

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97120632

※申請日期：97年06月03日

※IPC分類：B41J 7/05 (2006.01)

一、發明名稱：

B41J 7/4 (2006.01)

(中) 具有阻抗性加熱棒之彎曲主動樑的熱彎曲致動器

(英) Thermal bend actuator comprising bent active beam having resistive heating bars

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 銀川研究私人股份有限公司

(英) SILVERBROOK RESEARCH PTY LTD

代表人：(中) 1. 奇亞 席維布魯克

(英) 1. SILVERBROOK, KIA

地址：(中) 澳洲新南威爾士巴美因大令街三九三號

(英) 393 Darling Street, Balmain, New South Wales, Australia
2041

國籍：(中英) 澳洲

AUSTRALIA

三、發明人：(共 4 人)

1. 姓名：(中) 葛雷果瑞 麥可艾弗伊

(英) MCAVOY, GREGORY JOHN

國籍：(中) 愛爾蘭

(英) IRELAND

2. 姓名：(中) 密斯堤 班格納特

(英) BAGNAT, MISTY

國籍：(中) 澳洲

(英) AUSTRALIA

3. 姓名：(中) 文森特 羅樂

(英) LAWLOR, VINCENT PATRICK

國籍：(中) 愛爾蘭

(英) IRELAND

4.姓名：(中) 奇亞 席維布魯克
(英) SILVERBROOK, KIA
國籍：(中) 澳洲
(英) AUSTRALIA

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ; 2008/05/05 ; 12/114,826 有主張優先權

4.姓名：(中) 奇亞 席維布魯克
(英) SILVERBROOK, KIA
國籍：(中) 澳洲
(英) AUSTRALIA

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ; 2008/05/05 ; 12/114,826 有主張優先權

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明關於噴墨噴嘴組合體，主要的發展是改善熱彎曲致動噴墨噴嘴的效率。

【先前技術】

本案申請人先前已描述使用熱彎曲致動的許多微機電系統(MEMS)噴墨噴嘴。熱彎曲致動一般意指電流通過一種材料，該材料熱膨脹所產生之相對於另一材料的彎曲運動。結果(resulting)彎曲運動可用於將墨水從噴嘴開口噴出，其中可選擇性地藉由槳葉或輪葉的運動，該槳葉或輪葉在噴嘴腔室內產生壓力波。

熱彎曲噴墨噴嘴的一些代表性類型例示在上文交互參考段的專利和專利申請案中，茲將該等案子的內容併入做參考。

申請人的地 US6416167 號美國專利描述在噴嘴腔室內具有槳葉的噴墨噴嘴、和設在噴嘴腔室外部的熱彎曲致動器。致動器採用傳導性材料(例如氮化鈦)製成的下主動樑熔接至非傳導性材料(例如二氧化矽)製成的上被動樑的方式。藉由容置穿過噴嘴腔室之壁內槽的臂，致動器連接至槳葉。當電流通過下主動樑時，致動器向上彎曲，導致槳葉向噴嘴開口運動，藉此噴出墨水液滴；該噴嘴開口被界定在噴嘴腔室的頂部。此設計的優點是其構造的簡單性；缺點是槳葉的兩個面對抗噴嘴腔室內側之相對黏性墨

水而工作。

申請人的第 US6260953 號美國專利描述的噴墨噴嘴，其致動器形成噴嘴腔室的運動頂部。致動器採用將傳導性材料製成之螺旋形 (serpentine) 芯部裝進聚合物內的方式。當致動時，致動器向噴嘴腔室的底部彎曲，增加腔室內的壓力，並迫使墨水液滴從界定在腔室頂部的噴嘴開口噴出。噴嘴開口被界定在頂部之非運動部。此設計的優點是運動頂部只有一個面必須對抗噴嘴腔室內側之相對黏性墨水而工作。此設計的缺點是微機電系統製造方法難以達成螺旋形芯部裝入聚合物內的致動器結構。

申請人的第 US6623101 號美國專利描述的噴墨噴嘴包含具有可動頂部的噴嘴腔室，該可動頂部界定有噴嘴開口在其內。可動頂部藉由臂連接至位在噴嘴將室外部的熱彎曲致動器。致動器採用上主動樑和下被動樑相間隔開的形式。因為將主動樑和被動樑相間隔開，所以被動樑不能做為主動樑的散熱器，結果將熱彎曲效率最大化。當電流通過上主動樑時，造成界定有噴嘴開口在其內之可動頂部被旋轉朝向噴嘴腔室的底部，藉此噴射穿過噴嘴開口。因為噴嘴開口隨同頂部一起運動，藉由適當調整噴嘴環緣 (rim) 的形狀，可控制液滴飛行方向。此設計的優點是運動頂部只有一個面必須對抗噴嘴腔室內側之相對黏性墨水而工作。另一優點是藉由將主動樑構件和被動樑構件相隔開，可達成最小的熱損失。此設計的缺點是相隔開的主動樑構件和被動樑構件損失構造剛性。

有需要改善熱彎曲致動器的致動效率。

【發明內容】

本發明的第一方面提供一種熱彎曲致動器，包含：

一對電性接點，設在該致動器的一端；

主動樑，連接至該等電性接點，且從該等接點縱向地延伸遠離，該主動樑界定在該等接點之間的彎曲電流流動路徑；和

被動樑，熔合至該主動樑，使得當電流通過該主動樑時，該主動樑相對於該被動樑加熱且膨脹，導致該致動器的彎曲；

其中，該主動樑包含至少一阻抗性加熱桿，該加熱桿比該電流流動路徑的任何其他部份具有相對較小的橫截面積，使得該主動樑的加熱集中在該加熱桿。

選擇性地，該主動樑包含從第一接點縱向延伸的第一臂、從第二接點縱向延伸的第二臂、和連接該第一臂與第二臂的連接構件。

選擇性地，該第一臂與第二臂中的每一者包含個別的阻抗性加熱桿。

選擇性地，該連接構件將該第一和第二臂的末端互連，該等末端相對於該等電性接點是末端的。

選擇性地，該至少一阻抗性加熱桿的橫截面積，比該電流流動路徑之任何其他部份的橫截面積較小至少 1.5 倍。

選擇性地，該至少一阻抗性加熱桿具有小於 3 微米的寬度。

選擇性地，該連接構件佔據該主動樑之總體積的至少 30%。

選擇性地，該主動樑經由該對電性接點連接至驅動線路。

選擇性地，建構該驅動線路以輸送致動脈波至該主動樑，每一致動脈波具有小於 0.2 微米的脈波寬度。

選擇性地，該主動樑由選自包含氮化鈦、氮化鈦鋁、和鈳鋁合金之群組的材料所組成。

選擇性地，該被動樑由選自包含二氧化矽、氮化矽、和氮氧化矽之群組的材料所組成。

在另一方面提供一種噴墨噴嘴組合體，包含：

噴嘴腔室，具有噴嘴開口與墨水入口；

一對電性接點，設在該組合體的一端，且連接至驅動線路；和

熱彎曲致動器，用於經過該噴嘴開口噴射墨水，該致動器包含：

主動樑，連接至該等電性接點，且從該等接點縱向地延伸遠離，該主動樑界定在該等接點之間的彎曲電流流動路徑；和

被動樑，熔合至該主動樑，使得當電流通過該主動樑時，該主動樑相對於該被動樑加熱且膨脹，導致該致動器的彎曲；

其中，該主動樑包含阻抗性加熱桿，該加熱桿比該電流流動路徑的任何其他部份具有相對較小的橫截面積，使得該主動樑的加熱集中在該至少一加熱桿。

選擇性地，該噴嘴腔室包含底部和具有運動部的頂部，藉此，該致動器的致動將該運動部朝向該底部運動。

選擇性地，該運動部包含該致動器。

選擇性地，該噴嘴開口被界定在該運動部中，使得該噴嘴開口可相對於該底部運動。

選擇性地，該致動器可相對於該噴嘴開口運動。

選擇性地，該主動樑包含從第一接點縱向延伸的第一臂、從第二接點縱向延伸的第二臂、和連接該第一臂與第二臂的連接構件，且其中該等臂中的每一者包含個別的阻抗性加熱桿。

選擇性地，該等阻抗性加熱桿一起佔據該主動樑之總體積的 50% 以下。

選擇性地，建構該驅動線路以輸送致動脈波至該主動樑，每一致動脈波具有的脈波寬度小於 0.2 微秒。

在另一方面提供一種噴墨列印頭，包含：

噴嘴腔室，具有噴嘴開口與墨水入口；

一對電性接點，設在該組合體的一端，且連接至驅動線路；和

熱彎曲致動器，用於經過該噴嘴開口噴射墨水，該致動器包含：

主動樑，連接至該等電性接點，且從該等接點縱向

地延伸遠離，該主動樑界定在該等接點之間的彎曲電流流動路徑；和

被動樑，熔合至該主動樑，使得當電流通過該主動樑時，該主動樑相對於該被動樑加熱且膨脹，導致該致動器的彎曲；

其中，該主動樑包含阻抗性加熱桿，該加熱桿比該電流流動路徑的任何其他部份具有相對較小的橫截面積，使得該主動樑的加熱集中在該至少一加熱桿。

本發明的第二方面提供一種致動熱彎曲致動器的方法，該熱彎曲致動器具有熔合至被動樑的主動樑，該方法包含使電流通過該主動樑，以造成該主動樑相對於該被動樑的熱彈性膨脹和該致動器的彎曲，其中該電流被以致動脈波輸送，該致動脈波具有小於 0.2 微秒的脈波寬度。

選擇性地，該脈波寬度為 0.1 微米或更小。

選擇性地，以該致動脈波輸送的總能量小於 200 nJ。

選擇性地，每一致動脈波輸送的總能量小於 150 nJ。

選擇性地，該致動脈波在該彎曲致動器內造成至少 2.0 m/s 的峰值撓曲速度。

選擇性地，該主動樑包含阻抗性加熱桿，該加熱桿比該主動樑的任何其他部份具有相對較小的橫截面積，使得該主動樑的加熱集中在該至少一加熱桿內。

選擇性地，該熱彎曲致動器，包含：

一對電性接點，設在該致動器的一端；

主動樑，連接至該等電性接點，且從該等接點縱向地

延伸遠離，該主動樑界定在該等接點之間的彎曲電流流動路徑；和

被動樑，熔合至該主動樑，使得當電流通過該主動樑時，該主動樑相對於該被動樑加熱且膨脹，導致該致動器的彎曲；

其中，該主動樑包含阻抗性加熱桿，該加熱桿比該電流流動路徑的任何其他部份具有相對較小的橫截面積，使得該主動樑的加熱集中在該至少一加熱桿內。

選擇性地，該主動樑包含從第一接點縱向延伸的第一臂、從第二接點縱向延伸的第二臂、和連接該第一臂與第二臂的連接構件。

選擇性地，該第一臂與第二臂中的每一者包含個別的阻抗性加熱桿。

選擇性地，該連接構件將該第一和第二臂的末端互連，該等末端相對於該等電性接點是末端的。

選擇性地，該至少一阻抗性加熱桿的橫截面積，比該主動樑之任何其他部份的橫截面積較小至少 1.5 倍。

選擇性地，該至少一阻抗性加熱桿具有小於 3 微米的寬度。

選擇性地，該連接構件佔據該主動樑之總體積的至少 30%。

選擇性地，該主動樑經由該對電性接點連接至驅動線路，建構該驅動線路以輸送該等致動脈波至該主動樑。

選擇性地，該主動樑由選自包含氮化鈦、氮化鈦鋁、

和鈳鋁合金之群組的材料所組成。

選擇性地，該被動樑由選自包含二氧化矽、氮化矽、和氮氧化矽之群組的材料所組成。

在另一方面提供一種從噴墨噴嘴組合體排出墨水的方法，包含：

噴嘴腔室，具有噴嘴開口與墨水入口；

一對電性接點，連接至驅動線路；和

熱彎曲致動器，用於經過該噴嘴開口排出墨水，該熱彎曲致動器包含連接至該等電性接點的主動樑和熔合至該主動樑的被動樑，

該方法包含使電流通過該主動樑，以造成該主動樑相對於該被動樑的熱彈性膨脹和該致動器的彎曲，導致墨水從該噴嘴腔室排出，其中該電流被以致動脈波輸送，該致動脈波具有小於 0.2 微秒的脈波寬度。

選擇性地，該噴嘴腔室包含底部和具有運動部的頂部，藉此，該致動器的致動將該運動部朝向該底部運動。

選擇性地，該運動部包含該致動器。

選擇性地，該噴嘴開口被界定在該運動部中，使得該噴嘴開口可相對於該底部運動。

【實施方式】

如同在申請人稍早(2007年6月15日)申請之第11/763440號美國專利申請案中所描述的，圖1和2顯示在兩不同製造階段的噴嘴組合體100。茲將該美國申請案

併入做參考。

圖 1 顯示局部形成的噴嘴組合體，以例示主動和被動樑層。因此參考圖 1，顯示形成在互補式金氧半導體矽基板 102 上的噴嘴組合體 100。由與基板 102 相間隔開的頂部 104 和從頂部延伸至基板 102 的側壁 106 界定噴嘴腔室。頂部 104 由運動部 108 和靜止部 110 所組成，且運動部 108 和靜止部 110 兩者界定出在其間間隙 109。噴嘴開口 112 被界定在運動部 108 中，用於噴射墨水。

運動部 108 包含具有一對懸臂樑的熱彎曲致動器，其呈上主動樑 114 熔合 (fused) 至下被動樑 116 的形式。下被動樑 116 界定頂部之運動部 108 的範圍。上主動樑 114 包含一對臂 114A、114B，其分別從電極接點 118A、118B 縱向延伸。臂 114A、114B 的末端被連接構件 115 連接。連接構件 115 包含鈦傳導性墊 117，其促進此接合區域附近的電傳導。因此，主動樑 114 界定電極接點 118A 和 118B 之間的彎曲或扭曲傳導路徑。

電極接點 118A 和 118B 設置在噴嘴組合體的一端且彼此相鄰近，而且經由個別的連接器柱 119 連接至基板 102 之金屬的互補式金氧半導體層 120。互補式金氧半導體層 120 包含用於致動彎曲致動器所需的驅動電路。

被動樑 116 通常由任何電絕緣/熱絕緣材料所構成，例如二氧化矽、氮化矽等。熱彈性主動樑 114 可由任何適當的熱彈性材料構成，例如氮化鈦、氮化鈦鋁、和鋁合金。如同申請人在 2006 年 12 月 4 日申請所共同繫屬之第

US11/607976 號美國專利申請案(代理人文件第 IJ70US 號)中的解釋，鈎鋁合金是較佳的材料，因為其結合高熱膨脹、低密度、和高楊氏模數的有利性質。

參考圖 2，顯示在接續製造階段之已完成的噴嘴組合體 100。圖 2 的噴嘴組合體具有噴嘴腔室 122、和用於供給墨水至噴嘴腔室的墨水入口 124。此外，一層聚合材料 126 覆蓋整個頂部，例如聚雙甲基矽氧烷(PDMS)。聚合層 126 具有多種功能，包括保護彎曲致動器、使頂部 104 具有疏水性、和提供對間隙 109 的機械性密封。聚合層 126 具有充分低的楊氏模數，以允許致動和噴射墨水經過噴嘴開口 112。在例如 2007 年 11 月 29 日申請之第 US11/946840 號美國專利申請案中，可發現對聚合層 126 更詳細的描述，包括其功能和製造。

當需要從噴嘴腔室 122 噴射墨水液滴時，電流流經各電極接點 118 之間的主動樑 114。主動樑 114 被電流快速地加熱且相對於被動樑 116 膨脹，藉此造成運動部 108 向對於靜止部 110 朝向基板 102 而向下彎曲。此運動造成噴嘴腔室 122 內側快速增加的壓力，將墨水從噴嘴開口 112 噴出。當電流停止流動時，運動部 108 被允許回到其靜止位置(圖 1 和 2 所示)，此動作從入口 124 將墨水吸入噴嘴腔室 122 內，以準備下一次的噴射。

在圖 1、2 所示的噴嘴設計中，彎曲致動器界定每一噴嘴組合體 100 之運動部 108 的至少一部份是有好處的。此不僅簡化噴嘴組合體 100 的整體設計和製造，且提供較

高的噴射效率，因為只有運動部 108 的一個面必須對(抗)相對黏性的墨水作功。相較之下，具有致動器槳葉設置在噴嘴腔室 122 內側之噴嘴組合體的效率較低，因為致動器的兩個面必須對(抗)腔室內側的墨水作功。

但是，仍然需要改善彎曲致動器的整體效率。由於電流流動路徑的急劇彎曲，所以在連接構件 115 中會發生電性損失。且因為從主動層 114 至被動層 116 的熱傳輸，所以會發生熱損失。

現在翻到圖 3，顯示局部製造的噴嘴組合體 200，其具有不同構造的主動樑層 114。為了清晰起見，類似的構造以和圖 1、2 所用的相同參考數字表示。

噴嘴組合體 200 和圖 1 所示的噴嘴組合體 100 處在相同的製造階段。當然，可接續地製造噴嘴組合體 200，以提供類似圖 2 所示之完整的噴嘴組合體。但是圖 3 之局部製造的噴嘴組合體最佳地例示主動樑層 114 的突出構造特徵。

在圖 3 中，可看到主動樑 114 包含一對阻抗式加熱棒 117A、117B，其在主動樑 114 所界定之電流流動路徑具有一對橫向(相對於縱向的電流流動方向)截面積比任何其他部份較小。每一加熱棒 117 的橫截面積通常比電流流動路徑之任何其他部份的橫截面積小至少 1.5 倍、至少 2 倍、至少 3 倍、或至少 4 倍。所以加熱棒 117 產生主動樑 114 中絕大部分的熱，該熱是熱彈性彎曲致動所需的。

各加熱棒 117 一起佔據運動部 108 相對小的區域。加

熱棒 117 佔據運動部 108 之總面積通常少 10%或少於 5%。各加熱棒 117 一起佔據主動樑 114 相對小的體積。加熱棒 117 佔據主動樑 114 之總體積(和/或面積)通常少於 50%、少於 40%、或少於 30%。加熱棒 117 的寬度或高度尺寸通常小於 3 微米、小於 2.5 微米、或小於 2 微米。

主動樑 114 的此結構提供比圖 1 所示的結構提供更多的優點。首先，藉由將熱集中進入相對小的區域，在熱彈性致動期間從主動樑 114 傳輸至被動樑 116 的總熱量被最小化。因此就相同的輸入能量而言，噴嘴組合體 200 內的熱損失比圖 1 所示的噴嘴組合體 100 更少。

第二，主動樑 11 的連接構件 115 可製成更大，其使因電流流動路徑中急劇彎曲(180 度彎曲)所造成的電流損失最小化，且可不需傳導性墊 117。大部份噴嘴組合體 200 的主動樑 114 致力於使流入加熱棒 117 內的電流最大化，其負責熱彈性致動。連接構件 115 通常佔據主動樑 114 之總體積的至少 30%或至少 40%。

圖 3 所示的噴嘴組合體當結合短致動脈波使用時特別有效能。藉由使用較短的脈波，熱能傳輸進入被動層 116 的時間量最少；相對於較長的致動脈波，較短的脈波產生較少的熱損失。再者，阻抗性加熱桿 117 的結構結合短致動脈波，在主動樑 114 和被動樑 116 之間產生較大的溫度差。因此獲得各層之間較大的差異膨脹，此導致運動部 108 之較高峰值撓曲速度。運動部 108 之峰值撓曲速度是控制從噴嘴開口 112 之墨水噴射速度的重要因素。

圖 4 實驗性地顯示使用具有相對短致動脈波之噴嘴組合體 200，如何獲得更有效率的彈性致動和液滴噴射。該圖顯示就 0.5 至 0.1 微秒範圍內(以 0.05 微秒間隔分開)之各種致動脈波寬度獲得 3 m/s 峰值撓曲速度所需的能量。第一數據點具有 0.5 微秒的致動脈波寬度，且需要 227.9 nJ 的總能量輸入，以獲得 3 m/s 的峰值撓曲速度。對照之下，最後的數據點具有 0.1 微秒的致動脈波寬度，且需要 138 nJ 的總能量輸入，以獲得 3 m/s 的相同峰值撓曲速度。因此實驗數據清楚地例示：較短的脈波寬度獲得更有效率的致動，尤其是圖 3 所示的噴嘴組合體 200。

本發明致動所需輸入的總能量，降低到小於 200 nJ 或小於 150 nJ。總輸入能量通常在 100-200 nJ 的範圍內、或在 100-150 nJ 的範圍內。

熟悉該技藝人士可容易地瞭解輸入熱彎曲致動器的較低整體能量以產生預定峰值撓曲速度的優點。依據此處所描述的彎曲致動器和方法，可使熱彎曲致動噴墨列印頭更有效率且需要更少的電力。

當然可瞭解已藉由僅作為例子的方式來描述本發明，且可在所附之請求項所界定之本發明的範圍內做細節的修飾。

【圖式簡單說明】

現在藉由只作為例子的方式參考附圖，描述本發明的實施例，其中：

圖 1 是局部製造之噴墨噴嘴組合體之切開透視圖；

圖 2 是圖 1 所示之噴墨噴嘴組合體在完成最後階段之製造步驟的切開透視圖；

圖 3 是本發明局部製造之噴墨噴嘴組合體的切開透視圖；和

圖 4 是顯示使用不同致動脈波寬度，以獲得 3 m/s 峰值撓曲速度所需各種輸入能量的圖。

【主要元件符號說明】

100：噴嘴組合體

102：基板

104：頂部

106：側壁

108：運動部

109：間隙

110：靜止部

112：噴嘴開口

114：上主動樑

114A：臂

114B：臂

115：連接構件

116：下被動樑

117：傳導性墊

117A：加熱桿

117B : 加熱桿

118A : 電極接點

118B : 電極接點

119 : 連接器柱

120 : 互補式金氧半導體層

122 : 噴嘴腔室

124 : (墨水)入口

126 : 聚合材料

200 : 噴嘴組合體

五、中文發明摘要

發明之名稱：具有阻抗性加熱棒之彎曲主動樑的熱彎曲致動器

一種熱彎曲致動器，包含：(a)一對電性接點，設在該致動器的一端；(b)主動樑，連接至該等電性接點，且從該等接點縱向地延伸遠離，該主動樑界定在該等接點之間的彎曲電流流動路徑；和(c)被動樑，熔合至該主動樑。當電流通過該主動樑時，該主動樑相對於該被動樑加熱且膨脹，導致該致動器的彎曲。該主動樑包含阻抗性加熱棒，該加熱棒比該電流流動路徑的任何其他部份具有相對較小的橫截面積。該主動樑的加熱集中在該加熱棒。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

THERMAL BEND ACTUATOR COMPRISING BENT ACTIVE BEAM HAVING RESISTIVE HEATING BARS

A thermal bend actuator comprising: (a) a pair of electrical contacts positioned at one end of the actuator; (b) an active beam connected to the electrical contacts and extending longitudinally away from the contacts, the active beam defining a bent current flow path between the contacts; and (c) a passive beam fused to the active beam. When a current is passed through the active beam, the active beam heats and expands relative to the passive beam, resulting in bending of the actuator. The active beam comprises a resistive heating bar having a relatively smaller cross-sectional area than any other part of the current flow path. Heating of the active beam is concentrated in the heating bar.

十、申請專利範圍

1. 一種熱彎曲致動器，包含：

一對電性接點，設在該致動器的一端；

主動樑，連接至該等電性接點，且從該等接點縱向地延伸遠離，該主動樑界定在該等接點之間的彎曲電流流動路徑；和

被動樑，熔合至該主動樑，使得當電流通過該主動樑時，該主動樑相對於該被動樑加熱且膨脹，導致該致動器的彎曲；

其中，該主動樑包含至少一阻抗性加熱桿，該加熱桿比該電流流動路徑的任何其他部份具有相對較小的橫截面積，使得該主動樑的加熱集中在該加熱桿內。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述熱彎曲致動器，其中該主動樑包含從第一接點縱向延伸的第一臂、從第二接點縱向延伸的第二臂、和連接該第一臂與第二臂的連接構件。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述熱彎曲致動器，其中該第一臂與第二臂中的每一者包含個別的阻抗性加熱桿。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述熱彎曲致動器，其中該連接構件將該第一和第二臂的末端互連，該等末端相對於該等電性接點是末端的。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述熱彎曲致動器，其中該至少一阻抗性加熱桿的橫截面積，比該電流流動路徑之任何其他部份的橫截面積較小至少 1.5 倍。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述熱彎曲致動器，其中該

至少一阻抗性加熱桿具有小於 3 微米的寬度。

7.如申請專利範圍第 4 項所述熱彎曲致動器，其中該連接構件佔據該主動樑之總體積的至少 30%。

8.如申請專利範圍第 1 項所述熱彎曲致動器，其中該主動樑經由該對電性接點連接至驅動線路。

9.如申請專利範圍第 8 項所述熱彎曲致動器，其中建構該驅動線路以輸送致動脈波至該主動樑，每一致動脈波具有小於 0.2 微米的脈波寬度。

10.如申請專利範圍第 1 項所述熱彎曲致動器，其中該主動樑由選自包含氮化鈦、氮化鈦鋁、和鈮鋁合金之群組的材料所組成。

11.如申請專利範圍第 1 項所述熱彎曲致動器，其中該被動樑由選自包含二氧化矽、氮化矽、和氮氧化矽之群組的材料所組成。

12.一種噴墨噴嘴組合體，包含：

噴嘴腔室，具有噴嘴開口與墨水入口；

一對電性接點，設在該組合體的一端，且連接至驅動線路；和

熱彎曲致動器，用於經過該噴嘴開口排出墨水，該致動器包含：

主動樑，連接至該等電性接點，且從該等接點縱向地延伸遠離，該主動樑界定在該等接點之間的彎曲電流流動路徑；和

被動樑，熔合至該主動樑，使得當電流通過該主動

樑時，該主動樑相對於該被動樑加熱且膨脹，導致該致動器的彎曲；

其中，該主動樑包含阻抗性加熱桿，該加熱桿比該電流流動路徑的任何其他部份具有相對較小的橫截面積，使得該主動樑的加熱集中在該至少一加熱桿。

13.如申請專利範圍第 12 項所述噴墨噴嘴組合體，其中該噴嘴腔室包含底部和具有運動部的頂部，藉此，該致動器的致動將該運動部朝向該底部運動。

14.如申請專利範圍第 13 項所述噴墨噴嘴組合體，其中該運動部包含該致動器。

15.如申請專利範圍第 14 項所述噴墨噴嘴組合體，其中該噴嘴開口被界定在該運動部中，使得該噴嘴開口可相對於該底部運動。

16.如申請專利範圍第 14 項所述噴墨噴嘴組合體，其中該致動器可相對於該噴嘴開口運動。

17.如申請專利範圍第 12 項所述噴墨噴嘴組合體，其中該主動樑包含從第一接點縱向延伸的第一臂、從第二接點縱向延伸的第二臂、和連接該第一臂與第二臂的連接構件，且其中該等臂中的每一者包含個別的阻抗性加熱桿。

18.如申請專利範圍第 17 項所述噴墨噴嘴組合體，其中該等阻抗性加熱桿一起佔據該主動樑之總體積的 50% 以下。

19.如申請專利範圍第 12 項所述噴墨噴嘴組合體，其中建構該驅動線路以輸送致動脈波至該主動樑，每一致動

脈波具有的脈波寬度小於 0.2 微秒。

20. 一種噴墨列印頭，包含如申請專利範圍第 12 項之複數噴嘴組合體。

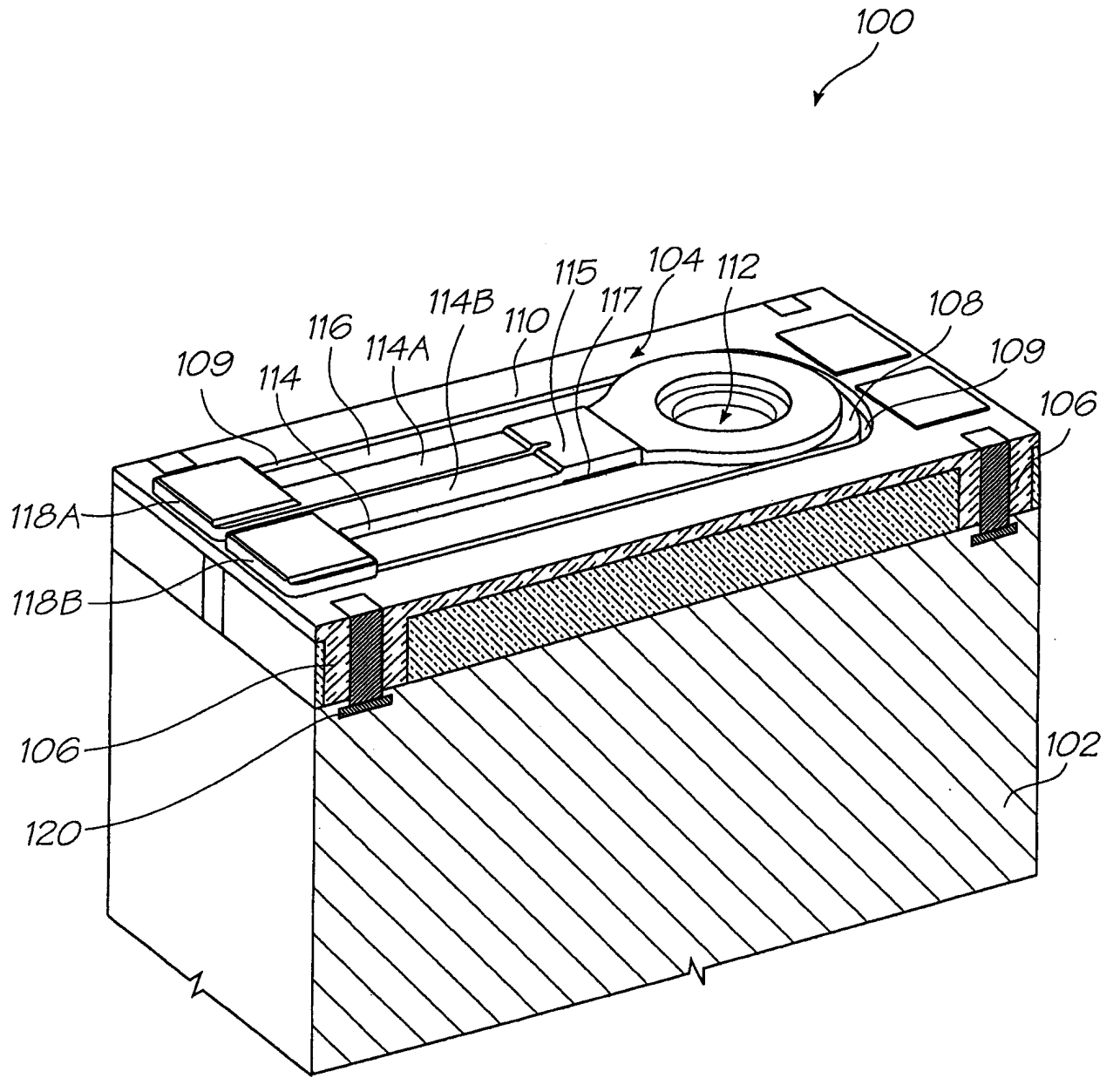


圖1

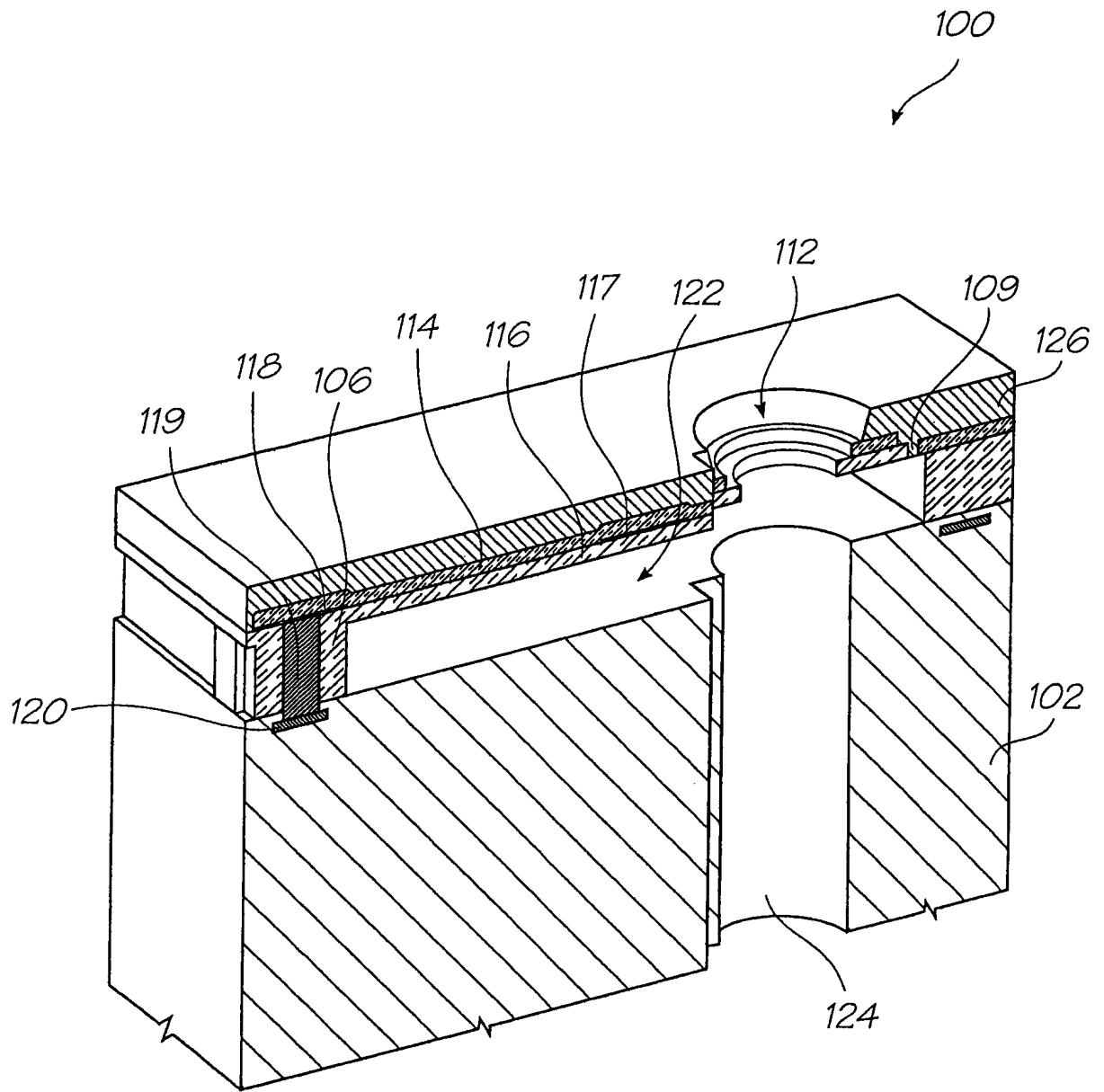


圖2

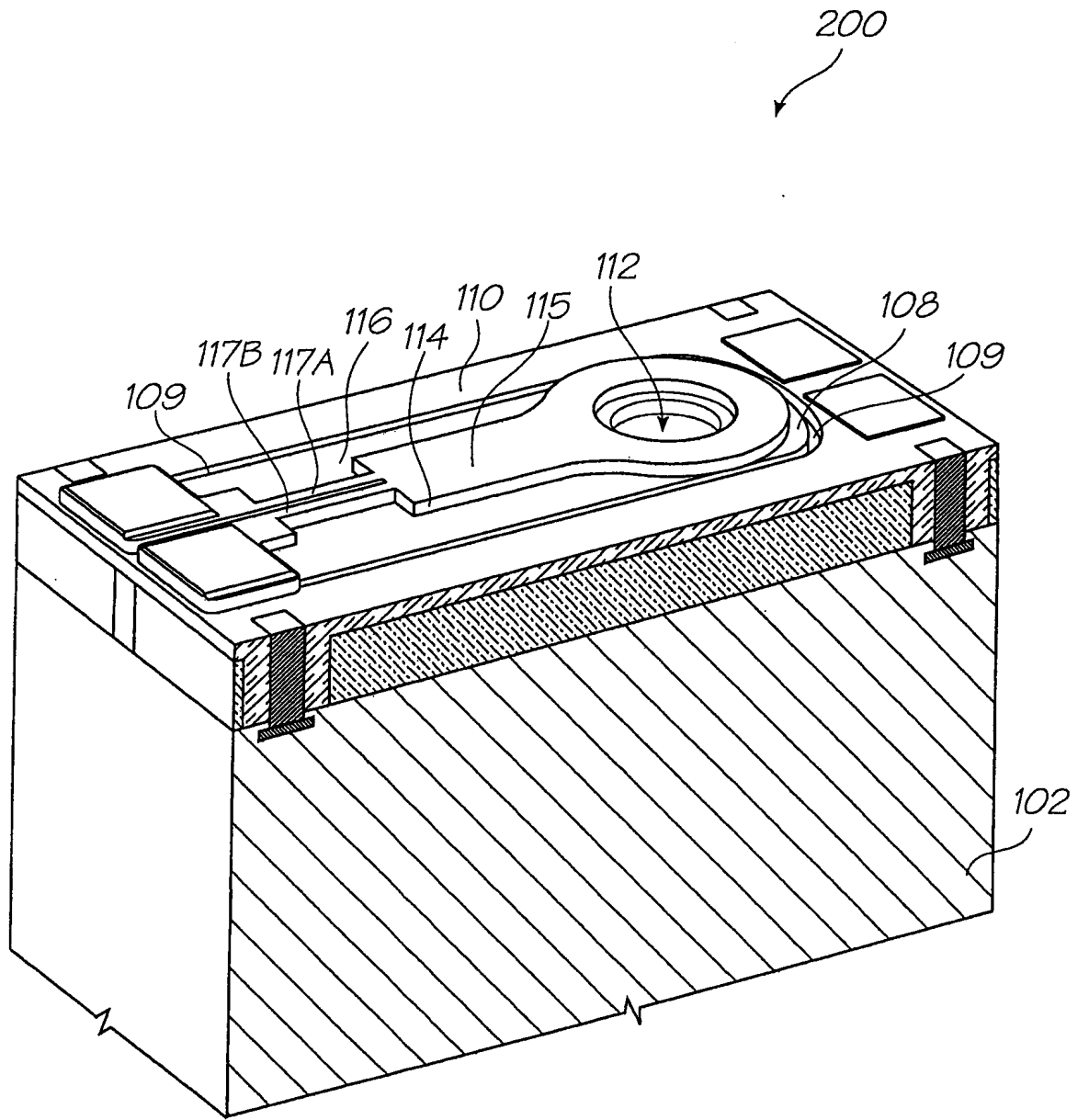


圖3

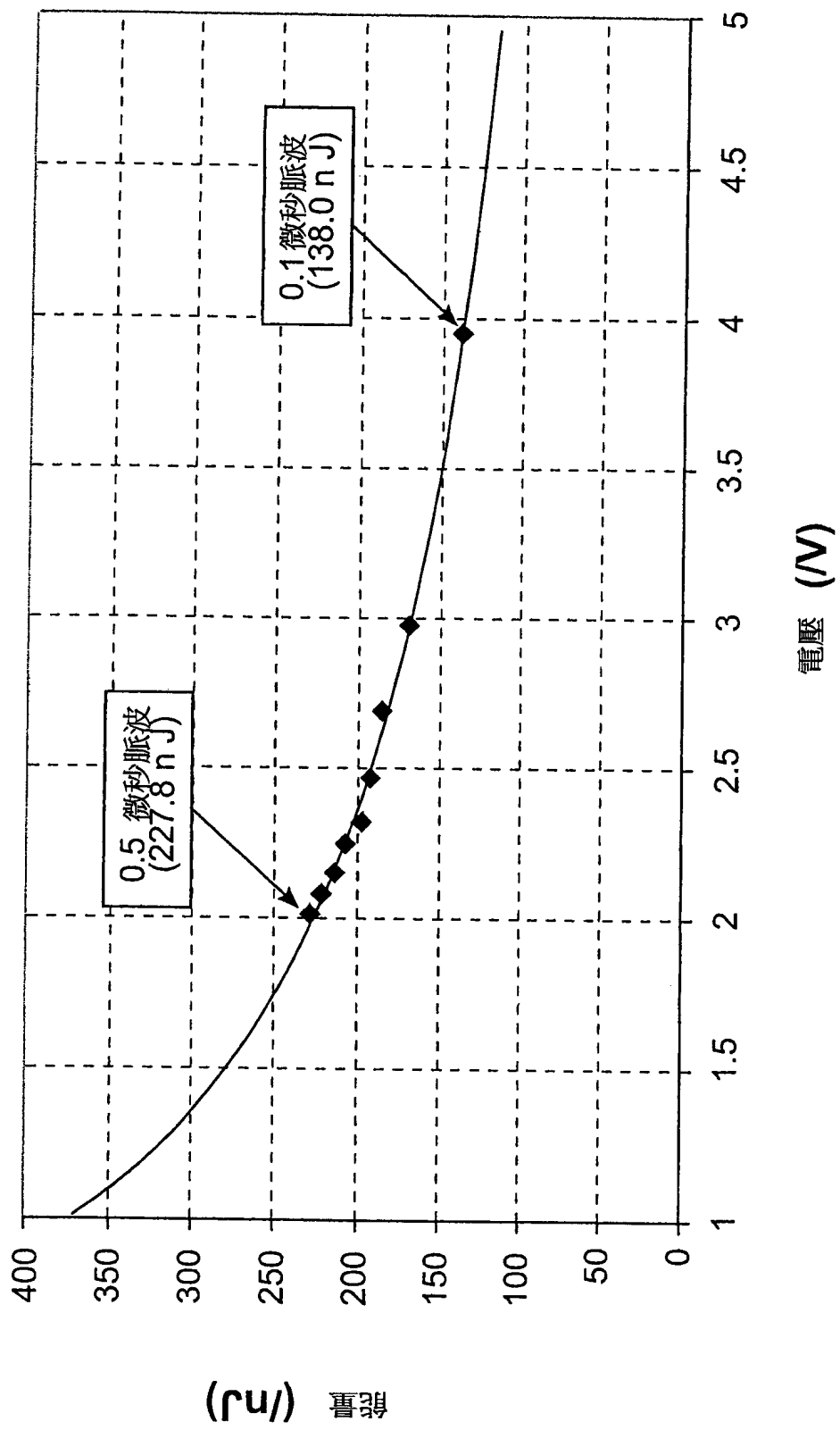


圖4

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (3) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

102：基板
108：運動部
109：間隙
110：靜止部
112：噴嘴開口
114：上主動樑
115：連接構件
116：下被動樑
117A：加熱桿
117B：加熱桿
200：噴嘴組合體

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無