 TTV 預 蝕 刻（微 米）	2	3	2.25	4.25	5	5.5	3	2.6
Delta TTV （ 微 米）	6.8	5.5	3.25	1.25	0.4	-1.1	1.3	0.7

表 格 2

【 0 0 8 9 】 在 一 個 實 施 例 中 ， 該 方 法 可 更 包 括 以 下 步 驟 ：
控 制 蝕 刻 處 理 1 0 0 a ， 以 每 次 將 玻 璃 片 1 1 0 傳 遞 通 過 蝕 刻
區 1 0 2 a 時 減 少 玻 璃 片 1 1 0 的 厚 度 1 1 4 約 2 0 微 米 到 約 4 0

微米。在另一實施例中，該方法可更包括以下步驟：控制蝕刻處理 100a，以每次將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 時以從約 10 微米/分鐘到約 20 微米/分鐘的速率減少玻璃片 110 的厚度 114。

【0090】 例如，蝕刻劑的濃度可至少部分地控制可蝕刻玻璃 110 的速率，包括可從玻璃片 110 移除材料的速率及可減少玻璃片 110 的厚度 114 的速率。玻璃片 110 的成分亦可至少部分地控制可蝕刻玻璃片 110 的速率。在某些實施例中，蝕刻劑可包括 20% HF - 10% HNO₃，在將該蝕刻劑施用於特定成分的玻璃時可達到約 20 微米/分鐘的蝕刻速率。在其他實施例中，蝕刻劑可包括 15% HF - 7.5% HNO₃，在將該蝕刻劑施用於特定成分的玻璃時可達到約 15 微米/分鐘的蝕刻速率。在又其他實施例中，蝕刻劑可包括 10% HF - 5% HNO₃，在將該蝕刻劑施用於特定成分的玻璃時可達到約 10 微米/分鐘的蝕刻速率。其他實施例可使用包括 HF/HNO₃ 之 2:1 比率的蝕刻劑。HF 的濃度可直接控制可蝕刻玻璃片 110 的速率，其中較高的酸濃度可造成較快（例如更具侵略性）的蝕刻速率，而較低的酸濃度可造成較慢（例如較不具侵略性）的蝕刻速率。在某些實施例中，較慢的蝕刻速率可提供蝕刻處理 100a 更佳地控制材料的移除—造成玻璃片 110 較少的厚度變異性及較佳的光學清晰度；而較快的蝕刻速率可提供蝕刻處理 100a 較少地控制材料的移除—造成玻璃片 110 更多厚度變異性及減少的光學清晰度。然

而，較慢的蝕刻速率可能導致較長的用以移除可觀材料量的處理時間，因此減少了程序產量及輸出量；而較高的蝕刻速率可能導致較短的用以移除可觀材料量的處理時間，因此增加了程序產量及輸出量。本文中所揭露的裝置及方法提供了處理時間及處理品質中的至少一者之間的平衡，且可包括從約 20 % HF 到約 10 % HF 的蝕刻劑濃度。據此，在某些實施例中，包括小於 10 % HF 的蝕刻劑濃度，雖然能夠提供高品質的薄化玻璃片 110，可能提供對於實際應用而言可能太慢的玻璃片 110 蝕刻速率。類似地，在某些實施例中，包括大於 20 % HF 的蝕刻劑濃度，雖然能夠提供可能較快的玻璃片 110 蝕刻速率，可能產生對於特定應用而言是不可接受的品質的玻璃片 110。

【0091】進一步地，可控制蝕刻區 102a 內之蝕刻劑及 / 或環境的溫度，以控制可蝕刻玻璃片 110 的速率。例如，可提供高達約華氏 130 度的蝕刻劑溫度。在其他實施例中，可提供約華氏 90 度或從約華氏 80 度到約華氏 120 度的蝕刻劑溫度。較高的溫度可相對應於較高的蝕刻速率。例如，在固定的酸濃度下，可觀察到的是，將蝕刻劑溫度從華氏 90 度改變到華氏 120 度可大約加倍可蝕刻玻璃片 110 的速率。

【0092】此外，亦可控制輸送機 108 的速度。在某些實施例中，輸送機 108 的速度可被調整為從約每分鐘 1 吋到每分鐘約 25 吋。至少基於蝕刻腔室 102 的已知長度及可蝕刻玻璃片 110 的已知速率，輸送機 108 的速度可被選擇

為複數次將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102 a 中的每一次時移除目標材料量。可例如至少部分地基於蝕刻劑的化學濃度、蝕刻劑的溫度及玻璃片 110 的成分來決定已知的蝕刻速率。據此，可決定及實施玻璃片 110 在蝕刻腔室 102 內的停留時間，以每次傳遞通過蝕刻區 102 a 時從玻璃片 110 移除受選的材料量，以在將玻璃片 110 經受蝕刻處理 100 a 複數次之後產生具有最終預定厚度 115 的玻璃片 110。

【0093】 每次將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102 a 時移除的材料量且因此玻璃片 110 之厚度 114 上的減少，可衝擊玻璃片 110 的厚度變異性及光學清晰度。例如，在單一傳遞期間移除太多材料可能造成在玻璃片 110 上過量累積蝕刻劑副產物，這造成不均等及不均勻的材料移除，因為新鮮蝕刻劑接觸玻璃片 110 的能力減少了。另一方面來說，在單一傳遞期間移除太少材料可能導致高傳遞次數才能達到玻璃片 110 的最終預定厚度 115，使得程序對於實際應用而言是太慢的。因此，與頻繁地在每次傳遞玻璃片 110 之後洗滌 104 a 玻璃片 110 的步驟結合而每次將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102 a 時減少玻璃片 110 的厚度 114 約 20 微米到約 40 微米，可至少提供處理時間及處理品質之間的平衡。據此，在某些實施例中，每次傳遞通過蝕刻區 102 a 時從玻璃片 110 的厚度 114 移除小於 20 微米，雖然能夠產生高品質的薄化玻璃片 110，可能造成對於實際應用而言可能太慢的蝕刻處理 100 a。類似地，在

某些實施例中，每次傳遞通過蝕刻區 102a 時從玻璃片 110 的厚度 114 移除大於 40 微米，雖然能夠達到更快的處理時間，可能產生對於特定應用而言是不可接受的品質的玻璃片 110。

【0094】 在進一步實施例中，可從每平方吋約 5 磅表壓（psig）到約 30 psig 一起或獨立調整該一或更多個頂部噴霧器 120 及該一或更多個底部噴霧器 122 的噴霧壓力。噴霧壓力可被選擇為例如從玻璃片 110 的主要表面洗掉蝕刻副產物（例如淤泥），以改良蝕刻處理 100a 的均勻性，因此減少玻璃片 110 的厚度變異性，同時維持高的玻璃片 110 光學清晰度。在某些實施例中，可選擇低的噴霧壓力以限制施用於玻璃片 110 及施加在該玻璃片上的衝擊、力及應力。頂部噴霧嘴 121 及底部噴霧嘴 123 可為錐形或扇型噴嘴以及具有特定噴灑角度及流動速率的任何其他噴嘴。此外，該一或更多個頂部噴霧器 120 及該一或更多個底部噴霧器 122 可在各別的軸周圍旋轉及振動（例如藉由馬達的運作）（如圖 3 中以箭頭 125 所繪示），以提供均勻地將蝕刻劑噴灑至玻璃片 110 上，以達到完全覆蓋在玻璃片 110 的整個第一主要表面 111 及玻璃片 110 的整個第二主要表面 112 上。振動該一或更多個頂部噴霧器 120 及該一或更多個底部噴霧器 122 亦可協助從玻璃片 110 的主要表面移除及洗掉蝕刻副產物（例如淤泥）。

【0095】 並且，移除的總材料（例如玻璃片110的初始厚度113及玻璃片110的最終預定厚度115之間的差異）可影響玻璃片110的厚度變異性及光學清晰度。例如，在將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a一次的期間實現之玻璃片110之厚度114上的任何變化可在每次連續傳遞期間具有玻璃片110之厚度變異性上的累加（例如加成）效應，使得在某些條件下，在蝕刻處理100a期間從玻璃片110移除的總材料越多，累加效應可能越大，造成最終預定厚度115的較大的最終厚度變異性。據此，可至少部分地基於要從玻璃片110移除的總材料量來控制蝕刻處理100a，以減輕蝕刻處理100a在玻璃片110的厚度變異性及光學清晰度上的累加效應。例如，在某些實施例中（其中可在蝕刻處理100a期間從玻璃片110移除顯著的總材料量），可如以上所闡述地控制蝕刻處理100a，以改良每次傳遞時的厚度變異性及光學清晰度，因此減少玻璃片110經受複數次傳遞時的累加效應。同樣地，在某些實施例（其中可在蝕刻處理100a期間從玻璃片110移除較少的總材料量）中，可如以上所闡述地控制蝕刻處理100a，以增加蝕刻處理100a的處理速度，也許在每次傳遞時犧牲了厚度變異性及光學清晰度，且不會多到在將玻璃片110經受複數次傳遞之後考慮累加效應時造成不可接受的厚度變異性及光學清晰度。

【0096】 在一個實施例中，在將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a的步驟期間，玻璃片110可暴露於包括約10%

H F 到約 20 % H F 的蝕刻劑（例如第一蝕刻劑 121a、第二蝕刻劑 123a）。在另一實施例中，在將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 的步驟期間，玻璃片 110 可暴露於包括約 15 % H F 到約 20 % H F 的蝕刻劑（例如第一蝕刻劑 121a、第二蝕刻劑 123a）。在又另一實施例中，在將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 的步驟期間，玻璃片 110 可暴露於包括約 15 % H F 的蝕刻劑（例如第一蝕刻劑 121a、第二蝕刻劑 123a）。

【0097】圖 4-7 描繪針對各種玻璃片（沿 X 軸識別）的示例性資料，其中 DOI 在 Y 軸上。各圖包括一圖例，其中「MN」識別資料集合中的最小值，「MX」識別資料集合中的最大值，「MD」表示資料集合中的中位數值，「Q1」為資料集合的第一四分位數，而「Q3」為資料集合中的第三四分位數。

【0098】具體而言，參照圖 4，401 表示用作基線之針對商用螢幕保護器的 DOI 資料，將其他資料與該基線比較；402 表示針對具有 200 微米的初始厚度、被薄化至 100 微米且經受包括 15 % H F 的蝕刻劑的玻璃片的 DOI 資料，其中每次傳遞移除 20 微米；403 表示針對具有 200 微米的初始厚度、被薄化至 100 微米且經受包括 15 % H F 的蝕刻劑玻璃片的 DOI 資料，其中每次傳遞移除 30 微米；404 表示針對具有 200 微米的初始厚度、被薄化至 100 微米且經受包括 15 % H F 的蝕刻劑的玻璃片的 DOI 資料，其中每次傳遞移除 40 微米；405 表示針對具有 200

微米的初始厚度、被薄化至69微米且經受包括15% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除20微米；406表示針對具有200微米的初始厚度、被薄化至69微米且經受包括15% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除30微米；及407表示針對具有200微米的初始厚度、被薄化至69微米且經受包括15% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除40微米。如所示，針對402、403、404、405、406及407中的各者的所有資料點包括大於或等於約98.5的DOI值，且因此相當於表示基線商用螢幕保護器401的DOI資料。要了解的是，用以獲取圖4之資料的資料以及程序參數僅為了示例性目的而提供，且不欲限制本揭示案的範圍，除非原本就指出。

【0099】 如由圖4中的資料（例如402、403、404、405、406及407中的各者）所展示，在一個實施例中，玻璃片110的初始厚度113及玻璃片110的最終預定厚度115之間的差異可大於0微米及小於或等於約150微米，且該方法可更包括以下步驟：控制蝕刻處理100a以每次將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a時減少玻璃片110的厚度114約20微米到約40微米，及控制蝕刻處理100a以每次將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a時以從約10微米/分鐘到約15微米/分鐘速率減少玻璃片110的厚度114。

【0100】圖5圖示針對各種玻璃片（沿X軸識別）之Y軸上的DOI。具體而言，501表示用作基線之針對商用螢幕保護器的DOI資料，將其他資料與該基線比較；502表示針對具有200微米的初始厚度、被薄化至100微米且經受包括20% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除20微米；503表示針對具有200微米的初始厚度、被薄化至100微米且經受包括20% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除30微米；504表示針對具有200微米的初始厚度、被薄化至100微米且經受包括20% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除40微米；505表示針對具有200微米的初始厚度、被薄化至69微米且經受包括20% HF的蝕刻劑玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除20微米；506表示針對具有200微米的初始厚度、被薄化至69微米且經受包括20% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除30微米；及507表示針對具有200微米的初始厚度、被薄化至69微米且經受包括20% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除40微米。如所示，針對502、503、505及506中的各者的所有資料點包括大於或等於約98.5的DOI值，且因此相當於表示基線商用螢幕保護器501的DOI資料；而504及507中的各者包括具有小於約98.5之DOI值的至少一個資料點，且因此不相當於表示基線商用螢幕保護器501的DOI資料。要了解的是，用以獲取圖5之資料的資料以及程序參數僅為了

示例性目的而提供，且不欲限制本揭示案的範圍，除非原本就指出。

【0101】 如由圖5中的資料（例如502、503、505及506中的各者）所展示，在另一實施例中，玻璃片110的初始厚度113及玻璃片110的最終預定厚度115之間的差異可大於0微米及小於或等於約150微米，且該方法可更包括以下步驟：控制蝕刻處理100a以每次將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a時減少玻璃片110的厚度114約20微米到約30微米，及控制蝕刻處理100a以每次將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a時以從約10微米/分鐘到約20微米/分鐘速率減少玻璃片110的厚度114。

【0102】 圖6圖示針對各種玻璃片（沿X軸識別）之Y軸上的DOI資料。具體而言，601表示用作基線之針對商用螢幕保護器的DOI資料，將其他資料與該基線比較；602表示針對具有400微米的初始厚度、被薄化至100微米且經受包括15% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除20微米；603表示針對具有400微米的初始厚度、被薄化至100微米且經受包括15% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除30微米；604表示針對具有400微米的初始厚度、被薄化至100微米且經受包括15% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除40微米；605表示針對具有400微米的初始厚度、被薄化至69微米且經受包括15% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除20微米；606表

示針對具有400微米的初始厚度、被薄化至69微米且經受包括15% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除30微米；及607表示針對具有400微米的初始厚度、被薄化至69微米且經受包括15% HF的蝕刻劑的玻璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除40微米。如所示，針對602、603、605及606中的各者的所有資料點包括大於或等於約98.5的DOI值，且因此相當於表示基線商用螢幕保護器601的DOI資料；而604及607中的各者包括具有小於約98.5之DOI值的至少一個資料點，且因此不相當於表示基線商用螢幕保護器601的DOI資料。要了解的是，用以獲取圖6之資料的資料以及程序參數僅為了示例性目的而提供，且不欲限制本揭示案的範圍，除非原本就指出。

【0103】 如由圖6中的資料（例如602及603中的各者）所展示，在又另一實施例中，玻璃片110的初始厚度113及玻璃片110的最終預定厚度115之間的差異可大於約150微米及小於或等於約300微米，且該方法可更包括以下步驟：控制蝕刻處理100a以每次將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a時減少玻璃片110的厚度114約20微米到約30微米，及控制蝕刻處理100a以每次將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a時以從約10微米/分鐘到約15微米/分鐘速率減少玻璃片110的厚度114。

【0104】 此外，如由圖6中的資料（例如605及606中的各者）所展示，在又另一實施例中，玻璃片110的初始

厚度 113 及玻璃片 110 的最終預定厚度 115 之間的差異可大於約 300 微米，且該方法可更包括以下步驟：控制蝕刻處理 100a 以每次將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 時減少玻璃片 110 的厚度 114 大於 0 微米到小於約 30 微米，及控制蝕刻處理 100a 以每次將玻璃片 110 傳遞通過蝕刻區 102a 時以從約 10 微米/分鐘到約 15 微米/分鐘速率減少玻璃片 110 的厚度 114。

【0105】 圖 7 圖示針對各種玻璃片（沿 X 軸識別）之 Y 軸上的 DOI 資料。具體而言，701 表示用作基線之針對商用螢幕保護器的 DOI 資料，將其他資料與該基線比較；702 表示針對具有 400 微米的初始厚度、被薄化至 100 微米且經受包括 20% HF 的蝕刻劑的玻璃片的 DOI 資料，其中每次傳遞移除 20 微米；703 表示針對具有 400 微米的初始厚度、被薄化至 100 微米且經受包括 20% HF 的蝕刻劑的玻璃片的 DOI 資料，其中每次傳遞移除 30 微米；704 表示針對具有 400 微米的初始厚度、被薄化至 100 微米且經受包括 20% HF 的蝕刻劑的玻璃片的 DOI 資料，其中每次傳遞移除 40 微米；705 表示針對具有 400 微米的初始厚度、被薄化至 69 微米且經受包括 20% HF 的蝕刻劑玻璃片的 DOI 資料，其中每次傳遞移除 20 微米；706 表示針對具有 400 微米的初始厚度、被薄化至 69 微米且經受包括 20% HF 的蝕刻劑的玻璃片的 DOI 資料，其中每次傳遞移除 30 微米；及 707 表示針對具有 400 微米的初始厚度、被薄化至 69 微米且經受包括 20% HF 的蝕刻劑的玻

璃片的DOI資料，其中每次傳遞移除40微米。如所示，針對702的所有資料點包括大於或等於約98.5的DOI值，且因此相當於表示基線商用螢幕保護器701的DOI資料；而703、704、705、706及707中的各者包括具有小於約98.5之DOI值的至少一個資料點，且因此不相當於表示基線商用螢幕保護器701的DOI資料。要了解的是，用以獲取圖7之資料的資料以及程序參數僅為了示例性目的而提供，且不欲限制本揭示案的範圍，除非原本就指出。

【0106】如由圖7中的資料（例如702）所展示，在又另一實施例中，玻璃片110的初始厚度113及玻璃片110的最終預定厚度115之間的差異可大於約150微米及小於或等於約300微米，且該方法可更包括以下步驟：控制蝕刻處理100a以每次將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a時減少玻璃片110的厚度114約20微米，及控制蝕刻處理100a以每次將玻璃片110傳遞通過蝕刻區102a時以從約10微米/分鐘到約20微米/分鐘速率減少玻璃片110的厚度114。

【0107】本文中所揭露的玻璃片110可從更大的玻璃片分離或可從例如藉由將熔化玻璃流到形成主體及以任何條帶形成程序（包括槽拉法、浮製法、下拉法、熔融下拉法或上拉法）產生玻璃條帶來製造的玻璃條帶分離。在某些實施例中，在沒有任何先前處理的情況下一旦從玻璃條帶分離，玻璃片110可經受蝕刻處理100a。在其他實

施例中，玻璃片 110 可使用傳統蝕刻或機械式拋光處理中的一或更多者來預先薄化至中間厚度（例如相對應於玻璃片 110 的初始厚度 113）且接著經受本文中所揭露的蝕刻處理 100a。在其他實施例中，在經受蝕刻處理 100a 之後，玻璃片 110 可經歷離子交換處理以增加玻璃片 110 的表面強度及邊緣強度中的至少一者。

【0108】可對於上述實施例作出許多變化及更改，而實質上不脫離本文中所述的精神與各種原理。所有此類更改及變化係欲於本文中包括在此揭示案及以下請求項的範圍內。因此，本領域中具通常知識者將理解的是，可作出各種修改及變化而不脫離所請標的的精神及範圍。

【符號說明】

【0109】

100 玻璃蝕刻器

100a 蝕刻處理

101 加載站

102 蝕刻腔室

102a 蝕刻區

103 隔離區域

104 洗滌腔室

104a 洗滌

105 乾燥腔室

106 卸載站

107 控制器

1 0 8 輸 送 機

1 0 8 a 輸 送 路 徑

1 0 9 水 平 方 向

1 1 0 玻 璃 片

1 1 1 第 一 主 要 表 面

1 1 2 第 二 主 要 表 面

1 1 3 初 始 厚 度

1 1 4 厚 度

1 1 5 最 終 預 定 厚 度

1 2 0 頂 部 噴 霧 器

1 2 1 頂 部 噴 霧 嘴

1 2 1 a 第 一 蝕 刻 劑

1 2 2 底 部 噴 霧 器

1 2 3 底 部 噴 霧 嘴

1 2 3 a 第 二 蝕 刻 劑

1 2 5 方 向

1 3 0 第 一 側

1 3 1 第 三 側

1 3 2 第 二 側

1 3 3 第 四 側

4 0 1 D O I 資 料

4 0 2 D O I 資 料

4 0 3 D O I 資 料

4 0 4 D O I 資 料

- 4 0 5 D O I 資 料
- 4 0 6 D O I 資 料
- 4 0 7 D O I 資 料
- 5 0 1 D O I 資 料
- 5 0 2 D O I 資 料
- 5 0 3 D O I 資 料
- 5 0 4 D O I 資 料
- 5 0 5 D O I 資 料
- 5 0 6 D O I 資 料
- 5 0 7 D O I 資 料
- 6 0 1 D O I 資 料
- 6 0 2 D O I 資 料
- 6 0 3 D O I 資 料
- 6 0 4 D O I 資 料
- 6 0 5 D O I 資 料
- 6 0 6 D O I 資 料
- 6 0 7 D O I 資 料
- 7 0 1 D O I 資 料
- 7 0 2 D O I 資 料
- 7 0 3 D O I 資 料
- 7 0 4 D O I 資 料
- 7 0 5 D O I 資 料
- 7 0 6 D O I 資 料
- 7 0 7 D O I 資 料

【生物材料寄存】

【 0 1 1 0 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 1 1 1 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註

記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種藉由將一玻璃片經受一蝕刻處理來減少該玻璃片的一厚度的方法，包括以下步驟：

將該玻璃片加載到一輸送機上，其中該玻璃片包括一第一主要表面及一第二主要表面；

用該輸送機沿一輸送路徑將該玻璃片傳遞通過一蝕刻區複數次，直到該玻璃片的一初始厚度被減少到該玻璃片的一最終預定厚度為止；及

在每次傳遞通過該蝕刻區之後洗滌該玻璃片。

【第2項】 如請求項1所述之方法，其中該蝕刻區包括複數個蝕刻區，沿該輸送路徑將該玻璃片傳遞通過該複數個蝕刻區中的各者至少一次以包括該複數次，且在每次傳遞通過該複數個蝕刻區中的各者之後洗滌該玻璃片。

【第3項】 如請求項1所述之方法，更包括以下步驟：

在第一次將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區的期間，將該玻璃片的一第一主要表面暴露於一第一蝕刻劑且將該玻璃片的一第二主要表面暴露於一第二蝕刻劑；及接著

在後續將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區的期間，將該玻璃片的該第一主要表面暴露於該第二蝕刻劑且將該玻璃片的該第二主要表面暴露於該第一蝕刻劑。

【第4項】 如請求項3所述之方法，其中從佈置在該輸送路徑上方的一頂部噴霧器向該玻璃片提供該第一蝕刻劑，且其中從佈置在該輸送路徑下方的一底部噴霧器向該玻璃片提供該第二蝕刻劑。

【第5項】 如請求項4所述之方法，其中來自該頂部噴霧器之該第一蝕刻劑的一第一流動速率小於來自該底部噴霧器之該第二蝕刻劑的一第二流動速率。

【第6項】 如請求項1-5中的任何一者所述之方法，更包括以下步驟：

在每次連續傳遞通過該蝕刻區的步驟之間，進行以下步驟中的至少一者：藉由在與該玻璃片的一主要表面平行的一軸周圍旋轉該玻璃片180度來翻轉該玻璃片，及藉由在與該玻璃片的一主要表面垂直的一軸周圍旋轉該玻璃片180度來重新定向該玻璃片。

【第7項】 如請求項1-5中的任何一者所述之方法，其中包括該最終預定厚度的該玻璃片包括大於或等於約98.5的一影像清晰度。

【第8項】 如請求項7所述之方法，其中是在不將該玻璃片經受一機械式拋光處理的情況下獲取該影像清晰度。

【第9項】 如請求項1-5中的任何一者所述之方法，其中以下條件中的至少一者成立：該玻璃片之該最終預定

厚度的一厚度變異性為從約3微米到約9微米，及該玻璃片之該初始厚度的一第一厚度變異性及該玻璃片之該最終預定厚度的一第二厚度變異性間之一差異的一絕對值為從約0微米到約7微米，且其中是在不將該玻璃片經受一機械式拋光處理的情況下獲取該厚度變異性、以及該第一厚度變異性及該第二厚度變異性中的該至少一者。

【第10項】 如請求項1-5中的任何一者所述之方法，更包括以下步驟：

控制該蝕刻處理，以每次將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區時減少該玻璃片的厚度約20微米到約40微米。

【第11項】 如請求項1-5中的任何一者所述之方法，更包括以下步驟：

控制該蝕刻處理，以每次將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區時用從約10微米/分鐘到約20微米/分鐘的一速率減少該玻璃片的厚度。

【第12項】 如請求項1-5中的任何一者所述之方法，其中該玻璃片的該初始厚度及該玻璃片的該最終預定厚度之間的一差異大於0微米且小於或等於約150微米，該方法更包括以下步驟：

控制該蝕刻處理，以每次將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區時減少該玻璃片的厚度約20微米到約40微米；及

控制該蝕刻處理，以每次將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區時用從約10微米/分鐘到約15微米/分鐘的一速率減少該玻璃片的厚度。

【第13項】 如請求項1-5中的任何一者所述之方法，其中該玻璃片的該初始厚度及該玻璃片的該最終預定厚度之間的一差異大於約150微米且小於或等於約300微米，該方法更包括以下步驟：

控制該蝕刻處理，以每次將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區時減少該玻璃片的厚度約20微米到約30微米；及

控制該蝕刻處理，以每次將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區時用從約10微米/分鐘到約15微米/分鐘的一速率減少該玻璃片的厚度。

【第14項】 如請求項1-5中的任何一者所述之方法，其中該玻璃片的該初始厚度及該最終預定厚度之間的一差異大於約300微米，該方法更包括以下步驟：

控制該蝕刻處理，以每次將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區時減少該玻璃片的厚度達大於0微米到小於約30微米；及

控制該蝕刻處理，以每次將該玻璃片傳遞通過該蝕刻區時用從約10微米/分鐘到約15微米/分鐘的一速率減少該玻璃片的厚度。

【第 1 5 項】 如 請 求 項 1 - 5 中 的 任 何 一 者 所 述 之 方 法，其
中 該 輸 送 路 徑 沿 一 水 平 方 向 延 伸 。

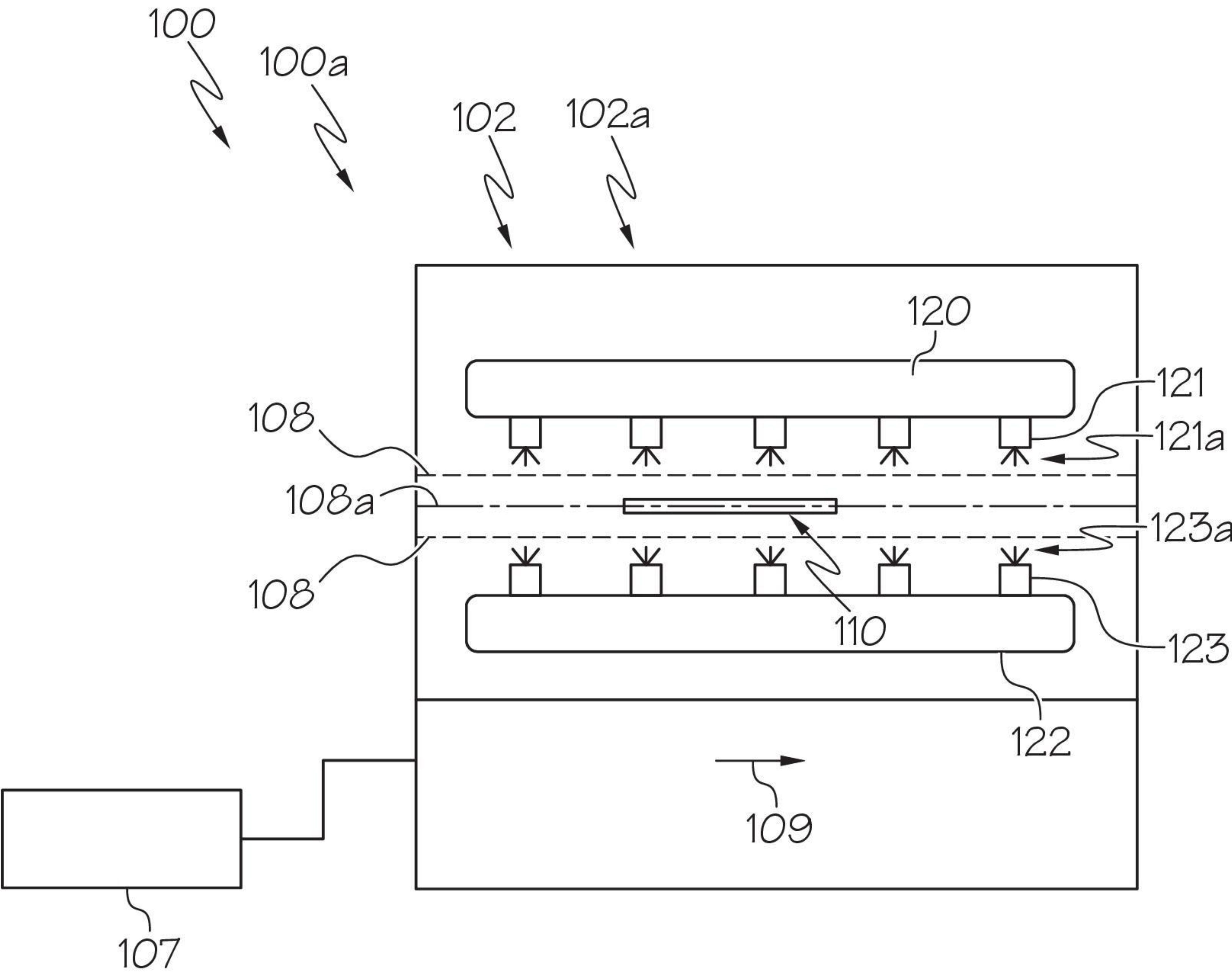


圖2

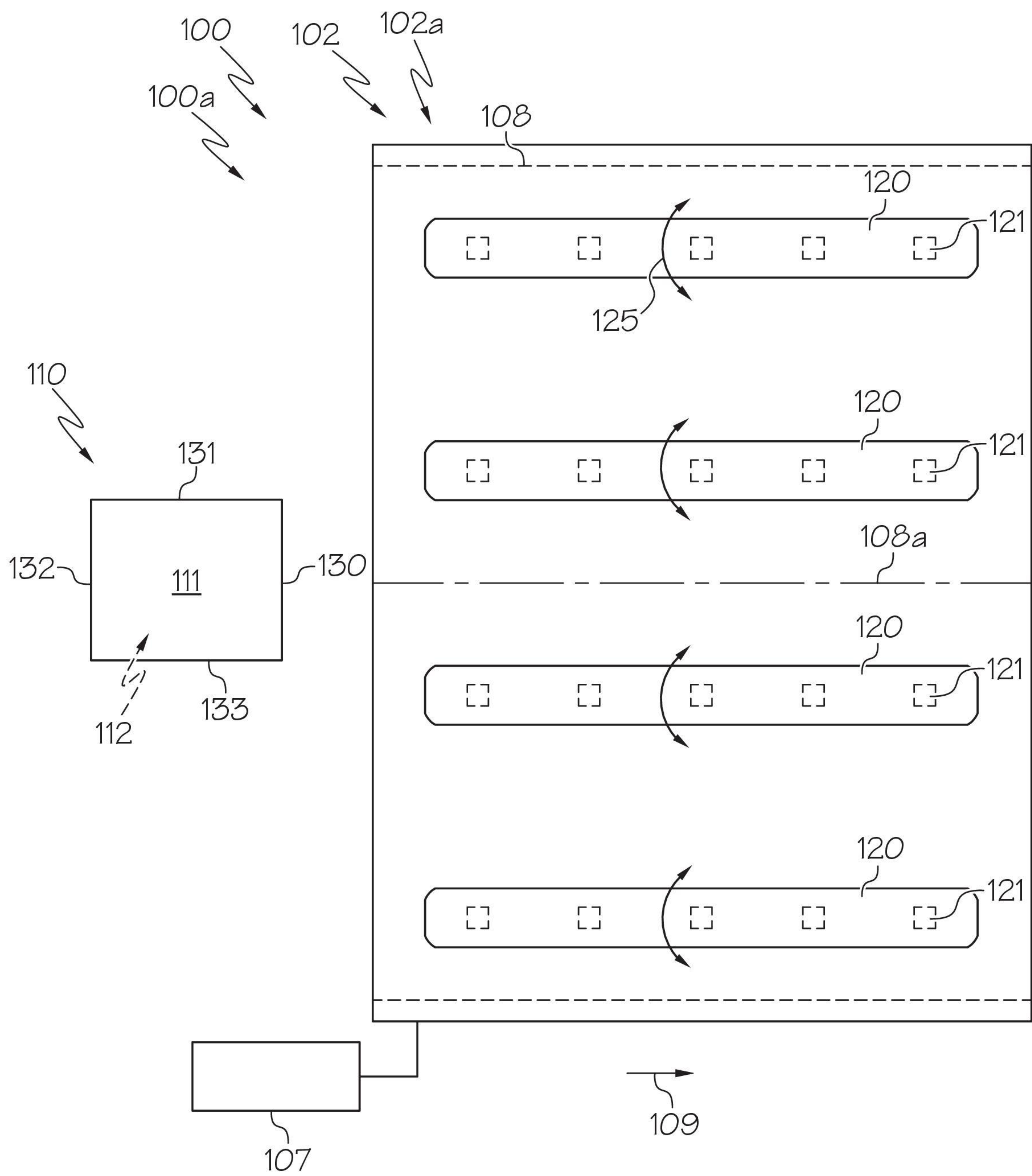


圖3

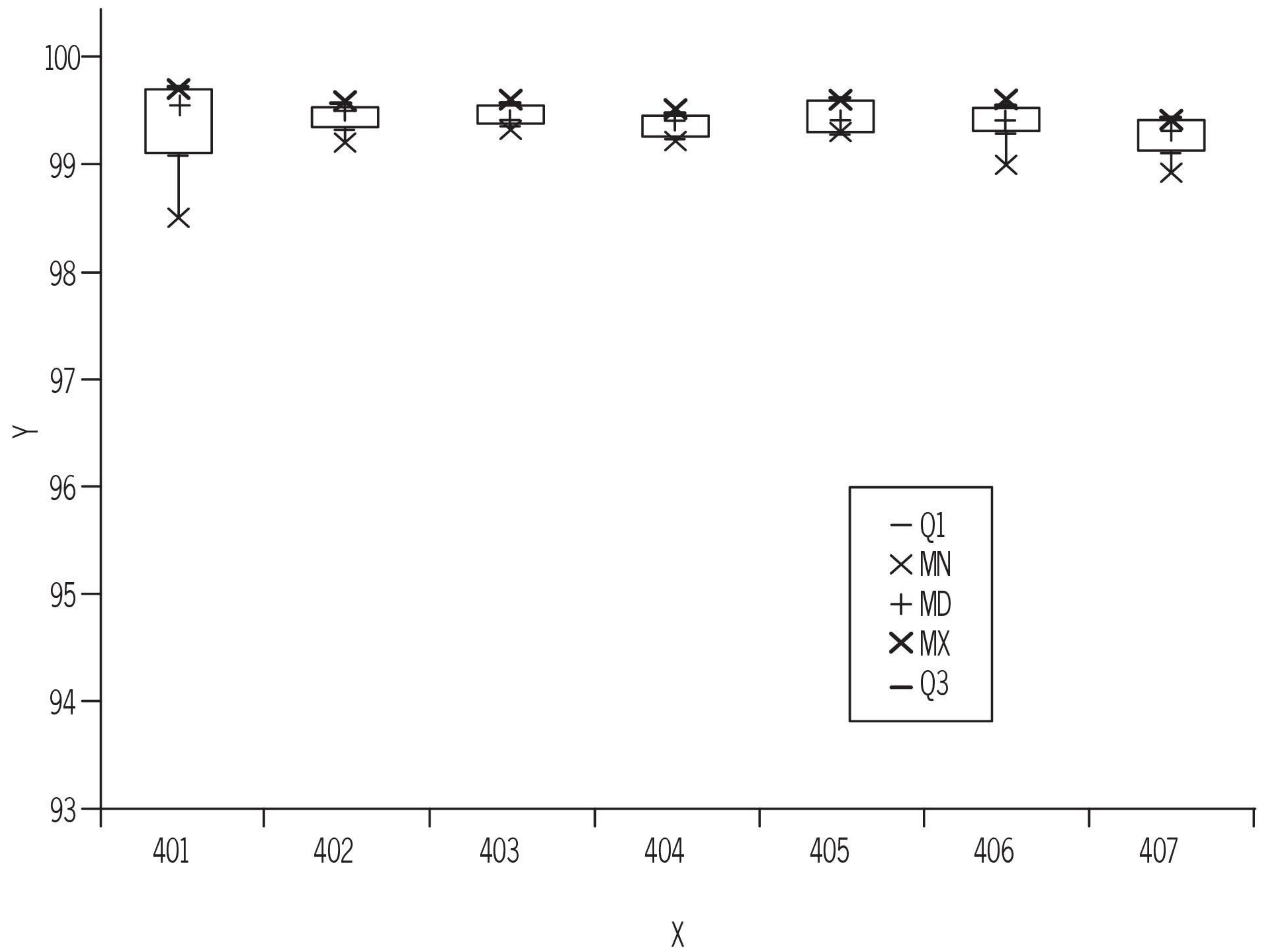


圖4

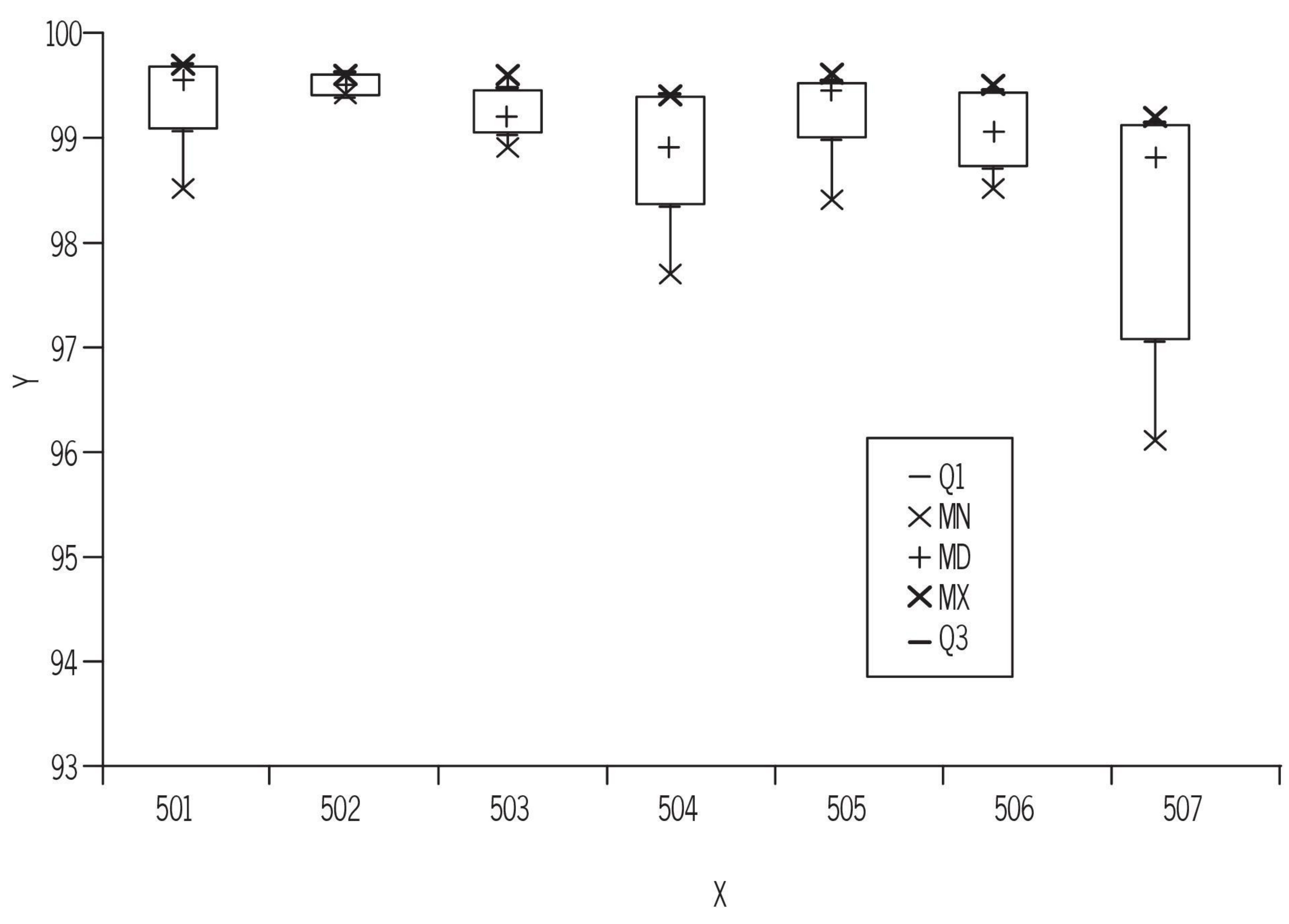


圖5

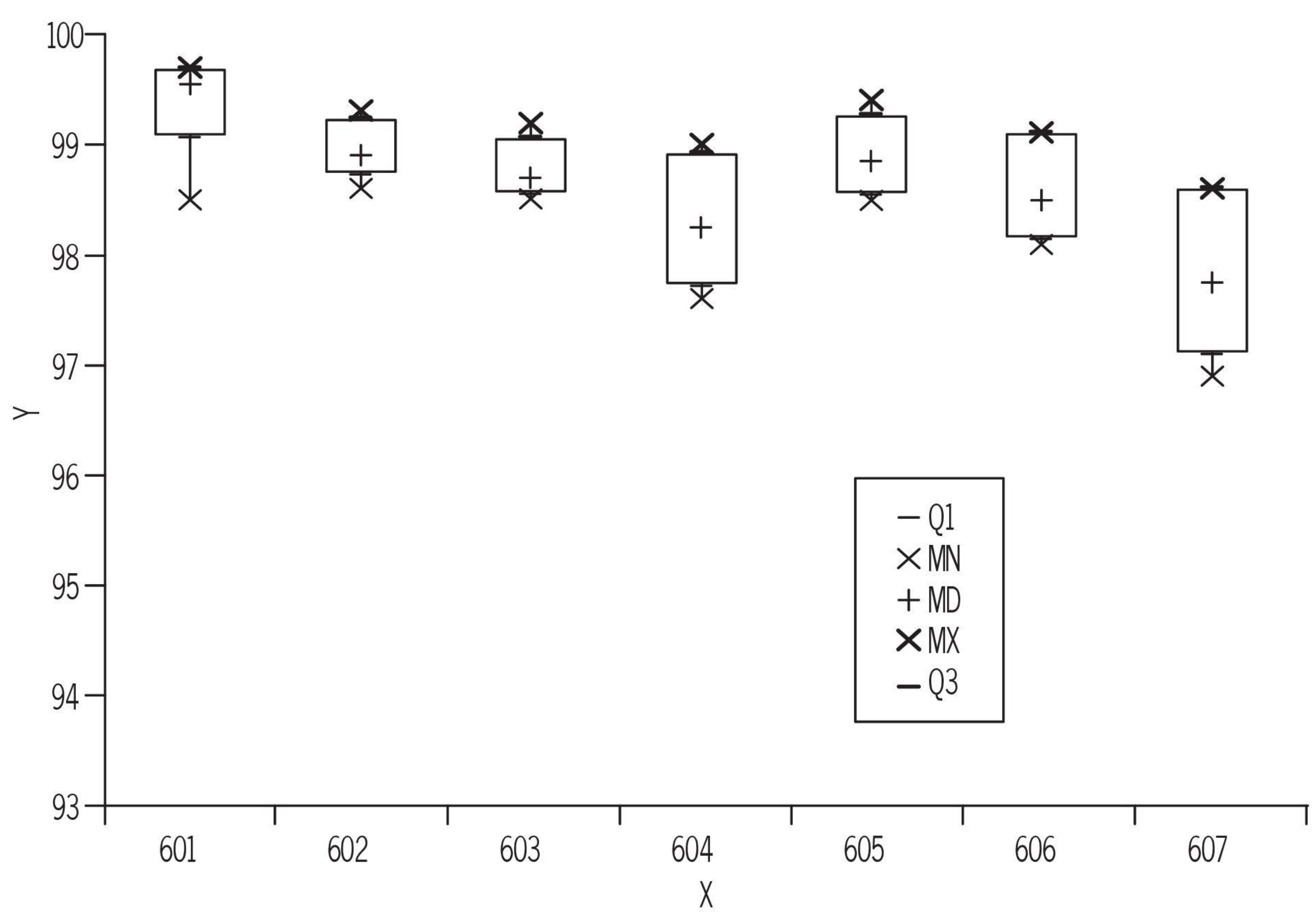


圖6

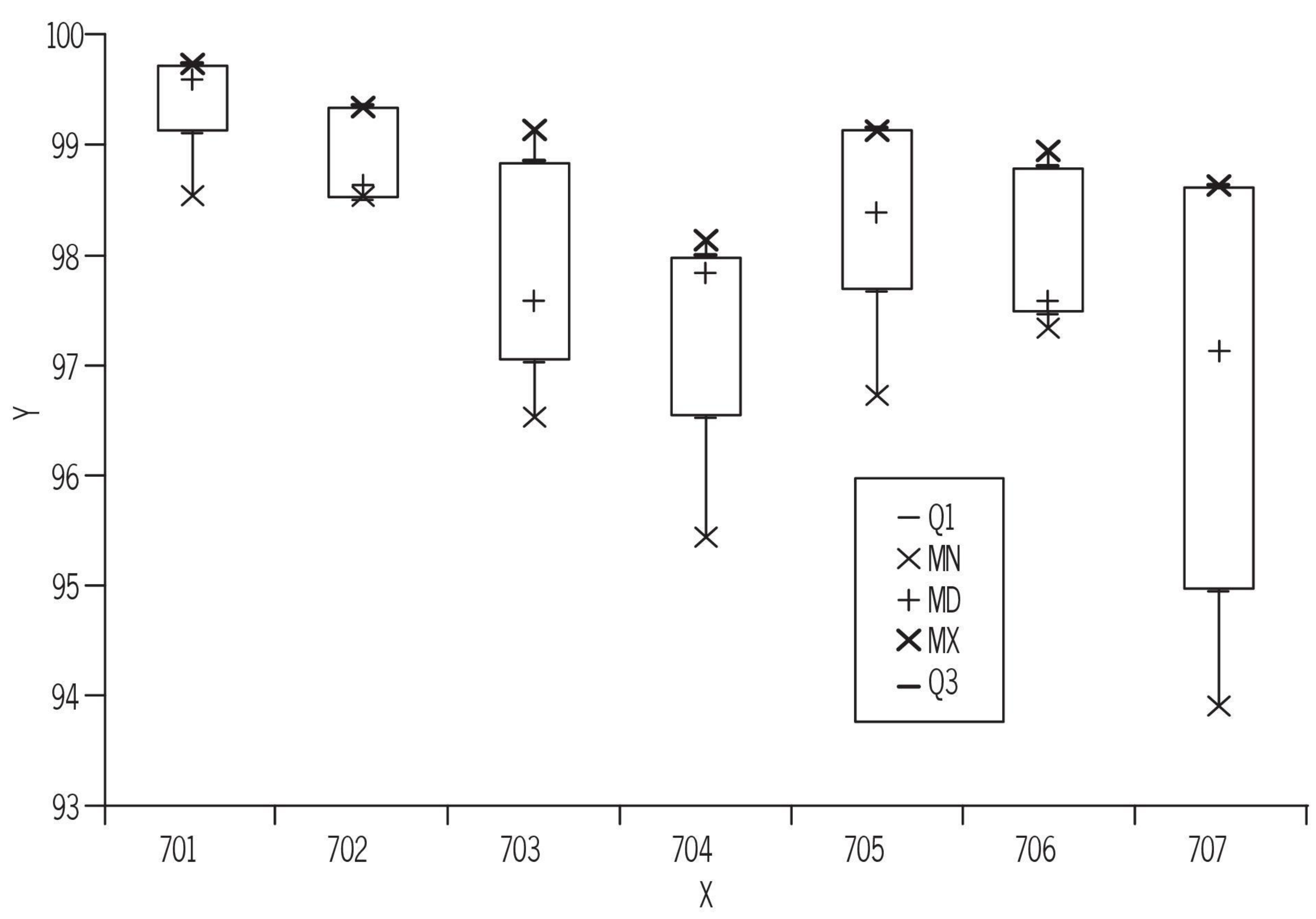


圖7