



(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 I605012 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：102146159

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 13 日

(51)Int. Cl. : **B81C1/00 (2006.01)**

(30)優先權：2012/12/14 美國

13/715,557

(71)申請人：蘋果公司 (美國) APPLE INC. (US)
美國

(72)發明人：果達丹瑞思 GOLDA, DARIUSZ (US)；海傑森約翰 A HIGGINSON, JOHN A. (US)；比柏安德瑞斯 BIBL, ANDREAS (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 102107844A US 2002/0171901A1

US 2007/0166134A1

審查人員：曾維國

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：18 共 108 頁

(54)名稱

使用樞軸架座的微裝置轉換系統

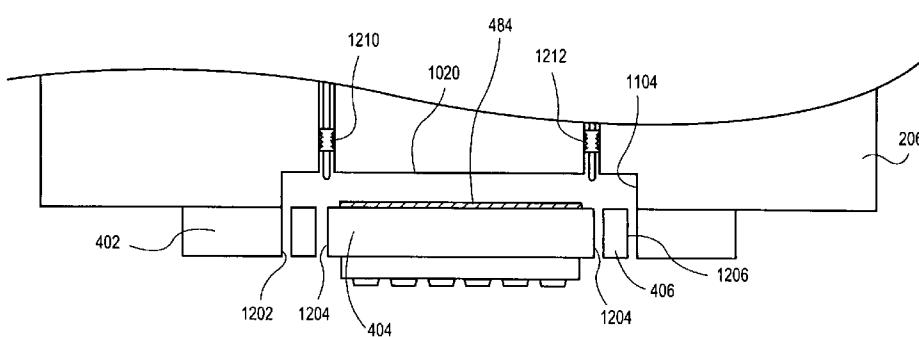
MICRO DEVICE TRANSFER SYSTEM WITH PIVOT MOUNT

(57)摘要

揭示用於從載體基板轉換微裝置之系統及方法。在一實施例中，微拾取陣列架座包括樞軸平臺以允許微拾取陣列與載體基板自動對準。可偵測樞軸平臺之偏轉以控制微拾取陣列之進一步移動。

Systems and methods for transferring a micro device from a carrier substrate are disclosed. In an embodiment, a micro pick up array includes a pivot platform to allow a micro pick up array to automatically align with a carrier substrate. Deflection of the pivot platform may be detected to control further movement of the micro pick up array.

指定代表圖：



第12圖

符號簡單說明：

- 206 ··· 轉換頭組件
- 402 ··· 基底
- 404 ··· 樞軸平臺
- 406 ··· 樑
- 484 ··· 加熱元件
- 1020 ··· 凹面
- 1202 ··· 基底輪廓
- 1204 ··· 外邊緣
- 1206 ··· 外邊緣
- 1210 ··· 感測器

I605012

TW I605012 B

1212 · · · 感測器



申請日：
IPC分類：

公告本

發明摘要

※ 申請案號：102146159

※ 申請日：102 年 12 月 13 日

※ IPC 分類：B81C 1/00 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

使用樞軸架座的微裝置轉換系統 /MICRO DEVICE
TRANSFER SYSTEM WITH PIVOT MOUNT

【中文】

揭示用於從載體基板轉換微裝置之系統及方法。在一實施例中，微拾取陣列架座包括樞軸平臺以允許微拾取陣列與載體基板自動對準。可偵測樞軸平臺之偏轉以控制微拾取陣列之進一步移動。

【英文】

Systems and methods for transferring a micro device from a carrier substrate are disclosed. In an embodiment, a micro pick up array mount includes a pivot platform to allow a micro pick up array to automatically align with a carrier substrate. Deflection of the pivot platform may be detected to control further movement of the micro pick up array.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 12 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

206 轉換頭組件

- 402 基底
- 404 樞軸平臺
- 406 檻
- 484 加熱元件
- 1020 凹面
- 1202 基底輪廓
- 1204 外邊緣
- 1206 外邊緣
- 1210 感測器
- 1212 感測器

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】（中文/英文）

使用樞軸架座的微裝置轉換系統 /MICRO DEVICE
TRANSFER SYSTEM WITH PIVOT MOUNT

【技術領域】

【0001】 本發明係關於微裝置。更特定言之，本發明之實施例係關於用於從載體基板轉換微裝置之系統及方法。

【先前技術】

【0002】 使小型化裝置（諸如，射頻(radio frequency; RF)微機電系統(microelectromechanical system; MEMS)微型開關、發光二極體(light-emitting diode; LED)顯示系統，以及 MEMS 振盪器或基於石英的振盪器）商業化之可行性大大受限於與製造彼等裝置有關之難題及成本。製造過程通常包括基於晶圓之處理及轉換技術。

【0003】 裝置轉換過程包括從轉換晶圓至接收晶圓之轉換。一個此類實施為「直接印刷」，「直接印刷」涉及裝置陣列從轉換晶圓至接收晶圓之一個接合步驟，隨後移除轉換晶圓。另一此類實施為「轉印印刷」，「轉印印刷」涉及兩個接合/去接合步驟。在轉印印刷中，轉換晶圓可從施體晶圓拾取裝置陣列並且使裝置接合至接收晶圓。在轉換之後，可使用包括雷射剝除(laser lift-off; LLO)、研磨或拋光以及蝕刻之技術移除轉換晶圓。

【0004】 環架機構已用於晶圓拋光設備以促進均勻地拋光晶圓。舉例而言，拋光設備中之被動式環架機構促進晶圓與拋光墊之對準。

【發明內容】

【0005】 揭示微拾取陣列架座及使用微拾取陣列架座從載體基板轉換微裝置陣列之方法。在一實施例中，微拾取陣列架座包括樞軸平臺、橫向圍繞樞軸平臺之基底，以及在樞軸平臺與基底之間的樑(beam)。樑可在內樞軸處與樞軸平臺耦接並且在外樞軸處與基底耦接。在一實施例中，外樞軸在基底邊緣上且內樞軸在樞軸平臺邊緣上。基底邊緣可正交於樞軸平臺邊緣。在一實施例中，第二樑可藉由第二基底邊緣上之第二外樞軸與基底耦接並且藉由第二樞軸平臺邊緣上之第二內樞軸與樞軸平臺耦接。在一實施例中，樑在第二內樞軸處與樞軸平臺耦接並且在第二外樞軸處與基底耦接。內樞軸可從第二內樞軸橫跨樞軸平臺，且外樞軸可從第二外樞軸橫跨樞軸平臺。在一實施例中，內樞軸及外樞軸包含矽。

【0006】 在一實施例中，微拾取陣列架座包括在樞軸平臺上的樞軸平臺靜電電壓源觸點及在基底上的基底靜電電壓源觸點。樞軸平臺靜電電壓源觸點可與基底靜電電壓源觸點電連接。微拾取陣列架座亦可包括從樞軸平臺靜電電壓源觸點延伸且將樞軸平臺靜電電壓源觸點置放成可與基底靜電電壓源觸點電連接之跡線。

【0007】 在一實施例中，微拾取陣列架座包括樞軸平臺上之接合位點。接合位點可包括與基底上之基底夾緊觸點電連接

之夾緊電極。在一實施例中，跡線從夾緊電極延伸並且將夾緊電極置放成與基底夾緊觸點電連接。在一實施例中，接合位點可包括金屬，諸如金、銅及鋁。

【0008】 在一實施例中，微拾取陣列架座包括基底上之加熱觸點及與加熱觸點電連接之樞軸平臺上方之加熱元件。微拾取陣列架座亦可包括樞軸平臺上之溫度感測器。

【0009】 揭示微裝置轉換系統及使用微裝置轉換系統從載體基板轉換微裝置陣列之方法。在一實施例中，微裝置轉換系統包括具有樞軸平臺之微拾取陣列架座、橫向圍繞樞軸平臺之基底，以及樞軸平臺與基底之間的樑。樑可在內樞軸處與樞軸平臺耦接並且在外樞軸處與基底耦接。微裝置轉換系統亦可包括具有支撐靜電轉換頭陣列之基板的微拾取陣列。微拾取陣列可為與微拾取陣列架座可結合的。在一實施例中，外樞軸可在基底邊緣上且內樞軸可在樞軸平臺邊緣上。基底邊緣可正交於樞軸平臺邊緣。在一實施例中，微裝置轉換系統包括藉由第二基底邊緣上之第二外樞軸與基底耦接並且藉由第二樞軸平臺邊緣上之第二內樞軸與樞軸平臺耦接之第二樑。在一實施例中，樑可在第二內樞軸處與樞軸平臺耦接並且在第二外樞軸處與基底耦接。內樞軸可從第二內樞軸橫跨樞軸平臺，且外樞軸可從第二外樞軸橫跨樞軸平臺。在一實施例中，內樞軸及外樞軸包括矽。在一實施例中，每一靜電轉換頭包含檯面結構，該檯面結構包括具有在 1 平方微米至 10000 平方微米之範圍內之表面積的頂表面。

【0010】 在一實施例中，微裝置轉換系統包括在基板上具有

電極及基板靜電電壓源觸點之微拾取陣列。基板靜電電壓源連接可與電極電連接。在一實施例中，微裝置轉換系統包括具有在樞軸平臺上之樞軸平臺靜電電壓源觸點及在基底上之基底靜電電壓源觸點的微拾取陣列架座。樞軸平臺靜電電壓源觸點可與基底靜電電壓源觸點電連接。微拾取陣列架座亦可包括從樞軸平臺靜電電壓源觸點延伸且將樞軸平臺靜電電壓源觸點置放成與基底靜電電壓源觸點電連接之第一跡線。此外，微拾取陣列亦可包括從基板靜電電壓源觸點延伸並且經由第二跡線將基板靜電電壓源觸點置放成與電極電連接的第二跡線。基板靜電電壓源觸點可與樞軸平臺靜電電壓源觸點對準以將電極置放成與基底靜電電壓源觸點電連接。

【0011】 在一實施例中，微裝置轉換系統可包括在基底上並且與樞軸平臺上之夾緊電極電連接的基底夾緊觸點。微裝置轉換系統亦可包括從夾緊電極延伸並且將夾緊電極置放成與基底夾緊觸點電連接的跡線。夾緊電極可與基板對準以在電壓從基底夾緊觸點經由跡線施加至夾緊電極時使微拾取陣列靜電接合至樞軸平臺。在一實施例中，微拾取陣列可藉由永久接合（諸如，藉由熱壓接合）附接至樞軸平臺。

【0012】 在一實施例中，微裝置轉換系統包括基底上之加熱觸點及與加熱觸點電連接之樞軸平臺上方之加熱元件。微拾取陣列架座亦可包括樞軸平臺上之溫度感測器。

【0013】 揭示微裝置轉換系統及使用微裝置轉換系統從載體基板轉換微裝置陣列之方法。在一實施例中，微裝置轉換系統包括具有安裝表面之轉換頭組件。微裝置轉換系統亦可包

括具有樞軸平臺、橫向圍繞樞軸平臺之基底及連接基底與樞軸平臺之樑的微拾取陣列，以及具有支撐靜電轉換頭陣列之微拾取陣列。在一實施例中，當基底安裝在安裝表面上且微拾取陣列安裝在樞軸平臺上時，樞軸平臺可朝向轉換頭組件偏轉。在一實施例中，轉換頭組件包括感測器以偵測樞軸平臺朝向轉換頭組件之偏轉。舉例而言，感測器可為接觸感測器以感測樞軸平臺之偏轉位置且接觸感測器可包括開關。或者，感測器可為運動感測器以感測樞軸平臺之移動。

【0014】 在一實施例中，微裝置轉換系統可包括具有靜電電壓源連接之轉換頭組件、具有樞軸平臺靜電電壓源觸點及基底靜電電壓源觸點之微拾取陣列架座，以及具有基板靜電電壓源觸點之微拾取陣列。靜電電壓源連接可與基底靜電電壓源觸點對準且樞軸平臺靜電電壓源觸點可與基板靜電電壓源觸點對準。

【0015】 在一實施例中，微裝置轉換系統包括具有真空埠的轉換頭組件，該真空埠與真空源耦接以將吸力施加至微拾取陣列架座。在一實施例中，轉換頭組件可具有夾緊電壓源連接。微拾取陣列架座可具有在樞軸平臺上之夾緊電極以將靜電力施加至微拾取陣列。在一實施例中，微拾取陣列架座可具有在基底上與夾緊電極電連接之基底夾緊觸點。微拾取陣列架座亦可具有從夾緊電極延伸並且將夾緊電極置放成與基底夾緊觸點電連接的跡線。夾緊電壓源連接可與基底夾緊觸點對準且基板可與夾緊電極對準，以在電壓從夾緊電壓源連接經由基底夾緊施加至夾緊電極時將微拾取陣列靜電接合至

樞軸平臺。

【0016】 在一實施例中，微裝置轉換系統包括具有固持電極及夾緊電壓源連接之轉換頭組件，該固持電極耦接至靜電電壓源以將靜電力施加至微拾取陣列架座。此外，微裝置轉換系統可包括在樞軸平臺上具有夾緊電極以將靜電力施加至微拾取陣列之微拾取陣列架座。微拾取陣列架座可具有在基底上與樞軸平臺上之夾緊電極電連接之基底夾緊觸點。微拾取陣列架座可具有從夾緊電極延伸以將夾緊電極置放成與基底夾緊觸點電連接的跡線。夾緊電壓源連接可與基底夾緊觸點對準且基板可與夾緊電極對準，以在電壓從夾緊電壓源連接經由基底夾緊施加至夾緊電極時將微拾取陣列靜電接合至樞軸平臺。

【0017】 在一實施例中，每一靜電轉換頭包含檯面結構，該檯面結構包括具有在 1 平方微米至 10000 平方微米之範圍內之表面積的頂表面。在一實施例中，微拾取陣列藉由包括熱壓接合之永久接合附接至樞軸平臺。

【0018】 在一實施例中，微裝置轉換系統包括具有加熱連接之轉換頭組件，以及具有在基底上之加熱觸點及在樞軸平臺上方與加熱觸點電連接之加熱元件的微拾取陣列架座。

【0019】 在一實施例中，一種方法包括以下步驟：朝向載體基板移動轉換頭組件，以及使載體基板上之微裝置陣列與具有靜電轉換頭陣列之微拾取陣列接觸。微拾取陣列可安裝在微拾取陣列架座上，且微拾取陣列架座可安裝在轉換頭組件上。該方法可進一步包括以下步驟：朝向轉換頭組件偏轉微

拾取陣列架座之樞軸平臺，感測樞軸平臺之偏轉，停止轉換頭組件與載體基板之間的相對移動，將電壓施加至靜電轉換頭陣列以在微裝置陣列上產生抓握壓力，以及從載體基板拾取微裝置陣列。在一實施例中，方法包括以下步驟：在感測偏轉之後且在停止相對移動之前，朝向樞軸平臺移動轉換頭組件。在一實施例中，方法包括以下步驟：停止轉換頭組件與載體基板之間的相對移動可在使用複數個感測器感測樞軸平臺的偏轉之後發生。在一實施例中，方法包括以下步驟：在感測樞軸平臺的偏轉之後，朝向載體基板移動轉換頭組件一設定距離。在一實施例中，方法包括以下步驟：回應於感測樞軸平臺之偏轉，立即停止轉換頭組件與載體基板之間的相對移動。在一實施例中，方法包括以下步驟：致動轉換頭組件以在感測樞軸平臺之偏轉之後藉由傾側或傾斜轉換頭組件使樞軸平臺與載體基板之平面進一步對準。在一實施例中，方法包括以下步驟：施加熱量至靜電轉換頭陣列，同時拾取微裝置陣列。

【0020】 在一實施例中，一種方法包括以下步驟：朝向接收基板移動轉換頭組件，以及使接收基板與微拾取陣列載送之微裝置陣列接觸。微拾取陣列可具有靜電轉換頭陣列，並且可安裝在微拾取陣列架座上，該微拾取陣列架座安裝在轉換頭組件上。方法亦可包括以下步驟：朝向轉換頭組件偏轉微拾取陣列架座之樞軸平臺，感測樞軸平臺之偏轉，停止轉換頭組件與接收基板之間的相對移動，從靜電轉換頭陣列移除電壓，以及將微裝置陣列釋放至接收基板上。在一實施例中，

方法包括以下步驟：在感測偏轉之後且在停止相對移動之前朝向樞軸平臺移動轉換頭組件。在一實施例中，方法包括以下步驟：在利用複數個感測器感測樞軸平臺的偏轉之後，停止轉換頭組件與接收基板之間的相對移動。在一實施例中，方法包括以下步驟：在感測樞軸平臺的偏轉之後，朝向接收基板移動轉換頭組件一設定距離。在一實施例中，方法包括以下步驟：回應於感測樞軸平臺之偏轉立即停止轉換頭組件與接收基板之間的相對移動。在一實施例中，方法包括以下步驟：回應於感測樞軸平臺之偏轉立即停止轉換頭組件與接收基板之間的相對移動。在一實施例中，方法包括以下步驟：致動轉換頭組件以在感測樞軸平臺的偏轉之後藉由傾側或傾斜轉換頭組件使樞軸平臺與接收基板之平面進一步對準。在一實施例中，方法包括以下步驟：在從靜電轉換頭陣列移除電壓之前，將熱量施加至微裝置陣列。

【圖式簡單說明】

【0021】 第 1 圖為根據本發明之實施例之質量轉換工具的透視圖圖解。

【0022】 第 2 圖為根據本發明之實施例之微裝置轉換系統的側視圖圖解，該微裝置轉換系統包括固持微拾取陣列架座與安裝在微拾取陣列架座上之微拾取陣列的轉換頭組件。

【0023】 第 3A 圖為根據本發明之實施例之微裝置轉換系統的側視圖圖解，該微裝置轉換系統具有位於載體基板上的微裝置陣列上方並且遠離該微裝置陣列的靜電轉換頭陣列。

【0024】 第 3B 圖為根據本發明之實施例之微裝置轉換系統

的側視圖圖解，該微裝置轉換系統具有位於載體基板上的微裝置陣列上方並且與該微裝置陣列接觸的靜電轉換頭陣列。

【0025】 第 4A 圖為根據本發明之實施例之具有靜電接合位點之微拾取陣列架座的透視圖圖解。

【0026】 第 4B 圖為根據本發明之實施例之具有靜電接合位點之微拾取陣列架座的側視圖圖解。

【0027】 第 4C 圖為根據本發明之實施例之具有靜電接合位點之微拾取陣列架座的透視圖圖解。

【0028】 第 4D 圖為根據本發明之實施例之具有靜電接合位點之微拾取陣列架座的透視圖圖解。

【0029】 第 4E 圖為根據本發明之實施例之具有靜電接合位點之微拾取陣列架座的側視圖圖解。

【0030】 第 5A 圖為根據本發明之實施例之具有非靜電接合位點之微拾取陣列架座的透視圖圖解。

【0031】 第 5B 圖為根據本發明之實施例之具有非靜電接合位點之微拾取陣列架座的透視圖圖解。

【0032】 第 6A 圖為根據本發明之實施例之具有橫向圍繞樞軸平臺之樑及自動對準行為之微拾取陣列架座的透視圖圖解。

【0033】 第 6B 圖為根據本發明之實施例之微拾取陣列架座的透視圖圖解，該微拾取陣列架座具有橫向圍繞樞軸平臺之一部分的兩個樑及自動對準行為。

【0034】 第 6C 圖為根據本發明之實施例之微拾取陣列架座的透視圖圖解，該微拾取陣列架座具有在樞軸平臺與基底之

間的四個樑，及自動對準行為。

【0035】 第 7 圖為根據本發明之實施例之具有支撐靜電轉換頭陣列之基板的微拾取陣列的側視圖圖解。

【0036】 第 8A 圖為根據本發明之實施例之包括與微拾取陣列靜電接合之微拾取陣列架座之微裝置轉換系統的側視圖圖解。

【0037】 第 8B 圖為根據本發明之實施例之包括與微拾取陣列靜電接合之微拾取陣列架座之微裝置轉換系統的側視圖圖解。

【0038】 第 9A 圖為根據本發明之實施例之包括與微拾取陣列永久接合之微拾取陣列架座之微裝置轉換系統的側視圖圖解。

【0039】 第 9B 圖為根據本發明之實施例之包括與微拾取陣列永久接合之微拾取陣列架座之微裝置轉換系統的側視圖圖解。

【0040】 第 10A 圖為根據本發明之實施例之圖示微裝置轉換系統之一部分的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統包括固持微拾取陣列架座與安裝在微拾取陣列架座上之微拾取陣列的轉換頭組件。

【0041】 第 10B 圖為根據本發明之實施例之圖示微裝置轉換系統之一部分的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統包括固持微拾取陣列架座與安裝在微拾取陣列架座上之微拾取陣列的轉換頭組件。

【0042】 第 11 圖為根據本發明之實施例之具有偵測微拾取

陣列架座之偏轉之多個感測器之轉換頭組件的透視圖圖解。

【0043】 第 12 圖為根據本發明之實施例之圖示微裝置轉換系統之一部分的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統包括固持微拾取陣列架座與安裝在微拾取陣列架座上之微拾取陣列之轉換頭組件及具有偵測微拾取陣列架座之偏轉之多個感測器的轉換頭組件。

【0044】 第 13 圖為根據本發明之實施例之圖示微裝置轉換系統之一部分的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統包括固持微拾取陣列架座與安裝在微拾取陣列架座上之微拾取陣列之轉換頭組件及朝向轉換頭組件上之感測器偏轉的微拾取陣列架座。

【0045】 第 14 圖為根據本發明之實施例之圖示從載體基板拾取微裝置陣列之方法的流程圖。

【0046】 第 15A 圖為根據本發明之實施例之具有朝向載體基板移動之轉換頭組件之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解。

【0047】 第 15B 圖為根據本發明之實施例之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統具有與載體基板上之微裝置陣列接觸的靜電轉換頭陣列。

【0048】 第 15C 圖為根據本發明之實施例之具有朝向轉換頭組件偏轉之微拾取陣列架座之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解。

【0049】 第 15D 圖為根據本發明之實施例之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統具有從載體基板拾

取微裝置陣列之靜電轉換頭陣列。

【0050】 第 16 圖為根據本發明之實施例之圖示將微裝置陣列釋放至接收基板上之方法的流程圖。

【0051】 第 17A 圖為根據本發明之實施例之具有朝向接收基板移動之轉換頭組件之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解。

【0052】 第 17B 圖為根據本發明之實施例之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統具有載送微裝置陣列以接觸接收基板的靜電轉換頭陣列。

【0053】 第 17C 圖為根據本發明之實施例之具有朝向轉換頭組件偏轉之微拾取陣列架座之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解。

【0054】 第 17D 圖為根據本發明之實施例之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統將微裝置陣列從靜電轉換頭陣列釋放至接收基板上。

【0055】 第 18 圖為根據本發明之實施例之可使用之示例性電腦系統的示意圖。

【實施方式】

【0056】 本發明之實施例描述用於從載體基板轉換微裝置或微裝置陣列之系統及方法。舉例而言，微裝置或微裝置陣列可為在相關的美國專利申請案第 13/372,222 號、第 13/436,260 號、第 13/458,932 號及第 13/625,825 號中圖示及描述之微 LED 裝置結構的任一者。儘管特定關於微 LED 裝置描述本發明之某些實施例，但是本發明之實施例不局限於此且某些實施例

亦可適用於其他微 LED 裝置及微裝置，諸如二極體、電晶體、IC 及 MEMS。

【0057】 在各種實施例中，參照諸圖進行描述。然而，亦可在沒有此等細節之一或更多者的情況下，或者結合其他已知的方法及配置實踐某些實施例。在以下描述中，闡述諸多特定細節（諸如，特定配置、尺寸，及製程等），以提供對本發明的透徹理解。在其他情況中，不詳細描述熟知的製程及製造技術，以免不必要的混淆本發明。貫穿此說明書中對「一個實施例」、「一實施例」等的提及意謂結合該實施例描述之特定特徵結構、結構、配置或特徵包括於本發明之至少一個實施例中。因此，在貫穿此說明書中的不同地方出現的用語「一個實施例」、「一實施例」等未必代表本發明之相同實施例。此外，可在一或多個實施例中以任何適合方式組合特定特徵結構、結構、配置或特徵。

【0058】 本文所使用的術語「在……上方」、「至……」、「在……與……之間」及「在……上」可指一個層相對於其他層的相對位置。在一層「上方」或在一層「上」或接合「至」另一層的一個層可與另一層直接接觸或可具有一或更多個中間層。各層「之間」的一個層可與各層直接接觸或可具有一或更多個中間層。

【0059】 如本文所使用的術語「微」裝置、「微」LED 結構可指根據本發明之實施例之某些裝置或結構的描述性大小。如本文所使用，術語「微」裝置或結構意謂指 $1\text{ }\mu\text{m}$ 至 $100\text{ }\mu\text{m}$ 之標度。然而，本發明之實施例不必局限於此，且實施例之

某些態樣可適於更大或可能更小之大小標度。在一實施例中，微裝置陣列中之單個微裝置及靜電轉換頭陣列中之單個靜電轉換頭兩者均具有 $1 \mu\text{m}$ 至 $100 \mu\text{m}$ 之最大尺寸，例如長度或寬度。在一實施例中，每一微裝置或靜電轉換頭之頂部接觸表面具有 $1 \mu\text{m}$ 至 $100 \mu\text{m}$ 之最大尺寸。在一實施例中，每一微裝置或靜電轉換頭之頂部接觸表面具有 $3 \mu\text{m}$ 至 $20 \mu\text{m}$ 之最大尺寸。在一實施例中，微裝置陣列之節距及對應靜電轉換頭陣列之節距為 $(1 \mu\text{m} \text{ 至 } 100 \mu\text{m}) \times (1 \mu\text{m} \text{ 至 } 100 \mu\text{m})$ ，例如 $20 \mu\text{m} \times 20 \mu\text{m}$ 或 $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ 節距。在一個態樣中，在不局限於特定理論的情況下，本發明之實施例描述根據靜電夾持器之原理操作的微裝置轉換頭及微裝置轉換頭陣列，該等微裝置轉換頭及微裝置轉換頭陣列使用相反電荷的吸引來拾取微裝置。根據本發明之實施例，將吸附電壓施加至微裝置轉換頭，以在微裝置上產生抓握壓力並且拾取微裝置。

【0060】 在一個態樣中，本發明之實施例描述使用具有自對準能力之微拾取陣列架座進行微裝置之質量轉換的系統及方法。在一實施例中，微拾取陣列架座可包括一或多個樞軸及樑，以允許在使系統部件進入接觸時（例如，在由微拾取陣列支撐之靜電轉換頭接觸載體基板上之微裝置陣列時），安裝的微拾取陣列自動對準載體基板或接收基板。因此，微拾取陣列架座促進靜電轉換頭陣列與正被轉換之微裝置陣列之間更完整且均勻的接觸。以此方式，微拾取陣列架座之自對準能力可允許更簡單的質量轉換工具設計，在該設計中，在拾取或釋放微裝置陣列之前，在微或亞微標度上精細對準

微拾取陣列與載體或接收基板可不需要感測器（諸如，光譜干擾雷射位移計）及致動器之昂貴佈置。因此，自對準能力可降低系統部件之成本，同時亦提高微裝置之轉換速率，因為可藉由在拾取及釋放微裝置陣列時的自對準能力來完成精細對準。

【0061】 在另一態樣中，本發明之實施例描述使用感測器感測系統部件偏轉來進行微裝置之質量轉換的系統及方法。可使用各種感測器，諸如昂貴的光譜干擾雷射位移計，或偵測系統部件之間的接觸的比較便宜的感測器開關。舉例而言，感測器可在安裝的微拾取陣列接觸載體基板上之微裝置時或在由微拾取陣列載送之微裝置接觸接收基板時偵測微拾取陣列架座之偏轉。更特定言之，在一實施例中，回應於感測到的偏轉，在轉換頭組件與載體基板之間的相對移動或在轉換頭組件與接收基板之間的相對移動可停止。移動可在偵測後或在偵測之後的預定事件後立即停止。因此，微裝置陣列與靜電轉換頭陣列或接收基板之間的接觸可受監測以控制微裝置陣列的拾取與釋放。

【0062】 在又一態樣中，本發明之實施例描述使用具有對準以將系統部件置放成相互電連接之靜電電壓源連接與觸點之系統部件來進行微裝置的質量轉換的系統與方法。在一實施例中，轉換頭組件之靜電電壓源連接可置放成與靜電轉換頭陣列電連接。更特定言之，可將電壓從靜電電壓源連接經由對準以產生貫穿數個部件之操作電壓路徑的各個觸點與連接器（例如，通孔及跡線）提供至靜電轉換頭陣列。從靜電電

壓源連接施加至例如靜電轉換頭之電極的操作電壓可允許靜電轉換頭將抓握壓力施加至微裝置。

【0063】 在再一態樣中，本發明之實施例描述使用具有對準以使系統部件相互結合之夾緊電壓源連接與觸點之系統部件來進行微裝置的質量轉換的系統與方法。在一實施例中，轉換頭組件之夾緊電壓源連接可被置放成與微拾取陣列架座之夾緊電極電連接。更特定言之，可將電壓從夾緊電壓源連接經由對準以產生貫穿數個部件之夾緊電壓路徑的各個觸點與連接器（例如，通孔及跡線）提供至微拾取陣列。從夾緊電壓源連接施加至微拾取陣列架座上之夾緊電極的夾緊電壓可靜電固持抵靠微拾取陣列架座的微拾取陣列。

【0064】 在另一態樣中，本發明之實施例描述使用具有加熱機構以將熱量施加至微裝置陣列來進行微裝置的質量轉換的系統及方法。在一實施例中，加熱機構包括微拾取陣列架座上之電阻加熱元件。熱量可因此經由微拾取陣列架座被輸送至安裝在微拾取陣列架座上之微拾取陣列上的一或更多個靜電轉換頭，並且進入由靜電轉換頭抓握之微裝置陣列。以此方式，將熱量從具有自對準能力之微拾取陣列架座轉換至由微拾取陣列架座載送之微裝置而不過度加熱微拾取陣列架座之部分係可能的。

【0065】 在又一態樣中，本發明之實施例描述用靜電轉換頭陣列來進行預製造微裝置陣列之質量轉換的方法。舉例而言，預製造微裝置可具有特定功能，諸如（但不限於）用於光發射的 LED、用於邏輯及記憶體的矽 IC 以及用於射頻(RF)

通訊的砷化鎵(GaAs)電路。在一些實施例中，準備用於拾取的微 LED 裝置陣列描述為具有 $20 \mu\text{m} \times 20 \mu\text{m}$ 節距，或 $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ 節距。在此等密度處，6 吋基板例如可容納約 1.65 億個具有 $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$ 節距的微 LED 裝置，或約 6.6 億個具有 $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ 節距的微 LED 裝置。包括匹配對應微 LED 裝置陣列之節距之整數倍之靜電轉換頭陣列的轉換工具可用於拾取微 LED 裝置陣列並且將微 LED 裝置陣列轉換至接收基板。以此方式，以高轉換速率將微 LED 裝置整合並且裝配成異質性整合系統係可能的，該等異質性整合系統包括從微顯示器至大面積顯示器之任何大小範圍內的基板。舉例而言， $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ 之靜電轉換頭陣列可拾取並且轉換 100000 以上的微裝置，其中較大的靜電轉換頭陣列能夠轉換更多微裝置。

【0066】 第 1 圖為根據本發明之實施例所示之用於從載體基板轉換微裝置之質量轉換工具的透視圖圖解。質量轉換工具 100 包括轉換頭組件 206，該轉換頭組件 206 用於從由載體基板固持器 108 固持之載體基板拾取微裝置並且將微裝置轉換並且釋放至由接收基板固持器 124 固持之接收基板上。致動器之系統操作以在電腦系統 150 的控制下移動轉換頭組件 206。此外，電腦系統 150 基於來自各個感測器之反饋輸入控制致動器。在一些實施例中，質量轉換工具 100 可為在相關美國專利申請案第 13/607,031 號中圖示及描述之質量轉換工具實施例的任一者，該申請案以引用之方式併入本文。

【0067】 參照第 2 圖，圖示了根據本發明之實施例之包括固持微拾取陣列架座與安裝在微拾取陣列架座上之微拾取陣列

之轉換頭組件的微裝置轉換系統的側視圖圖解。微裝置轉換系統 200 包括微拾取陣列架座 202、微拾取陣列 204 及轉換頭組件 206。可結合此等系統部件的每一者。舉例而言，微拾取陣列架座 202 可保持在轉換頭組件 206 之安裝表面 208 上，且微拾取陣列 204 可保持在微拾取陣列架座 202 之安裝表面 205 上。在一實施例中，微拾取陣列系統 200 之部件可為電連接的，使得操作電壓路徑或夾緊電壓路徑貫穿多個部件。下文進一步描述此等態樣。

【0068】 參照第 3A 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有位於載體基板上的微裝置陣列上方並且遠離該微裝置陣列的靜電轉換頭陣列的微裝置轉換系統的側視圖圖解。具有支撐靜電轉換頭陣列 210 之微拾取陣列 204 之微裝置轉換系統 200 可位於在載體基板 302 上載送之微裝置陣列（未圖示）上方並且遠離該微裝置陣列，載體基板固持器 108 固持該載體基板 302。在初始狀態中，微拾取陣列 204 及載體基板 302 可具有對偏一角度 304 的表面。此外，微拾取陣列 204 安裝在微拾取陣列架座 202 上。微拾取陣列架座 202 包括如在以下描述中更加詳細描述之樞軸平臺，該樞軸平臺允許微拾取陣列 204 與載體基板 302 上之微裝置陣列自對準。因此，微拾取陣列 204 能夠相對於轉換頭組件 206 移動。

【0069】 參照第 3B 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有位於載體基板上的微裝置陣列上方並且與該微裝置陣列接觸的靜電轉換頭陣列的微裝置轉換系統的側視圖圖解。當微拾取陣列 204 從第 3A 圖所圖示之未對準狀態朝向載體基板 302 移

動時，靜電轉換頭陣列 210 可不均勻地接觸載體基板 302 上之微裝置陣列。舉例而言，靜電轉換頭陣列 210 之一側可接觸微裝置陣列而另一側可不接觸微裝置陣列。或者，所有靜電轉換頭 210 可接觸微裝置陣列，但是施加在整個靜電轉換頭陣列上的壓力可為不均勻的。然而，如下所述，給予靜電轉換頭陣列 210 的力可使樞軸平臺傾側或傾斜，以允許靜電轉換頭陣列 210 與載體基板 302 上的微裝置陣列對準。亦即，樞軸平臺可繞多個軸旋轉並且沿多個軸平移以與接觸表面（例如，載體基板 302）對準，使得實現完全且均勻的接觸。

【0070】 因為樞軸平臺自對準，所以貫穿整個微拾取陣列 204 上的壓力及/或接觸分佈可為實質上均勻的。均勻壓力分佈可包括在靜電轉換頭 210 與載體基板 302 上之微裝置之間的均勻壓力及/或接觸。此類均勻壓力或接觸可避免對靜電轉換頭 210 或微裝置的損壞並且可賦能所有或幾乎所有微裝置的接觸及轉換。

【0071】 現參照第 4A 圖，第 4A 圖圖示根據本發明之實施例之具有靜電接合位點之微拾取陣列架座的透視圖圖解。微拾取陣列架座 202 可與微拾取陣列 204 及轉換頭組件 206 結合並且置放在微拾取陣列 204 與轉換頭組件 206 之間，以允許在彼等部件之間的相對移動。204/206 之相對移動可導致靜電轉換頭陣列 210 與載體基板上之微裝置陣列的自動對準。因此，靜電轉換頭 210 可以均勻壓力接觸微裝置陣列中之每個對應微裝置。

【0072】 在所圖示的實施例中，微拾取陣列架座 202 包括基

底 402 與樞軸平臺 404。在一實施例中，基底 402 圍繞樞軸平臺 404 的全部或一部分。舉例而言，如圖所圖示，基底 402 可橫向圍繞樞軸平臺 404 延伸。在替代性實施例中，基底 402 不圍繞樞軸平臺 404。基底 402 與樞軸平臺 404 可藉由一或更多個樑 406 互連。每一樑 406 可在一或更多個樞軸位置（諸如，內樞軸 408、414 及外樞軸 410、416）處與基底 402 及樞軸平臺 404 連接。

【0073】 第 4A 圖圖示具有矩形周邊的基底 402 及樞軸平臺 404 兩者，然而，基底 402 及樞軸平臺 404 可具有不同形狀。舉例而言，在不脫離本揭示案之範疇的情況下，基底 402 可為圓形的、六角形的、橢圓形的等。同樣地，樞軸平臺 404 可為替代形狀。舉例而言，樞軸平臺 404 可為圓形的、六角形的、橢圓形的等。在一實施例中，基底 402 及樞軸平臺 404 具有一致形狀，使得樞軸平臺 404 繫貼在相同形狀之基底 402 內部。在其他實施例中，基底 402 及樞軸平臺 404 不具有一致形狀。舉例而言，基底 402 可為圓形的且樞軸平臺 404 可為矩形的，導致樞軸平臺 404 之每一側之中點附近的額外間隙。根據以下揭示內容，此類失配可允許樑 406 在間隙區域內部延伸，以提供較大彎曲臂。

【0074】 仍參照第 4A 圖，樑 406 可橫向圍繞樞軸平臺 404 從內樞軸 408 延伸至外樞軸 410。更特定言之，樑 406 可藉由擬合在彼等部件之間且實質地填充彼等部件之間的空隙以符合基底 402 及樞軸平臺 404。在至少一個實施例中，樑 406 之橫向延伸提供槓桿臂，該槓桿臂允許樑 406 的充分彎曲及

樞軸 408 及 410 的扭轉以在力施加至彼等部件時賦能基底 402 與樞軸平臺 404 之間的相對移動。樑 406 的彎曲包括正交於基底 402 的部件，例如沿軸 474 的 Z 軸方向部件。

【0075】 在一實施例中，微拾取陣列架座 202 之樞軸經定位以繞多個軸扭動。舉例而言，內樞軸 408 位於樞軸平臺 404 上正交於基底 402 之邊緣的邊緣處，外樞軸 410 位於基底 402 的該邊緣上。因此，與內樞軸 408 及外樞軸 410 所在之邊緣垂直行進之軸（諸如，軸 470 及軸 472）亦彼此正交。結果是，樞軸平臺 404 及基底 402 可沿軸 470 及 472 相對於彼此扭動。舉例而言，樞軸平臺 404 可在繞軸 470 的方向 θ_x 上相對於基底 402 扭動。另外，樞軸平臺 404 可在繞軸 472 的方向 θ_y 上相對於基底 402 扭動。

【0076】 微拾取陣列架座 202 可包括沿扭轉軸的樞軸對。舉例而言，微拾取陣列架座 202 可包括從內樞軸 408 橫跨樞軸平臺 404 定位的內樞軸 414。因此，樞軸平臺 404 可沿相對側由樑 406 支撐在內樞軸 408 及 414 處。此外，在力施加至偏離軸的樞軸平臺時，樞軸平臺 404 可繞軸（例如，貫穿內樞軸 408 及內樞軸 414 的軸 472）旋轉。舉例而言，當力施加至外樞軸 410 附近的樑 406 時，樞軸平臺 404 可在繞軸 472 的方向 θ_y 上旋轉。同樣地，微拾取陣列架座 202 可包括從外樞軸 410 橫跨樞軸平臺 404 定位的外樞軸 416。因此，使樞軸平臺 404 與基底 402 連接的樑 406 可沿相對側由基底 402 支撐在外樞軸 410 及 416 處。此外，在力施加至偏離軸的樞軸平臺時，樞軸平臺 404 可繞軸（例如，貫穿外樞軸 410 及外樞

軸 416 的軸 470) 旋轉。舉例而言，當力施加至內樞軸 408 附近的樑 406 時，樞軸平臺 404 可在繞軸 470 的方向 θ_x 上旋轉。因此，微拾取陣列架座 404 之樞軸促進基底 402 與樞軸平臺 404 之間的移動及自動對準。將在下文中進一步描述微拾取陣列架座 202 的運動學。

【0077】 根據本發明之實施例，微拾取陣列架座 202 可由一或多個部分或零件形成。數種材料可用於微拾取陣列架座 202。用於微拾取陣列架座的材料選擇受在施加負荷、熱穩定性及最小彈簧質量下偏轉的能力驅動。表 1 列出用於數種候選材料（包括矽、碳化矽、氮化鋁、不鏽鋼，及鋁）的相關材料性質。

【0078】 表 1.

材料	模數 (GPa)	降服強度 (MPa)	撓曲比 ($\times 10^{-3}$)	CTE (ppm/°C)	密度 (kg/m ³)
矽	165	2000	12.1	2.6	2400
碳化矽	410	550	1.3	4.0	3100
氮化鋁	320	320	1.0	4.5	3260
不鏽鋼 316	190	600	3.2	14	8240
鋁	70	47	0.7	23	2700

【0079】 儘管所列出材料的每一者可用於微拾取陣列架座，但是矽具有最大撓曲比、最低 CTE 及最低候選材料密度。另外，矽可用各種精確半導體製造技術形成。

【0080】 因此，在一實施例中，基底 402、樞軸平臺 404 及

樑 406 由矽晶圓形成以產生不同的區域。更特定言之，已知的製程（諸如，深度蝕刻、雷射切割等）可用於形成通道 412。在至少一個實施例中，通道 412 可因此藉由提供例如基底 402 與樞軸平臺 404 區域之間的分離以界定微拾取陣列架座 202 的結構。

【0081】 參照第 4A-4B 圖，微拾取陣列架座 202 可包括在樞軸平臺 404 上之一或多個樞軸平臺靜電電壓源觸點 420。在微拾取陣列 204 與該微拾取陣列架座 202 操作性連接時，靜電電壓源觸點 420 可用於將操作電壓轉換至微拾取陣列 204 上之靜電轉換頭陣列。在一實施例中，使用適用技術（諸如（但不限於），導電材料（例如，金屬）至樞軸平臺 404 之表面上的濺鍍或電子束蒸發）形成一或多個靜電電壓源觸點 420。現參照第 4B 圖，樞軸平臺上之每一靜電電壓源觸點 420 可進一步被置放成與通孔結構 422 之降落墊 431 電連接，該通孔結構 422 延伸穿過微拾取陣列架座 202 到達基底靜電電壓源觸點 433。此外，且更特定言之，樞軸平臺靜電電壓源觸點 420 可被置放成經由跡線 424 與通孔 422 電連接。跡線 424 使樞軸平臺靜電電壓源觸點 420 連接至降落墊 431。如圖所圖示，跡線 424 可在微拾取陣列架座 202 之微拾取陣列安裝側上之部分的一或更多者上方行進。舉例而言，跡線 424 可在基底 402、樑 406 及樞軸平臺 404 上方行進。亦可使用適用技術（諸如，濺鍍或電子束蒸發）形成跡線 424。在一實施例中，同時形成靜電電壓源觸點 420、降落墊 431 及跡線 424。在一實施例中，跡線 424 可為與微拾取陣列架座 202 之表面

分離或接合至微拾取陣列架座 202 之表面並且使樞軸平臺靜電電壓源觸點 420 與降落墊 431 電連接的佈線。

【0082】 微拾取陣列架座 202 可進一步包括與跡線 424 在微拾取陣列架座 202 之相同側上之虛設跡線(dummy trace) 425 的佈置。如第 4A 圖所圖示，虛設跡線 425 可反映樑 406 或樞軸平臺 404 之部分上之跡線 424 的佈置，以平衡微拾取陣列架座 202 中的殘餘應力及熱應力。更特定言之，來自微拾取陣列架座 202 之製造的殘餘應力部分地取決於樑 406 之複合結構特性。沿樑 406 之跡線 424 有助於此等特性，且在製造期間由例如樑 406 之冷卻引起之殘餘應力可因此區別為具有跡線 424 之樑 406 與無跡線 424 之樑 406。此區別可導致例如在周圍條件下之自對準結構的偏斜。或者，或結合此等殘餘應力，當熱量施加至微拾取陣列架座 202 時，具有跡線 424 之樑 406 可不同地表現，例如以與無跡線 424 之樑 406 不同的速率擴展。此外，此舉可扭曲微拾取陣列結構。虛設跡線 425 紿出與具有跡線 424 之樑 406 具有類似複合結構特性的無跡線 424 之樑 406。因此，虛設跡線 425 可平衡或偏移遍及所有樑 406 之殘餘應力及熱應力以避免微拾取陣列架座 202 之扭曲。

【0083】 微拾取陣列架座 202 可包括一或多個接合位點以將微拾取陣列 204 安裝在微拾取陣列架座 202 上。在一實施例中，接合位點包括位於樞軸平臺 404 之微拾取陣列安裝表面 205 上之一或多個夾緊電極 430。更特定言之，夾緊電極 430 可位於樞軸平臺 404 之相同表面上，樞軸平臺靜電電壓源

觸點 420 位於該樞軸平臺 404 上。在一實施例中，夾緊電極 430 與靜電電壓源觸點 420、降落墊 431 及跡線 424 同時形成。夾緊電極 430 可進一步被置放成與通孔結構 432 電連接，該通孔結構 432 延伸穿過微拾取陣列架座 202。在所圖示的實施例中，通孔結構 432 延伸穿過微拾取陣列架座 202 至背表面上的降落墊 441，該降落墊 441 藉由跡線 434 與基底夾緊觸點 442 電連接。如圖所示，跡線 434 可在與轉換頭組件連接之微拾取陣列架座 202 之背部表面的一或更多個部分上方行進。舉例而言，跡線 434 可在基底 402、樑 406 及樞軸平臺 404 上方行進。此外，在一實施例中，跡線 434 可為與微拾取陣列架座 202 之表面分離或接合至微拾取陣列架座 202 之表面並且使基底夾緊觸點 442 與通孔 432 及夾緊電極 430 電連接的佈線。

【0084】 可以多種方法形成微拾取陣列架座 202 之電部件。舉例而言，可藉由鑽鑿或蝕刻穿過基底 402 之孔洞、用絕緣體鈍化孔洞以及使導電材料（例如，金屬）形成鈍化孔洞來形成通孔 422、432，以使用適用技術（諸如，濺鍍、電子束蒸發、電鍍或無電式沉積）形成通孔 422、432。

【0085】 在一些實施例中，微拾取陣列架座 202 可進一步經構造以經由靜電原理固定或夾緊至轉換頭組件 206。如第 4A-4E 圖及第 8A-10B 圖所圖示之實施例所圖示，一或更多個夾緊區域 450 可形成在微拾取陣列架座 202 之背面上以與轉換頭組件 206 之夾緊電極 1010 對準。根據靜電夾持器之原理，使用相反電荷間的吸引，介電層可形成在夾緊電極 1010

及/或夾緊區域 450 上方。可藉由各種方法形成夾緊區域 450 並且採取各種配置。在一個實施例中，夾緊區域 450 為形成在微拾取陣列架座 202 之背表面上的導電墊（諸如，金屬或半導體薄膜）。導電墊可與微拾取陣列架座 202 之其他有效區域電絕緣。舉例而言，可在導電墊下方、上方並且圍繞導電墊形成絕緣層。

【0086】 參照第 4C 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有靜電接合位點之微拾取陣列架座的透視圖圖解。在一些實施例中，微拾取陣列架座 202 可包括置放在基底 402 上的加熱觸點 480。舉例而言，加熱觸點 480 可鄰近於微拾取陣列架座 202 之底表面上的夾緊區域 450 以與轉換頭組件 206 之加熱連接 1090（第 10A-10B 圖）對準或被置放成與該加熱連接 1090 電連接。多個加熱觸點 480 可用於例如使電流穿過一或多個加熱元件 484。更特定言之，加熱元件 484 可在終止於例如第二加熱觸點 480 之前從第一加熱觸點 480 並且在樞軸平臺 404 及/或樑 406 上方延伸。因此，加熱元件 484 可載送多個加熱觸點 480 之間的電流。在電流穿過加熱元件 484 時，焦耳加熱致使加熱元件 484 之溫度上升。

【0087】 在一實施例中，加熱元件 484 可藉由一或多個加熱導線 482 與加熱觸點 480 連接。加熱導線 482 可經調整大小並且經配置以比加熱元件 484 耗散較少熱量，並且因此作為電導線以載送來自微拾取陣列架座 202 之部分（例如，基底 402 及樑 406）上方之加熱觸點 480 的電流，而不顯著加熱彼等部分。舉例而言，熱量導線 482 可為銅導體。以此方式，

微拾取陣列架座 202 之加熱可與具有加熱元件 484 之區域(諸如，樞軸平臺 404) 隔離。

【0088】 加熱元件 484 可由有助於電阻加熱的材料及形狀形成。更特定言之，加熱元件 484 可被形成以在電流穿過加熱元件 484 時產生熱量。作為實例，加熱元件 484 可由二矽化鉬之股線形成。股線可捲繞或蜿蜒地置放在微拾取陣列架座 202 上以橫跨或遍及表面或結構(例如，樞軸平臺 404) 均勻分佈熱量。可例如藉由元件上方之層合化使加熱元件 484 絶緣，以保護鄰近部件免受過度加熱並且將熱量導引到樞軸平臺 404 中。

【0089】 在一實施例中，微拾取陣列架座 202 包括溫度感測器以感測微拾取陣列架座 202 或附近結構(例如，微拾取陣列)之溫度。舉例而言，溫度感測器 440 可位於樞軸平臺上以量測樞軸平臺 404 之溫度。溫度感測器 440 可罐封或以其他方式黏附或機械固定至樞軸平臺。在另一實施例中，溫度感測器 440 可位於樞軸平臺 404 之中心(第 4A 圖)、樞軸平臺 404 之轉角(第 5A 圖)，或位於基底 402 或樑 406 上。在又其他實施例中，溫度感測器 440 可位於樞軸平臺 404 之前表面或背表面上，亦即，在具有降落墊 431 之表面上或在具有降落墊 441 之相對表面上。可由諸如可用空間以及溫度感測器 440 是否干擾其他功能(諸如，溫度感測器 440 是否中斷靜電轉換頭 210 中的電荷)之考慮驅動位置之選擇。舉例而言，在一實施例中，溫度感測器 440 可位於樞軸平臺 404 之背表面上的中心處，在該中心，感測器將不會機械干擾微

拾取陣列 204 之接合。溫度感測器 440 可位於平臺 404 上的中心處，以極其接近微拾取陣列 204 的峰值溫度。若感測器 440 位於非常靠近樞軸平臺 404 之邊緣處，則由於對流熱損耗之溫度變化可使量測到的溫度偏斜。溫度感測器 440 可為各種已知溫度感測器（諸如，接面型熱電偶、電阻式溫度偵測器等）的任一者。

【0090】 參照第 4D-4E 圖，在一實施例中，微拾取陣列架座 202 包括位於微拾取陣列架座 202 之相同表面上的基底靜電電壓源觸點 433 以及基底夾緊觸點 442。舉例而言，基底靜電電壓源觸點 433 及基底夾緊觸點 442 可位於靜電電壓源觸點 420 及夾緊電極 430 所在之微拾取陣列架座 202 的相同側上。此外，跡線 424 可使基底靜電電壓源觸點 433 及基底夾緊觸點 442 分別與靜電電壓源觸點 420 及夾緊電極 430 互連。因為互連的連接及觸點可位於微拾取陣列架座 202 之相同側上，所以不需要通孔 422、432。更特定言之，跡線 424 可沿微拾取陣列架座 202 之相同側並且在樑 406 的每一者上方以平衡橫跨樑 406 之跡線 424 之重量的對稱模式行進。

【0091】 在一實施例中，假定基底靜電電壓源觸點 433 及基底夾緊觸點 442 可位於例如基底 402 之頂表面上，基底靜電電壓源觸點 433 及基底夾緊觸點 442 可鄰近置放並且與延伸至轉換頭組件 206 或從轉換頭組件 206 延伸的獨立電導線連接。舉例而言，具有佈線以形成微拾取陣列架座 202 與轉換頭組件 206 之間的電連接之帶狀電纜 460 可與絕緣位移連接器嚙合，該絕緣位移連接器與基底靜電電壓源觸點 433 及基

底夾緊觸點 442 電連接。因此，電壓可經由帶狀電纜 460 從外部部件（諸如，轉換頭組件 206）施加至基底靜電電壓源觸點 433 及基底夾緊觸點 442。

【0092】 現參照第 5A 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有一非靜電接合位點之微拾取陣列架座的透視圖圖解。微拾取陣列架座 202 之大部分部件（諸如，樞軸平臺靜電電壓源觸點 420）與第 4A-4B 圖之實施例中之該等部件的對應物相同或類似。然而，在此實施例中，夾緊電極 430 替換為接合墊 500。接合墊 500 可由各種材料（包括聚合物、焊料、金屬及其他黏接劑）形成以促進與另一結構之永久接合的形成。在一實施例中，接合墊 500 可包括金、銅或鋁以促進與鄰近結構之熱壓接合的形成。舉例而言，可在接合墊 500 與鄰近結構之間形成金至金熱壓接合。然而，熱壓接合僅為形成結構之間的永久接合的一種方法，且因此，接合墊 500 可包括促進微拾取陣列架座 202 與另一零件或結構之間的接合之形成的其他材料或機構。舉例而言，可在具有各種形狀及大小之多個接合位點處使用直接接合、黏著接合、反應性接合、焊接等。

【0093】 參照第 5B 圖圖示了根據本發明之實施例之具有一非靜電接合位點之微拾取陣列架座的透視圖圖解。在一實施例中，微拾取陣列架座 202 可包括與基底靜電電壓源觸點 433 電通訊的帶狀電纜 460。如上文所論述，帶狀電纜 460 可與外部部件（諸如，轉換頭組件之靜電電壓源）電連接，此舉可消除對將電壓輸送至基底靜電電壓源觸點 433 之通孔 422 的

需要。

【0094】 如第 4A-4E 圖中所圖示，微拾取陣列架座 202 可包括設置在與靜電電壓源觸點 420 及夾緊電極 430 相對之樞軸平臺表面上的加熱元件 484。因此，可經由樞軸平臺 404 將熱量輸送至靜電電壓源觸點 420 及夾緊電極 430 或輸送至與彼等觸點接觸的微拾取陣列。

【0095】 現參照第 6A 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有橫向圍繞樞軸平臺之樑及自動對準行為之微拾取陣列架座的透視圖圖解。如上所述，由於樑 406 之彎曲及樞軸 408、410、414 及 416 之扭轉，微拾取陣列架座 202 允許在平臺 404 與基底 402 之間沿並且繞多個軸之移動。樑 406 之彎曲可包括 z 向量分量，諸如在軸 630 之方向上的分量。此外，樞軸平臺 404 可由於內樞軸 408、414 中的扭動繞第一軸 602 旋轉並且由於外樞軸 410、416 中的扭動繞軸 604 旋轉。經由樑 406 之彎曲實現交替平面中之樞軸平臺 404 的移動。舉例而言，在內樞軸 414 與外樞軸 416 之間的樑 406 之彎曲可致使樞軸平臺 404 遠離第 6A 圖中所圖示之方位傾斜。此外，樑 406 之彎曲可允許樞軸平臺 404 在不同方向上（諸如，沿軸 630）平移。因此，樞軸平臺 404 可藉由從其起始位置相對於基底 402 傾側、傾斜、旋轉及平移以自對準到另一表面。

【0096】 在基底 402 保持固定時，樞軸平臺 404 沿軸 630 之平移允許樞軸平臺 404 相對於基底 402 移動。換言之，樞軸平臺 404 之移動可導致微拾取陣列架座 202 在軸 630 之方向上的膨脹或伸縮。可藉由樞軸平臺 404 沿軸 630 之偏轉或平

移界定此膨脹。在一實施例中，如將在下文更充分描述，偏轉之潛在量係關於可容納在微拾取陣列與載體基板之間的未對準度。因此，在一實施例中，樞軸平臺 404 沿軸 630 相對於基底 402 的運動範圍可在約 1 微米至 30 微米之範圍內。在另一實施例中，運動範圍可在約 2 微米至 10 微米之範圍內。更特定言之，在一實施例中，樞軸平臺 404 可沿軸 630 遠離基底 402 偏轉約 10 微米。

【0097】 現參照第 6B 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有橫向圍繞樞軸平臺之一部分的兩個樑及自動對準行為之微拾取陣列架座的透視圖圖解。微拾取陣列架座 202 包括藉由樑 406 及 406'與樞軸平臺 404 結構性連接的基底 402。因此，在一實施例中，樑 406 可為不連續的並且不完全橫向圍繞樞軸平臺 404。更特定言之，樞軸平臺 404 可藉由在內樞軸 414 及外樞軸 416 處分別與樞軸平臺 404 及基底 402 連接之樑 406 支撐在一側上。類似地，樞軸平臺 404 可藉由在內樞軸 414'及外樞軸 416'處與樞軸平臺 404 及基底 402 連接之樑 406'支撐在相對側上。替代性結構仍允許樞軸平臺 404 相對於基底 402 傾側並且傾斜。更特定言之，樞軸平臺 404 能夠由於內樞軸 414、414'中之扭動繞軸 602 旋轉，以及由於外樞軸 416、416'中之扭動繞軸 604 旋轉。此外，樑 406、406'之彎曲允許樞軸平臺在各種其他平面中傾斜或沿軸(例如，軸 630)平移。因此，樞軸平臺 404 可藉由從其起始位置相對於基底 402 傾側並且傾斜以自對準到另一表面。

【0098】 現參照第 6C 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有

在樞軸平臺與基底之間的四個樑及自動對準行為之微拾取陣列架座的透視圖圖解。微拾取陣列架座 202 包括藉由樑 606、608、610 及 612 與樞軸平臺 404 結構性連接的基底 402。因此，在一實施例中，多個樑可支撐樞軸平臺 404。如圖所圖示，每一樑可具有大體上直線的配置，使得單個樑支撐樞軸平臺 404 之每一側。樑 606、608、610 及 612 可在樞軸平臺 404 與基底 402 之間對角延伸以提供顯著力矩或彎曲臂，但是樑亦可從樞軸平臺 404 正交延伸，從而最小化樑長度。多個直線樑結構亦允許樞軸平臺 404 以類似於上文論述之方式的方式相對於基座 402 傾側並且傾斜。然而，運動之機械學可不同於其他實施例，因為直線樑可導致更剛性結構。因此，例如，樞軸平臺 404 仍可繞軸 602 旋轉或沿軸 630 平移，但是移動度可為每單位力更少的，該力為相對於一些在先結構性實施例而施加的。儘管如此，樞軸平臺 404 可藉由從其起始位置相對於基底 402 傾側並且傾斜以自對準到另一表面。

【0099】 微拾取陣列架座 202 之在先結構性實施例意欲顯示預期在本揭示案之範疇內的潛在實施例的廣度。因此，此等實施例不意欲以任何方式為窮舉的，但是意欲提示熟習此項技術者各種樑結構及樞軸配置及置放可用於實現自對準結構，在該自對準結構中，樞軸平臺 404 可在多個平面中並且沿或繞多個軸相對於基底 402 移動。

【0100】 已經論述了微拾取陣列架座 202 之基本結構及功能，可提供關於微拾取陣列架座 202 可與之配合、裝配或以其他方式組合以形成微裝置轉換系統的額外部件的更多細

節。舉例而言，微拾取陣列架座 202 可與微拾取陣列結合。現參照第 7 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有支撐靜電轉換頭陣列之微拾取陣列的側視圖圖解。微拾取陣列 700 可包括支撐靜電轉換頭陣列 703 之基底基板 702，該基底基板 702 由矽、陶瓷及聚合物之一或更多者形成。每一靜電轉換頭 703 可包括檯面結構 704，該檯面結構 704 包括可支撐電極 712 的頂表面 708。然而，電極 712 為說明性的，且在另一實施例中，檯面結構 704 可整個或部分地為導電性的，使得電極 712 為不必要的。介電層 716 覆蓋每一檯面結構之頂表面及電極 712（若有）。每一靜電轉換頭之頂部接觸表面 718 具有可對應於待拾取之微裝置之大小的最大尺寸，例如 1 μm 至 100 μm 之長度或寬度。

【0101】 檯面結構 704 遠離基底基板 702 凸出以提供頂部接觸表面 718 之局部化接觸點，以在拾取操作期間拾取特定微裝置。在一實施例中，檯面結構 704 具有約 1 μm 至 5 μm 或更特定言之約 2 μm 之高度。在一實施例中，檯面結構 704 可具有頂表面 708，該頂表面 708 具有在 1 平方微米至 10000 平方微米之間的表面積。可以各種幾何形狀（例如，正方形的、矩形的、圓形的、橢圓形的等）形成檯面結構 704，同時維持此一般性表面積範圍。基底基板 702 上之檯面結構陣列 704 的高度、寬度及平面度經選擇，使得每一靜電轉換頭 703 可在拾取操作期間接觸對應微裝置，並且使得靜電轉換頭 703 在拾取操作期間不會無意中接觸鄰近於意欲對應微裝置的微裝置。

【0102】 仍參照第 7 圖，電極導線 714 可將電極 712 或檯面結構 704 置放成與通孔 720 之終端並且與基板靜電電壓源觸點 722 電連接。微拾取陣列 700 之基板靜電電壓源觸點 722 經形成以與微拾取陣列架座 202 上之靜電電壓源觸點 420 對準，以在靜電轉換頭陣列 703 與微拾取陣列架座 202 操作性連接時將操作電壓轉換至靜電轉換頭陣列 703，如下文關於第 8-9 圖更詳細描述。可使用與上文針對其他導線、通孔、觸點與連接描述的彼等方法類似的方法形成電極導線 714、通孔 720 及基板靜電電壓源觸點 722。

【0103】 除根據靜電原理拾取微裝置的操作之外，微拾取陣列 700 可進一步經構造以經由靜電原理被固定或夾緊至微拾取陣列架座 202。如在第 7 圖中所圖示的實施例所圖示，一或多個夾緊區域 724 可形成在微拾取陣列 700 之背面上以與微拾取陣列架座 202 之夾緊電極 430 對準。根據靜電夾持器之原理，使用相反電荷之吸引，介電層可形成在微拾取陣列架座 202 中之夾緊電極 430 上方及/或微拾取陣列 700 上之夾緊區域 724 上方。可藉由各種方法形成夾緊區域 724 並且採取各種配置。在一個實施例中，夾緊區域 724 為形成在微拾取陣列 700 之背表面上的傳導性墊（諸如，金屬或半導體薄膜）。傳導性墊可與微拾取陣列 700 之其他有效區域電絕緣。舉例而言，可在傳導性墊下方、上方並且圍繞傳導性墊形成絕緣層。在另一實施例中，夾緊區域 724 可與微拾取陣列整體形成（例如，塊狀矽），並且與微拾取陣列 700 的其他有效區域電絕緣。

【0104】 參照第 8A 圖，圖示了根據本發明之實施例之包括與微拾取陣列靜電接合之微拾取陣列架座之微裝置轉換系統的側視圖圖解。微拾取陣列系統 800 包括微拾取陣列架座 202 及微拾取陣列 700，該微拾取陣列 700 可與微拾取陣列架座 202 結合。更特定言之，如下所述，微拾取陣列 700 可與微拾取陣列架座 202 實體並且電結合。

【0105】 微拾取陣列 700 可經由暫時接合與微拾取陣列架座 202 實體結合。舉例而言，夾緊電極 430 可鄰近於基板 702 之夾緊區域 724 定位。在將靜電電壓經由夾緊電壓路徑從基底夾緊觸點 442 施加至夾緊電極 430 之後，靜電夾持壓力將施加至基板 702，使微拾取陣列 700 實體接合至微拾取陣列架座 202。此接合為可逆的，因為施加至夾緊電極 430 之靜電電壓的不連續可從微拾取陣列架座 202 移除接合並且釋放微拾取陣列 700。因此，微拾取陣列 700 暫時鄰接至微拾取陣列架座 202 以形成微裝置轉換系統 800。如上所述，根據靜電夾持器之原理，使用相反電荷之吸引，介電層形成在微拾取陣列架座 202 中之夾緊電極 430 上方及/或微拾取陣列 700 上之夾緊區域 724 上方。

【0106】 微拾取陣列架座 202 亦可與微拾取陣列 700 操作性結合。更特定言之，微拾取陣列 700 之基板靜電電壓源觸點 722 可與樞軸平臺靜電電壓源觸點 420 對準，並且鄰近樞軸平臺靜電電壓源觸點 420 置放。以此方式，經由微拾取陣列架座 202 將施加至基底靜電電壓源連接 433 的電壓轉換至電連接至基板靜電電壓源觸點 722 的樞軸平臺靜電電壓源觸點

420，並且轉換至靜電轉換頭陣列 703。因此，微拾取陣列架座 202 及微拾取陣列 700 可經電連接以使靜電電壓能夠經由操作電壓路徑從基底靜電電壓源連接 433 被施加至轉換頭陣列 703，以在微裝置陣列上產生靜電夾緊力。

【0107】 在彼等部件結合以形成微裝置轉換系統 800 時，可將熱量從微拾取陣列架座 202 輸送至微拾取陣列 700 及/或至由微拾取陣列 700 抓握之微裝置陣列。如第 8A 圖中所圖示，在一實施例中，微拾取陣列架座 202 上之加熱觸點 480 可將電流經由加熱導線 482 轉繼至樞軸平臺 404 上之加熱元件 484（如第 8B 圖中所示）。以此方式，可電阻式加熱加熱元件 484。因此，來自微拾取陣列架座 202 之底表面上之加熱元件 484 的熱量可經由樞軸平臺 404 轉換至微拾取陣列 700。此外，輸送至微拾取陣列 700 的熱量可經由靜電轉換頭 210 逸散到由靜電轉換頭 210 抓握的微裝置陣列。

【0108】 參照第 8B 圖，圖示了根據本發明之實施例之包括與微拾取陣列靜電接合之微拾取陣列架座之微裝置轉換系統的側視圖圖解。微拾取陣列 700 可包括被置放成分別與靜電電壓源觸點 420 及夾緊電極 430 電通訊的基板靜電電壓源觸點 722 及夾緊區域 724。如上文所論述，靜電電壓源觸點 420 及夾緊電極 430 可分別與基底靜電電壓源觸點 433 及基底夾緊觸點 442 互連。此外，帶狀電纜 460 可將電壓從外部部件（諸如，轉換頭組件 206 之靜電電壓源）提供至基底靜電電壓源觸點 433 及基底夾緊觸點 442。因此，完整的電路徑在靜電電壓源與基板之間形成。

【0109】 在替代性實施例中，帶狀電纜 462 可與微拾取陣列架座 202 之底表面上的一或更多個觸點電連接。舉例而言，帶狀電纜 462 可將電流提供給加熱觸點 480，且可經由加熱導線 482 轉繼電流以提高加熱元件 484 之溫度。以此方式，熱量可從加熱元件 484 經由樞軸平臺 404 被轉換至微拾取陣列 700。

【0110】 在替代性實施例中，在基底靜電電壓源觸點 433 或基底夾緊觸點 442 位於微拾取陣列架座 202 之底表面上（諸如，其在第 8A 圖中的位置）時，帶狀電纜 462 之電導線可與該基底靜電電壓源觸點 433 或該基底夾緊觸點 442 連接。在此情況下，經由帶狀電纜 462 輸送的操作電壓及夾緊電壓隨後可經由通孔及跡線轉換至微拾取陣列架座 202 之頂表面上的靜電電壓源觸點 420 及夾緊電極 430。

【0111】 參照第 9A 圖，圖示了根據本發明之實施例之包括與微拾取陣列永久接合之微拾取陣列架座之微裝置轉換系統的側視圖圖解。微拾取陣列 700 可永久接合至微拾取陣列架座 202 以形成微裝置轉換系統 900。微拾取陣列架座 202 可包括接合墊 500。接合墊 500 可由包括聚合物、焊料、金屬及其他黏接劑之各種材料形成。為了進一步促進接合，除接合墊 500 之外或替代接合墊 500，接合墊 502 可形成在基板 702 上。在一實施例中，接合墊 500 及/或 502 由金屬材料形成且基板微拾取陣列架座 202 及微拾取陣列 700 經由熱壓接合以接合在一起。因此，在至少一個實施例中，微拾取陣列 700 可永久鄰接微拾取陣列架座 202 以形成微裝置轉換系統 900。在永

久接合微拾取陣列架座 202 與微拾取陣列 700 之前，彼等部件之電觸點可經對準以確保被接合部件保持彼此電連接。更特定言之，樞軸平臺靜電電壓源觸點 420 與基板靜電電壓源觸點 722 之對準為對準的。

【0112】 在彼等部件結合以形成微裝置轉換系統 900 時，可將熱量從微拾取陣列架座 202 輸送至微拾取陣列 700 及/或至由微拾取陣列 700 抓握之微裝置陣列。如第 9A 圖中所圖示，在一實施例中，微拾取陣列架座 202 上之加熱觸點 480 可將電流經由加熱導線 482 轉繼至加熱元件 484。加熱元件 484 可由電流電阻式加熱，且熱量可因此從微拾取陣列架座 202 之底表面上的加熱元件 484 經由樞軸平臺 404 轉換至微拾取陣列 700。

【0113】 在替代性實施例中，在基底靜電電壓源觸點 433 位於微拾取陣列架座 202 之底表面上（諸如，其在第 9A 圖中的位置）時，帶狀電纜 462 之電導線可與該基底靜電電壓源觸點 433 連接。在此情況下，經由帶狀電纜 462 輸送的操作電壓隨後可經由通孔及跡線轉換至微拾取陣列架座 202 之頂表面上的靜電電壓源觸點 420。

【0114】 參照第 9B 圖，圖示了根據本發明之實施例之包括與微拾取陣列永久接合之微拾取陣列架座之微裝置轉換系統的側視圖圖解。帶狀電纜 460 可被置放成與基底靜電電壓源觸點 433 電通訊以將電壓從外部部件（諸如，轉換頭組件 206 之靜電電壓源）經由微拾取陣列架座 202 與微拾取陣列 700 之各種跡線、觸點與連接提供到靜電轉換頭 703 中。

【0115】 在一實施例中，帶狀電纜 462 可將電流提供至加熱觸點 480，且可經由加熱導線 482 轉繼電流以提高加熱元件 484 之溫度。因此，熱量可從加熱元件 484 經由樞軸平臺 404 轉換至微拾取陣列 700。

【0116】 參照第 10A 圖，圖示了根據本發明之實施例之包括固持微拾取陣列架座與安裝在微拾取陣列架座上之微拾取陣列之轉換頭組件的微裝置轉換系統之一部分的橫截面側視圖圖解。如上所述，微拾取陣列 700 可經由暫時接合或永久接合附接至微拾取陣列架座 202。類似地，微拾取陣列架座 202 可以多種方式與轉換頭組件 206 結合。舉例而言，可氣動地、靜電地或機械地形成附接。

【0117】 在一實施例中，微拾取陣列架座 202 可抵靠轉換頭組件之安裝表面 208 置放，且轉換頭組件 206 之固持機構可被啟動以保持微拾取陣列架座 202。舉例而言，在至少一個實施例中，微拾取陣列架座 202 可藉由經由安裝表面 208 中之真空埠 1002 施加吸力以可釋放地附接並且與安裝表面 208 分離。真空埠 1002 可與真空源 1004 耦接以對抵靠安裝表面 208 置放之物件施加吸力。更特定言之，當微拾取陣列架座 202 抵靠安裝表面 208 定位時，可經由真空埠 1002 施加吸力以在一或多個真空通道 1006 內部產生負壓力。因此，可藉由真空通道 1006 與周圍大氣之間的壓力差推動微拾取陣列架座 202 抵靠安裝表面 208。因此，微拾取陣列架座 202 附接至安裝表面 208。當真空源斷接或真空通道 1006 中的負壓力不足以保持微拾取陣列架座 202 時，中斷附接且可釋放並且移除

微拾取陣列架座 202。

【0118】 在替代性實施例中，微拾取陣列架座 202 可藉由靜電力保持抵靠安裝表面 208。在此實施例中，不經由真空埠 1002 施加吸力至微拾取陣列架座 202，夾緊電極 1010 及導線 1007 可替代真空埠 1002 及真空通道 1006。靜電電壓可從替代真空源 1004 的靜電電壓源 1012 施加至夾緊電極 1010。在此實施例中，微拾取陣列架座 202 可包括夾緊區域 450。

【0119】 因此，當夾緊區域 450 鄰近夾緊電極 1010 置放時，可施加靜電力以保持微拾取陣列架座 202 抵靠安裝表面 208。

【0120】 可使用保持微拾取陣列架座 202 的多種其他方法，使得不需要使用真空或靜電夾緊部件。舉例而言，在又一實施例中，一或多個機械緊固件可用於保持微拾取陣列架座 202 抵靠安裝表面 208。作為實例，螺釘可置放在形成於基底 402 的通孔中並且擰進安裝表面 208 中的埋頭孔中，使得螺釘（例如，有帽螺釘）的頭將保持基底 402 抵靠安裝表面 208。或者，可使用夾具（諸如，彈簧加載的夾具）以抵靠安裝表面 208 緊固基底。在此情況下，夾具可在與接收微拾取陣列 700 之微拾取陣列架座 202 的側相同的側上將緊固負載施加至基底 402。其他機械保持特徵結構（諸如，銷）可用於保持微拾取陣列架座 202 抵靠安裝表面 208。另外，替代性接合機構（諸如，黏接劑）可用於保持微拾取陣列架座 202。舉例而言，適當的黏接劑可用於在安裝表面 208 與基底 402 之間形成接合，此係取決於用於形成轉換頭組件 206 及微拾取陣列架座 202 的材料。

【0121】 轉換頭組件 206 可包括用於將夾緊電壓提供至微拾取陣列架座 202 以固持微拾取陣列 700 的電互連。舉例而言，如上所述，微拾取陣列架座 202 可包括用於將抓握壓力施加至微拾取陣列 700 的夾緊電極 430。為了誘發此抓握壓力，轉換頭組件 206 可將靜電電壓提供至基底夾緊觸點 442。更特定言之，轉換頭組件 1002 之夾緊電壓源連接 1040 可提供從藉由佈線或其他電連接而連接至夾緊電壓源連接 1040 之靜電電壓源 1042 輸送的電壓。如上文所論述，輸送至夾緊電極 430 的靜電電壓允許微拾取陣列架座 202 與微拾取陣列 700 實體結合。

【0122】 在另一實施例中，可替代地使用真空保持微拾取陣列 700 抵靠微拾取陣列架座 202。舉例而言，在一實施例中，真空通道可貫穿轉換頭組件 206 及微拾取陣列架座 202，終止在與微拾取陣列 700 之背表面並置的真空埠中。由於使用本領域中已知的密封部件將真空通道對準並且密封在各個部件之介面處，該等真空通道可形成單個導管。此外，通道可貫穿微拾取陣列 700 之壁，例如，從基底 402 延伸、穿過樑 406 之長度並且進入樞軸平臺 404，最終終止在樞軸平臺 404 之安裝表面 205 處。在此實施例中，真空通道可連接至真空源（未圖示）以產生保持微拾取陣列 700 抵靠微拾取陣列架座 202 的吸力。

【0123】 轉換頭組件 206 亦可包括用於將操作電壓提供至微拾取陣列 700 的電互連。如上所述，靜電電壓可為微拾取陣列 700 之靜電轉換頭 703 以將抓握壓力施加至鄰近的微裝

置。為了誘發此抓握壓力，轉換頭組件 206 可經由微拾取陣列架座 202 將靜電電壓提供至基板靜電電壓源觸點 722。更特定言之，靜電電壓源連接 1060 可將靜電電壓從藉由各種佈線或其他電互連與靜電電壓源連接 1060 連接的靜電電壓源 1062 提供至基底靜電電壓源觸點 433。如上文所論述，輸送至基底靜電電壓源觸點 433 的靜電電壓可經由操作電壓路徑中的各種通孔、跡線與連接傳播至靜電轉換頭 703。

【0124】 轉換頭組件 206 可進一步包括用於將加熱電流提供至微拾取陣列架座 202 的電互連。如上所述，可將電流引入至加熱觸點 480 以提高加熱元件 484 之溫度。微拾取陣列架座 202 之加熱觸點 480 可被置放成與轉換頭組件 206 之加熱連接 1090 電連接以接收電流。更特定言之，加熱連接 1090 可經由加熱連接導線 1092 轉換由加熱電流源 1094 提供的電流。如上文所論述，使電流流過加熱元件 484 致使元件產生轉換至安裝在微拾取陣列架座 202 上之微拾取陣列 700 的熱量。更特定言之，可將熱量從加熱元件 484 轉換至被置放成與微拾取陣列 700 上之靜電轉換頭陣列 703 接觸的微裝置。

【0125】 轉換頭組件 206 可進一步包括凹面 1020，該凹面 1020 通常經配置以在樞軸平臺 404 相對於基底 402 偏轉時與樞軸平臺 404 及樑 406 對準並且接收樞軸平臺 404 及樑 406。舉例而言，凹面 1020 及側壁輪廓 1104 形成在轉換頭組件 206 之安裝表面 208 內部以形成空腔。因此，樞軸平臺 404 可在安裝表面 208 中的空腔上方浮動，使用如上所述之保持技術的一或更多者例如剛性保持基底 402。

【0126】 微裝置轉換系統 200 亦可包括感測器 1030 以偵測微拾取陣列架座 202 之偏轉。在一實施例中，感測器 1030 相對於轉換頭組件 206 為固定的。更特定言之，感測器 1030 可包括擰進從凹面 1020 延伸之感測器通道 1032 中的螺紋主體。此外，感測器 1030 可包括探測器 1034，該探測器 1034 經配置以在樞軸平臺 404 之方向上延伸到凹面 1020 之外。因此，當微拾取陣列架座 202 之樞軸平臺 404 未經偏轉時，感測器 1030 之探測器 1034 將保持在延伸狀態中。感測器 1030 可為接觸感測器且探測器 1034 可為接觸感測器之彈簧加載的探測器。接觸感測器可作為開關或反饋機構。舉例而言，感測器 1030 可為當探測器 1034 處於伸展位置時處於正常開啟狀態的開關。

【0127】 在一實施例中，感測器 1030 可有效地為開路之觸點。在此類情況下，當藉由樞軸平臺 404 或微拾取陣列架座 202 之另一導電部分觸動觸點時，開路可關閉。更特定言之，源可提供電壓至從源之正端子延伸至感測器 1030 的導線。此外，導線可從源之負端子延伸至微拾取陣列架座 202 之表面。表面可為金屬化的例如以提高局部傳導率。因此，當感測器 1030 接觸微拾取陣列架座 202 之表面時，電路可關閉且電流流過電路。此電流可由外部感測器（例如，由電流感測器）感測，該外部感測器隨後將信號輸送至指示微拾取陣列架座 202 是否偏轉成與感測器 1030 接觸的電腦系統 150。

【0128】 接觸感測器僅為可用於偵測微拾取陣列架座 202 之偏轉之感測器的一個實例。舉例而言，包括能夠感測遠端物

件之絕對位置之雷射干擾計的非接觸式感測器可用於偵測樞軸平臺 404 何時轉離起始位置及/或進入與凹面 1020 之接觸。在其他實施例中，感測器 1030 可包括近接感測器、光學感測器及超音波感測器。

【0129】 此等感測器之一或更多者可決定樞軸平臺 404 之移動，而不充當在樞軸平臺 404 偏轉時防止該樞軸平臺 404 之額外移動的硬停。換言之，感測器 1030（無論接觸型或非接觸型）可偵測樞軸平臺 404 之移動，而不阻擋樞軸平臺 404 之偏轉。

【0130】 感測器 1030 可提供輸入及反饋至控制質量轉換工具 100 之各種致動器的電腦系統 150。舉例而言，感測器 1030 可與電腦系統 150 之 I/O 埠連接以輸送與正處於開啟或關閉狀態之感測器 1030 相關的信號。基於感測器 1030 狀態，電腦系統 150 可決定是否滿足特定條件（例如，微拾取陣列架座 202 是否在偏轉條件下），且因此可提供控制信號至致動器或中間運動控制器以調節質量轉換工具 100 之移動。

【0131】 參照第 10B 圖，圖示了根據本發明之實施例之包括固持微拾取陣列架座與安裝在微拾取陣列架座上之微拾取陣列之轉換頭組件之微裝置轉換系統之一部分的橫截面側視圖圖解。可以上文關於第 10A 圖描述之方式（諸如，機械緊固、黏接劑、真空、靜電等）中的任一方式保持第 10B 圖所圖示之微拾取陣列架座 202 抵靠轉換頭組件之安裝表面 208。第 10B 圖所圖示之轉換頭組件 206 的電互連及供應線可變化以併入帶狀電纜。更特定言之，帶狀電纜 460 可包括使基底靜

電電壓源觸點 433 與靜電電壓源連接 1060 互連之電線，以及使基底夾緊觸點 442 與夾緊電壓源連接 1040 互連之電線。因此，電壓可從靜電電壓源 1062 及 1042 分別提供至基底靜電電壓源觸點 433 及基底夾緊觸點 442。此外，帶狀電纜 462 可包括使加熱觸點 480 與加熱連接 1090 互連之電線。因此，電流可從加熱電流源 1094 提供至加熱觸點 480。帶狀電纜 460 及 462 亦可用於出於各種目的在轉換頭組件 206 與微拾取陣列架座 202 之間傳達電信號。舉例而言，帶狀電纜 460 及 462 可用於轉換來自置放在微拾取陣列架座 202 或微拾取陣列 700 之表面上的感測器（諸如，溫度感測器 440）的電信號。因此，在一實施例中，微拾取陣列架座 202 不包括將電壓或電流從轉換頭組件 206 轉換至微拾取陣列 700 的通孔。

【0132】 參照第 11 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有偵測微拾取陣列架座之偏轉之多個感測器之轉換頭組件的透視圖圖解。數個感測器 1030 可位於轉換頭組件 206 上的各個位置處。舉例而言，感測器 1030a-1030d 可位於安裝表面 208 之凹部的每一轉角，亦即凹面 1020 的每一轉角。多個感測器 1030 提供對微拾取陣列架座 202 之偏轉的更多回應，因為每一感測器 1030 可感測微拾取陣列架座 202 之不同區域的偏轉。舉例而言，在凹面 1020 之一個轉角中的感測器 1030a 可感測樞軸平臺 404 之一個轉角的偏轉，而凹面 1020 之另一轉角中的感測器 1030 可感測樞軸平臺 404 之另一轉角的偏轉。以此方式，可偵測樞軸平臺 404 相對於基底 402 之不均勻偏轉。

【0133】如上所述，樞軸平臺 404 可具有小於凹部輪廓 1104 之輪廓，以確保樞軸平臺 404 能夠偏轉。同樣地，由虛線指示之基底 402 的基底輪廓 1202 可具有大於凹部輪廓 1104 的輪廓，因此即使在偏轉力施加至樞軸平臺 404 時，基底 402 可相對於安裝表面 208 保持剛性固定。亦即，可由安裝表面 208 並置基底 402 以阻止基底 402 移動並且促進基底 402 與偏轉的樞軸平臺 404 之間的相對移動。儘管如此，在至少一個實施例中，基底 402 的一部分可小於凹部輪廓 1104，同時仍允許樞軸平臺 404 相對於基底 402 移動。

【0134】參照第 12 圖，圖示了根據本發明之實施例之示出微裝置轉換系統之一部分的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統包括固持微拾取陣列架座與安裝在微拾取陣列架座上之微拾取陣列之轉換頭組件，其中轉換頭組件具有偵測微拾取陣列之偏轉之多個感測器。進一步關於上文提供之描述，基底 402 可包括具有大於或等於此處由凹部之壁指示之凹部輪廓 1104 的輪廓的內邊緣 1202。此外，樞軸平臺 404 包括具有小於凹部輪廓 1104 之輪廓的外邊緣 1204。同樣地，樑 406 可包括具有小於凹部輪廓 1104 之輪廓的外邊緣 1206。

【0135】感測器 1210 與感測器 1212 圖示為與樞軸平臺 404 之相對轉角對準。因此，感測器 1210 及 1212 將個別地感測樞軸平臺 404 之偏轉，並且提供與樞軸平臺 404 位置相關的反饋。更特定言之，若鄰近於外邊緣 1204 之樞軸平臺 404 的轉角偏轉，則此舉將觸發感測器 1212，此舉可觸發作為至電腦系統 150 之輸入的信號，或可充當直接控制馬達或其他致

動器的開關，該馬達或其他致動器控制微裝置轉換系統相對於載體基板或接收基板的運動。類似地，若鄰近於外邊緣 1204 之樞軸平臺 404 的轉角偏轉，則此舉將觸發感測器 1210 控制運動。

【0136】 參照第 13 圖圖示了根據本發明之實施例之示出微裝置轉換系統之一部分的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統包括固持微拾取陣列架座與安裝在微拾取陣列架座上之微拾取陣列之轉換頭組件及朝向轉換頭組件上之感測器偏轉的微拾取陣列架座。此實施例圖示樞軸平臺 404 處於偏轉狀態的情況。例如，當微拾取陣列 700 之靜電轉換頭陣列 703 進入與微裝置陣列、載體基板、接收基板或另一外部物件的接觸時，此類偏轉可發生。置放在靜電轉換頭陣列 703 上的壓力致使樞軸平臺 404 及樑 406 之偏轉。因此，彼等部件可移動進入安裝表面 208 之凹部輪廓 1104，最終接觸並且觸發感測器 1210 及 1212。儘管樞軸平臺 404 圖示為與凹面 1020 齊平，但是樞軸平臺 404 可傾斜。舉例而言，靜電轉換頭陣列 703 可接觸不與凹面 1020 平行的載體基板平面，並且因此，在樞軸平臺 404 偏轉進入凹部 1020 時，此舉可傾斜並且觸發感測器之僅一者，或使一個感測器比另一感測器更多地壓低。感測器 1210 及 1212 可經配置以感測樞軸平臺 404 之此類不均勻偏轉並且提供反饋以據此控制質量轉換工具 100 之運動。

【0137】 參照第 14 圖，圖示了根據本發明之實施例之示出從載體基板拾取微裝置陣列之方法的流程圖。出於說明性目

的，亦參照第 15A-15D 圖所圖示之實施例進行第 14 圖之以下描述。在操作 1401 中，朝向載體基板 302 移動轉換頭組件 206。參照第 15A 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有朝向載體基板移動之轉換頭組件之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解。微拾取陣列 700 可安裝在微拾取陣列架座 202 上，固持該微拾取陣列架座 202 抵靠轉換頭組件 206。如圖所圖示，樞軸平臺 404 可未偏轉，在樞軸平臺 404 之上表面與一或多個感測器 1212 之間具有間隙。此外，圖示在於靜電轉換頭陣列 703 與在載體基板 302 上載送之微裝置陣列 1501 之間產生接觸之前的微裝置轉換系統，且因此，在彼等部件之間存在間隙。在此狀態中，轉換頭組件 206 可與質量轉換工具 100 之各個致動器連接，該等致動器在電腦系統 150 之直接或間接控制下使轉換頭組件 206 朝向載體基板 302 移動。

【0138】 再次參照第 14 圖，在操作 1405 中，在微拾取陣列 700 上載送之靜電轉換頭 703 接觸在載體基板 302 上之微裝置陣列 1501。參照第 15B 圖，圖示了根據本發明之實施例之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統具有與載體基板上之微裝置陣列接觸的靜電轉換頭陣列。作為實例，質量轉換工具 100 致動器使轉換頭組件 206 朝向載體基板 302 移動，直到微裝置陣列 1501 與靜電轉換頭 703 之間的間隙關閉。然而，樞軸平臺 404 保持未偏轉的，因此感測器 1212 與樞軸平臺 404 之上表面 405 之間的間隙保持第 15A 圖中所示之狀態下而未改變。儘管圖示成對準，但是此時，一或多個靜電轉換頭 703 可不與微裝置陣列 1501 接觸。

【0139】 再次參照第 14 圖，在操作 1410 中，在轉換頭組件 206 繼續朝向載體基板移動時，微拾取陣列架座 202 之樞軸平臺 404 朝向轉換頭組件 206 偏轉。參照第 15C 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有朝向轉換頭組件偏轉之微拾取陣列架座之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解。如圖所圖示，樞軸平臺 404 之上表面 405 接觸並且壓低一或多個感測器 1212。基底 402 保持與轉換頭組件 206 之安裝表面 208 接觸。然而，樑 406 已經彎曲及/或扭動以使得樞軸平臺 404 能夠朝向一或多個感測器 1212 偏轉。

【0140】 再次參照第 14 圖，在操作 1415 中，感測樞軸平臺 404 之偏轉。如第 15C 圖中所圖示，由樞軸平臺 404 之上表面接觸並且壓低感測器 1212。感測器 1212 之壓低可觸發至電腦系統 150 的信號傳輸，該信號指示樞軸平臺 404 已偏轉。感測器 1212 可偵測在樞軸平臺 404 上的單個位置。因此，在一實施例中，感測器 1212 指示樞軸平臺 404 是否已偏轉，但是不可指示偏轉在整個樞軸平臺 404 上是否為均勻的。然而，在替代性實施例中，可使用數個感測器 1212，且因此，關於樞軸平臺 404 之方位的額外資訊可經評價並且經提供至電腦系統 150 以進一步控制質量轉換工具 150 及微裝置轉換系統之移動。

【0141】 在操作 1420 中，可停止轉換頭組件 206 與載體基板 302 之間的相對移動。在一實施例中，如第 15C 圖中所圖示，樞軸平臺 404 在上表面 405 幾乎與凹面 1020 平行的情況下偏轉。然而，在其他實施例中，樞軸平臺 404 可相對於凹面 1020

傾斜。可在偵測到樞軸平臺 404 之偏轉之後立即停止轉換頭組件 206 與載體基板 302 之間的相對移動，或可在偵測之後並且在停止相對移動之前繼續轉換頭組件 206 之移動。舉例而言，電腦系統 150 可控制質量轉換工具 100 之致動器以在偵測到偏轉之後使轉換頭組件 206 移動預定時間或距離。偵測之後的運動的此額外範圍可確保在全部或幾乎全部靜電轉換頭與微裝置之間產生完全接觸。因此，偏轉之偵測可為導致停止轉換頭組件 206 之移動的一連串輸入中的輸入。

【0142】 根據本發明之實施例，從一或多個感測器 1212 獲得之資訊可用於以各種方式操作質量轉換工具 100。在一個實施例中，可以驅動接觸方式操作工具，其中轉換頭組件 206 與載體基板之間的相對移動僅在全部感測器已偵測到偏轉時停止。在另一實施例中，在特定數目之感測器已偵測到偏轉之後，相對移動繼續一設定距離。例如，一旦第一感測器或所有感測器已偵測到偏轉，相對移動可繼續一設定距離，諸如 10 nm 至 1 μm。設定距離可基於微裝置之大小、靜電轉換頭之大小以及微拾取陣列架座 202 之大小及彈性模數而改變。在另一實施例中，一有任何感測器偵測到偏轉就停止相對移動。在又一實施例中，在偵測僅感測器子集之偏轉之後，轉換頭組件 206 可被致動以藉由傾側或傾斜轉換頭組件 206 使樞軸平臺 404 與載體基板平面進一步對準。

【0143】 仍參照第 15C 圖，可在每一靜電轉換頭 703 與並置微裝置 1501 接觸的情況下停止轉換頭組件 206 之移動。在一些實施例或情況中，此舉可不發生。然而，在至少一個實施

例中，樞軸平臺 404 之偏轉促進此均勻接觸以允許完全轉換微裝置陣列 1501，而不損害靜電轉換頭 703 或微裝置 1501。

【0144】 再次參照第 14 圖，在操作 1425 中，可將電壓施加至靜電轉換頭陣列 703 以在載體基板 302 上之對應微裝置陣列 1501 上產生抓握壓力。如第 15C 圖中所圖示，在靜電轉換頭 703 被置放成與微裝置 1501 接觸的情況下，可經由微拾取陣列架座 202 及微拾取陣列 700 之各個觸點及連接器（例如，通孔及跡線）將靜電電壓施加至靜電轉換頭 703。更特定言之，可從靜電電壓源 1062 傳送電壓，經由轉換頭組件 206 之靜電電壓源連接 1060，經由基底靜電電壓源連接 433 及樞軸平臺靜電電壓源觸點 420，在到達靜電轉換頭 703 之前進入基板靜電電壓源觸點 722。因此，將抓握壓力從靜電轉換頭陣列 703 施加至微裝置陣列 1501。

【0145】 再次參照第 14 圖，在操作 1430 中，從載體基板 302 拾取在載體基板 302 上之微裝置陣列。參照第 15D 圖，圖示了根據本發明之實施例之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統具有從載體基板拾取微裝置陣列的靜電轉換頭陣列。質量轉換工具 100 之致動器可受電腦系統 150 控制以致使轉換頭組件 206 從載體基板 302 回縮。在回縮期間，在樑 406 釋放儲存能量並且彈回至初始配置時，樞軸平臺 404 可朝向未偏轉狀態返回。同時，感測器 1212 可延伸通過凹面 1020 到達初始配置。在拾取期間，提供至靜電轉換頭 703 的靜電電壓持續，因此，微裝置 1501 保持在靜電轉換頭 703 上，並且一旦轉換頭組件 206 充分回縮，從載體基板 302

移除微裝置 1501。

【0146】 在關於第 14 圖描述之拾取製程期間，可加熱微拾取陣列架座 202 上的加熱元件 484。舉例而言，加熱元件 484 可經電阻式加熱以將熱量轉換至微拾取陣列 700 並且轉換至與靜電轉換頭 210 接觸的微裝置。熱量傳遞可在從載體基板 302 拾取微裝置陣列之前、期間及之後發生。

【0147】 在從載體基板 302 拾取微裝置 1501 之後，質量轉換工具 100 可受電腦系統 150 控制以使微裝置 1501 朝向接收基板移動以完成微裝置之轉換。舉例而言，質量轉換工具 100 之致動器及感測器可用於將轉換頭組件 206 定位在由接收基板固持器 124 固持的接收基板上方。在重定位轉換頭組件 206 以準備轉換之後，可執行以下製程。

【0148】 參照第 16 圖，圖示了根據本發明之實施例之示出將微裝置陣列釋放至接收基板上之方法的流程圖。出於說明性目的，亦參照第 17A-17C 圖所圖示之實施例進行第 16 圖之以下描述。在操作 1601 中，朝向接收基板固持器 124 上之接收基板移動轉換頭組件 206。參照第 17A 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有朝向接收基板移動之轉換頭組件之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解。樞軸平臺 404 可未偏轉，在樞軸平臺 404 之上表面 405 與一或多個感測器 1212 之間具有間隙。微拾取陣列 700 可安裝在微拾取陣列架座 202 上，以如上所述之方式中之一者保持該微拾取陣列架座 202 抵靠轉換頭組件 206。此外，靜電轉換頭陣列 703 抓握微裝置陣列 1501，然而，在微裝置陣列 1501 與接收基板 1702 之間存在

間隙。在此狀態中，可在電腦系統 150 的控制下藉由質量轉換工具 100 使轉換頭組件 206 朝向接收基板 1702 移動。

【0149】 再次參照第 16 圖，在操作 1605 中，由靜電轉換頭 703 載送之微裝置陣列接觸接收基板。微拾取陣列 700 可安裝在微拾取陣列架座 202 上，可以如上所述之方式中之一者固持該微拾取陣列架座 202 抵靠轉換頭組件 206。參照第 17B 圖，圖示了根據本發明之實施例之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統具有載送接觸接收基板之微裝置陣列的靜電轉換頭陣列。轉換頭組件 206 朝向接收基板 1702 移動，直到微裝置陣列 1501 與接收基板 1702 之間的間隙關閉。然而，樞軸平臺 404 保持未偏轉的，因此感測器 1212 與樞軸平臺 404 之上表面之間的間隙保持第 17A 圖中所示之狀態下而未改變。儘管圖示為對準，但是此時，一或多個微裝置 1501 可不與接收基板 1702 接觸。

【0150】 再次參照第 16 圖，在操作 1610 中，在轉換頭組件 206 繼續朝向載體基板移動時，微拾取陣列架座 202 之樞軸平臺 404 朝向轉換頭組件 206 偏轉。參照第 17C 圖，圖示了根據本發明之實施例之具有朝向轉換頭組件偏轉之微拾取陣列架座之微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解。如圖所圖示，樞軸平臺 404 之上表面 405 接觸並且壓低一或多個感測器 1212。基底 402 保持與轉換頭組件 206 之安裝表面 208 接觸。然而，樑 406 已經彎曲及/或扭動以遠離接收基板 1702 偏轉，使得樞軸平臺 404 朝向一或多個感測器 1212 偏轉。

【0151】 再次參照第 16 圖，在操作 1615 中，可感測樞軸平

臺 404 之偏轉。如第 17C 圖中所圖示，由樞軸平臺 404 之上表面接觸並且壓低感測器 1212。感測器 1212 之壓低可觸發至電腦系統 150 的信號傳輸，該信號指示樞軸平臺 404 已偏轉。感測器 1212 可偵測在樞軸平臺 404 上的單個位置。因此，在一實施例中，感測器 1212 指示樞軸平臺 404 是否已偏轉，但是不可指示偏轉在整個樞軸平臺 404 上是否為均勻的。然而，在替代性實施例中，可使用數個感測器 1212，且因此，關於樞軸平臺 404 之方位的額外資訊可經評價並且提供至電腦系統 150 以控制質量轉換工具 150 及微裝置轉換系統之移動。

【0152】 在一實施例中，諸如第 17C 圖中所圖示之一者，樞軸平臺 404 在上表面 405 幾乎與凹面 1020 平行的情況下偏轉。然而，在其他實施例中，樞軸平臺 404 可相對於凹面 1020 傾斜。在轉換頭組件 206 與載體基板 302 之間的相對移動可在各種實施例中之操作 1620 處停止。舉例而言，相對移動可在偵測到樞軸平臺 404 之偏轉之後立即停止，或轉換頭組件 206 之移動可在偵測之後繼續。電腦系統 150 可控制質量轉換工具 100 以在偵測偏轉之後使轉換頭組件 206 移動一預定時間或距離。偵測之後的運動的此額外範圍可確保在全部或幾乎全部微裝置與接收基板之間產生完全接觸。因此，偏轉之偵測可為導致停止轉換頭組件 206 之移動的一連串輸入中的一輸入。

【0153】 根據本發明之實施例，從一或多個感測器 1212 獲得之資訊可用於以各種方式操作質量轉換工具 100。在一個實施例中，可以驅動接觸方式操作工具，其中轉換頭組件 206

與接收基板之間的相對移動僅在全部感測器已偵測到偏轉時停止。在另一實施例中，在特定數目之感測器已偵測到偏轉之後，相對移動繼續一設定距離。例如，一旦第一感測器或所有感測器已偵測到偏轉，則相對移動可繼續一設定距離，諸如 10 nm 至 1 μm。設定距離可基於微裝置之大小、靜電轉換頭之大小以及微拾取陣列架座 202 之大小及彈性模數而改變。在另一實施例中，一有任何感測器偵測到偏轉就停止相對移動。在又一實施例中，在偵測僅一感測器子集之偏轉之後，轉換頭組件 206 可被致動以藉由傾側或傾斜轉換頭組件 206 或接收基板使樞軸平臺 404 與接收基板平面進一步對準。

【0154】 再次參照第 16 圖，在操作 1625 中，可將熱量施加至微裝置陣列。舉例而言，加熱元件 484 可如上所述經電阻式加熱以使熱量經由微拾取陣列架座 202 轉換進入與微裝置 1501 並置之靜電轉換頭陣列 703。可在關於第 16 圖描述的整個置放製程中加熱微裝置 1501。以此方式維持微拾取陣列架座 202 之高溫可避免起因於操作環境中之溫度變化的一些問題。然而，更特定言之，可在感測到樞軸平臺 404 之偏轉之後及/或在微裝置 1501 與接收基板 1702 接觸之後加熱微裝置 1501。在一實施例中，將陣列中之每一靜電轉換頭 703 均勻加熱例如至 50 攝氏溫度、180 攝氏溫度、200 攝氏溫度或甚至高達 350 攝氏溫度之溫度。此等溫度可致使微裝置 1501 與接收基板 1702 之間的熔融或擴散。

【0155】 再次參照第 16 圖，在操作 1630 中，可從靜電轉換頭陣列 703 移除電壓。如第 17C 圖中所圖示，在微裝置 1501

與接收基板 1702 接觸的情況下，可從靜電轉換頭 703 移除靜電電壓。舉例而言，經由各個觸點及連接器（例如，微拾取陣列架座 202 之通孔及跡線）將靜電電壓施加至靜電轉換頭 703，且可中斷或移除微拾取陣列 700。

【0156】 再次參照第 16 圖，在操作 1635 中，可將微裝置陣列釋放至接收基板上。參照第 17D 圖，圖示了根據本發明之實施例的微裝置轉換系統的橫截面側視圖圖解，該微裝置轉換系統將微裝置陣列從靜電轉換頭陣列釋放至接收基板。在從靜電轉換頭 703 移除靜電電壓之後，靜電轉換頭 703 與微裝置 1501 之間的抓握壓力衰減，且因此微裝置 1501 可被釋放到接收基板 1702 之鄰接面上。在釋放微裝置 1501 之後，質量轉換工具 100 可受控制以從接收基板 1702 回縮轉換頭組件 206。在回縮期間，在樑 406 彈回至初始配置時，樞軸平臺 404 可朝向未偏轉狀態返回。同時，感測器 1212 可延伸通過凹面 1020 到達初始配置。

【0157】 轉換頭組件 206 可繼續舉升遠離接收基板 1702。因此，在微裝置 1501 釋放到接收基板 1702 上時，間隙將出現在靜電轉換頭 703 與微裝置 1501 之間。隨後，如上所述，轉換頭組件 206 可向後朝向載體基板 302 移動以藉由轉換另一微裝置陣列 1501 繼續轉換製程。

【0158】 參照第 18 圖，第 18 圖圖示根據本發明之實施例之可使用之示例性電腦系統的示意圖。本發明之實施例的部分由駐留例如在電腦控制系統 150 之機器可用媒體中之非暫時性機器可讀取且機器可執行指令組成或控制。電腦系統 150

為示例性的，且本發明之實施例可在多個不同電腦系統上或內部操作，或受該等多個不同電腦系統控制，該等電腦系統包括通用網路電腦系統、嵌入式電腦系統、路由器、開關、伺服器裝置、客戶端裝置、各種中間裝置/節點、獨立電腦系統等。

【0159】 第 18 圖之電腦系統 150 包括用於傳達資訊之位址/資料匯流排 1810，以及耦接至匯流排 1810 用於處理資訊及指令的中央處理器單元 1801。系統 150 亦包括資料儲存特徵結構，諸如耦接至匯流排 1810 用於儲存用於中央處理器單元 1801 之資訊及指令的電腦可用揮發性記憶體 1802（例如，隨機存取記憶體(RAM)）、耦接至匯流排 1810 用於儲存用於中央處理器單元 1801 之靜態資訊及指令的電腦可用非揮發性記憶體 1803（例如，唯讀記憶體(ROM)），以及耦接至匯流排 1810 用於儲存資訊及指令之資料儲存裝置 1804（例如，磁碟或光碟及磁碟機）。本發明實施例之系統 150 亦包括可選文數輸入裝置 1806，該文數輸入裝置 1806 包括耦接至匯流排 1810 用於將資訊及命令選擇傳達至中央處理器單元 1801 的文數及功能鍵。系統 150 亦視情況包括耦接至匯流排 1810 用於將使用者輸入資訊及命令選擇傳達至中央處理器單元 1801 的可選遊標控制裝置 1807。本發明實施例之系統 150 亦包括耦接至匯流排 1810 用於顯示資訊的可選顯示裝置 1805。

【0160】 資料儲存裝置 1804 可包括非暫時性機器可讀取儲存媒體 1808，體現本文描述之方法或操作之任意一或更多者的一或更多個指令集（例如，軟體 1809）保存在該非暫時性

機器可讀取儲存媒體 1808 上。軟體 1809 在由亦組成非暫時性機器可讀取儲存媒體之電腦系統 150、揮發性記憶體 1802、非揮發性記憶體 1803 及處理器 1801 執行期間亦可完全或至少部分地駐留在揮發性記憶體 1802、非揮發性記憶體 1803 內部及/或處理器 1801 內部。

【0161】 在上述說明書中，已參照本發明之特定示例性實施例描述了本發明。將顯而易見的是在不脫離如以下申請專利範圍闡述之本發明之較廣泛精神及範疇的情況可對本發明作出各種修改。因此，說明書與附圖應以說明性而非限制性意義來考慮。

【符號說明】

【0162】

100 質量轉換工具

108 載體基板固持器

124 接收基板固持器

150 電腦系統

200 微裝置轉換系統

202 微拾取陣列架座

204 微拾取陣列

205 安裝表面

206 轉換頭組件

208 安裝表面

210 靜電轉換頭陣列

302 載體基板

304 角度

402 基底

404 樞軸平臺

405 上表面

406 樑

406' 樑

408 內樞軸

410 外樞軸

412 通道

414 內樞軸

414' 內樞軸

416 外樞軸

416' 外樞軸

420 靜電電壓源觸點

422 通孔結構

424 跡線

425 虛設跡線

430 夾緊電極

431 降落墊

432 通孔結構

433 基底靜電電壓源觸點

433 基底靜電電壓源觸點

434 跡線

440 溫度感測器

- 441 降落墊
442 基底夾緊觸點
450 夾緊區域
460 帶狀電纜
462 帶狀電纜
470 軸
472 軸
474 軸
480 加熱觸點
482 加熱導線
484 加熱元件
500 接合墊
502 接合墊
602 第一軸
604 軸
606 樑
608 樑
610 樑
612 樑
630 軸
700 微拾取陣列
702 基板
703 靜電轉換頭陣列
704 檯面結構

708 頂表面

712 電極

714 電極導線

716 介電層

718 頂部接觸表面

720 通孔

722 基板靜電電壓源觸點

724 夾緊區域

800 微拾取陣列系統

900 微裝置轉換系統

1002 真空埠

1004 真空源

1006 真空通道

1007 導線

1010 夾緊電極

1012 靜電電壓源

1020 凹面

1030 感測器

1030A 感測器

1030B 感測器

1030C 感測器

1030D 感測器

1032 感測器通道

1034 探測器

- 1040 夾緊電壓源連接
- 1042 靜電電壓源
- 1060 靜電電壓源連接
- 1062 靜電電壓源
- 1090 加熱連接
- 1092 加熱連接導線
- 1094 加熱電流源
- 1104 側壁輪廓
- 1202 基底輪廓
- 1204 外邊緣
- 1206 外邊緣
- 1210 感測器
- 1212 感測器
- 1401 操作
- 1405 操作
- 1410 操作
- 1415 操作
- 1420 操作
- 1425 操作
- 1430 操作
- 1501 微裝置
- 1601 操作
- 1605 操作
- 1610 操作

1615 操作

1620 操作

1625 操作

1630 操作

1635 操作

1702 接收基板

1801 中央處理器單元

1802 振發性記憶體

1803 非揮發性記憶體

1804 資料儲存裝置

1805 顯示裝置

1806 文數輸入裝置

1807 遊標控制裝置

1808 非暫時性機器可讀取儲存媒體

1809 軟體

1810 汇流排

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

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

申請專利範圍

1. 一種微拾取陣列架座，該微拾取陣列架座包含：
一樞軸平臺；
一基底，該基底橫向圍繞該樞軸平臺；
一樑，該樑在該樞軸平臺與該基底之間，其中該樑在一內樞軸處與該樞軸平臺耦接並且在外樞軸處與該基底耦接；
一加熱觸點，該加熱觸點在該基底上；及
一加熱元件，該加熱元件在該樞軸平臺上方與該加熱觸點電連接。
2. 如請求項 1 所述之微拾取陣列架座，
其中該外樞軸在一基底邊緣上且該內樞軸在一樞軸平臺邊緣上，並且其中該基底邊緣正交於該樞軸平臺邊緣；
進一步包含一第二樑，該第二樑藉由一第二基底邊緣上之一第二外樞軸與該基底耦接並且藉由一第二樞軸平臺邊緣上之一第二內樞軸與該樞軸平臺耦接。
3. 如請求項 1 所述之微拾取陣列架座，
其中該外樞軸在一基底邊緣上且該內樞軸在一樞軸平臺邊緣上，並且其中該基底邊緣正交於該樞軸平臺邊緣；
其中該樑在一第二內樞軸處與該樞軸平臺耦接並且在一二第二外樞軸處與該基底耦接；

其中該內樞軸從該第二內樞軸橫跨該樞軸平臺，並且其中該外樞軸從該第二外樞軸橫跨該樞軸平臺。

4. 如請求項 1 所述之微拾取陣列架座，該微拾取陣列架座進一步包含：

一樞軸平臺靜電電壓源觸點，該樞軸平臺靜電電壓源觸點在該樞軸平臺上；及

一基底靜電電壓源觸點，該基底靜電電壓源觸點在該基底上，該樞軸平臺靜電電壓源觸點與該基底靜電電壓源觸點電連接。

5. 如請求項 4 所述之微拾取陣列架座，該微拾取陣列架座進一步包含：

一跡線，該跡線從該樞軸平臺靜電電壓源觸點延伸，該樞軸平臺靜電電壓源觸點經由該跡線與該基底靜電電壓源觸點電連接。

6. 如請求項 1 所述之微拾取陣列架座，該微拾取陣列架座進一步包含：

在該樞軸平臺上之一夾緊電極(clamp electrode)；

在該基底上之一基底夾緊觸點，該夾緊電極與該基底夾緊觸點電連接；及

一跡線，該跡線從該夾緊電極延伸，該夾緊電極經由該跡線與該基底夾緊觸點電連接。

7. 如請求項 1 所述之微拾取陣列架座，該微拾取陣列架座進一步包含：

在該樞軸平臺上之一溫度感測器。

8. 如請求項 1 所述之微拾取陣列架座，其進一步包含：

一微拾取陣列，該微拾取陣列具有一基板，該基板支撐一靜電轉換頭陣列，該微拾取陣列可與該微拾取陣列架座結合。

9. 如請求項 8 所述之微拾取陣列架座，其中每一靜電轉換頭包含一檯面結構，該檯面結構包括一頂表面，該頂表面具有在 1 平方微米至 10000 平方微米之一範圍內之一表面積。

10. 如請求項 8 所述之微拾取陣列架座，其中：

該微拾取陣列進一步包括一電極，以及在該基板上之一基板靜電電壓源觸點，該基板靜電電壓源觸點與該電極電連接；及

該微拾取陣列架座進一步包括在該樞軸平臺上之一樞軸平臺靜電電壓源觸點以及在該基底上之一基底靜電電壓源觸點，該樞軸平臺靜電電壓源觸點與該基底靜電電壓源觸點電連接。

11. 如請求項 10 所述之微拾取陣列架座，其中：

該微拾取陣列架座進一步包括一第一跡線，該第一跡線從該樞軸平臺靜電電壓源觸點延伸，該樞軸平臺靜電電壓源觸點經由該第一跡線與該基底靜電電壓源觸點電連接；

該微拾取陣列進一步包括一第二跡線，該第二跡線從該基板靜電電壓源觸點延伸，該基板靜電電壓源觸點經由該第二跡線與該電極電連接；及

該基板靜電電壓源觸點與該樞軸平臺靜電電壓源觸點對準以將該電極置放成與該基底靜電電壓源觸點電連接。

12. 如請求項 8 所述之微拾取陣列架座，其進一步包含：

一基底夾緊觸點，該基底夾緊觸點在該基底上；及
一夾緊電極，該夾緊電極在該樞軸平臺上，該夾緊電極與該基底夾緊觸點電連接。

13. 如請求項 12 所述之微拾取陣列架座，其進一步包含：

一跡線，該跡線從該夾緊電極延伸，該夾緊電極經由該跡線與該基底夾緊觸點電連接；

其中該夾緊電極與該基板對準以在電壓從該基底夾緊觸點經由該跡線施加至該夾緊電極時使該微拾取陣列靜電接合至該樞軸平臺。

14. 如請求項 12 所述之微拾取陣列架座，其進一步包含：

一轉換頭組件，該轉換頭組件包括一安裝表面；

其中當該基底安裝在該安裝表面上且該微拾取陣列安裝在該樞軸平臺上時，該樞軸平臺朝向該轉換頭組件為可偏轉的。

15. 如請求項 14 所述之微拾取陣列架座，其中該轉換頭組件進一步包括一感測器以偵測該樞軸平臺朝向該轉換頭組件之偏轉。

16. 如請求項 14 所述之微拾取陣列架座，其中：

該轉換頭組件進一步包括一靜電電壓源連接；

該微拾取陣列架座進一步包括一樞軸平臺靜電電壓源觸點及一基底靜電電壓源觸點；及

該微拾取陣列進一步包括一基板靜電電壓源觸點；

其中該靜電電壓源連接與該基底靜電電壓源觸點對準，且其中該樞軸平臺靜電電壓源觸點與基板靜電電壓源觸點對準。

17. 如請求項 16 所述之微拾取陣列架座，其中：

該轉換頭組件進一步包括一真空埠及一夾緊電壓源連接，該真空埠與一真空源耦接以將吸力施加至該微拾取陣列架座；及

該微拾取陣列架座進一步包括在該樞軸平臺上之一夾緊電極以將一靜電力施加至該微拾取陣列；

其中該微拾取陣列架座進一步包括在該基底上之一基底夾緊觸點，該夾緊電極與該基底夾緊觸點電連接；

其中該微拾取陣列架座進一步包括從該夾緊電極延伸之一跡線，該夾緊電極經由該跡線與該基底夾緊觸點電連接；

其中該夾緊電壓源連接與該基底夾緊觸點對準，且其中該基板與該夾緊電極對準，以在將電壓從該夾緊電壓源連接經由該基底夾緊施加至該夾緊電極時，使該微拾取陣列靜電接合至該樞軸平臺。

18. 如請求項 16 所述之微拾取陣列架座，其中：

該轉換頭組件進一步包括一固持電極及一夾緊電壓源連接，該固持電極耦接至一靜電電壓源以將一靜電力施加至該微拾取陣列架座；及

該微拾取陣列架座進一步包括在該樞軸平臺上之一夾緊電極以將一靜電力施加至該微拾取陣列。

19. 如請求項 18 所述之微拾取陣列架座，其中該微拾取陣列架座進一步包括在該基底上之一基底夾緊觸點及在該樞軸平臺上之一夾緊電極，該夾緊電極與該基底夾緊觸點電連接。

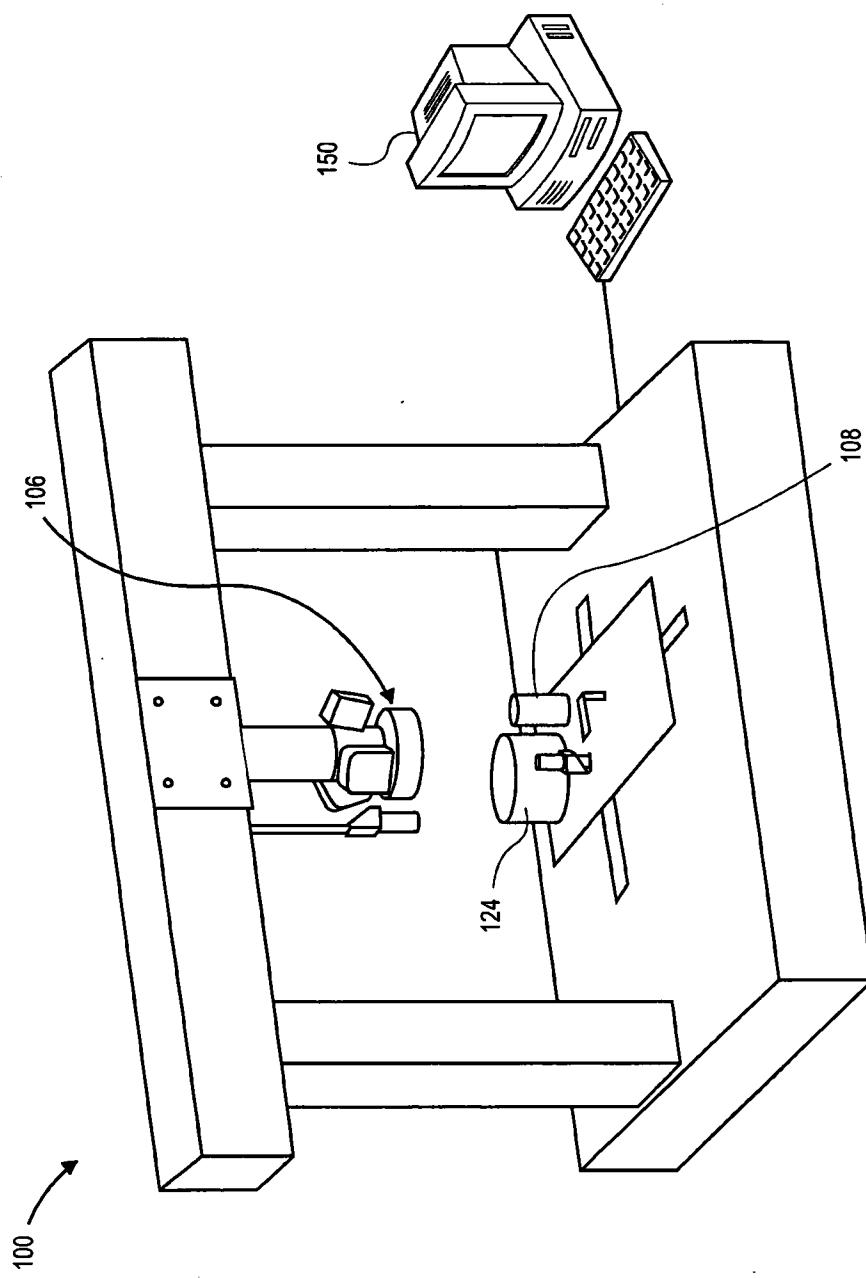
20. 如請求項 19 所述之微拾取陣列架座，

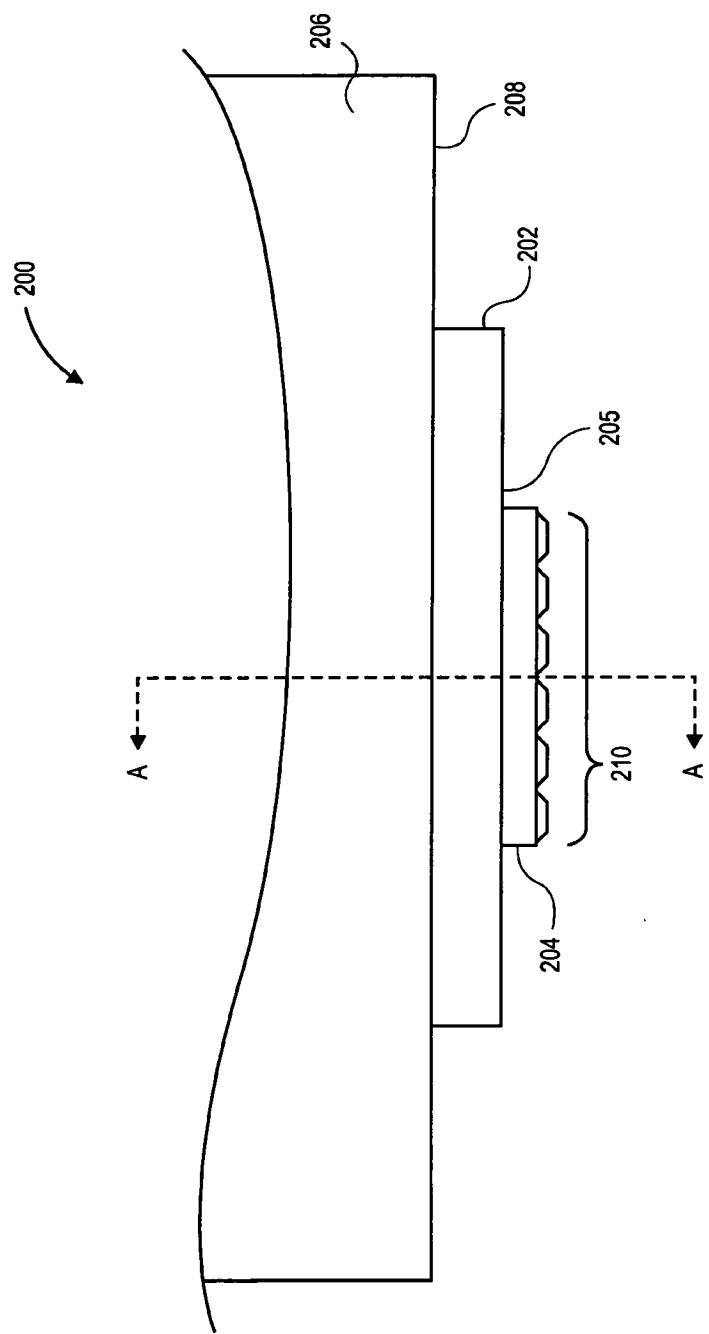
其中該微拾取陣列架座進一步包括從該夾緊電極延伸之一跡線，該夾緊電極經由該跡線與該基底夾緊觸點電連接；及

其中該夾緊電壓源連接與該基底夾緊觸點對準，且其中該基板與該夾緊電極對準，以在將電壓從該夾緊電壓源連接經由該基底夾緊施加至該夾緊電極時，使該微拾取陣列靜電接合至該樞軸平臺。

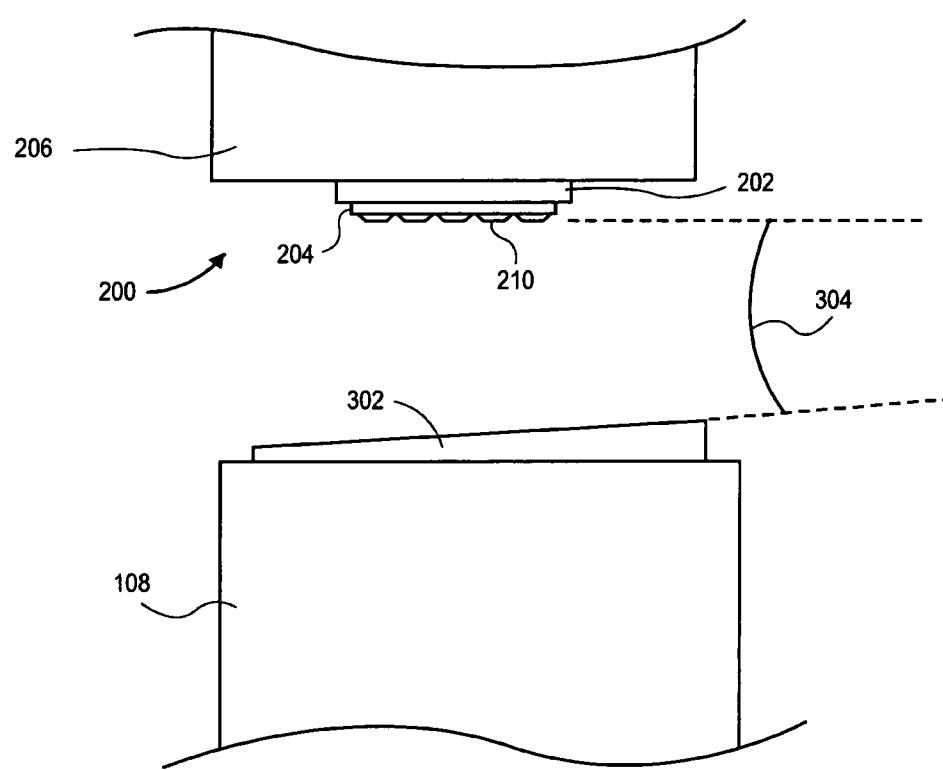
圖式

第1圖

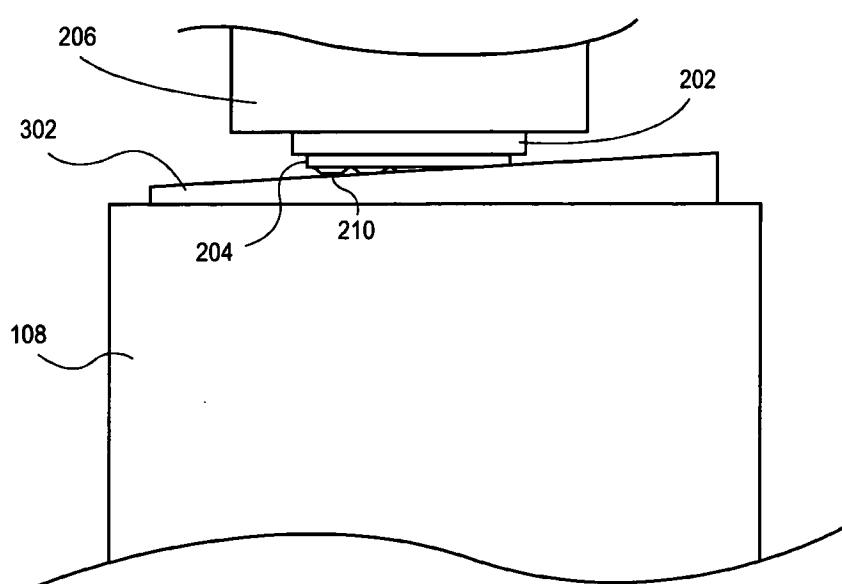




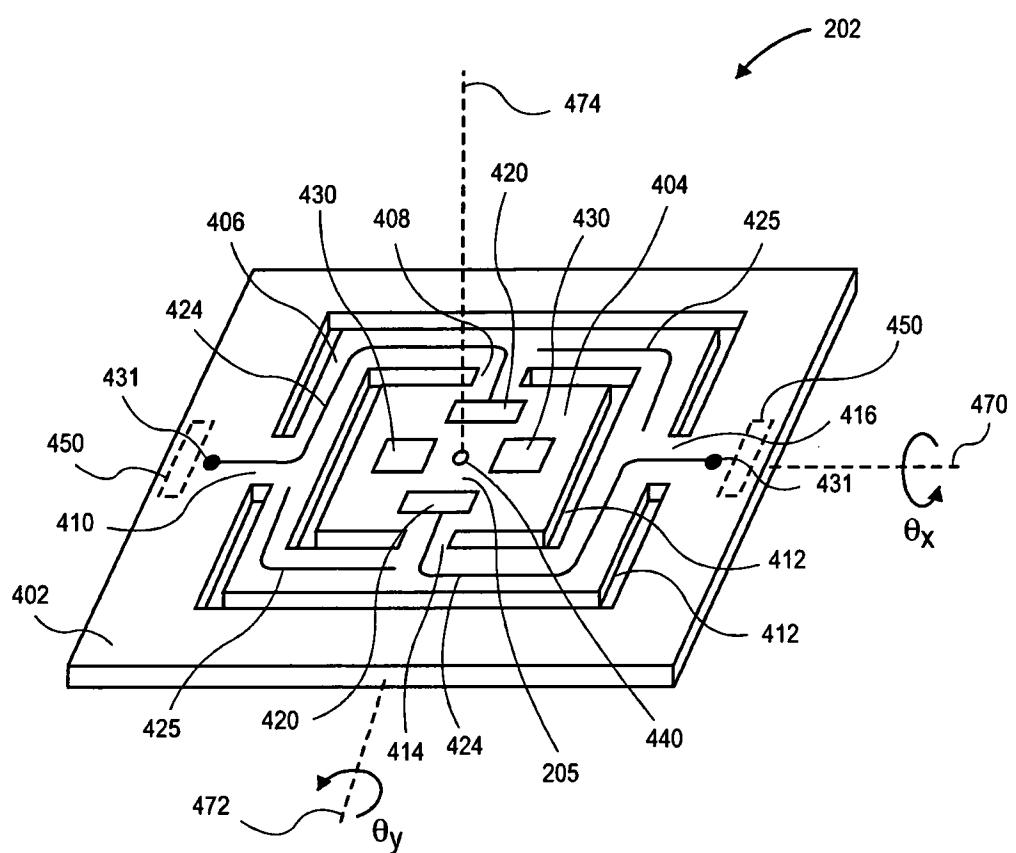
第2圖



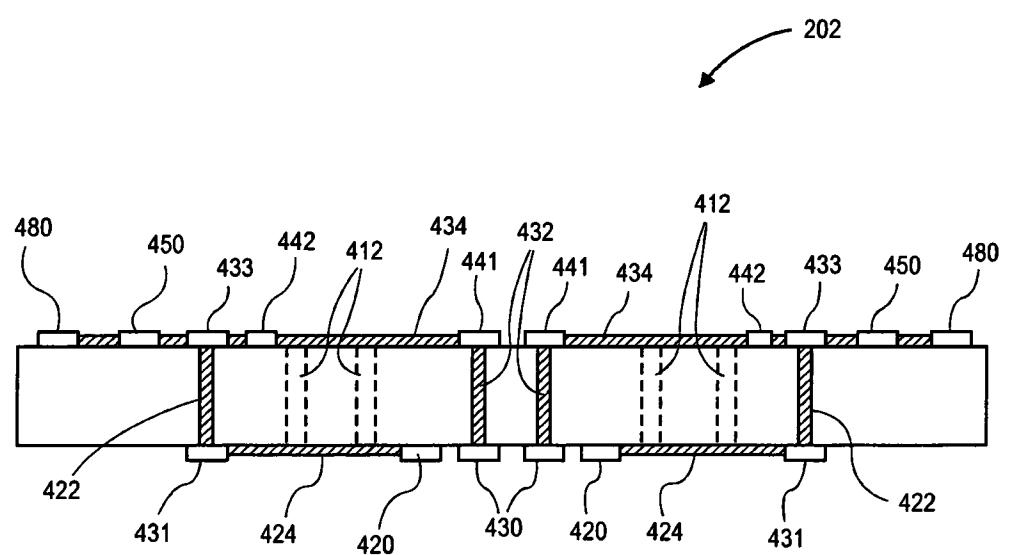
第3A圖



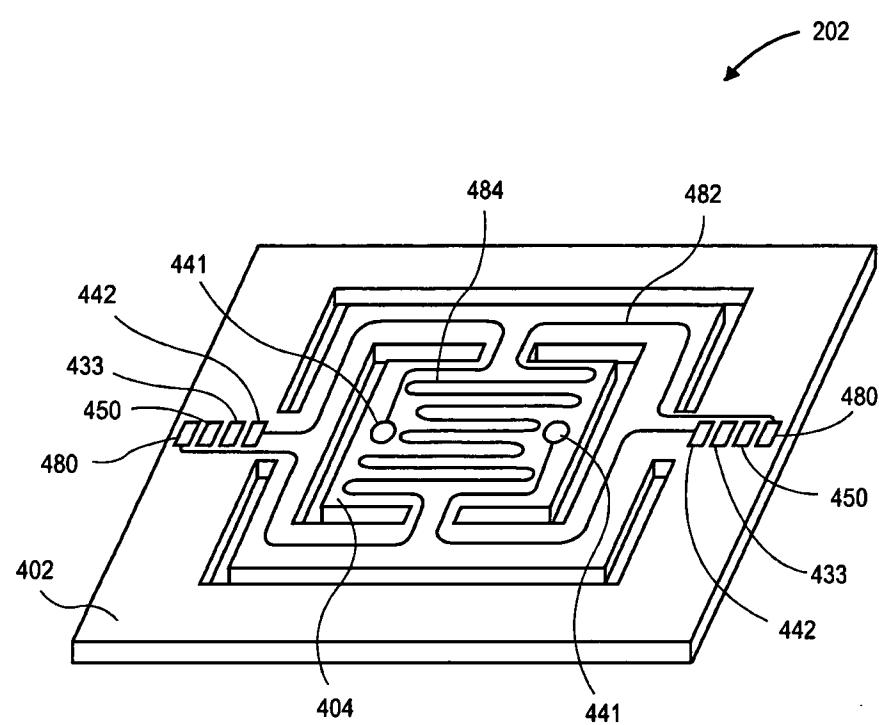
第3B圖



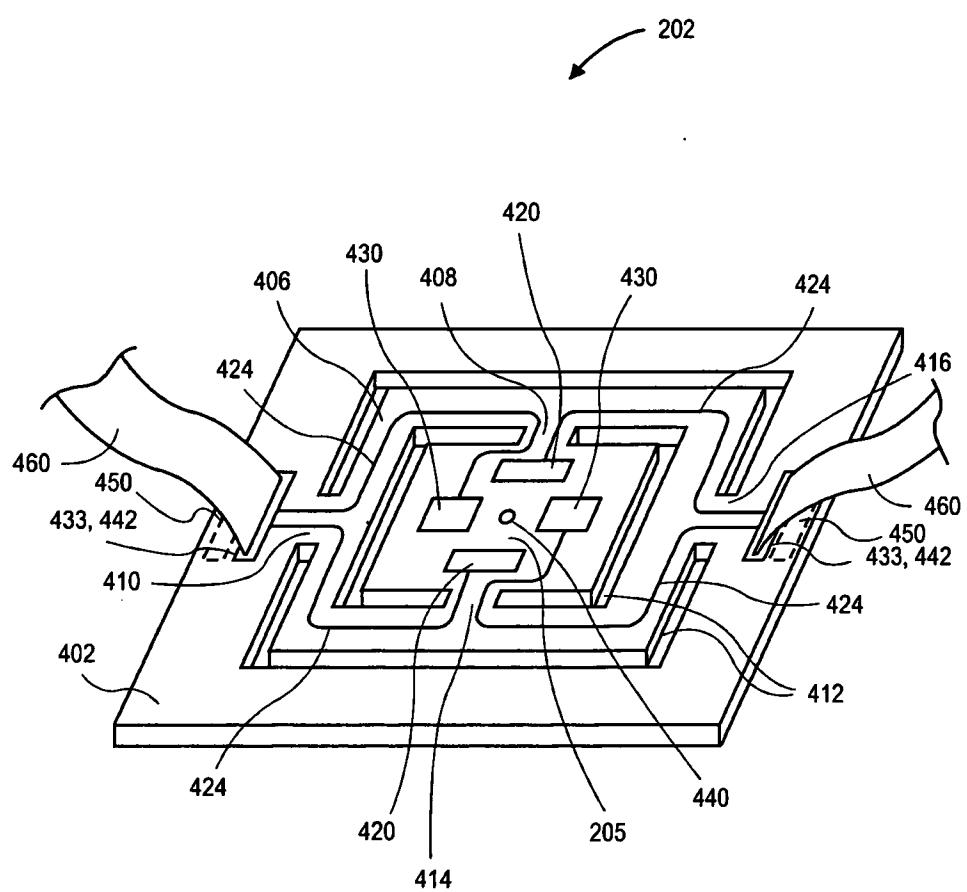
第4A圖



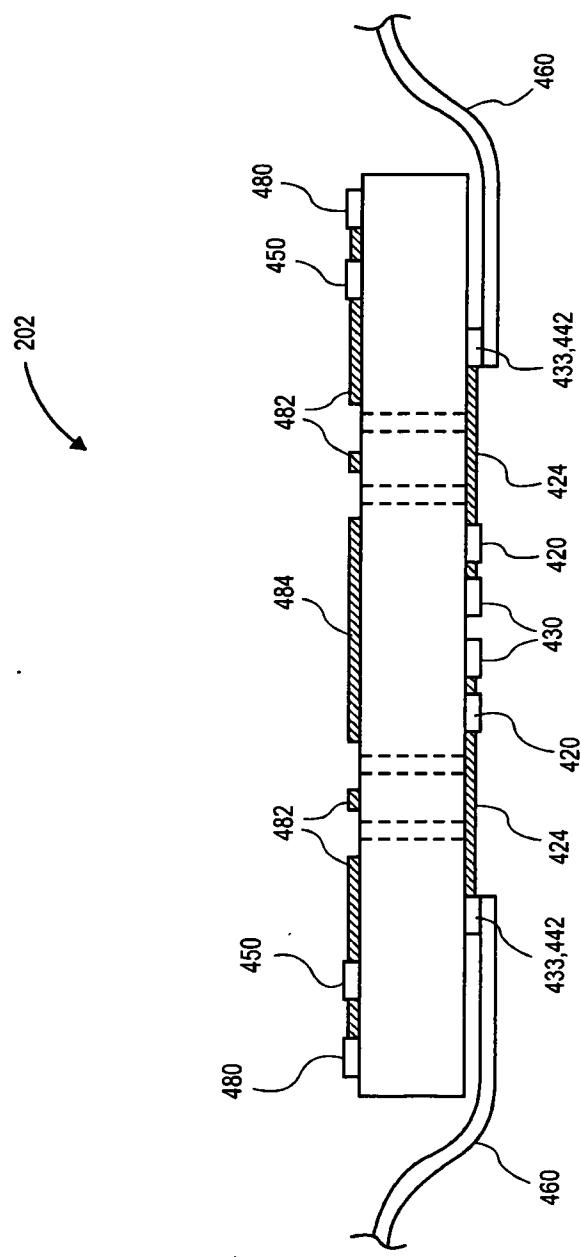
第4B圖



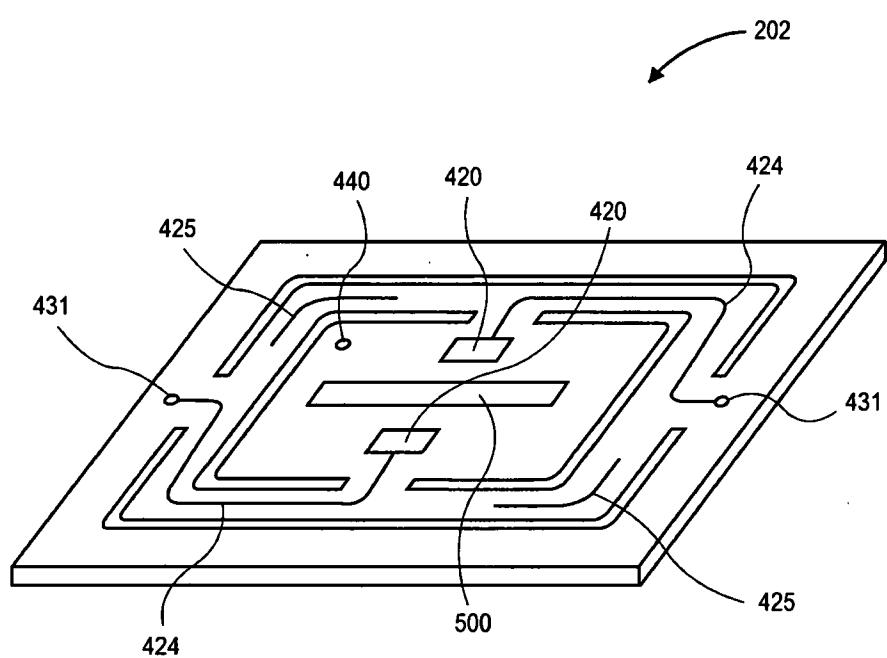
第4C圖



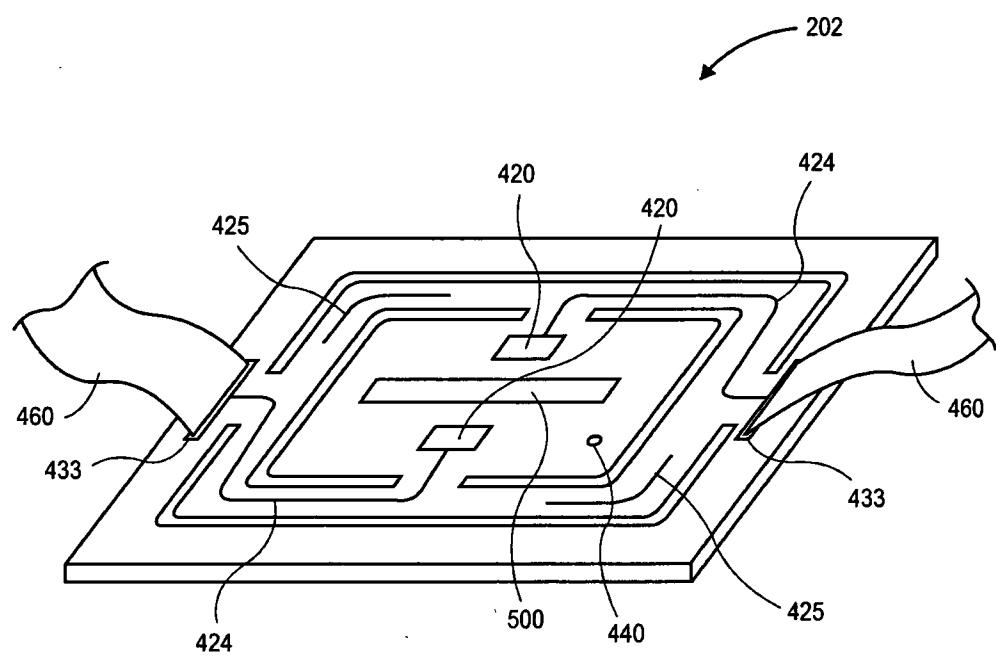
第4D圖



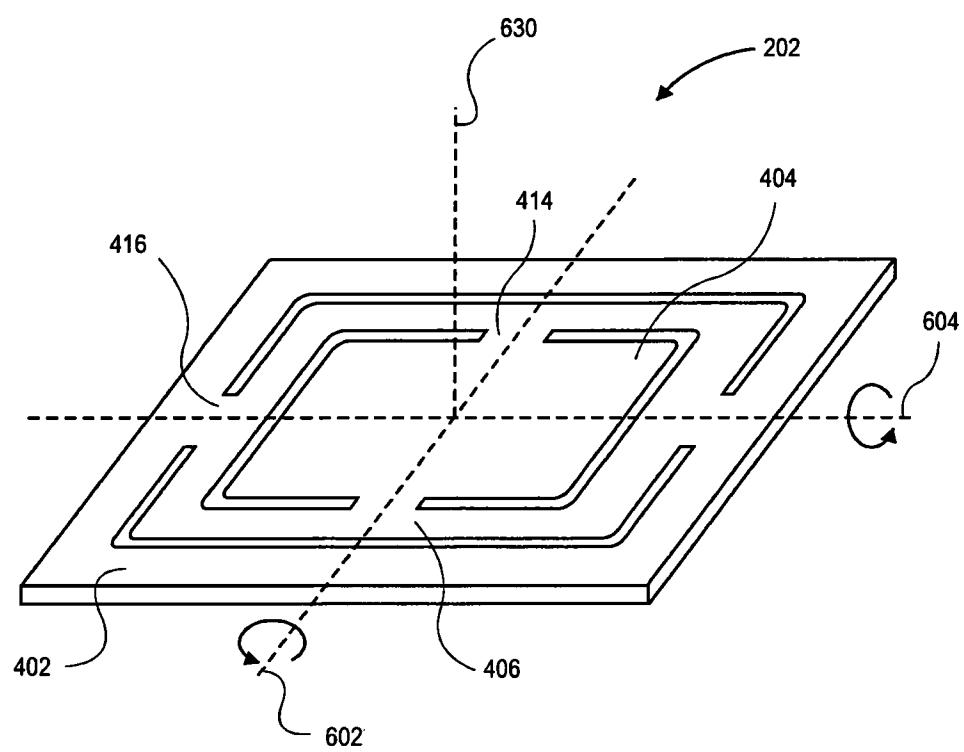
第4E圖



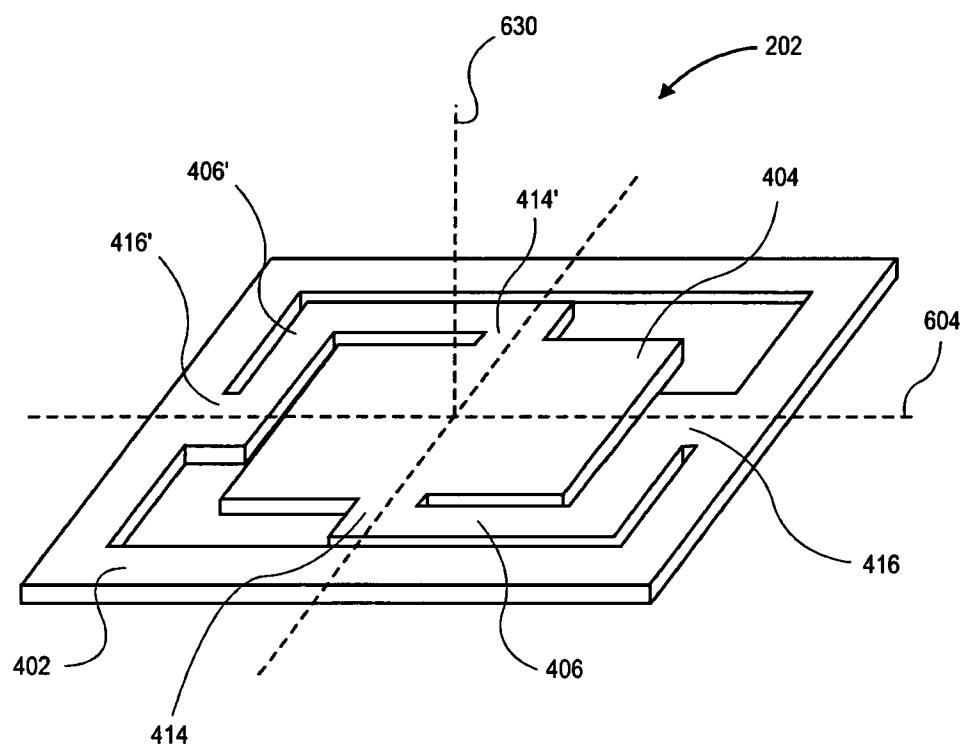
第5A圖



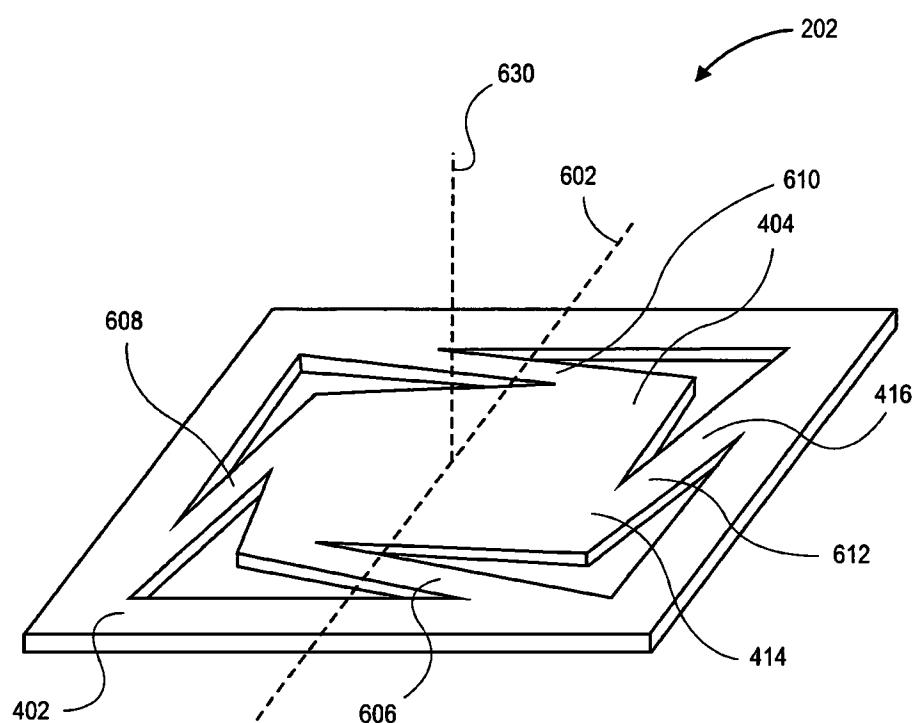
第5B圖



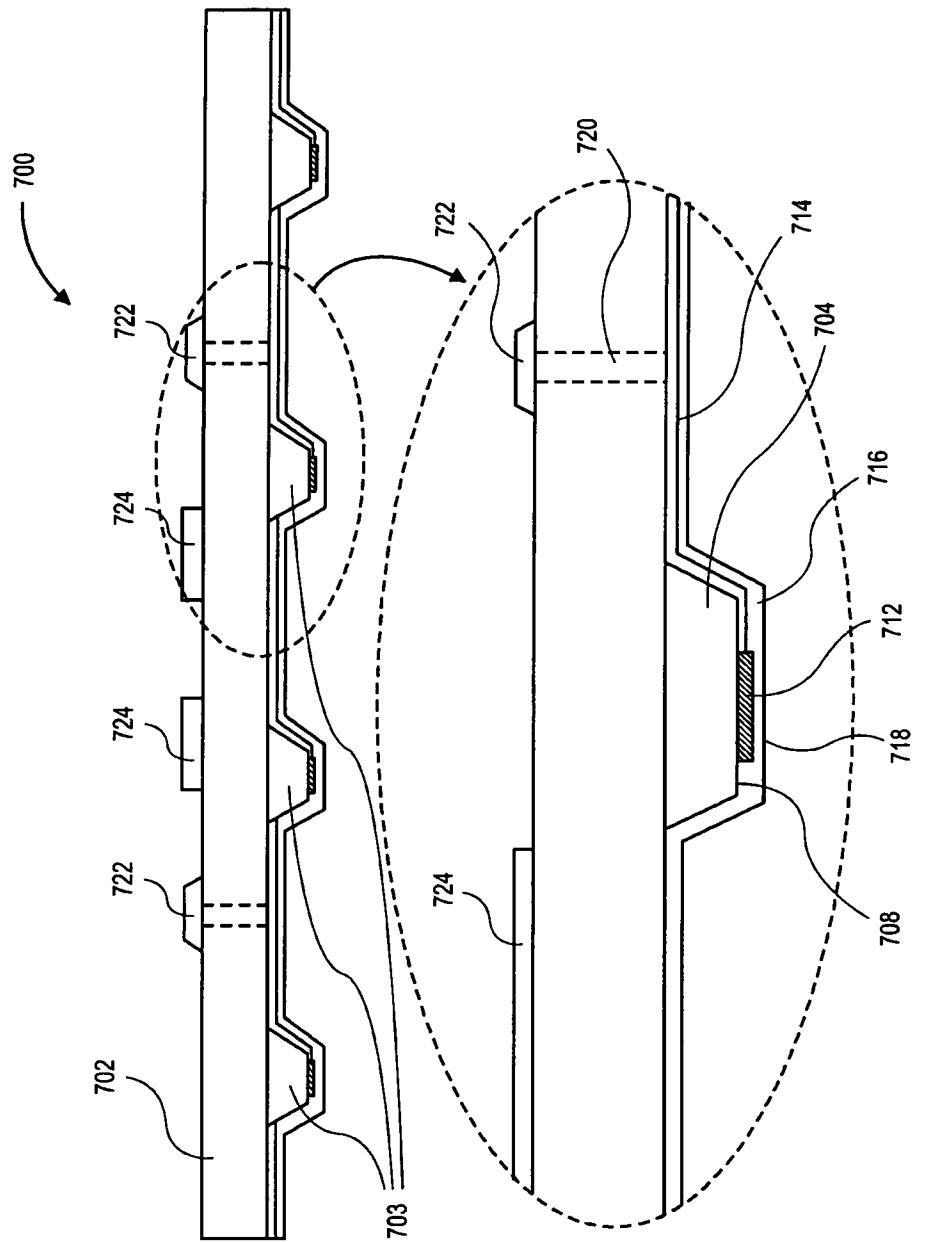
第6A圖



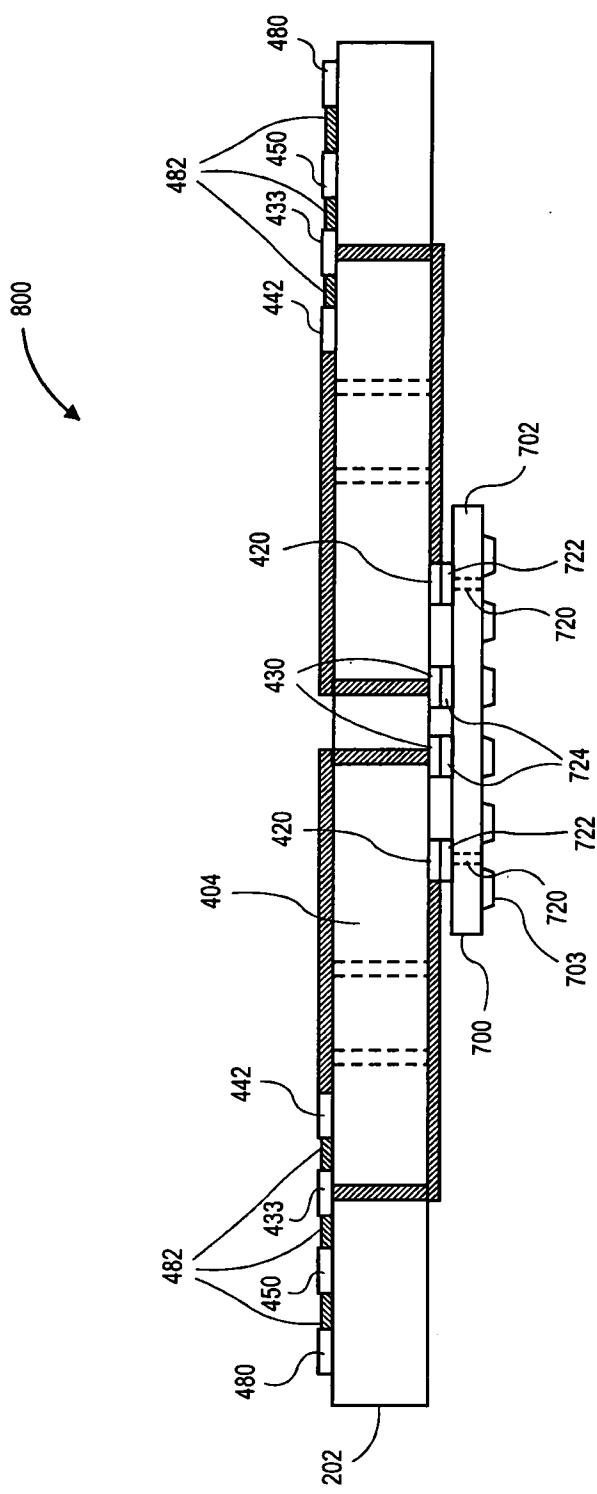
第6B圖



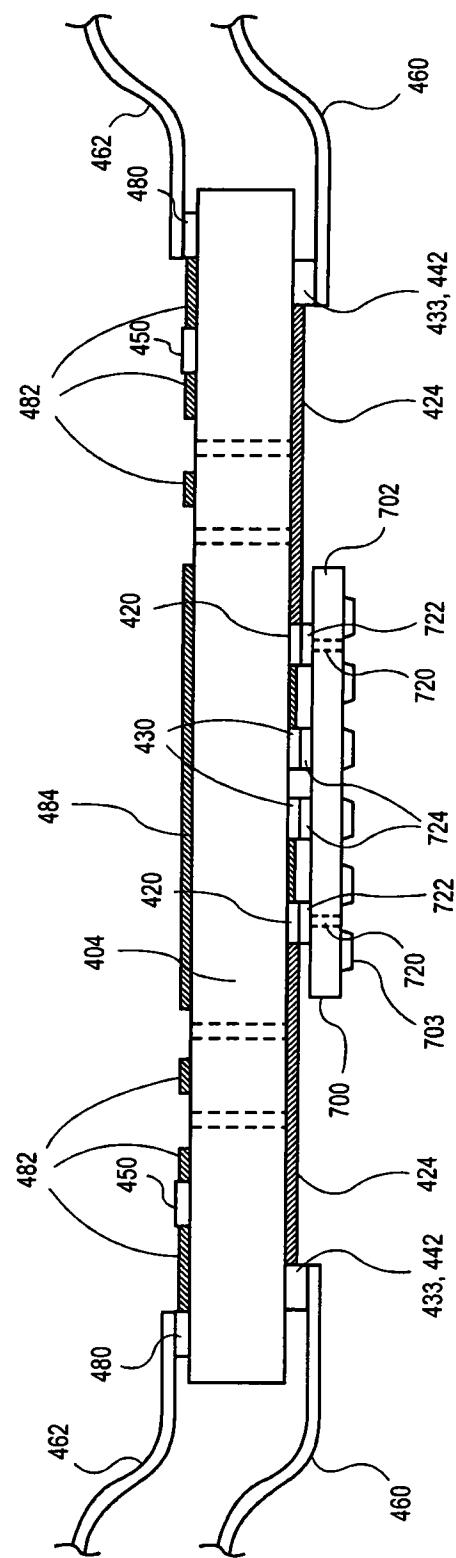
第6C圖



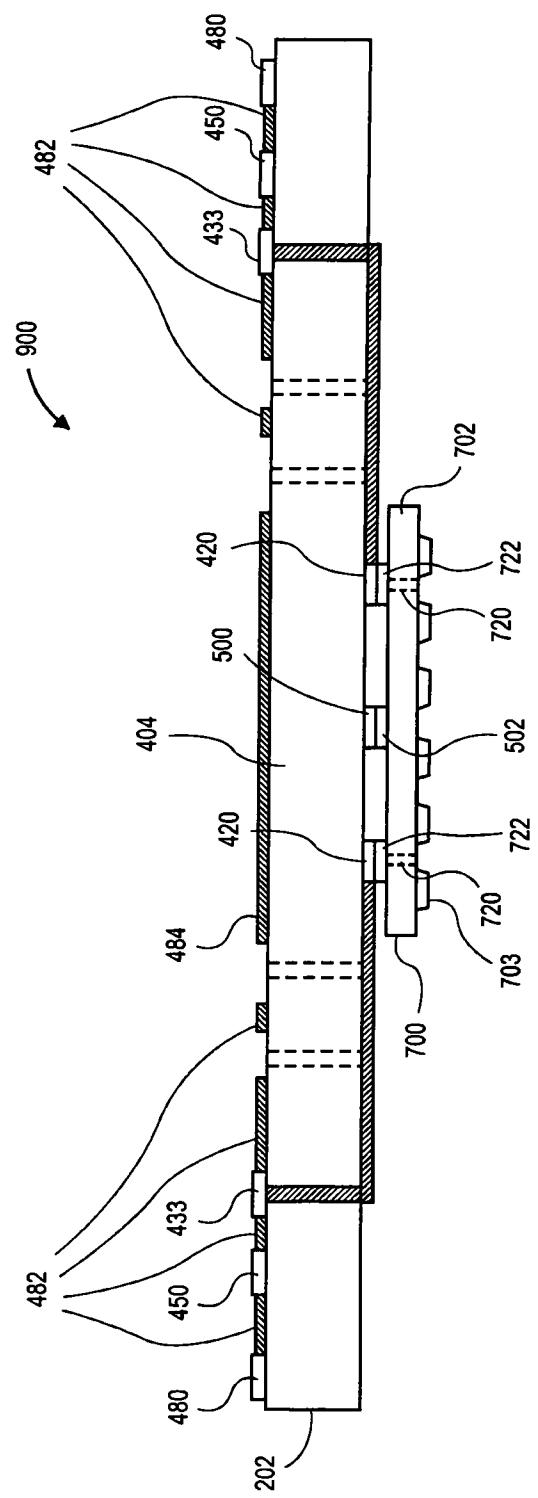
第7圖



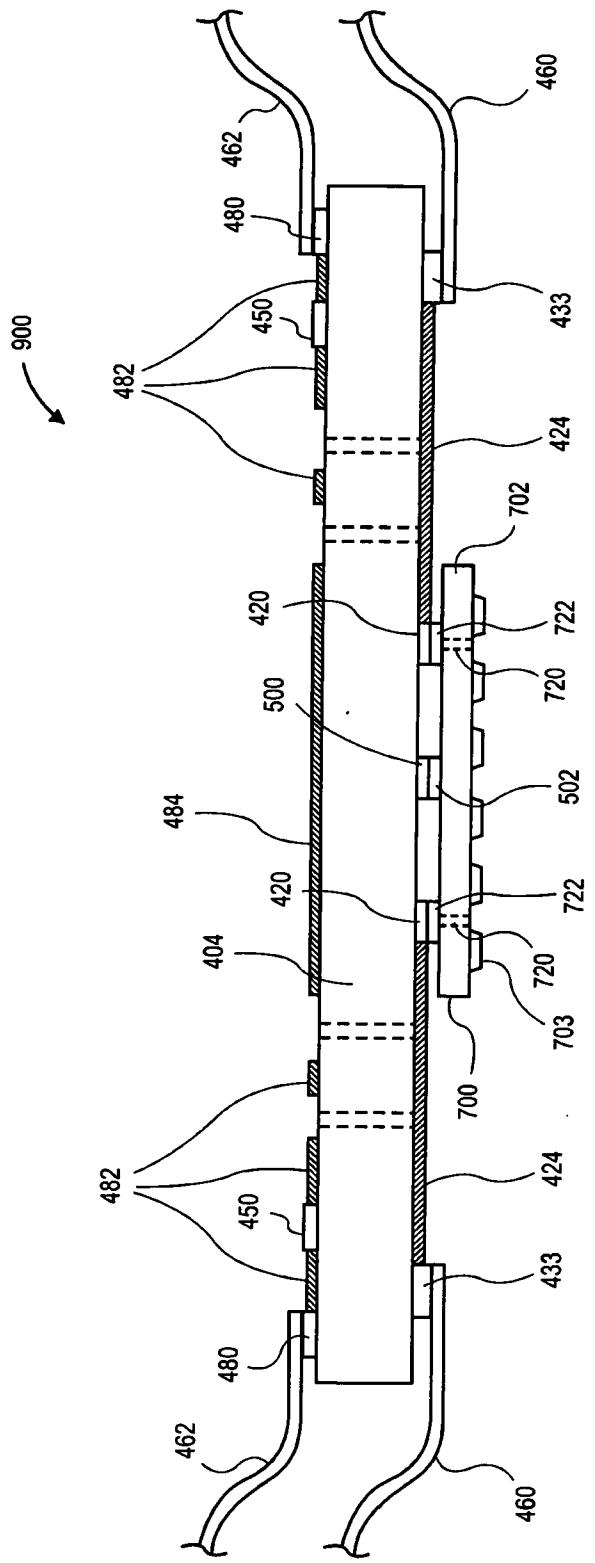
第8A圖



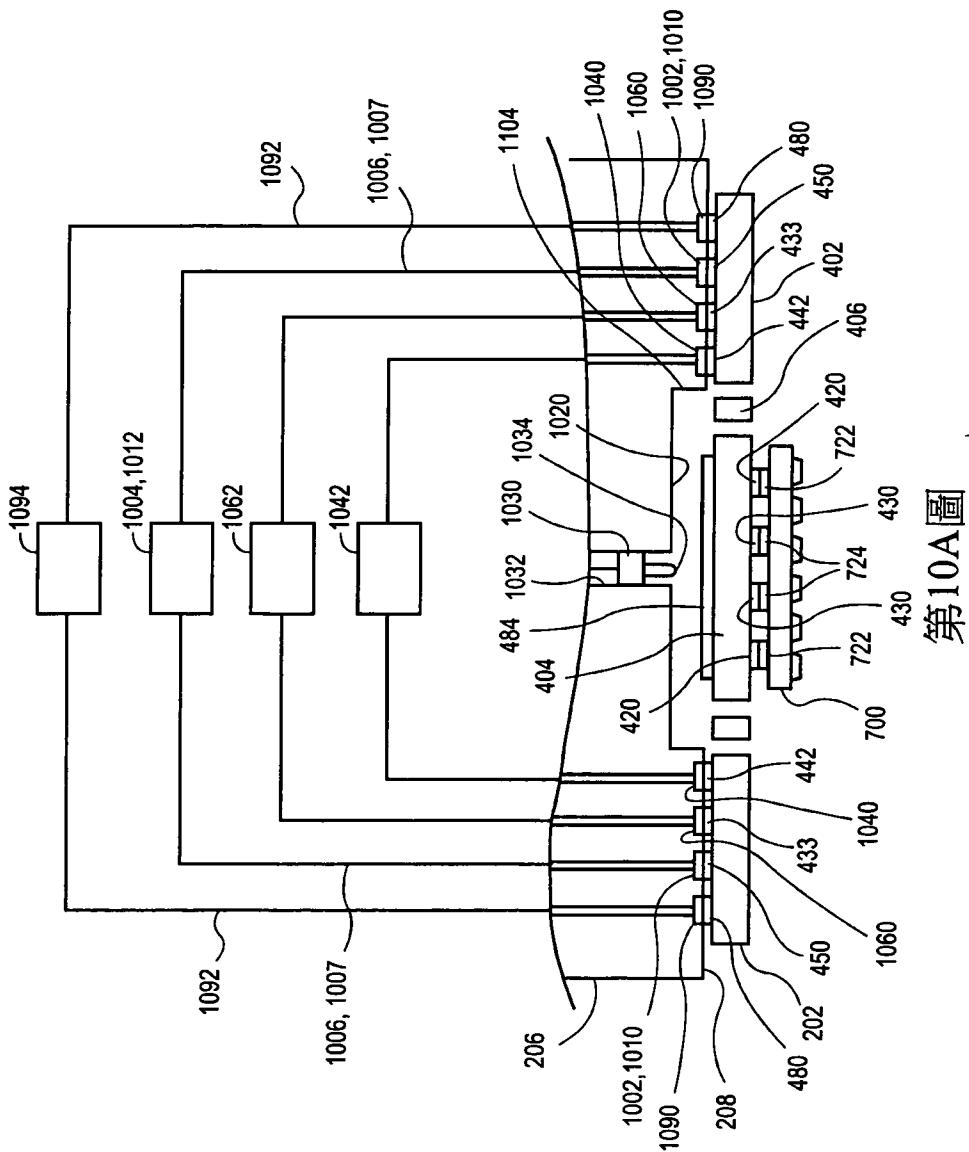
第8B圖

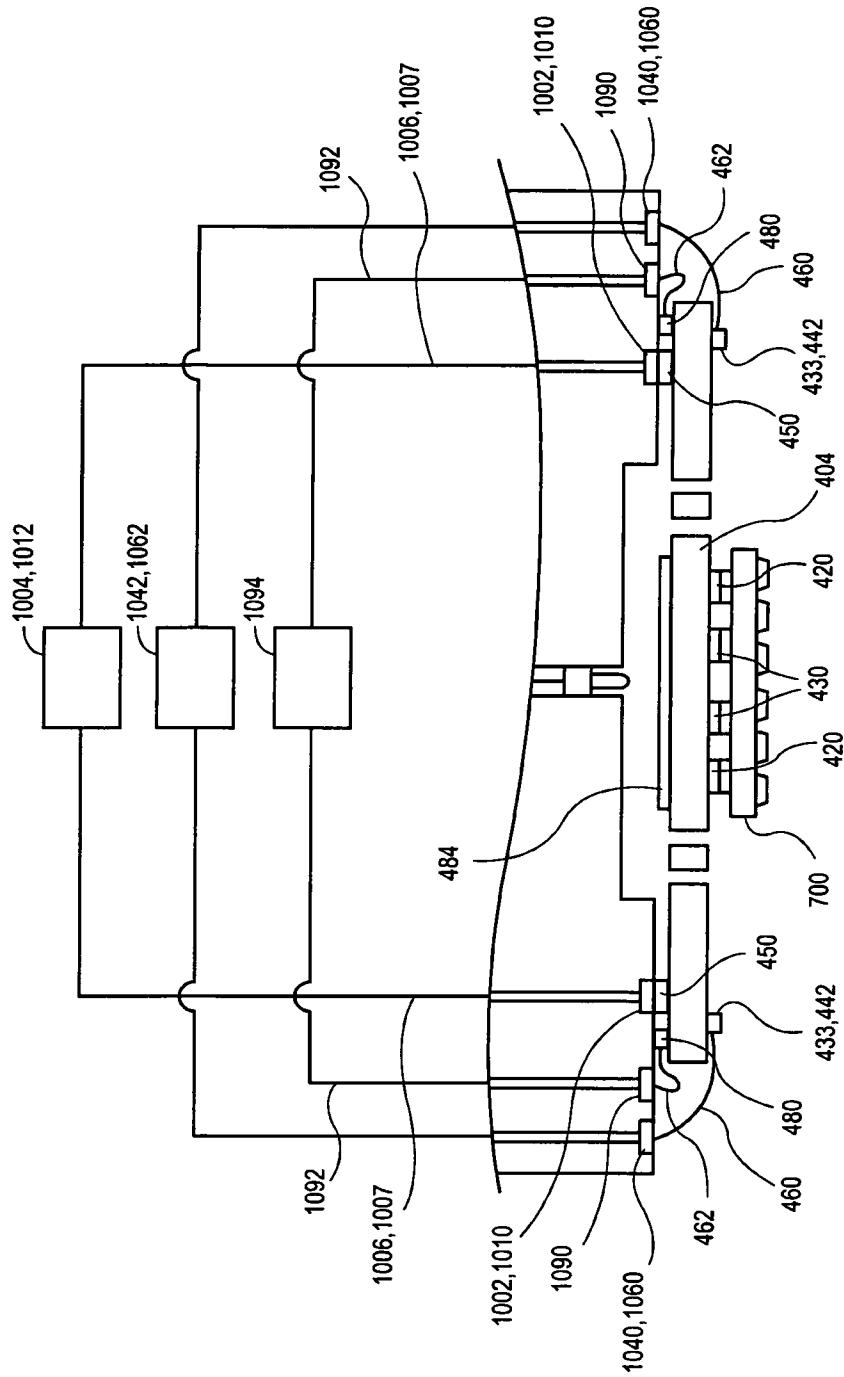


第9A圖

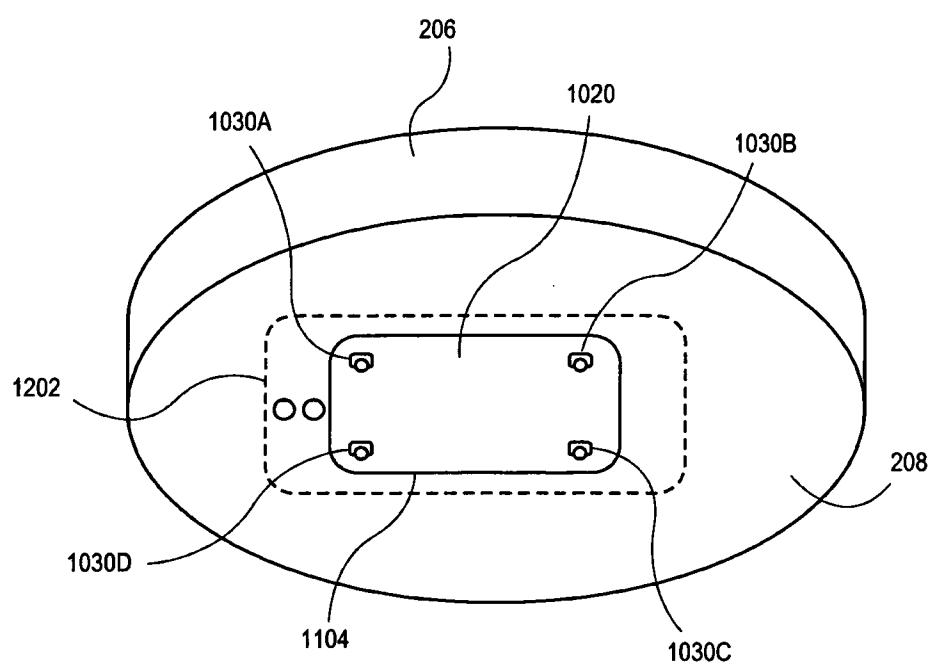


第9B圖

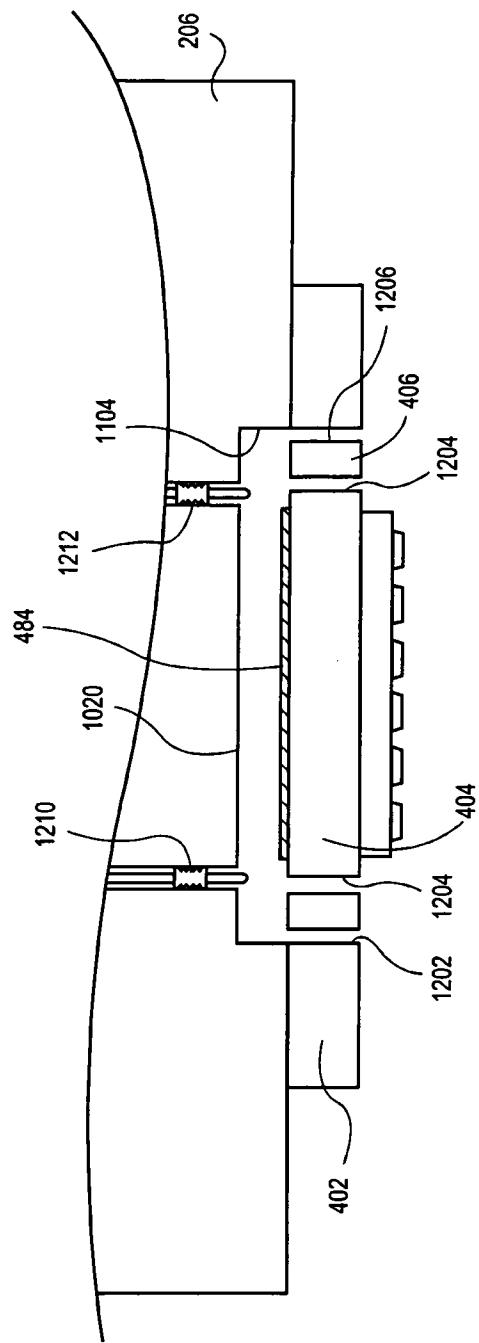




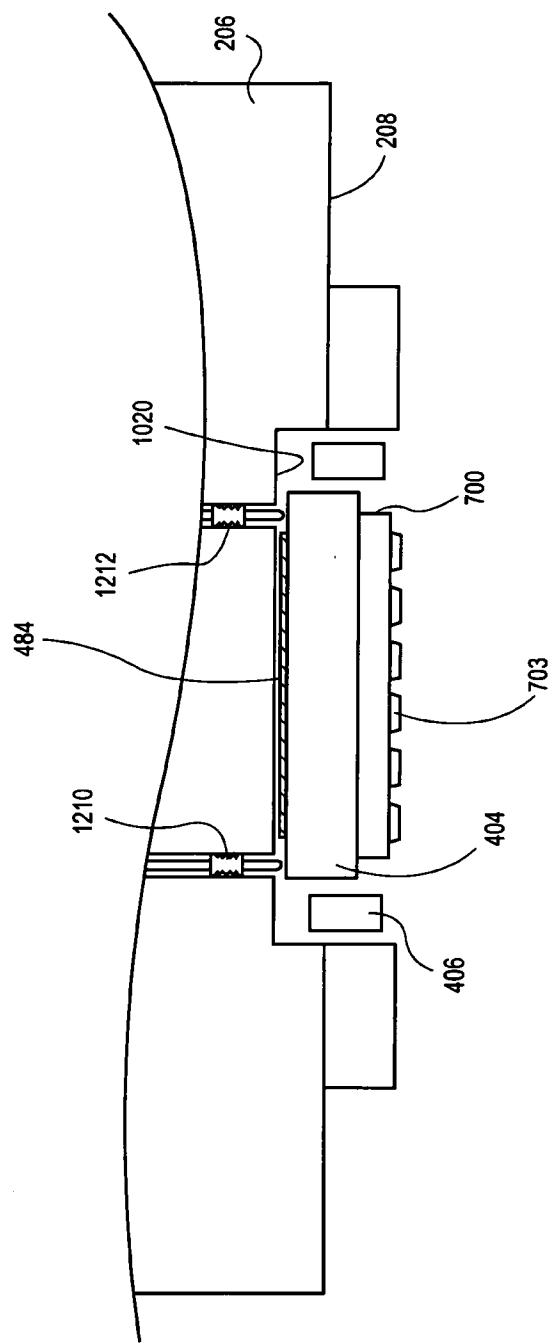
第10B圖



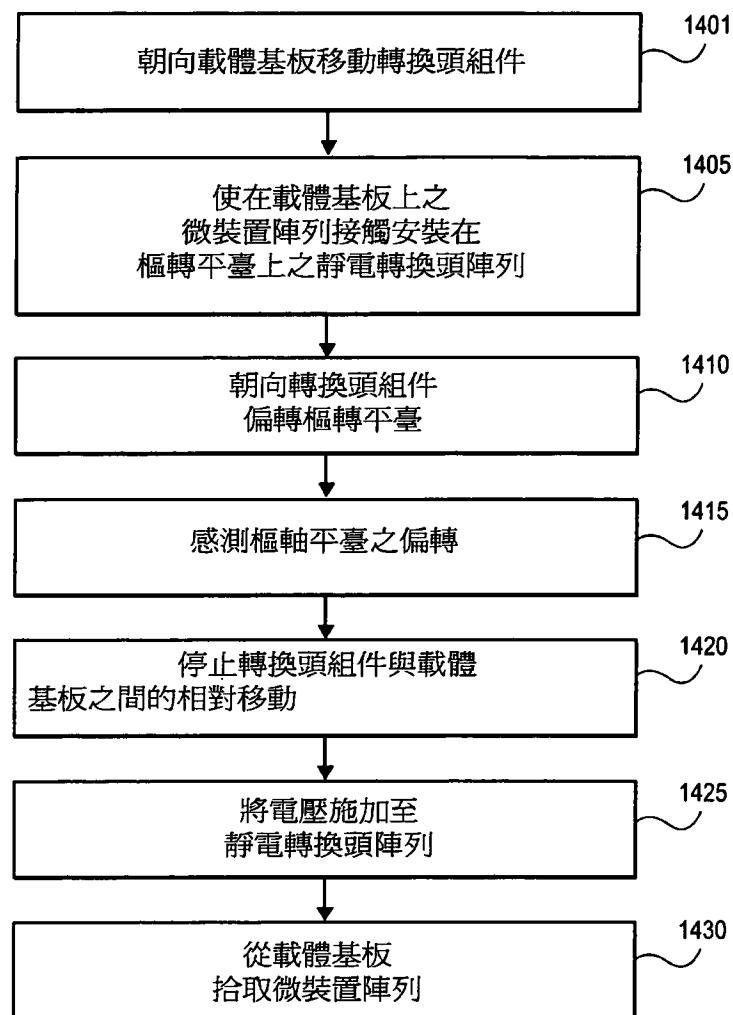
第11圖



第12圖

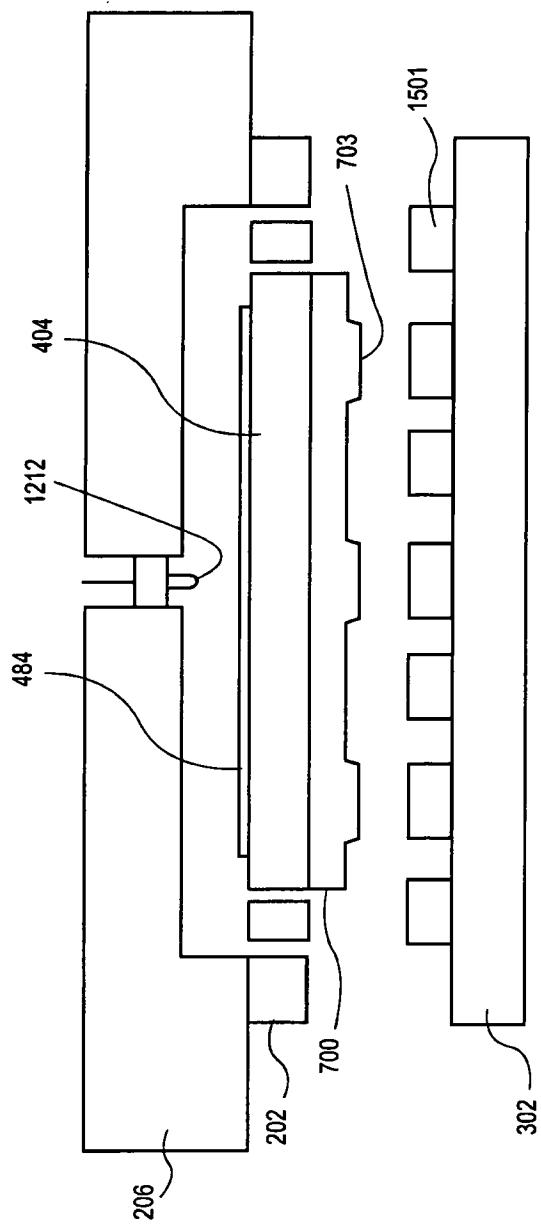


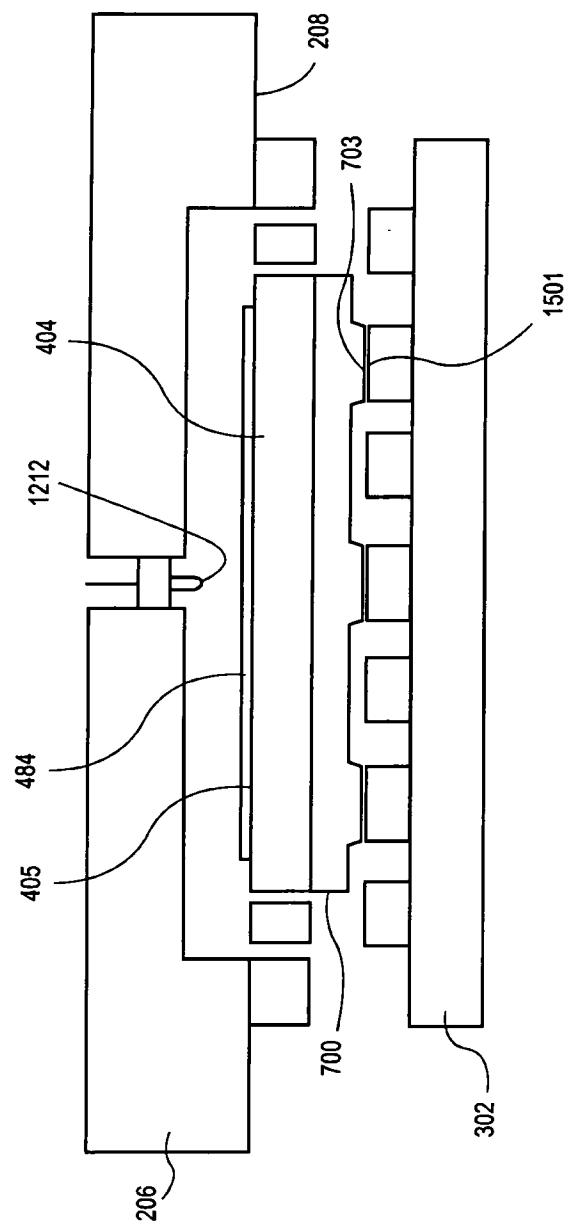
第13圖



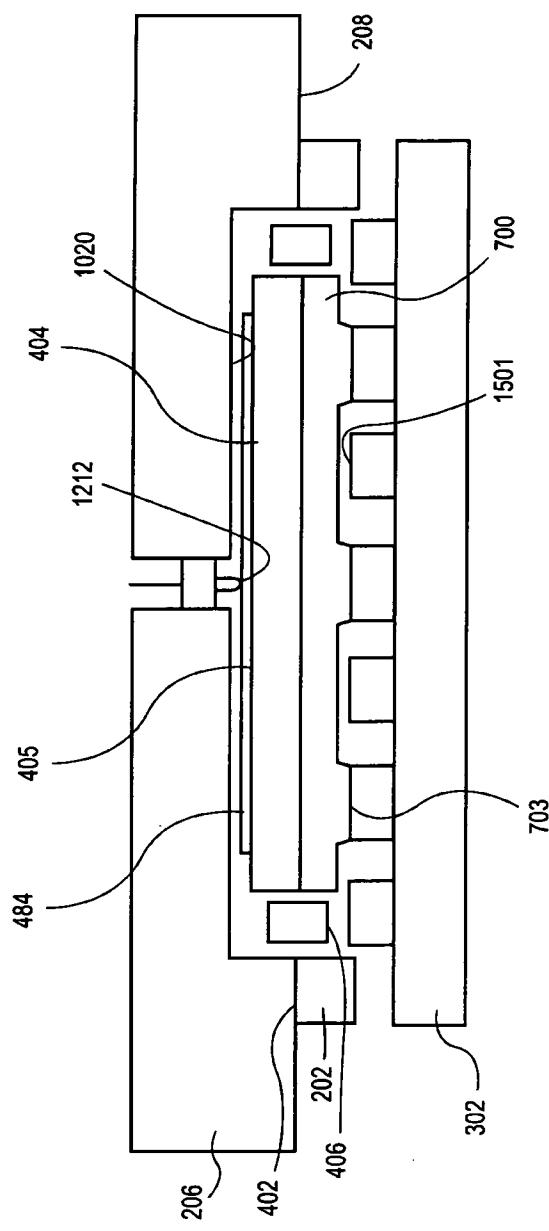
第14圖

第15A圖

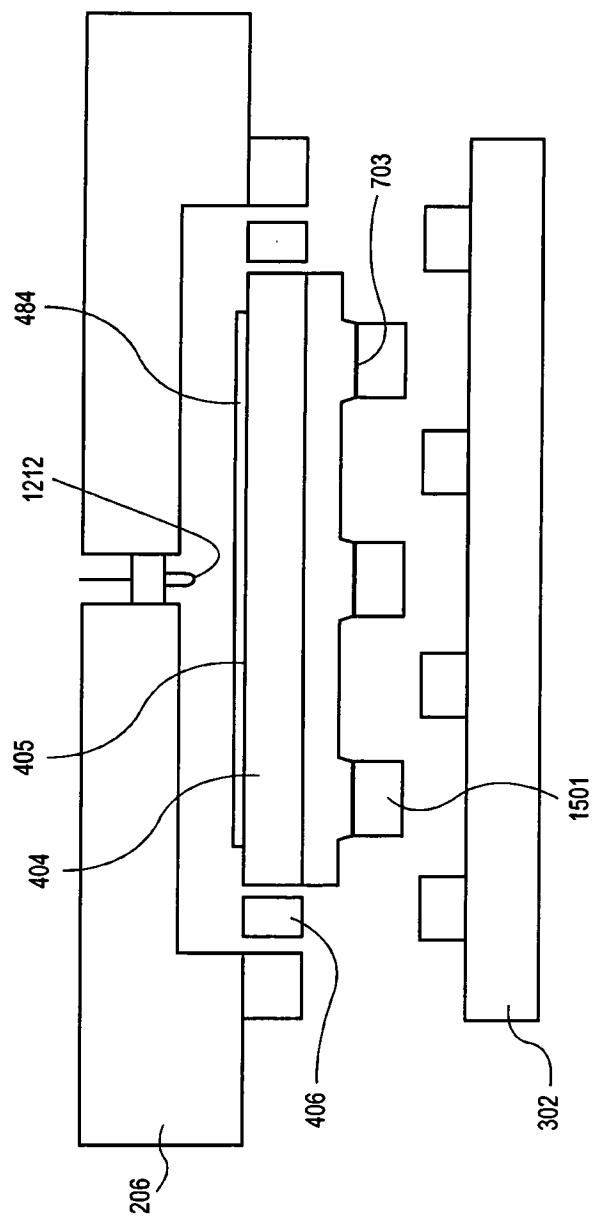




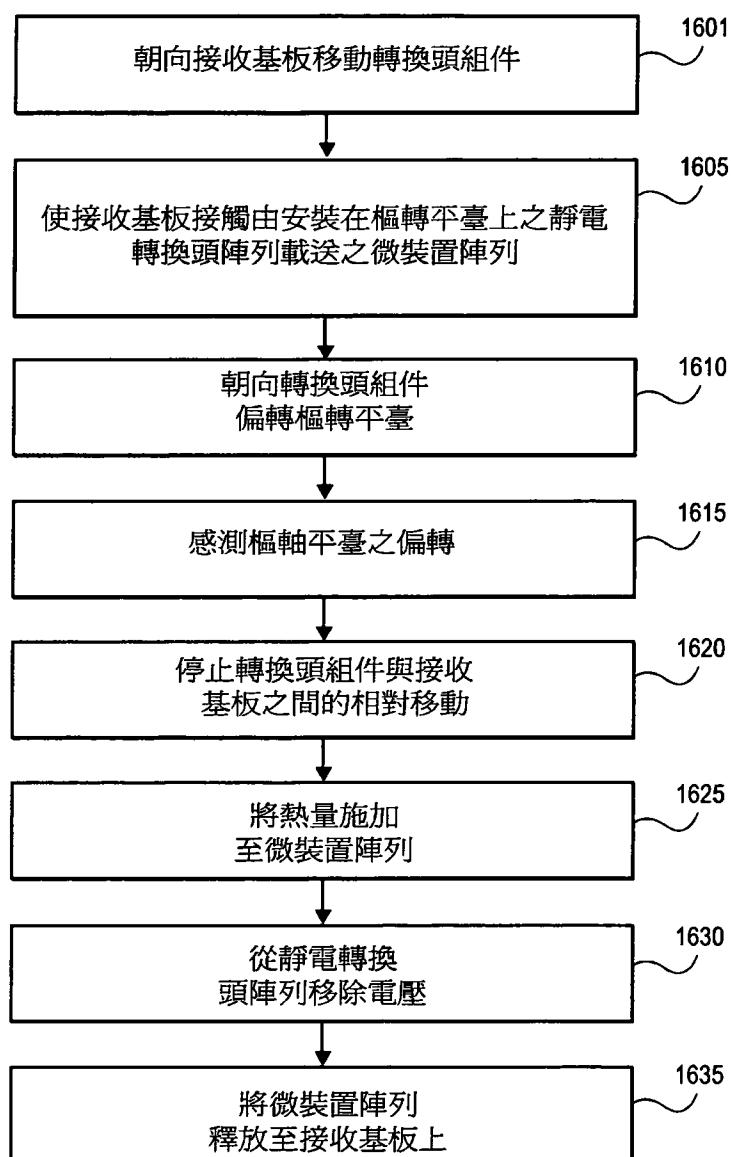
第15B圖



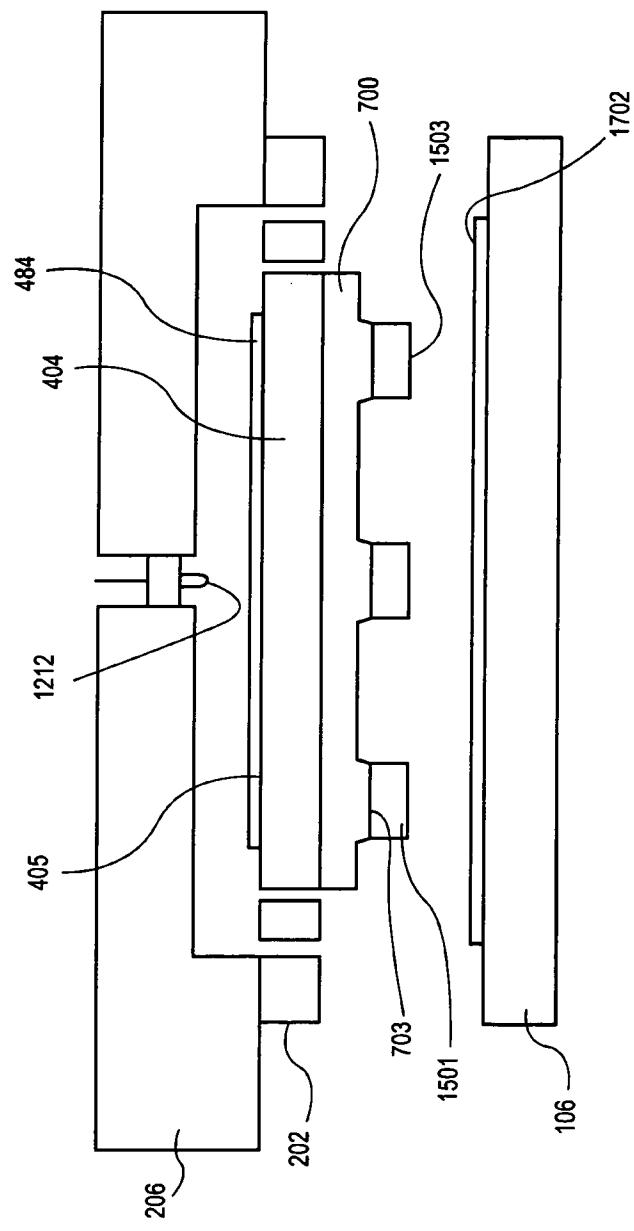
第15C圖



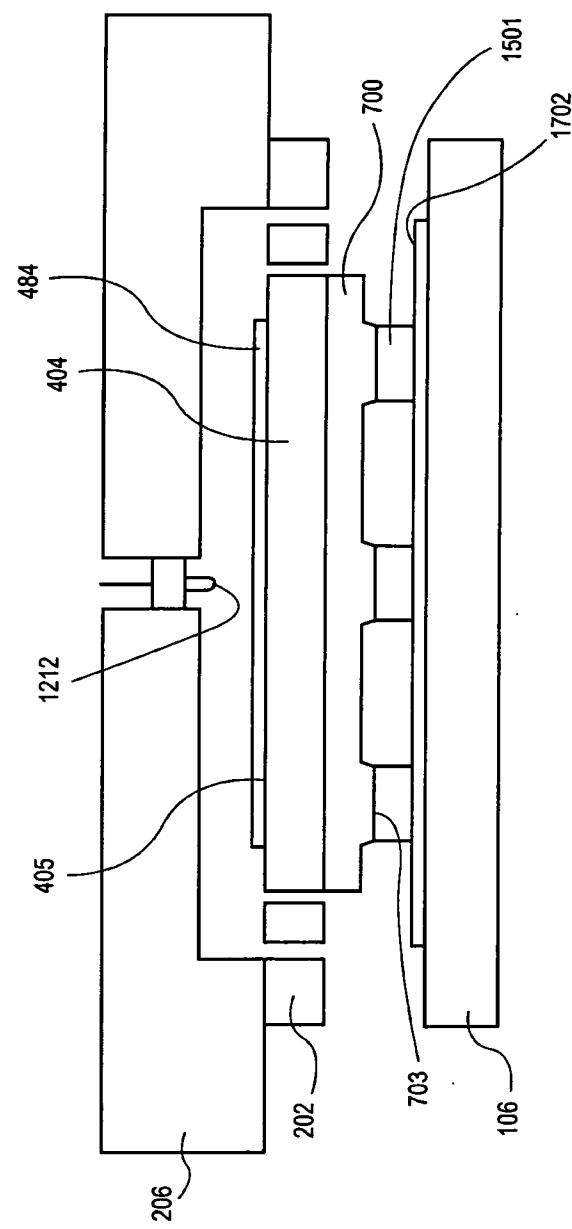
第15D圖



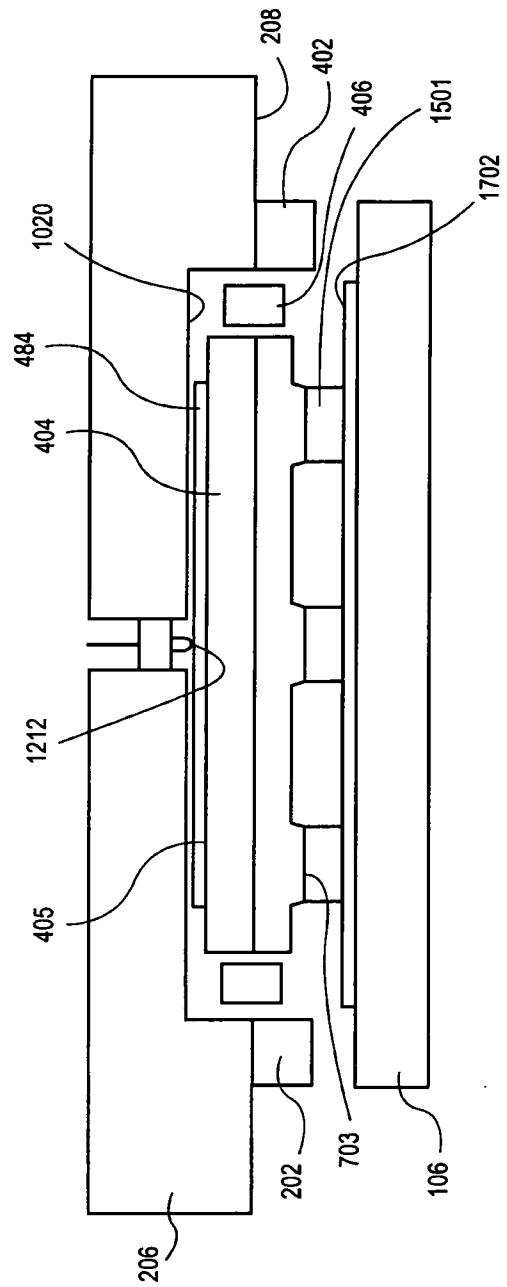
第16圖



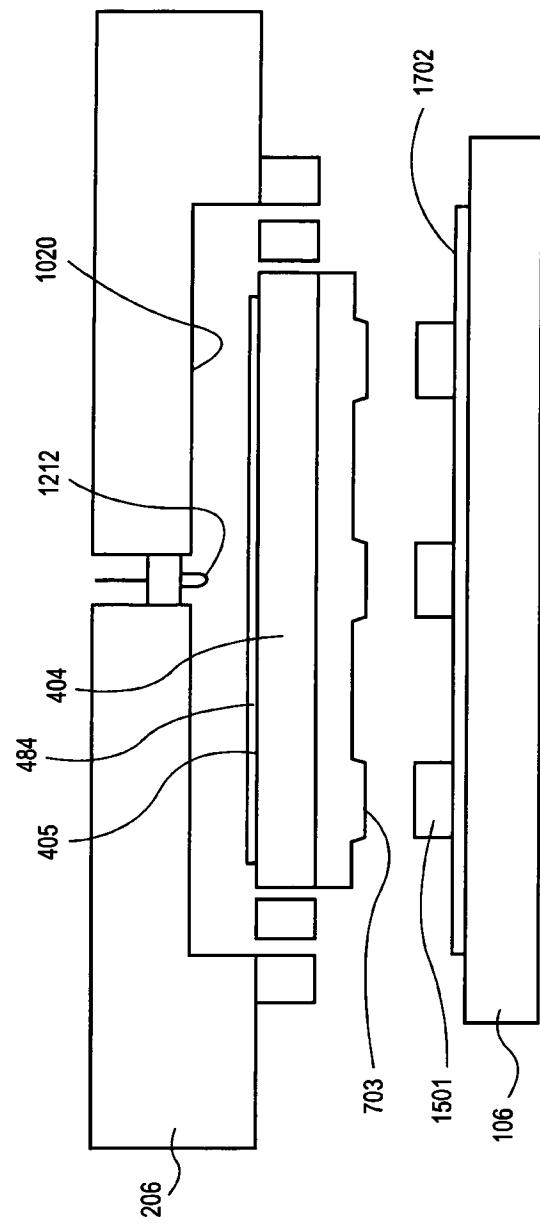
第17A圖



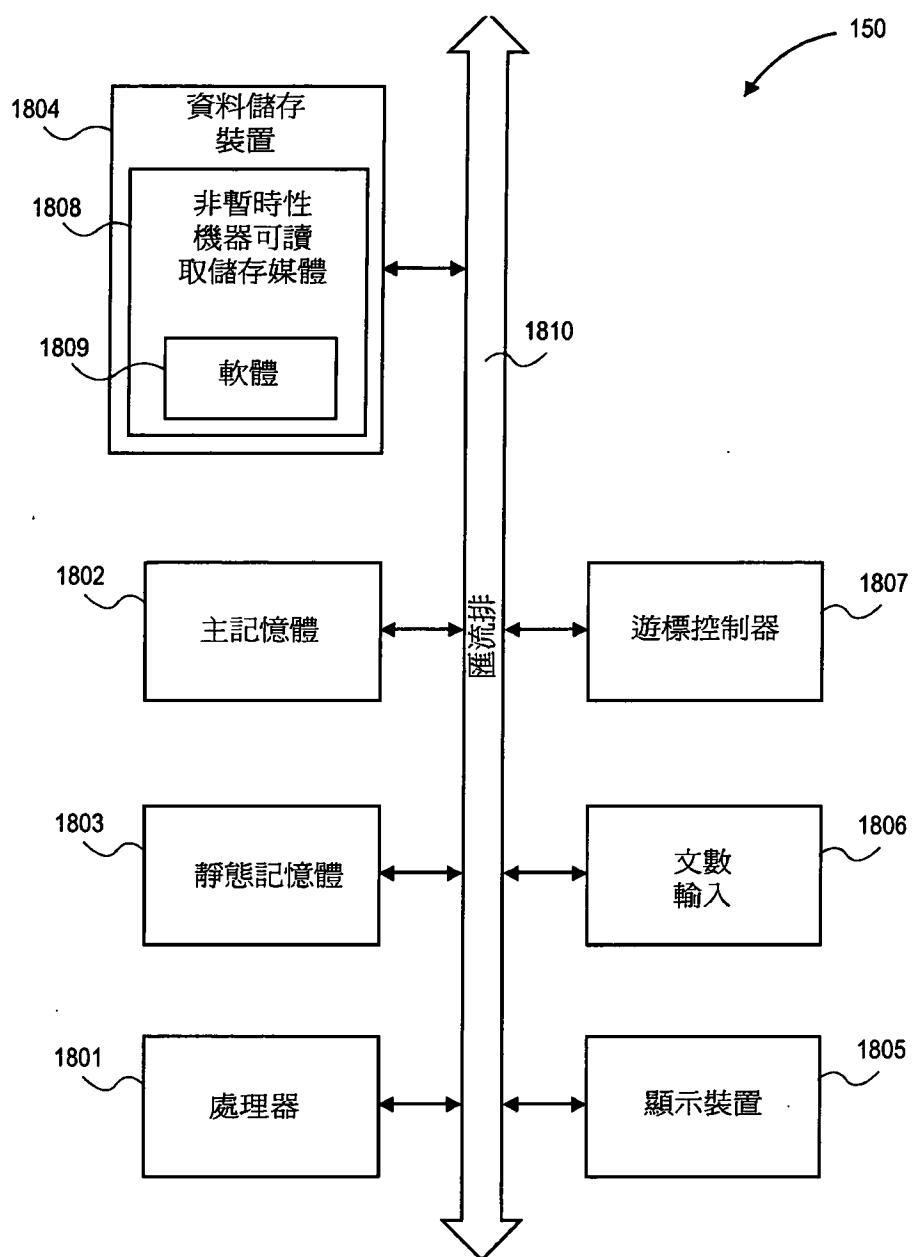
第17B圖



第17C圖



第17D圖



第18圖