



(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 I853543 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：112115344

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 25 日

(51)Int. Cl. : G03F7/20 (2006.01)

G02B26/08 (2006.01)

G02B7/18 (2021.01)

G02B5/08 (2006.01)

(30)優先權：2022/04/26 德國

10 2022 204 014.7

(71)申請人：德商卡爾蔡司 SMT 有限公司 (德國) CARL ZEISS SMT GMBH (DE)
德國

(72)發明人：拉巴 安德烈亞斯 RABA, ANDREAS (DE)；赫夫 馬可斯 HAUF, MARKUS (DE)

(74)代理人：李宗德

(56)參考文獻：

TW 202210953A

DE 19909106C2

US 5305333A

US 6633108B1

US 2009/052066A1

審查人員：呂燦

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：9 共 31 頁

(54)名稱

對溫度不敏感的致動器與變形反射鏡

(57)摘要

本發明有關一種用於半導體微影的致動器，該致動器包含具有第一熱膨脹係數的一致動器元件 (102)；及在其第一端的一連接部位 (103)，用於沿著至少一調整軸 (101) 主動調整一光學元件 (300)，其特徵在於藉由一補償元件 (104)，該補償元件具有第二熱膨脹係數，其符號對應於該第一熱膨脹係數的符號，該補償元件相對於該調整軸 (101) 同軸取向並且該補償元件具有一耦合部位 (110)，該耦合部位在空間中保持靜止或相對於光學元件靜止；及藉由一連接元件 (111)，該致動器元件 (102) 和該補償元件 (104) 連接在遠離該連接部位 (103) 和該耦合部位 (110) 的位置。本發明進一步有關一種變形反射鏡。

The invention relates to an actuator (100) for semiconductor lithography, comprising an actuator element (102) having a first coefficient of thermal expansion and a connection site (103) at its first end for the active adjustment of an optical element (300) along at least one adjustment axis (101),

characterized

by a compensation element (104),

which has a second coefficient of thermal expansion, the sign of which corresponds to that of the first coefficient of thermal expansion,

which is oriented coaxially in relation to the adjustment axis (101)

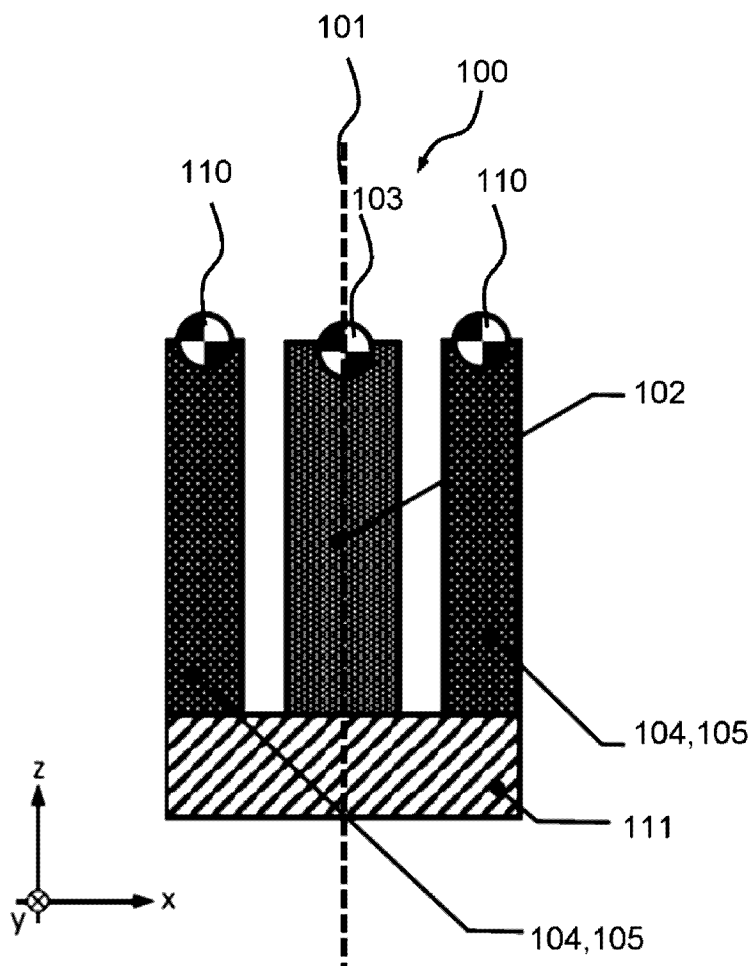
and which has a coupling site (110) held stationary in space or stationary in relation to the optical element, and

by a connection element (111), by which the actuator element (102) and the compensation element (104) are connected at positions located remote from the connection site (103) and from the coupling site (110).

The invention furthermore relates to a deformation mirror.

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 100:致動器
 - 101:調整軸
 - 102:致動器元件
 - 103:連接部位
 - 10:補償元件
 - 105:另一致動器元件
 - 110:耦合部位
 - 111:連接器件



【圖2】



I853543

【發明摘要】

【中文發明名稱】對溫度不敏感的致動器與變形反射鏡

【英文發明名稱】

TEMPERATURE-INSENSITIVE ACTUATOR AND DEFORMATION MIRROR

【中文】

本發明有關一種用於半導體微影的致動器，該致動器包含具有第一熱膨脹係數的一致動器元件（102）；及在其第一端的一連接部位（103），用於沿著至少一調整軸（101）主動調整一光學元件（300），其特徵在於藉由一補償元件（104），該補償元件具有第二熱膨脹係數，其符號對應於該第一熱膨脹係數的符號，該補償元件相對於該調整軸（101）同軸取向並且該補償元件具有一耦合部位（110），該耦合部位在空間中保持靜止或相對於光學元件靜止；及藉由一連接元件（111），該致動器元件（102）和該補償元件（104）連接在遠離該連接部位（103）和該耦合部位（110）的位置。本發明進一步有關一種變形反射鏡。

【英文】

The invention relates to an actuator (100) for semiconductor lithography, comprising an actuator element (102) having a first coefficient of thermal expansion and a connection site (103) at its first end for the active adjustment of an optical element (300) along at least one adjustment axis (101), characterized by a compensation element (104), which has a second coefficient of thermal expansion, the sign of which corresponds to that of the first coefficient of thermal expansion,

which is oriented coaxially in relation to the adjustment axis (101)

and which has a coupling site (110) held stationary in space or stationary in relation to the optical element, and

by a connection element (111), by which the actuator element (102) and the compensation element (104) are connected at positions located remote from the connection site (103) and from the coupling site (110).

The invention furthermore relates to a deformation mirror.

【指定代表圖】圖2

【代表圖之符號簡單說明】

100：致動器

101：調整軸

102：致動器元件

103：連接部位

10：補償元件

105：另一致動器元件

110：耦合部位

111：連接器件

【發明說明書】

【中文發明名稱】

對溫度不敏感的致動器與變形反射鏡

【英文發明名稱】

TEMPERATURE-INSENSITIVE ACTUATOR AND DEFORMATION MIRROR

【技術領域】

【0001】 本發明有關一種用於半導體微影的致動器，特別是固態致動器，致動器包含一具有第一熱膨脹係數的致動器元件和一在其第一端的連接部位，用於沿著及/或平行於至少一調整軸主動調整光學元件。

〔交互參照〕

【0002】 本申請案主張2022年4月26日申請的德國專利申請案第DE 10 2022 204 014.7號的優先權，其全部內容通過引用併入形成部分本發明以供參考。

【先前技術】

【0003】 投影曝光裝置用於生成極精細的結構，特別是在半導體組件或其他微結構組成部件上。所述裝置的功能原理是基於奈米級的極精細結構的生成，藉由通常縮減在光罩（所謂倍縮光罩）、具有感光材料的所要結構化元件（所謂晶圓）上的結構成像。所生成結構的最小尺寸直接取決於所使用光的波長。將所述光成形作為照明光學單元中的倍縮光罩的最佳照明。近來，已經越來越多使用發射波長在數奈米範圍內，例如介於1 nm與120 nm之間，特別是在13.5 nm範圍內的光源。所述的波長範圍也稱為EUV範圍。

【0004】 除了使用在EUV範圍內工作的系統之外，還使用商業上建立的DUV系統生成微結構組成部件，其波長介於100 nm與300 nm之間，特別是193

nm。隨著能生成越來越小結構的需求，系統中關於光學校正的需求同樣進一步增加。提高了EUV範圍或DUV範圍內之每更新一代投影曝光裝置的產出率，進而提高商業價值；這通常會導致更大的熱負荷，導致更多由熱量引起的成像像差。

【0005】 為了校正成像像差，在投影光學單元的單一或所有光學組件中，可使用所謂的操縱器，尤其改變了光學元件的位置和對準，或者藉由使光學有效表面變形來影響光學元件的成像特性，特別是反射鏡。在這情況下，光學有效表面認為是在指定裝置的工作過程中被使用光撞擊的光學元件的表面。在這情況下，應該將所使用光理解為用於成像結構的電磁輻射。

【0006】 為了能夠調整（也就是操縱）光學元件，通常使用致動器，特別是固態致動器。在這情況下，由於增加的熱負荷而發生的熱膨脹會干擾定位。結合可變形光學單元，導致成像像差。

【0007】 專利案DE 10 2020 201 774 A1有關固態致動器的熱膨脹，這藉由熱膨脹係數匹配（CTE，Coefficient of Thermal Expansion）來補償，即熱膨脹係數的補償。在這情況下，致動器包含具有不同熱膨脹係數的不同材料，因此，由此形成的複合材料會產生所需的膨脹行為。許多呈現出電、壓、磁或光致伸縮行為及特別適合用作固態致動器的材料具有正熱膨脹係數，也就是說，主體隨著溫度的升高而膨脹。因此，為了能夠補償熱膨脹行為，需要結合具有負CTE的材料。具有負CTE的材料僅在有限的範圍內適用於投影曝光裝置，因為其在普遍的環境條件下趨向衰變。其他材料（諸如鎢酸鋯）會帶來其他設計和製程工程方面的困難。

【0008】 再者，先前技術揭露了非熱透鏡元件安裝座，其中一第一安裝元件連接到在一端處的透鏡元件，並連接到配置平行於在另一端處的第一安裝元件的補償元件。

【發明內容】

【0009】 因此，本發明之一目的是提供消除或至少減少先前技術的上述缺點之致動器和變形反射鏡。

【0010】 關於致動器之目的藉由具有如請求項1所述之特徵的致動器實現。關於變形反射鏡之目的藉由具有如請求項14所述之特徵的變形反射鏡實現。在附屬請求項中指定了具有利發展的優勢組態。

【0011】 致動器的特別特徵在於存在一補償元件，該補償元件具有一第二熱膨脹係數，其符號對應於第一熱膨脹係數的符號，並且該補償元件相對於調整軸同軸取向(oriented coaxially)，特別是平行取向，並且其耦合位置在空間中保持靜止或相對於光學元件靜止。光學元件例如可為一反射鏡或透鏡元件，其中該反射鏡或透鏡元件還可包含框架，特別是力框架。因此在當前情況下，相對於光學元件表示靜止理解為，耦合位置相對於反射鏡基板及/或反射鏡後側保持靜止、或者相對於透鏡元件主體及/或透鏡元件邊緣保持靜止、或者相對於框架保持靜止、或者相對於光學元件的連接部位固定，耦合部位在該連接部位連接到光學元件、或者相對於分配給光學元件的任何其他參考元件。再者，存在連接元件，致動器元件和補償元件利用該連接元件連接到遠離連接部位和耦合部位的位置。

【0012】 具有第二熱膨脹係數的補償元件，其符號對應於第一熱膨脹係數的符號，使其可通過補償元件的同向延伸來補償由溫度變化引起的致動器元件的膨脹。就此而言，熱膨脹應理解為元件的幾何形狀作為整體在溫度變化的情況下發生變化，即例如元件的長度增加或縮短。因此，元件的熱膨脹應理解為類似於材料的熱膨脹係數。

【0013】 由於耦合位置在空間中保持靜止或相對於光學元件或分配給其的參考元件（諸如框架）保持靜止，也就是說固定連接到光學元件，致動器元件的連接位置相對於耦合位置為可調整。在這情況下，由補償元件界定出連接元件在空間中的位置。如果補償元件的膨脹程度比致動器元件更大，則致動器元件的連接部位將在沿著或平行於調整軸的第一（負）方向上相對於耦合部位

移位。相反，如果補償元件的熱膨脹程度小於致動器元件，則連接部位將在沿著或平行於調整軸的第二（正）方向上相對於耦合部位移位，所述第二方向相反於第一方向。幾何形狀及/或材料及/或熱膨脹係數及/或致動器元件和光學元件之間的連接的配置選擇會影響連接部位的溫度相關調整，如此，連接部位的調整發生係與溫度無關。在這情況下，光學元件的術語「調整」包含由致動器引起的（整個）光學元件的平移及/或旋轉運動或位移，以及由致動器引起的光學元件的至少局部的變形。

【0014】 在這情況下，致動器元件可以具有電、壓、磁或光致伸縮行為。原則上，也可以想到適用於半導體技術應用的其他類型的致動器，特別是用於半導體技術的投影曝光裝置。特別係，如果致動器元件形成為壓電致動器元件為優選。在這情況下，致動器可具有分層結構。同樣地，補償元件也可為多層形式。這使其可在一補償元件中組合不同的材料。在這情況下，致動器可具有任何期望的形狀。其可優選構造成平行六面體、圓柱形或稜柱形，特別是具有多邊形、特別優選六邊形或八邊形的底面。再者，優選是，能以致動器元件可相對於調整軸單向或雙向調整的方式實施和控制致動器元件。

【0015】 在本發明的文中，優選是，藉由連接元件使得致動器元件和補償元件端接地彼此連接，特別是在端面上；然而，替代上，致動器元件和補償元件也可在任何期望的位置彼此連接；因此，存在一或複數個本地連接。特別係，優選是，致動器元件和補償元件相互內聚連接或力鎖合連接。可利用直接連接、黏合連接，即黏著、熔焊、銲接，或者壓製來實現這種連接。

【0016】 再者，優選是，特別是在投影曝光裝置中普遍存在的環境條件下使用致動器期間，如果第一熱膨脹係數和第二熱膨脹係數為正值，儘管第一熱膨脹係數和第二熱膨脹係數兩者也可為負值。

【0017】 此外，優選是致動器元件和補償元件的熱膨脹係數相互匹配。特別來說，如果致動器元件和補償元件由相同的物質製造是優選的，也就是相同的材料，特別優選來自相同的半成品。就此而言，如果致動器元件和補償元件

具有沿著或平行於調整軸的匹配延伸，也為優選。具有匹配的熱膨脹係數和沿著或平行於致動器元件和補償元件的調整軸的匹配範圍(matching extent)，假設致動器內至少近似均勻的溫度分佈，可完全補償由溫度變化引起的致動器的壓縮或膨脹，導致致動器對溫度不敏感或無熱的。

【0018】然而，根據致動器的配置及其與光學元件的連接，致動器元件和補償元件沿調整軸的延伸及/或熱膨脹係數也可不同，特別因為一因數而彼此不同。如果致動器的耦合部位和連接部位之間存在普遍的溫度梯度，優選是，致動器元件和補償元件的熱膨脹係數及/或沿著或平行於調整軸的範圍彼此不同。在這情況下，給定致動器內導熱路徑內的已知溫度並且已知補償元件和致動器元件中的熱阻，沿調整軸或平行調整軸的範圍和熱膨脹係數以能夠補償熱流引起的位移的方式進行調整。換句話說，對於補償元件和致動器元件可找到所組成的一成對由熱膨脹係數和範圍，使得降低或補償熱流所導致的移位。作為附加參數，可調適致動器元件及/或補償元件的導熱度。

【0019】再者，優選是，補償元件形成為另一致動器元件。在這情況下，致動器元件和另一致動器元件可沿著或平行於調整軸雙向或單向調整。再者，亦為優勢是，致動器元件和另一致動器元件中的一者專門在沿著或平行於調整軸的第一方向上用於調整光學元件，而致動器元件和另一致動器元件中的另一者專門用於在沿著或平行於調整軸的方向上調整光學元件，此方向相反於第一方向。在壓電致動器的情況下，特別是在陶瓷壓電致動器的情況下，而且在晶體壓電致動器的情況下，這特別有利於遲滯現象的最小化。再者，優勢是，致動器元件和另一致動器元件中的一者（特別藉由相對的致動器元件的控制）配置成（僅）壓縮並且致動器元件和另一致動器元件中的另一者配置為（僅）膨脹。藉由各個行程的合成疊加，可使致動器的總行程加倍。無庸置疑，另一致動器元件和致動器元件兩者也可配置為（僅）壓縮或（僅）膨脹。

【0020】為了最小化致動器元件和補償元件的溫差，優選兩者彼此良好熱接觸。因此，如果致動器元件和補償元件至少部分在其間所形成間隙中彼此連

接為有利的。換句話說，致動器具有附加的（第二）連接。在這情況下，可利用彈性件或導熱元件或者利用具有延展性固體而形成該連接。

【0021】 在一特別優選的實施例中，間隙至少部分填充有導熱率高於空氣導熱率的液體。散熱膏、導熱油、特別是變壓器油都適用於此目的。

【0022】 為了確保更佳連結到待調整的光學元件，優選的是致動器元件以兩部件組成，其中只有一部件是由主動可控的，即壓電、電致伸縮、或磁致伸縮材料形成。為了增加光學元件與致動器之間的熱阻，優選的是在另一部件處實施收縮。替代或附加上，另一部件（即致動器元件的主動可控部件）也可具有比上述一部件更高的傳熱阻力。類似於其，補償元件也能以兩部件具體實施，包含一補償元件和一用於連接光學元件或光學元件框架的第二部件/轉接器。光學元件的連結例如可藉由黏合/接合方式實現。替代上，其他部件也可為光學元件的組成部件。特別優選，另一部件由與光學元件相同的物質形成。然而，另一部件可特別優選整體連接到光學元件或由玻璃塊研磨而成。

【0023】 為了簡化致動器的設計，有利的是致動器元件和補償元件中的一者形成為中空主體，如果致動器元件和補償元件中的另一者容置在中空主體內。致動器元件或補償元件優選形成為中空主體，中空主體容置另一元件。在這情況下，中空主體可優選形成為中空圓柱體，或者中空平行六面體或中空稜柱體。然後形成為中空體的元件優選具有兩或多個到光學元件的連接部位、或相對的耦合部位。

【0024】 再者，還可存在複數個補償元件，這些補償元件連接到致動器元件。補償元件可配置在外周緣圍繞致動器元件且彼此間隔一定距離，特別是彼此間隔固定距離。如果補償元件形成為另一致動器元件，則補償元件中的一者發生故障，例如電氣故障，則可由其他元件中的一者予以補償。

【0025】 根據本發明之用於半導體微影的變形反射鏡，包含有反射表面的反射鏡基板和位相對於反射表面對面之反射鏡後側的決定在於，存在至少一上述致動器，其致動器元件連接到反射鏡後側。致動器的偏轉使反射鏡後側和反

射鏡基板產生至少部分變形，因此由於反射鏡的剛度，使得光學主動表面，也就是反射鏡的反射表面，也產生至少部分變形。由於光學主動反射鏡表面的變形，反射鏡的成像特性發生變化，導致可補償投影光學單元的成像像差。在此將光學主動表面理解為在相關裝置的正常操作期間，利用使用的輻射，即用於成像和曝光的輻射，撞擊在其上的表面。憑藉致動器的特定組態，可更不受溫度影向進行致動器的調整，並且更準確，因為致動器元件的長度沿著或平行於由溫度變化觸發的調整軸的調整/變化，是藉由補償元件的同向運動來補償。

【0026】 在這情況下，結合致動器提及的實施例和優點也適用於具有至少一致動器的變形反射鏡。

【0027】 在一實施例中，變形反射鏡可具有力框架，即框架配置在致動器與反射鏡後側之間。在耦合部位處的補償元件間接或直接連接到背對反射鏡後側的框架後側。框架另外具有至少一通道，其中配置有致動器元件及/或轉接器。特別係，框架具有複數個通道，特別優選具有調適成致動器元件數量的多個通道。

【0028】 替代上，在耦合部位處的至少一補償元件同樣直接或間接（藉由轉接器）連接到反射鏡後側。這使得所謂的沒有力框架（即無框架）的實施例也可能。該實施例的特別在於補償元件和致動器元件連結到相同的熱源，即反射鏡後側。如果反射鏡溫度由於光的入射而升高，則可預期致動器和補償元件上的熱輸入相同。此外，簡化了變形反射鏡的製造過程。

【圖式簡單說明】

【0029】 以下基於實施例變型並參考附圖更詳細描述本發明的其他特徵、特性和優點。在這方面，上下所述的所有特徵件單獨及採取任何想要組合都是有利的。以下所述的實施例變型僅僅是示例，然而並未限制本發明之標的。在圖式中：

【0030】 圖1a示出設計用於EUV操作的微影投影曝光裝置的示意圖；

【0031】圖1b示出設計用於DUV操作的微影投影曝光裝置的示意圖；

【0032】圖2示出根據本發明之致動器的一第一示例性實施例的示意性剖面圖；

【0033】圖3示出根據本發明之致動器的一第二示例性實施例的示意性剖視圖；

【0034】圖4示出致動器的一第三示例性實施例的示意性剖面圖，其中補償元件具體實施為另一致動器元件；

【0035】圖5示出一含有三個補償元件之第四示例性實施例的示意圖；

【0036】圖6示出根據圖4的致動器連同光學元件的示意性剖面圖；

【0037】圖7示出致動器元件的示意性剖面圖；

【0038】圖8示出含有複數個具有力框架的致動器之變形反射鏡的示意圖；及

【0039】圖9示出含有複數個不具有力框架的致動器之變形反射鏡的示意圖。

【實施方式】

【0040】圖1a示出可實施於本發明之設計用於EUV操作之示例性投影曝光裝置600的示意圖，也就是說，可使用根據本發明的致動器100。然而，本發明也可用於其他奈米定位系統。

【0041】根據圖1a，在設計用於EUV的投影曝光裝置600中的照明器件包含一場分面鏡603和一光瞳分面鏡604。來自含有一電漿光源601和一聚光鏡602的光源單元的光係被引導至場分面鏡603。一第一望遠鏡605和一第二望遠鏡606配置在光學路徑中的光瞳分面鏡604的下游。配置在光學路徑下游的是一偏光鏡607，該偏光鏡將入射於其上的輻射引導到含有六個反射鏡651-656的投影透鏡的物件平面中的物場。在物場的位置，反射結構承載光罩621配置在光罩承載台620

上並且利用投影透鏡成像到圖像平面中，其中塗覆有感光層（光阻劑）的基板661位於晶圓台660上。

【0042】如圖1b所示，本發明同樣可用於DUV裝置。DUV裝置的設置原則上類似於上述圖1a中的EUV裝置，其中反射鏡和透鏡元件可用作DUV裝置中的光學元件，並且DUV裝置的光源發射出波長範圍100 nm至300 nm的使用輻射。

【0043】圖1b所示的DUV微影裝置700具有一DUV光源701。舉例來說，可提供氟化氬準分子雷射作為DUV光源701，其在193 nm的DUV範圍內發射輻射702。光束整形和照明系統703將DUV輻射702引導到光罩704上。光罩704具體實施為一透射光學元件並且可配置在系統703外部。光罩704的結構可利用投影系統705以縮小的方式成像到晶圓706（或其他類似物）之上。投影系統705具有複數個透鏡元件707及/或反射鏡708，用於將光罩704成像到晶圓706上。在這情況下，投影系統705的各個透鏡元件707及/或反射鏡708可相對於投影系統705的光軸709對稱配置。應當注意，DUV微影裝置700的透鏡元件707和反射鏡708的數量不限於所示出的數量。也可提供更多或更少數量的透鏡元件707及/或反射鏡708。具體上，DUV微影裝置700的光束整形和照明系統703包含複數個透鏡元件707及/或反射鏡708。再者，為了光束整形的目的，反射鏡的前側通常是彎曲的。可由折射率大於1的液體介質取代最後一個透鏡元件707與晶圓706之間的氣隙710。液體介質例如可為高純度水。這種設置也稱為浸潤式微影並且微影分辨率也會增加。根據本發明的致動器可在DUV微影裝置700中用於調整透鏡元件707及/或反射鏡708及/或用於其的變形，特別是在其的投影系統705中。

【0044】圖2示出了根據本發明之用於半導體微影的致動器100的第一示例性實施例。該致動器具有一致動器元件102，該致動器元件具有一第一熱膨脹係數，及一在其第一端處的連接部位103（未更具體地示出），用於沿著或平行於至少一調整軸101（在本例中為z軸）主動調整光學元件300，例如一透鏡元件或鏡子。再者，存在一補償元件104，其具有一第二熱膨脹係數，其符號對應於第一熱膨脹係數的符號。因此補償元件104和致動器元件102兩者可具有一正熱

膨脹係數或一負熱膨脹係數。補償元件104相對於調整軸101同軸取向，特別是平行取向。再者，補償元件104具有至少一耦合部位110，其在空間中保持靜止或相對於光學元件300靜止，或者具有分配給光學元件300的參考元件，例如，諸如框架200。也就是說，連接部位103可相對於耦合部位110移動。利用連接元件111，將致動器元件102和補償元件104連接在遠離連接部位103和耦合部位110的位置處。在這情況下，致動器元件102可由呈現出主動可控行為的物質形成，特別是電致伸縮、壓致伸縮、磁致伸縮或光致伸縮行為。特別優選係，致動器元件102形成為壓電致動器元件。在這情況下，壓電致動器元件優選具有複數個彼此層疊的壓電致伸縮層。使用諸如鈮酸鎂鉛（PMN）之類的弛豫鐵電體，同樣可構成一特別優選的實施例。如果致動器100形成為壓電致動器100，則這些致動器優選形成為例如基於鈮酸鹽的晶體壓電致動器，諸如鈮酸鋰。

【0045】在當前情況下，圖2所示的致動器100沿z方向具有調整軸101，因此，可沿著或平行於z軸調整光學元件300（未更具體地示出），諸如一反射鏡或透鏡元件。在這情況下，致動器100的特徵在於連接部位103與耦合部位110之間沿著或平行於調整軸101的距離係與溫度無關。如果補償元件104的熱膨脹大於致動器元件102的熱膨脹，則連接部位103將沿負z方向相對於耦合部位110移位。對照下，如果補償元件104的熱膨脹小於致動器元件102的熱膨脹，則連接部位103將圖2中沿正z方向相對於耦合部位110移位。適當選擇材料的幾何形狀，特別是適當選擇長度和熱膨脹係數、以及適當選擇光學元件300與致動器100之間的連接，使得可實現致動器100的非熱設計，也就是說與溫度無關，而是沿著（特別是平行於）調整軸101所進行的調整。

【0046】在這情況下，由補償元件104沿著或平行於調整軸101的範圍界定出連接元件111的位置。在簡單的情況下，隨著致動器100內的溫度分佈均勻，並且如果補償元件104和致動器元件102的熱膨脹係數彼此匹配，並且沿著或平行於調整軸101的範圍/長度也彼此匹配，因此補償元件104的溫度引起的熱膨脹會導致連接元件111沿負z軸的位移。在上述假設下，致動器元件102的熱膨脹絕

對值與補償元件104的熱膨脹絕對值相匹配，也就是說，將藉由在負z方向上具有相同絕對值的補償元件104所引起的連接元件111的位移，補償致動器元件102的連接部位103沿正z方向上的溫度引起的位移。

【0047】圖2附加示出在當前情況下，利用連接元件111將補償元件104終端連接到致動器元件102。這種連接可為直接連接、內聚連接，諸如黏合劑結合、熔焊、銲接或通過壓力鎖接合的方式，諸如按壓。

【0048】在當前情況下，致動器元件102和補償元件104沿著或平行於調整軸101的範圍互相匹配。再者，補償元件104形成為中空圓柱體，致動器元件102容置於其中。

【0049】然而，補償元件104和致動器元件102的熱膨脹係數和沿著或平行於調整軸101的範圍也可彼此不同，特別是一倍數。

【0050】在一替代實施例中（未更具體地示出），例如，如果在致動器100中的耦合位置110與連接位置103之間存在主要溫度梯度，致動器元件102和補償元件104的熱膨脹係數及/或沿著或平行於調整軸101的範圍彼此不同，則是有利的。在這情況下，已知致動器100內的導熱路徑內的溫度並且已知補償元件104和致動器元件102中的熱阻，如此對於沿著或平行於調整軸101的範圍和熱膨脹係數進行調整，使得可減少或補償熱流引起的長度位移/變化。換句話說，對於補償元件和致動器元件可找到一成對的由熱膨脹係數和範圍組成，從而減少或補償熱流引起的位移/長度變化。致動器元件102及/或補償元件104及/或連接元件111的導熱率可調適作為另一參數。

【0051】圖3示出根據本發明之致動器100的另一示例性實施例，其中位於致動器元件102與補償元件104之間間隙106至少部分將元件彼此熱連接，也就是元件彼此熱接觸。這改進了導熱性並使其可將元件102、104之間的溫差降到最低。可藉由引入熱橋，特別是（柔性）彈性件、導熱元件，或者利用導熱率比空氣還要高的液體所填充的間隙106來實現部分連接。舉例來說，在此也適合使用散熱膏和導熱油，尤其是變壓器油。同樣，諸如金屬、焊料或塑膠之類的

彈性材料可全部或部分填充間隙106。塑膠可為彈性組合物並可混合金屬及/或陶瓷元件（諸如顆粒）及/或纖維以提高導熱性。

【0052】圖4示出根據本發明之致動器100的另一示例性實施例，其中補償元件104形成為另一致動器元件105。在這情況下，另一致動器元件105優選實施為與致動器元件102相同，也就是如果致動器元件102形成為壓電致動器元件，則另一致動器元件105也形成為壓電致動器元件。在每種情況下，在此圖4中的箭頭112、113示出施加電場。如果另一致動器元件105（特別是憑藉其控制）配置成壓縮，而致動器元件配置成膨脹，如圖6中的箭頭示意性所示，則可增加致動器100的總行程。

【0053】圖5示出根據本發明之致動器100的另一示例性實施例，其包含在外周緣處圍繞致動器元件102配置的複數個補償元件104，其中補償元件104在當前情況下形成為另一致動器元件105。如果該等補償元件104中的一者出現功能故障，則其餘補償元件104/另一致動器元件105可補償於致動器元件102的溫度所引起的長度變化。

【0054】圖6示出致動器100連結到光學元件300，例如連結到一反射鏡或透鏡元件。在這情況下，補償元件104形成為另一致動器元件105。在這情況下，圖6中的箭頭指出致動器元件102配置成膨脹，而另一致動器元件105配置成沿著或平行於調整軸101壓縮。這導致總行程加倍。致動器100的調整導致在反射鏡中引入彎曲力矩，這導致反射鏡基板301的至少部分變形，並因此導致光學表面，也就是說反射表面302的變形。在這情況下，附圖標號304表示反射表面處於未變形狀態，而附圖標號305表示致動器100調整後的變形輪廓。

【0055】圖7示出致動器元件102的放大圖，其與光學元件300的鏈接相關。在這情況下，優選以兩部件組成方式形成致動器元件102，其中僅一部件109由主動控制材料形成，具體由電致伸縮、壓致伸縮、磁致伸縮或光致伸縮材料形成。另一部件108，轉接器，附加優選具有收縮部107，進而增加光學元件300

與致動器元件102之間的熱阻。此外，收縮部107還用於機械式解耦可能不需要的力矩。可採許類似於致動器元件102的兩部件組成方式形成補償元件104。

【0056】圖8示出變形反射鏡300的第一示例性實施例，其包含一具有反射表面302的反射鏡基板301和一位相對於反射表面的反射鏡後側303。在當前情況下，複數個致動器100利用連接部位103連接到反射鏡後側303。在當前情況下，如果以兩部件組成方式形成致動器元件102，則致動器元件102利用另一部件108，即利用轉接器108連接到反射鏡後側303。替代上，另一部件108也可為變形反射鏡300的組成部件。特別優選係，使用相同於反射鏡300的物質形成另一部件108。另一部件108可接合到反射鏡基板301或反射鏡後側303，但特別優選是整體連接到反射鏡基板301或由玻璃塊研磨而成。沿著或平行於調整軸101相對於補償元件104調整致動器元件102，使得將彎曲力矩引入反射鏡基板301中，這導致反射鏡300的至少部分變形，如變形輪廓305示意性所示。

【0057】根據圖8的變形反射鏡300具有力框架，也就是框架200配置在致動器100與反射鏡後側303之間。補償元件104在耦合部位110處連接到面向遠離反射鏡後側303的框架後側202，使得耦合部位110相對於框架200保持靜止。框架200或反射鏡基板301具有用於安裝變形反射鏡300的承載部位（未更具體示出）。然而，也可採取類似於致動器元件102的兩部件組成方式形成補償元件104，使得另一部件/轉接器108連接到框架後側202。框架200附加具有容置成致動器元件102數量的多個通道201，其中致動器元件102（在當前情況下，致動器元件102的另一部件/轉接器108）採取可移動方式配置。圖8附加示出致動器元件102的範圍，即致動器元件的上述一部件109的範圍不同於補償元件104沿著或平行於調節軸101的範圍。

【0058】對照下，根據圖9的變形反射鏡300採取不具有力框架予以具體實施，也就是說，補償元件104在耦合部位110處也連接到反射鏡後側303，使得耦合部位110相對於反射鏡保持靜止，特別是相對於反射鏡後側303固定或相對於實施在反射鏡後側303處並且耦合部位110連接到反射鏡後側303。反射鏡基板

301具有用於安裝變形反射鏡300的承載部位（未更具體示出）。在當前情況下，致動器元件102和補償元件104採取兩部件組成方式形成，使得另一部件/轉接器108連接到反射鏡後側303。這簡化了變形反射鏡300的製造並附加上使致動器元件102和補償元件104可連結到相同熱源，即反射鏡後側303，使得反射鏡溫度的增加對於補償元件104和致動器元件102造成相同的影響。

【符號說明】

- 100：致動器
- 101：調整軸
- 102：致動器元件
- 103：連接部位
- 104：補償元件
- 105：另一致動器元件
- 106：間隙
- 107：收縮部
- 108：轉接器/其他部件
- 109：第一部件
- 110：耦合部位
- 111：連接器件
- 112：另一致動器元件的電場方向
- 113：致動器元件的電場方向
- 200：框架
- 201：通道
- 202：框架後側
- 300：反射鏡
- 301：反射鏡基板

- 302：反射表面
- 303：反射鏡後側
- 304：未變形光學表面輪廓
- 305：變形輪廓
- 600：投影曝光器件
- 601：電漿光源
- 602：聚光鏡
- 603：場琢面反射鏡
- 604：光瞳琢面反射鏡
- 605：第一望遠鏡
- 606：第二望遠鏡
- 607：偏光鏡
- 620：光罩承載台
- 621：光罩
- 651：反射鏡
- 652：反射鏡
- 653：反射鏡
- 654：反射鏡
- 655：反射鏡
- 656：反射鏡
- 660：晶圓台
- 661：塗層基材
- 700：DUV微影裝置
- 701：DUV光源
- 702：DUV輻射/光束路徑
- 703：光束整形和照明系統（DUV）

704：光罩

705：投影系統

706：晶圓

707：透鏡元件

708：反射鏡

709：光軸

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於半導體微影的致動器，包含具有一第一熱膨脹係數的一致動器元件（102）以及在其第一端的一連接部位（103），用於沿著至少一調整軸（101）主動調整一光學元件（300），

其特徵在於

藉由一補償元件（104），

該補償元件具有一第二熱膨脹係數，其符號對應於第一熱膨脹係數的符號，

該補償元件相對於該調整軸（101）同軸取向

並且該補償元件具有一耦合部位（110），該耦合部位在空間中保持靜止或相對於該光學元件靜止；及

藉由一連接元件（111），

該致動器元件（102）和該補償元件（104）連接在遠離該連接部位（103）和該耦合部位（110）的位置；

其中該連接部位（103）是用於連接至該光學元件（300），該耦合部位（110）是用於連接至光學元件（300）。

【請求項2】 如請求項1所述之致動器（100），其特徵在於利用該連接元件（111），該致動器元件（102）和該補償元件（104）最終彼此連接。

【請求項3】 如請求項1或2所述之致動器（100），其特徵在於該第一熱膨脹係數和該第二熱膨脹兩者為正值。

【請求項4】 如請求項1至2中任一項所述之致動器（100），其特徵在於該致動器元件（102）和該補償元件（104）的熱膨脹係數彼此匹配。

【請求項5】 如請求項1至2中任一項所述之致動器（100），其特徵在於該致動器元件（102）和該補償元件（104）沿著該調整軸（101）具有匹配範圍。

【請求項6】 如請求項1至2中任一項所述之致動器（100），其特徵在於該補償元件（104）形成為一另一致動器元件（105）。

【請求項7】如請求項6所述之致動器（100），其特徵在於該致動器元件（102）和該另一致動器元件（105）沿該調整軸為可雙向或單向調整。

【請求項8】如請求項6所述之致動器（100），其特徵在於該致動器元件（102）和該另一致動器元件（105）中的一者配置成沿該調整軸（101）壓縮，且該致動器元件（102）和該另一致動器元件（105）的中的另一者配置成沿該調整軸（101）擴張。

【請求項9】如請求項1至2中任一項所述之致動器（100），其特徵在於該致動器元件（102）和該補償元件（104）彼此連接在一間隙中的至少多個部分，該間隙（106）形成於該等部分之間。

【請求項10】如請求項9所述之致動器（100），其特徵在於該間隙（106）至少部分填充具有一導熱率高於空氣導熱率的一液體。

【請求項11】如請求項1至2中任一項所述之致動器（100），其特徵在於該致動器元件（102）是採用兩部件組成，其中僅一部件（109）包含電致伸縮元件及/或壓電元件及/或磁致伸縮元件。

【請求項12】如請求項11所述之致動器（100），其特徵在於一收縮部（107）具體實施在該致動器元件（102）的該另一部件處。

【請求項13】如請求項11所述之致動器（100），其特徵在於該致動器元件（102）的該另一部件比前述部件（109）具有增加的熱傳導阻力。

【請求項14】如請求項1至2中任一項所述之致動器（100），其特徵在於該致動器元件和該補償元件中的一者形成為一中空主體，該致動器元件和該補償元件中的另一者容置在該主體內。

【請求項15】如請求項1至2中任一項所述之致動器（100），其特徵在於存在複數個補償元件（104），其可連接到該致動器元件（102）。

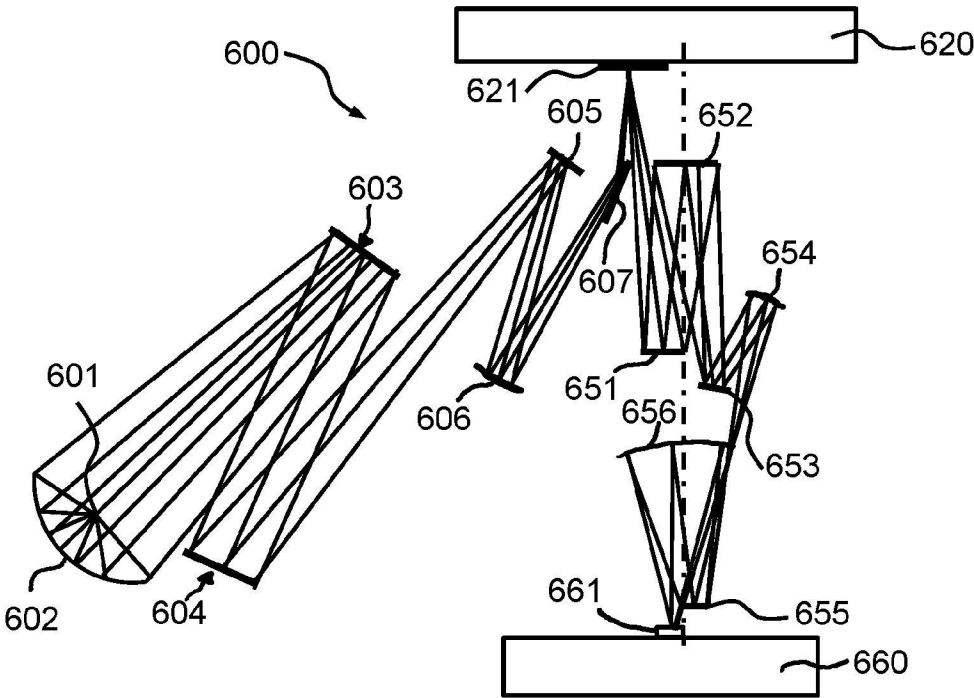
【請求項16】如請求項1至2中任一項所述之致動器（100），其特徵在於該連接部位（103）並沒有直接連接至該耦合部位（110）。

【請求項17】 一種用於微影配置的變形反射鏡（300），其包含具有一反射表面（302）與一反射鏡後側（303）的一反射鏡基板（301），該反射鏡後側相對於該反射表面，而且包含如請求項1至16中任一項所述之至少一致動器（100），其所述致動器元件（102）連接到該反射鏡後側（303）。

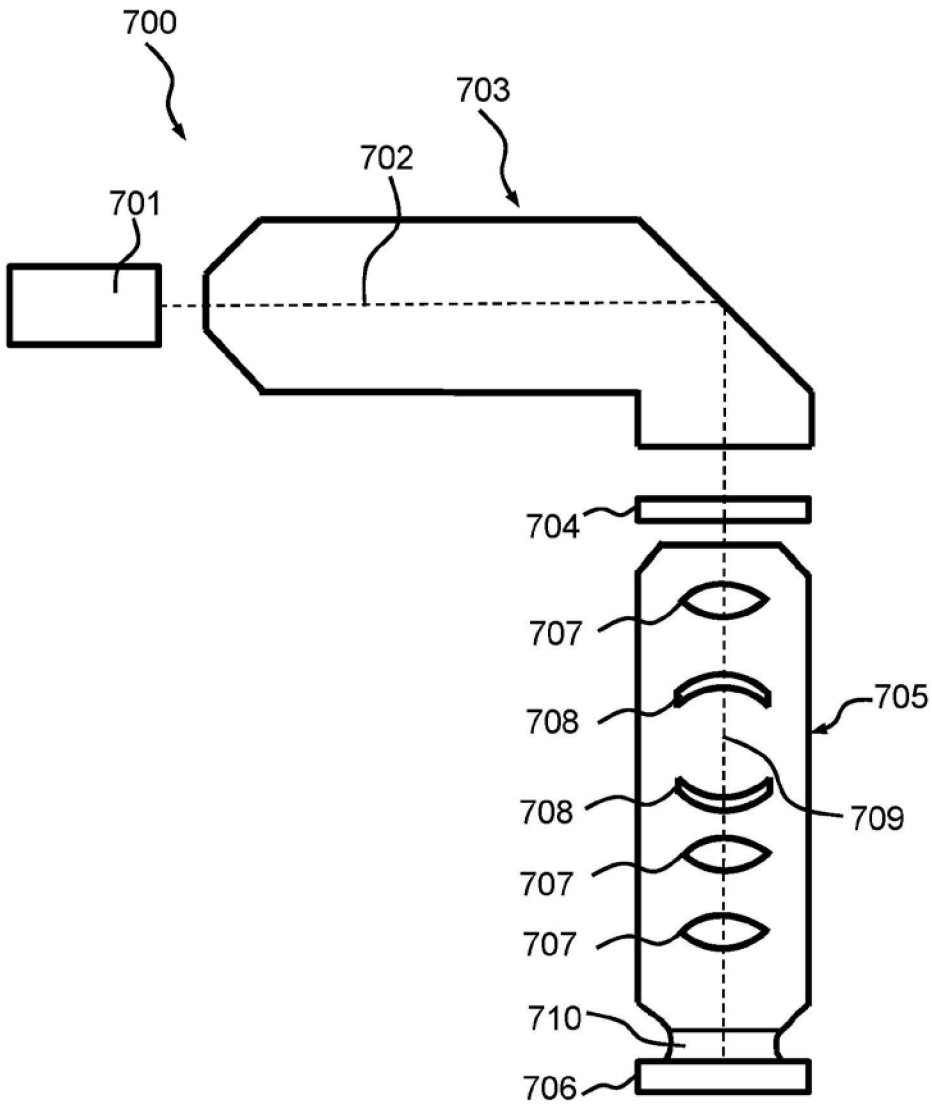
【請求項18】 如請求項17所述之變形反射鏡（300），其特徵在於配置在該致動器（100）與該反射鏡後側（303）之間的一框架（200），其中位於該耦合部位（110）的該補償元件（104）連接到一框架後側（202），該框架後側面向遠離該反射鏡後側（303），並且其中該框架（200）具有至少一通道（201），其中採取可移動方式配置該致動器元件（102）。

【請求項19】 如請求項17所述之變形反射鏡（300），其特徵在於位在該耦合部位（110）的至少一補償元件（104）同樣直接或間接連接到該反射鏡後側（303）。

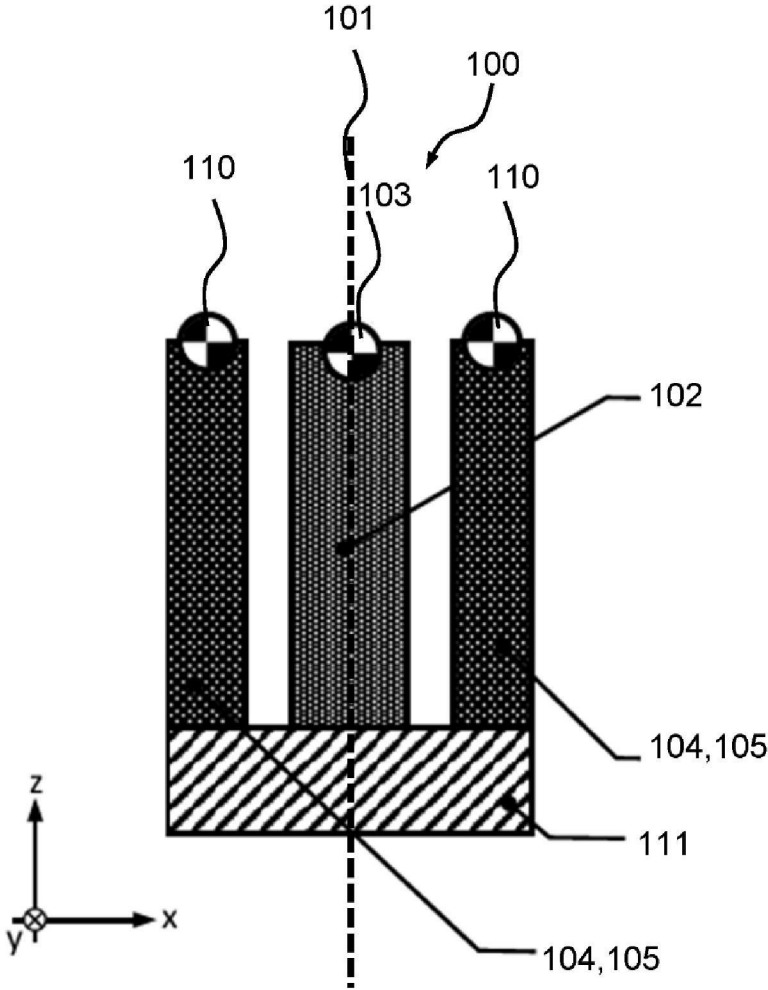
【發明圖式】



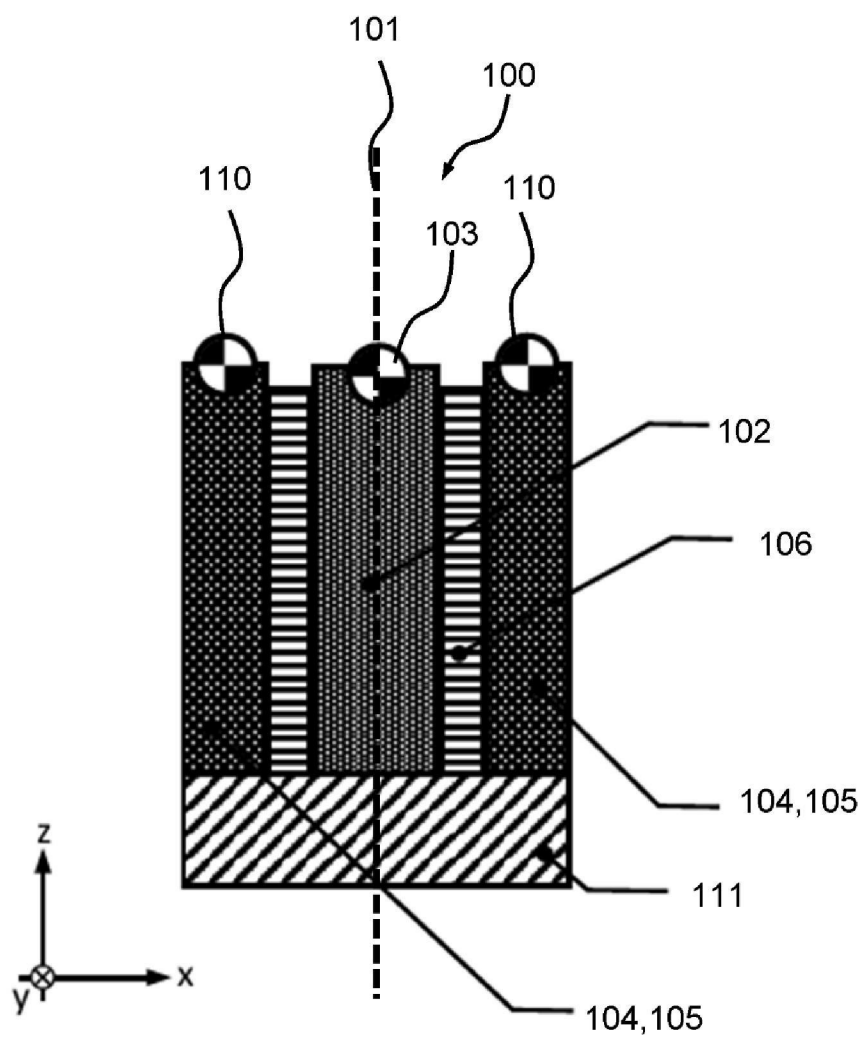
【圖1a】



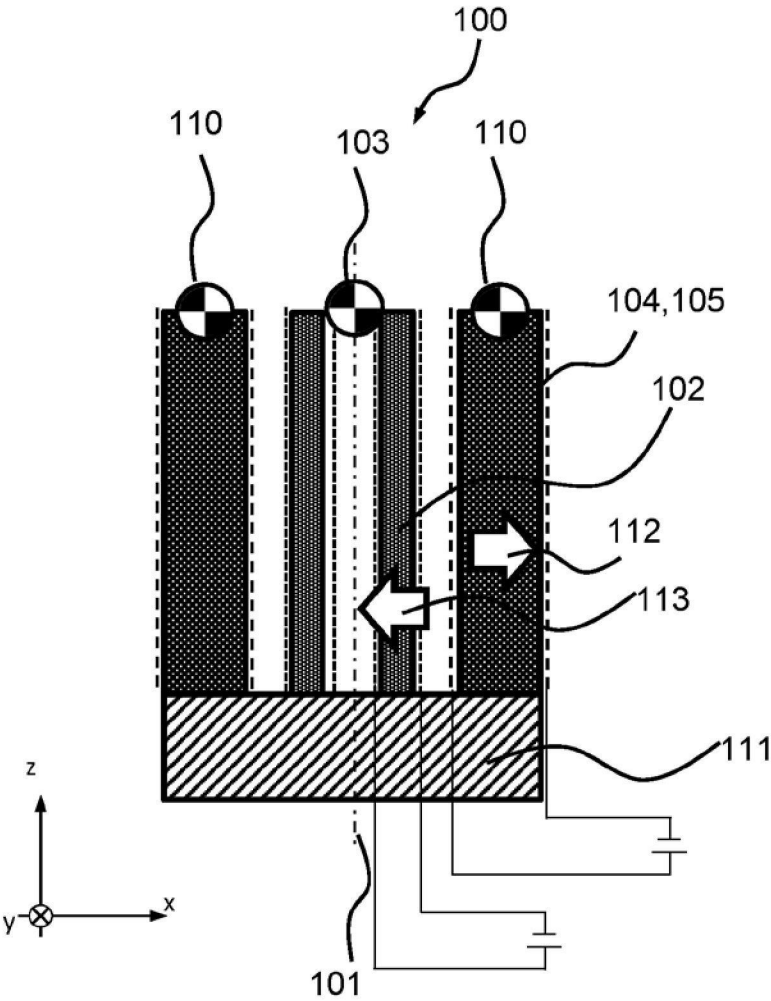
【圖 1b】



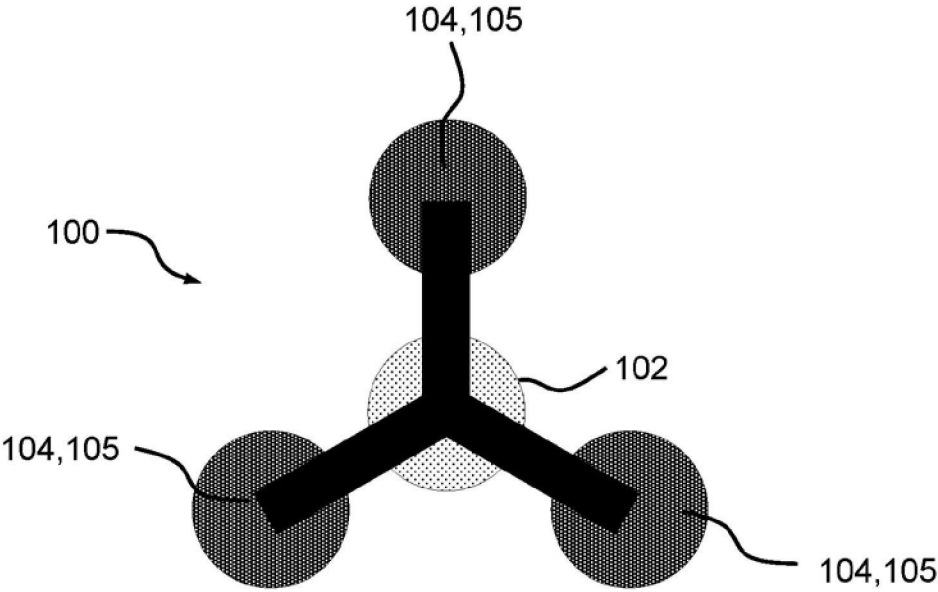
【圖2】



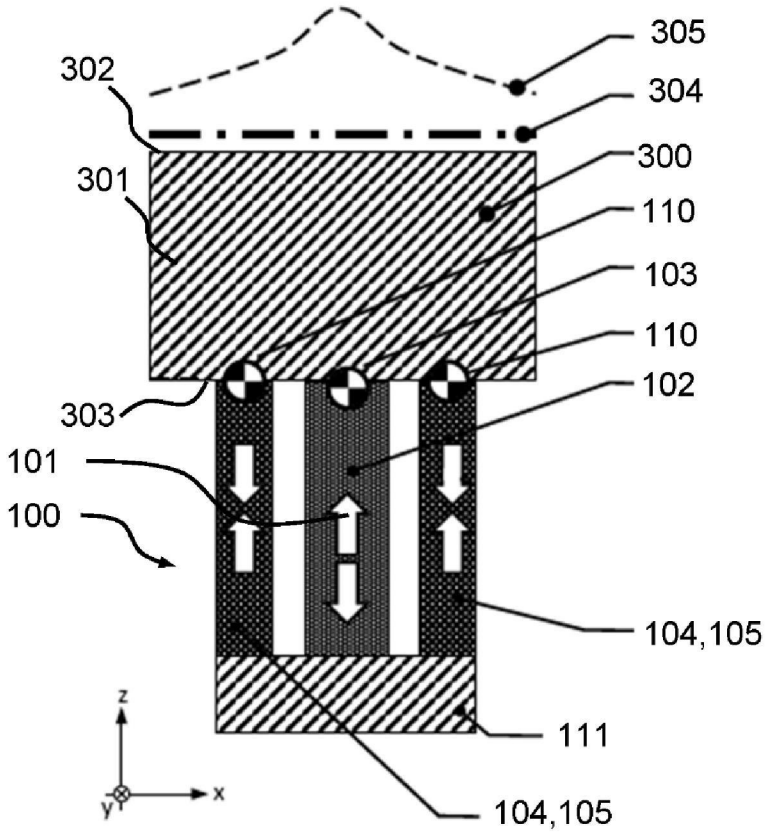
【圖3】



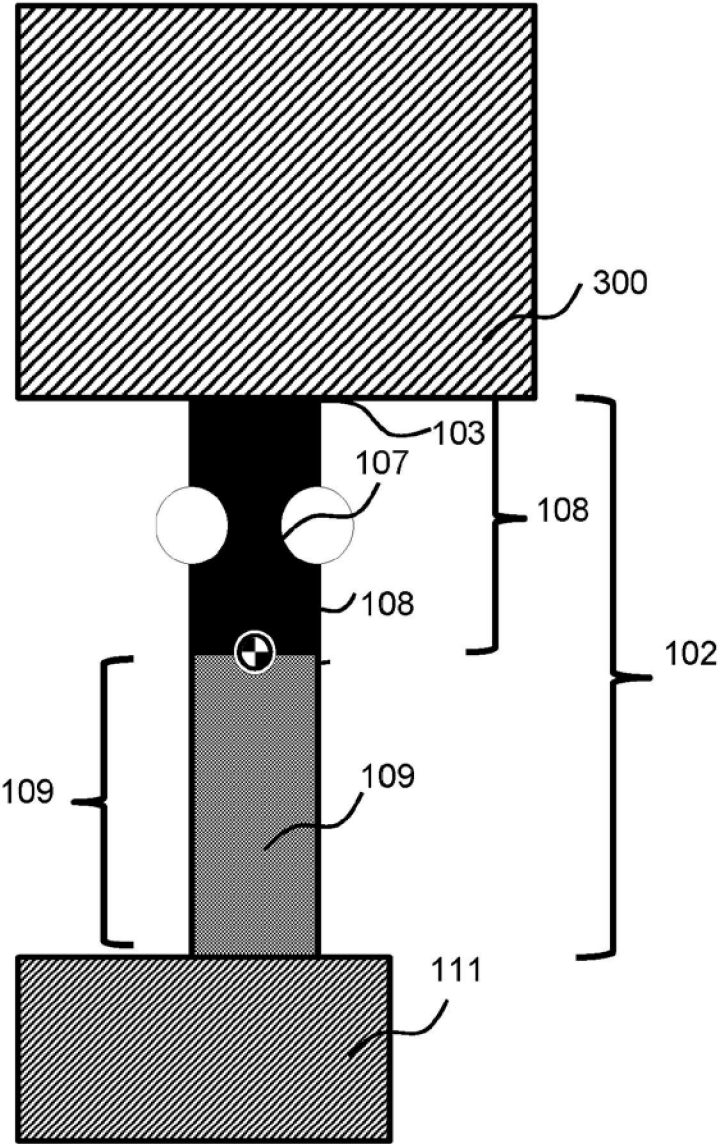
【圖4】



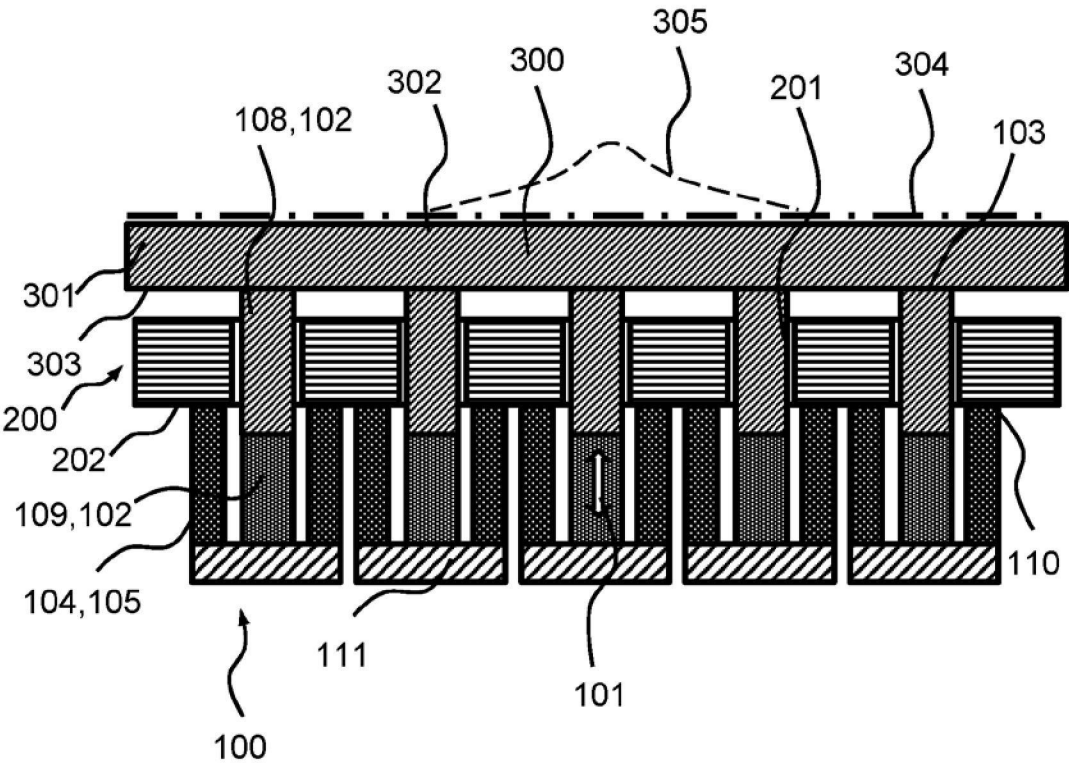
【圖5】



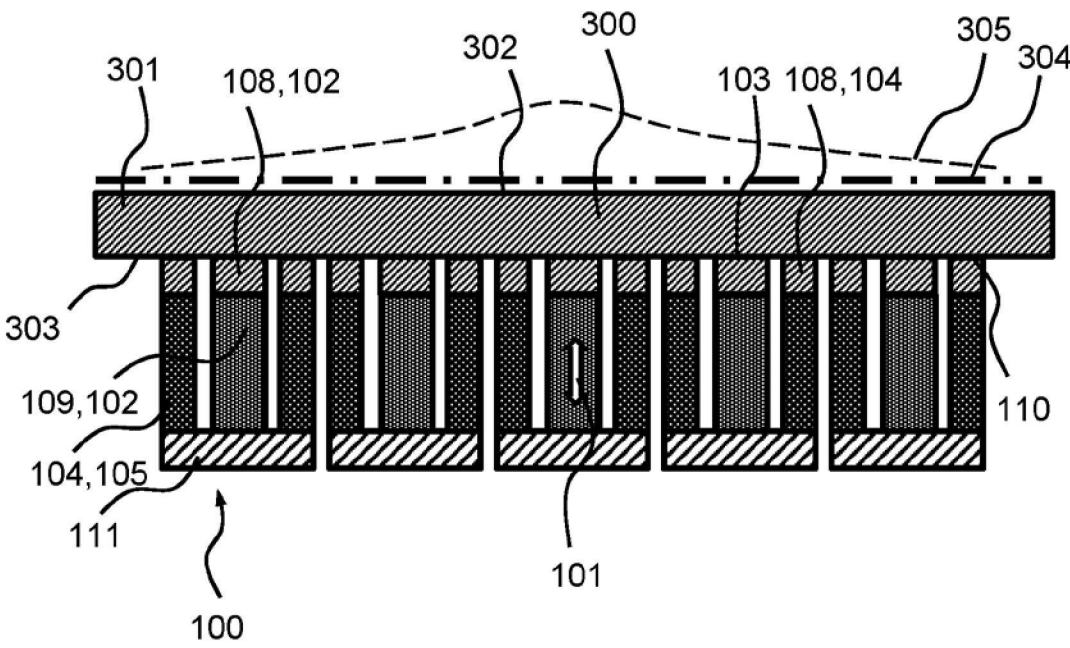
【圖6】



【圖7】



【圖8】



【圖9】