



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103180239 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201180040794. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 07. 04

B81B 3/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

B81B 5/00(2006. 01)

2010902976 2010. 07. 05 AU

G02B 26/08(2006. 01)

H01L 41/083(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

审查员 薛娇

2013. 02. 22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/AU2011/000837 2011. 07. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/003529 EN 2012. 01. 12

(73) 专利权人 艾伦·迈克

地址 澳大利亚新南威尔士

专利权人 郭志义

(72) 发明人 艾伦·迈克 郭志义

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270

代理人 武晨燕 张颖玲

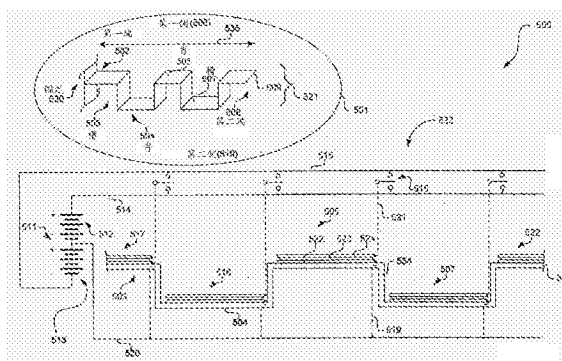
权利要求书3页 说明书8页 附图13页

(54) 发明名称

基于压电的微机电透镜致动系统

(57) 摘要

在此披露了一种压电致动的微机械变形构件,该构件包括一个波纹纵向梁(521),该梁在基板中形成并且具有一个第一锚定端(502)和一个第二端(509)、以及在该波纹梁的至少一些槽和脊中或上形成的多个压电膜(PZET)致动段(522、523、524),该梁(521)被配置为取决于一组相应的电动致动信号(105)中的哪些信号被应用到这些PZET元件上而采用很多不同的几何配置之一,这些电致动信号在这些相关联的PZET段里建立相应的电场,由此使该构件变形。



1. 一种压电致动的微机械变形构件,包括:

一个在基板中形成的波纹纵向梁,所述波纹纵向梁具有一个第一锚定端和一个第二端;

在该波纹纵向梁的至少一些槽和脊上形成的多个压电膜段,该波纹纵向梁被配置为取决于相应的哪一组电致动信号被应用到这些压电膜段上而采用多个不同的几何配置之一,所述电致动信号在这些相关联的压电膜段里建立相应的电场,由此使该压电致动的微机械变形构件变形;

具有所述多个压电膜段的该波纹纵向梁,被配置成响应于第一组电致动信号而在长度上延长;

具有所述多个压电膜段的该波纹纵向梁,被配置成响应于第二组电致动信号而在长度上缩小;

具有所述多个压电膜段的该波纹纵向梁,被配置成响应于第三组电致动信号而在一个第一方向上弯曲该波纹纵向梁的该第二端;以及

具有所述多个压电膜段的该波纹纵向梁,被配置成响应于第四组电致动信号而在一个第二方向上弯曲该波纹纵向梁的该第二端。

2. 根据权利要求 1 所述的压电致动的微机械变形构件,其中该波纹纵向梁的波纹形成多个矩形阶梯。

3. 根据权利要求 1 所述的压电致动的微机械变形构件,其中该波纹纵向梁的波纹形成多个阶梯,这些阶梯中连接这些脊和槽的立板不是垂直的。

4. 根据权利要求 3 所述的压电致动的微机械变形构件,其中在该波纹纵向梁的同一侧上的至少一些槽和脊具有用于接收这些电致动信号的金属化压电膜段,每个金属化压电膜段包括夹在两个导电焊盘之间的压电膜段,每个所述导电焊盘都是连续的并且基本覆盖所述压电膜段。

5. 根据权利要求 3 所述的压电致动的微机械变形构件,其中在该波纹纵向梁的同一侧上的至少一些槽和脊具有用于接收这些电致动信号的金属化压电膜段,每个金属化压电膜段具有一种相互交叉的趾状配置。

6. 根据权利要求 2 所述的压电致动的微机械变形构件,其中:

这些阶梯使用厚 $2\ \mu\text{m}$ 的硅以及厚 $1\ \mu\text{m}$ 的压电膜形成;以及

这些阶梯的这些脊和槽具有 $100\ \mu\text{m}$ 的长度;以及

这些阶梯的高度在 $2\ \mu\text{m}$ 至 $8\ \mu\text{m}$ 的范围之间。

7. 根据权利要求 1 所述的压电致动的微机械变形构件,其中该第一组电致动信号包括施加到该波纹纵向梁的脊上的压电膜段上的正电压,以及施加到该波纹纵向梁的槽里的压电膜段上的负电压。

8. 根据权利要求 1 所述的压电致动的微机械变形构件,其中该第二组电致动信号包括施加到该波纹纵向梁的脊上的压电膜段上的负电压,以及施加到该波纹纵向梁的槽里的压电膜段上的正电压。

9. 根据权利要求 1 所述的压电致动的微机械变形构件,其中该第三组电致动信号包括施加到该波纹纵向梁的脊上的压电膜段上的正电压,以及施加到该波纹纵向梁的槽里的压电膜段上的正电压。

10. 根据权利要求 1 所述的压电致动的微机械变形构件,其中该第四组电致动信号包括施加到该波纹纵向梁的脊上的压电膜段上的负电压,以及施加到该波纹纵向梁的槽里的压电膜段上的负电压。

11. 一种压电致动的微透镜系统,包括:

一个柔性微透镜;

一个抓握该柔性微透镜的透镜保持框;

一个内部刚性框;以及

多个根据权利要求 1 所述的压电致动的微机械变形构件,每个所述压电致动的微机械变形构件在该锚定端锚定在该内部刚性框上并且在另一端锚定在该透镜保持框上,其中:

所述第一组电致动信号和所述第二组电致动信号分别压缩和扩大该柔性微透镜,由此分别缩小和加大该柔性微透镜的焦距。

12. 根据权利要求 11 所述的压电致动的微透镜系统,进一步包括:

一个外部刚性框;以及

多个根据权利要求 1 所述的压电致动的微机械变形构件,每个所述压电致动的微机械变形构件在该锚定端锚定在该外部刚性框上并且在另一端锚定在该内部刚性框上,其中:

所述第三组电致动信号和所述第四组电致动信号分别在所述第一方向和所述第二方向移动该柔性微透镜。

13. 根据权利要求 12 所述的压电致动的微透镜系统,进一步包括:

一个放在该外部刚性框外的第四刚性框;以及

多个根据权利要求 1 所述的压电致动的微机械变形构件,每个所述压电致动的微机械变形构件在该锚定端锚定在该第四刚性框上并且在另一端锚定在一个变形梁上,所述变形梁附装在该外部刚性框上,其中:

所述第一组电致动信号和所述第二组电致动信号在与该柔性微透镜的光轴垂直的横向平面内分别在一个第三方向和一个与该第三方向基本相反的第四方向移动该柔性微透镜。

14. 根据权利要求 13 所述的压电致动的微透镜系统,进一步包括:

一个放在该第四刚性框外的第五刚性框;以及

多个根据权利要求 1 所述的压电致动的微机械变形构件,每个所述压电致动的微机械变形构件在该锚定端锚定在该第五刚性框上并且在另一端锚定在一个变形梁上,所述变形梁附装在该第四刚性框上,其中:

所述第一组电致动信号和所述第二组电致动信号在与该透镜的光轴垂直的横向平面内分别在一个第五方向和一个与该第五方向基本相反的第六方向移动该柔性微透镜,所述第五方向和所述第六方向基本垂直于所述第三方向和所述第四方向。

15. 根据权利要求 14 所述的压电致动的微透镜系统,其中这些压电致动的微机械变形构件中的一个或多个被配置成折叠形状。

16. 根据权利要求 11 所述的压电致动的微透镜系统,其中所述第三组电致动信号和所述第四组电致动信号具有相同的量级,由此维持该柔性光透镜的光轴与在没有应用这些电致动信号时的光轴基本平行。

17. 根据权利要求 11 所述的压电致动的微透镜系统,其中所述第三组电致动信号和所

述第四组电致动信号具有不同的量级,由此使该柔性光透镜的光轴从在没有应用这些电致动信号时的光轴的一个方向偏离。

18. 一种压电致动的微透镜系统,包括:

一个柔性微透镜;

一个抓握该柔性微透镜的透镜保持框;

一个内部刚性框;以及

多个根据权利要求 1 所述的压电致动的微机械变形构件,每个所述压电致动的微机械变形构件在该锚定端锚定在该内部刚性框上并且在另一端锚定在该透镜保持框上,其中:

所述第三组电致动信号和所述第四组电致动信号分别在所述第一方向和所述第二方向移动该柔性微透镜。

19. 一种用于使压电致动的微机械变形构件变形的的方法,所述方法包括以下步骤:

提供一个在基板中形成的波纹纵向梁,所述波纹纵向梁具有一个第一锚定端和一个第二端;

提供在该波纹纵向梁的至少一些槽和脊上形成的多个压电膜段,该波纹纵向梁被配置为取决于相应的哪一组电致动信号被应用到这些压电膜段上而采用多个不同的几何配置之一,所述电致动信号在这些相关联的压电膜段里建立相应的电场,由此使该压电致动的微机械变形构件变形;并且执行以下步骤中的至少一步:

将第一组电致动信号应用到所述多个压电膜段,由此对该压电致动的微机械变形构件在长度上延长;

将第二组电致动信号应用到所述多个压电膜段,由此对该压电致动的微机械变形构件在长度上缩小;

将第三组电致动信号应用到所述多个压电膜段,由此对该波纹纵向梁的该第二端在一个第一方向上弯曲;以及

将第四组电致动信号应用到所述多个压电膜段,由此对该波纹纵向梁的该第二端在一个第二方向上弯曲。

基于压电的微机电透镜致动系统

[0001] 一项或多项相关专利申请的引用

[0002] 本申请要求以新南创新公司 (NewSouth Innovations Pty Limited) 的名义于 2010 年 7 月 5 日提交的名为“基于压电的微机械透镜致动系统 (Piezo-electric based micro-mechanical lens actuation system)”的编号 2010902976 的澳大利亚专利申请早期提交日期的权益,由此通过引用以充分列举的方式整体结合在此。

技术领域

[0003] 本发明总体上涉及微机电系统 (MEMS), 并且特别涉及低功率 / 低电压集成的 MEMS 致动器。

背景技术

[0004] MEM 系统需要具有多个自由度、低功率 / 低电压致动、运行速度快并且与晶圆级制作兼容以集成到更大的 MEM 系统和子系统致动元件。大部分目前可用的致动器在这些要求中的一个或多个上存在缺陷。微透镜系统是受到上述限制的 MEM 系统的一个例子。

发明内容

[0005] 本发明的一个目标是基本上克服或至少改善现有布置中的一个或多个缺点。

[0006] 在此披露了被称为波纹压电驱动致动器系统 (也称为 CPDA 系统) 的布置, 这些系统通过使用一系列适当配置的压电换能器元件 (也称为 PZET 元件) 驱动一个波纹梁来取决于一组相应的电驱动信号中的哪些信号被应用到这些 PZET 元件上而采用很多不同的几何配置之一, 以寻求解决上述问题。该梁置于一个被称为“静息”平面的东西内同时不被致动, 并且可以根据四种运动模式中的一种被驱动。这四种运动模式包括在该梁的静息平面内的横向运动 (如扩展和收缩), 以及在垂直于该静息平面的方向上的面外运动 (即向上和向下)。

[0007] 这些披露的 CPDA 系统提供取决于偏置电压的四种独立的运动模式并且具有低工作功耗和低待机功率要求。应用到例如微透镜装置的系统时, CPDA 系统使得显著的小型化成为可能。

[0008] 根据本发明的一个第一方面, 提供有一种压电致动的微机械变形构件, 包括:

[0009] 一个在基板中形成的波纹纵向梁, 所述梁具有一个第一锚定端和一个第二端;

[0010] 在该波纹梁的至少一些槽和脊中或上形成的多个压电膜 (PZET) 致动段, 该梁被配置为取决于一组相应的电致动信号中的哪些信号被应用到这些 PZET 元件上而采用很多不同的几何配置之一, 所述电致动信号在这些相关联的 PZET 段里建立相应的电场, 由此使该构件变形;

[0011] 具有所述多个压电膜 (PZET) 致动段的该梁, 被配置成响应于一个第一组所述电致动信号而在长度上延长;

[0012] 具有所述多个压电膜 (PZET) 致动段的该梁, 被配置成响应于一个第二组所述电

致动信号而在长度上缩小；

[0013] 具有所述多个压电膜 (PZET) 致动段的该梁,被配置成响应于一个第三组所述电致动信号而在一个第一方向上弯曲该梁的该第二端;以及

[0014] 具有所述多个压电膜 (PZET) 致动段的该梁,被配置成响应于一个第四组所述电致动信号而在一个第二方向上弯曲该梁的该第二端。

[0015] 根据本发明的另一个方面,提供有一种压电致动的微透镜系统,包括:

[0016] 一个柔性微透镜;

[0017] 一个抓握该透镜的透镜保持框;

[0018] 一个内部刚性框;以及

[0019] 根据本发明的该第一方面的多个压电致动的微机械变形构件,每个所述构件在该锚定端锚定在该内部刚性框上并且在另一端锚定在该透镜保持框上,其中:

[0020] 所述第一组和第二组电致动信号分别压缩和扩大该微透镜,由此分别缩小和加大该透镜的焦距。

[0021] 根据本发明的另一个方面,提供有一种压电致动的微透镜系统,包括:

[0022] 一个柔性微透镜;

[0023] 一个抓握该透镜的透镜保持框;

[0024] 一个内部刚性框;以及

[0025] 根据本发明的该第一方面的多个压电致动的微机械变形构件,每个所述构件在该锚定端锚定在该内部刚性框上并且在另一端锚定在该透镜保持框上,其中:

[0026] 所述第三组和第四组电致动信号分别在一个方向和另一个方向对该微透镜变焦。

[0027] 根据本发明的另一个方面,提供有一种使压电致动的微机械变形构件变形的的方法,所述方法包括以下步骤:

[0028] 提供一个在基板中形成的波纹纵向梁,所述梁具有一个第一锚定端和一个第二端;

[0029] 提供多个在该波纹梁的至少一些槽和脊中或上形成的压电膜 (PZET) 致动段,该梁被配置为取决于一组相应的电致动信号中的哪些信号被应用到这些 PZET 元件上而采用很多不同的几何配置之一,所述电致动信号在这些相关联的 PZET 段里建立相应的电场,由此使该构件变形;并且执行以下步骤中的至少一步:

[0030] 将一个第一组所述电致动信号应用到所述多个压电膜 (PZET) 致动段,由此对该构件在长度上延长;

[0031] 将一个第二组所述电致动信号应用到所述多个压电膜 (PZET) 致动段,由此对该构件在长度上缩小;

[0032] 将一个第三组所述电致动信号应用到所述多个压电膜 (PZET) 致动段,由此对该梁的该第二端在一个第一方向上弯曲;以及

[0033] 将一个第四组所述电致动信号应用到所述多个压电膜 (PZET) 致动段,由此对该梁的该第二端在一个第二方向上弯曲;

[0034] 在此还披露了本发明的其他方面。

附图说明

- [0035] 现在将参照附图和附录描述本发明的至少一个实施例,其中:
- [0036] 图 1 是一个使用 CPDA 布置的微透镜系统的功能方框图;
- [0037] 图 2 描绘了如何控制图 1 的系统中的微透镜;
- [0038] 图 3 展示了如何以集成芯片的形式制作图 1 和图 2 的微透镜系统;
- [0039] 图 4A 和图 4B 示出了图 3 的系统的剖视图,示出了 CPDA 构件的细节;
- [0040] 图 5 示出了 CPDA 构件的更多细节;
- [0041] 图 6A 和图 6B 描绘了图 5 的 CPDA 构件的一种运动模式;
- [0042] 图 7A 至图 7D 描绘了图 5 的 CPDA 构件的四种运动模式;
- [0043] 图 8A 至图 8D 示出了当根据四种可用运动模式致动时图 4A 和图 4B 中的布置;
- [0044] 图 9 描绘了如图 4A 和图 4B 中所示的透镜的复合透镜布置;
- [0045] 图 10B 和图 10A 分别描绘了图 3 中所示的分段透镜保持框,以及其另一布置;
- [0046] 图 11A 和图 11B 结合图 10A 的分段透镜保持框示出了图 3 的微透镜系统的另一布置;以及
- [0047] 图 12 示出了微透镜系统 300 的另一布置,该微透镜系统能够在该透镜的 X-Y 轴方向以及沿着光轴 [Z] 运动。

具体实施方式

[0048] 当附图中的任何一个或多个图中参考了具有相同参考标号的步骤和 / 或特征时,为本说明书的目的,这些步骤和 / 或特征具有相同的一项或多项功能或操作,除非出现相反的意愿。

[0049] 要指出的是,包含在“背景技术”部分及上述与现有技术布置相关的部分中的讨论涉及到装置的讨论,通过其使用可以形成公共知识。此类讨论不应被理解为本发明的一个或多个发明人或专利申请人的表示,此类装置以任何方式在本领域中形成公知常识的一部分。

[0050] 图 5 示出了 CPDA 构件 521 的一个示例 500。CPDA 构件 521 从插图 501 的透视图和 533 的侧视图示出。插图 501 示出 CPDA 构件 521 是一个波纹梁,其中在本示例中这些波纹采取的是在基板中形成的矩形阶梯的形式,该基板可以是半导体材料或其他某种适当材料。阶梯梁 509 锚定在锚定构件 530 的一个第一端 502 上,并且具有一个闲置的第二端 508,从而以悬臂布置放置该梁 509。从一个第一侧 506,该梁 509 具有一系列如 505 的脊以及一系列如 507 的槽。在图 5 所示的 CPDA 的示例中,该脊 505 及该槽 507 由垂直立板 534 连接,从而形成一个矩形阶梯配置。然而,该立板 534 不一定是垂直的,因此该阶梯配置不一定是矩形的。而且,这些波纹不一定由线性分段组成,并且这些波纹还可以制造更平滑的起伏。从一个第二侧 510,该梁 509 具有一系列如 504 的脊以及一系列如 503 的槽。在静息模式下(即当没施加致动力或偏置时),该 CPDA 构件 521 位于静息平面内(未示出)并且具有一个静息长度 535。

[0051] 侧视图 533 示出一个放在脊 505 上的金属化压电膜段,该压电膜段包括夹在两个导电焊盘 524 和 522 之间的一个未金属化的压电膜段 523。在本说明书中,压电膜也被称为压电换能器(即 PZET)。本示例中的每个导电焊盘都是连续的并且基本上覆盖未金属化的 PZET 段 523。类似的金属化 PZET 段放在该梁 509 的第一侧 506 上的每个脊 517 和 532 上

以及槽 518 和 507 上。

[0052] 提供了电压源 511 来偏置这些 PZET 段,并且将该电压源 511 分成相等的两段 512 和 513。因此,连接 520 是在“接地”电位,其中连接 514 具有相对于接地的一个正电位,并且连接 516 具有相对于接地的一个负电位。

[0053] 回到在脊 505 上的金属化 PZET 段,下部导电焊盘 522 如连接 519 所示连接到电压源 511 的中心。上部导电焊盘 524 如连接 531 所示连接到开关 515。开关 515 能将上部导电焊盘 524 如连接 516 所示连接到电压源 513 的负极侧,或者如连接 514 所示连接到电压源 512 的正极侧。相应地,如果把分离电压源 511 的中心作为“接地”点,那么上部导电焊盘 524 能够通过开关 515 相对于下部导电焊盘在一个正电压下被偏置,或相对于下部导电焊盘在一个负电压被偏置。这些正的或负的偏置条件(也称为异相 180 度偏置)在 PZET 段 523 建立起相应的反向电场。这些电场在 PZET 段 523 建立起的力如关于图 6A 和图 6B 中进一步描述的那样被转移到梁 509 的脊 505 上。

[0054] 尽管图 5 使用所示类型的导电焊盘示出了一个特别的偏置布置,但是可以使用其他偏置和导电焊盘布置。因此,例如可以使用相互交叉的导电焊盘布置以偏置 PZET 段 523。此外,虽然在所描述的示例中,金属化压电膜段全部放在 CPDA 构件 521 一侧上的脊和槽上,但是假如使用了适当的偏置布置,这些金属化 PZET 段可以放在该 CPDA 构件 521 的两侧上。

[0055] 此外,虽然图 5 示出所有 CPDA 构件都偏置了总线 514、516 上两个可用电压的其中之一,但是可以此向每个 CPDA 构件提供一个单独定制的电压而不用参考提供给其他 CPDA 构件的电压的方式实施一个偏置装置 104(参见图 1),以。这例如使得能够补偿制作差异。

[0056] 图 6A 和图 6B 展示了图 5 的 CPDA 构件 521 的一个示例和运动模式。图 6A 示出了 CPDA 构件 521 的一个示例的部分图解,其中梁 509 由厚度 t_{si} (即 605、606)为 $2\mu\text{m}$ 的硅制成,并且 PZET604 由锆钛酸铅制成并且是 $1\mu\text{m}$ 厚(称为具有厚度 t_p)。由锆钛酸铅制成的 PZET 还可以称为 PZT。这些脊和槽(还简称为阶梯,除非特别说明)具有相等的 $100\mu\text{m}$ 的长度 b (即 602)。每个阶梯的高度 h (即 601)可以在 $2\mu\text{m}$ 至 $8\mu\text{m}$ 之间的范围内。前面提到的尺寸仅为设计参数的示例(即槽和脊的长度以及阶梯高度)并且可以根据需要改变。图 6A 中的 CPDA 结构具有一个静息长度 603,这是当没有对 PZET 元件(如 604)施加偏置的时候 CPDA 构件 521 的长度。

[0057] 在图 6B 中,连续阶梯上的 PZET 膜(如 605)被 180 度异相电压(称为 $+V$ 和 $-V$)驱动。此偏置使得 PZET 元件如所示弯曲,在硅梁中建立相应的力。因此,例如在 607 处被偏置了 $+V$ 的 PZET 的弯曲引起该 PZET 放置在其上的硅脊的相应弯曲。在 PZET612 及相关联的硅槽 611 中发生了类似的弯曲。此弯曲生成面内运动,在每一个阶梯中示为 Δx (即 609),使得整体 CPDA 构件在长度上延长。相应地,偏置的(即致动的)CPDA 构件的长度 613 比未偏置的(即未致动的)CPDA 构件的静息长度 603 长。

[0058] 图 7A 至图 7D 描绘了图 5 的 CPDA 构件的四种运动模式。取决于施加的特定偏置,可以生成四种不同的运动模式。这些运动模式如下:

[0059] (a) 模式 1:该 CPDA 构件的长度相对于相关联的静息长度延长,该延长的 CPDA 构件基本位于该静息平面内;

[0060] (b) 模式 2:该 CPDA 构件的长度相对于相关联的静息长度缩短,该缩短的 CPDA 构件基本位于该静息平面内;

[0061] (c) 模式 3:该 CPDA 构件向该静息平面的一侧上弯曲;以及

[0062] (d) 模式 4:该 CPDA 构件向该静息平面的另一侧上弯曲。

[0063] 图 7A 示出了在如 702 的槽以及如 703 的脊上的 PZET 构件如何相对于图 5 所描绘的接地点 520 分别偏置 $-V$ 和 $+V$ 的电压。此偏置布置导致该 CPDA 构件的长度相对于相关联静息长度延长,具有长度 705 的该延长的 CPDA 构件基本位于该静息平面内。

[0064] 图 7B 示出了在如 707 的槽以及如 708 的脊上的 PZET 构件如何相对于图 5 所示的接地点 520 分别偏置 $+V$ 和 $-V$ 的电压。此偏置布置导致该 CPDA 构件的长度相对于相关联静息长度缩短,具有长度 710 的该缩短的 CPDA 构件基本位于该静息平面内。

[0065] 图 7C 示出了在如 712 的槽以及如 711 的脊上的 PZET 构件如何全部相对于图 5 所描绘的接地点 520 偏置 $+V$ 的电压。此偏置布置导致该 CPDA 构件向该静息平面的一侧弯曲如 714 所描绘的正位移 $+\Delta z$ 。

[0066] 图 7D 示出了在如 716 的槽以及如 715 的脊上的 PZET 构件如何全部相对于图 5 所示的接地点 520 偏置 $-V$ 的电压。此偏置布置导致该 CPDA 构件向该静息平面的另一侧弯曲如 718 所示的负位移 $-\Delta z$ 。

[0067] 图 1 是一个使用 CPDA 布置的微透镜系统的功能方框图。光被输入 106 到微机械透镜 107 中,该透镜处理该入射光以产生出射光 108。根据输入信号 101 来控制透镜 107,该信号可以改变透镜 107 的焦距和 / 或控制该透镜的变焦位置。为了做到这一点,将该控制信号 101 指向控制器 102,可以用一个标准的微控制器或个人计算机 (PC) 实施该控制器。因此,控制器 102 为偏置装置生成一个控制信号 103,该偏置装置输出很多控制信号 (也称为一组电致动信号) 105。这些控制信号 105 用来偏置与透镜 107 中的 CPDA 构件相关联的 PZET 元件。此偏置使得该控制信号能够改变透镜 106 的焦距和 / 或控制透镜 107 的变焦位置,就像关于图 3 至图 8 中将要详细描述的那样。

[0068] 图 2 描绘了如何控制图 1 的系统中的微透镜。图 2 示出了具有直径 206 的柔性透镜 203,其形状可以使用 CPDA 的方法改变,就像关于图 3 至图 8 中将要详细描述的那样。透镜 203 可以压缩到直径 205 (如 203a 所描绘),由此缩小该透镜的焦距。或者,透镜 203 可以延长到直径 204 (如 203b 所描绘),由此加大该透镜的焦距。

[0069] 此外或是或者,透镜 203 的位置可以如箭头 207 所示向前移动,或者如箭头 208 所示向后移动,由此在一个方向或另一个方向上对该透镜变焦。

[0070] 图 3 展示了如何以集成芯片的形式制作根据图 1 和图 2 的微透镜系统 300。

[0071] 微机械透镜由两套 CPDA 构件组成。每个第一 (外部) 套 CPDA 构件 (如 307) 都一端附装在芯片 301 上 (作为外部刚性框) 并且另一端附装在内部刚性框 304 上。对这些 CPDA 构件进行偏置以实现运动模式 3 和模式 4,以便实现透镜 203 的面外运动,从而调整透镜 203 的变焦位置。对透镜变焦时,透镜的光轴被维持在与当透镜静止时 (即当 CPDA 构件未被偏置时) 的光轴基本相同的方向。每个第二 (内部) 套 CPDA 构件 (如 305) 都一端通过分段透镜保持框 306 连接到微透镜 203,并且另一端连接到内部刚性框 304。对这些 CPDA 构件进行偏置以实现运动模式 1 和模式 2,以便横向压缩和扩大透镜 203,以便调整透镜 203 的焦距。

[0072] 考虑分段透镜保持框的更多细节,需要指出的是称为 306 的框在本示例中由四个不同的独立可运动分段 (如 309) 组成。当单独分段如分段 309 和 312 如在例如图 7A 中所

示被其各自的 CPDA 构件推向彼此时,则透镜 203 被如图 8B 所描绘压缩。或者,当单独分段如分段 309 和 312 如在例如图 7B 中所描绘被其各自的 PZET 推离彼此时,则透镜 203 被如图 8A 所描绘拉伸。因此,虽然该透镜保持框由刚性分段组成,但是通过适当移动这些分段,这些内部和外部 CPDA 构件生成的力可以转移到该柔性透镜 203。

[0073] 虽然图 3 中所示的示例使用了一个分段透镜保持框,但是还可以使用其他透镜保持框布置以将这些内部和外部 CPDA 构件生成的力耦合到该柔性透镜 203。

[0074] 插图 308 定义了一套 X-Y 轴,该轴描述了与该内部刚性框 304 相关联的静息平面,其中 CPDA 构件的横向运动通过使用模式 1 和模式 2 得以实现。

[0075] 可以使用标准制作技术来实现图 3 的微透镜系统。相应地,可以使用标准集成电路制作技术来制作这些外部和内部 CPDA 构件以及该内部刚性框和该透镜保持框,同时可以使用微操纵器安装该柔性透镜 203。

[0076] 一个替代方法是用透镜致动机构形成和集成聚合物封装的聚合物透镜 203。MEMS 工艺本质上一一般都是平面的,同时透镜(如 203)是非平面结构。然而,通过使用标准平面 MEMS 工艺形成平面结构并且使用热处理将如此形成的平面结构转换成一个非平面透镜结构,此困难能够得以克服。

[0077] 这涉及到聚合物的使用,该聚合物被加热时分解成气态产物。PNB(PolyNorBornene:聚降冰片烯)聚合物就是此类聚合物,可以此方式使用。首先,用称为“聚合物 1”的底部聚合物覆盖由透镜保持框 306 定义的一个凹处。然后放置该 PNB 来填充该凹处。形成该 PNB 图案后,放置一个称为“聚合物 2”的顶部聚合物来覆盖该 PNB。当加热该凹处里的夹层结构时,该 PNB 分解成气态产物,这增强了压力并导致聚合物 2 凸起,从而形成凸透镜 203。

[0078] 可以使用各种聚酰胺材料来形成封装层聚合物 1 和聚合物 2。

[0079] 在聚合物封装的空气凸透镜形成步骤之后,若需要增加透镜的屈光力,可以用 UV(紫外)固化聚合物使用微注射法填充该空气间隙。样品暴露于 UV 形成了弹性聚合物凸透镜 203。

[0080] 虽然图 3 示出的布置提供了焦距调整以及变焦调整二者,还可以只提供一个或另一个能力。

[0081] 图 4A 和图 4B 示出了图 3 的系统的剖视图,示出了 CPDA 构件的更多细节。插图 403 定义了一套 X-Y-Z。X-Y 轴描述了与该内部刚性框 304 相关联的静息平面,其中内部 CPDA 构件的横向运动根据运动模式 1 和模式 2 得以实现。Z 轴描述了外部 CPDA 构件根据运动模式 3 和模式 4 实现的面外运动的方向。

[0082] 横截面视图示出了内部 CPDA 构件(如 305)和外部 CPDA 构件(如 307)。微透镜 203 由弹性材料制成,以便当它被内部 CPDA 构件压缩或拉伸时它的形状发生变化。可以使用聚合物如聚二甲基硅氧烷(也称为 PDMS)或 SU-8(一种常用的基于环氧的负性光阻材料)来制作弹性微透镜 203。

[0083] 该 CPDA 布置根据偏置电压提供了四种运动模式。这些模式是在 X-Y 平面内的横向运动(即模式 1 和模式 2),以及面外运动(即模式 3 和模式 4),指的是在 Z 方向的上下运动。

[0084] 这四种运动模式为透镜系统 107 生成四个独立的操作。在 CPDA 构件的连续阶梯

上的 PZET 构件被独立偏置。此外,虽然需要的话可以使 +V 的量级(如参见图 6B 中的 607)等同于 -V 的量级(如参见图 6B 中的 607),但是如果例如为了补偿 CPDA 构件中的制作差异需要对偏置电压使用不同的量级,则这些偏置电压的量级不一定要相同。

[0085] 图 8A 至图 8D 示出了当根据四个可用运动模式致动时图 4A 和图 4B 中的布置。每个图展示了一种特别的运动模式。

[0086] 当电压的符号相反时,实现透镜扩展(图 8A)和透镜收缩(图 8B)的模式。在电压符号相同的情况下,获得向上(图 8C)或向下(图 8D)模式。

[0087] 收缩和扩展模式执行微透镜 203 的焦距调优。当弹性微透镜被拉伸时,它将透镜的焦距拉长和加大。另一方面,透镜压缩使透镜凸出并缩小焦距。

[0088] 面外向上和向下模式在实现变焦能力方面起着非常重要的作用。在本示例中,外部那套 CPDA 构件 307 以向上和向下的模式操作,而内部那套 CPDA 构件 305 则偏置为收缩和扩展模式。

[0089] 图 9 描绘了如图 4A 和图 4B 中所示的透镜的复合透镜布置。在此布置中采用了两个相似的微透镜系统,用于有效和大范围变焦能力。每个微透镜系统具有其自己的 CPDA 机构(如 904)用于如图 4A 中所示对其焦距进行调优。每个微透镜系统还具有其自己的 CPDA 机构用于如图 4B 中所示对其变焦位置(未示出)进行调优。

[0090] 透镜系统垂直堆叠,中间用间隔件 902 隔开。该间隔件 902 定义了透镜系统 901、903 之间的垂直间距,该间距将成为双透镜系统的设计参数。

[0091] 图 10B 和图 10A 分别描绘了图 3 中所示的分段透镜保持框 306,以及其另一布置 1001。图 3 中透镜保持框 306 具有四个分段如 309、310,彼此之间无附着。分段 309、310 由各自的内部 CPDA 构件 305、311 支撑。可以如图 10A 所描绘修改这些分段 309、310 等,以改善聚合物透镜 203 上的力(压力)的均匀性。在图 10A 中,每个分段 1002 都通过一个柔韧的弹簧结构 1003 连接到相邻分段 1004 上。此布置改善了各种内部 CPDA 构件施加到透镜上的力的均匀性。弹簧结构 1003 的制作方式与微透镜系统 300 中其他部件相同。

[0092] 图 11A 和图 11B 结合图 10A 的分段透镜保持框 1002 示出了图 3 的微透镜系统的另一个布置。图 3 中外部 CPDA 构件 307 是直的(即线性的)。还可以把这些 CPDA 构件配置成如图 11A 中 1101 处所示的折叠形状。这样,CPDA 构件 1101 的长度 1102 被放大,同时其径向长度 1103 被缩短。这使得 CPDA 构件能够被实施成在微透镜系统中占用更少的面积,同时维持或改善面外弯曲范围。这反过来又给较大直径的透镜 1104 留出空间。相应地,对外部 CPDA 构件 1101 的方向的这种重新布置提供了扩展的致动面外范围,并且允许更好的透镜填充因子。

[0093] 在图 8A 至图 8D 中,所有外部 CPDA 构件(如 307)的驱动电压的量级都是假定为相同的。这使得不用倾斜透镜 203 便可实现“Z”方向 805 上的面外弯曲。

[0094] 通过将每个外部 CPDA 构件的驱动电压设置在不同的量级(换句话说通过独立驱动每个外部 CPDA 构件,例如 307 和 806),外部 CPDA 构件 307、807 可以倾斜透镜 203,以便相关联的光轴 807 不与 X-Y 平面垂直(即成 90 度)。

[0095] 图 12 示出了微透镜系统的另一布置 1200,该微透镜系统中透镜 1201 能够在该透镜的 X-Y 方向以及沿着光轴 [Z] 运动。该 X-Y 平面还被称为垂直于该透镜的光轴的横向平面。图 12 展示了修改图 3 中所描绘的致动机构以提供 X-Y 方向上的透镜运动的方法之一。

[0096] 在图 11A 的布置中加入了两套 CPDA 构件,一套用于 X 运动 (A1、A2、A3、A4) 另一套用于 Y 运动 (A5、A6、A7、A8)。CPDA 构件 A1、A2、A3 和 A4 一端附装在一个第四框 1206 上,另一端分别附装在梁 B1 和 B2 上。CPDA 构件 A5、A6、A7 和 A8 一端附装在一个第五框 1208 上,另一端分别附装在梁 B3 和 B4 上。当对 CPDA 构件 A1、A2 进行偏置以使它们沿其长度在横向方向延长时,它们使轻微折叠的梁 B1 在 X 轴方向弯曲,这反过来使一个第三框 1202 移动(相当于图 3 中的外部框 301) 并且产生正 X 轴方向 1203 上的透镜运动。可以对 CPDA 构件 A3、A4 以类似方式偏置以产生负 X 轴方向 1204 上的透镜运动。当对 CPDA 构件 A5、A6 进行偏置以使它们沿其长度在横向方向延长时,它们使轻微折叠的梁 B3 在 Y 轴方向 1205 弯曲,这反过来使一个第四框 1206 移动并且产生正 Y 轴方向上的透镜运动。CPDA 构件 A7、A8 用于产生在负 Y 轴方向 1207 上的透镜运动。

[0097] 工业实用性

[0098] 所述的布置适用于光学和加工行业,例如用在手机和其他便携式装置上的相机,安全、情报和监测系统,用于显微手术的胶囊内视镜,用于导弹跟踪系统的复眼,用于识别车道的汽车传感器和小型化超速相机,微型投影机和其他装置和子系统。

[0099] 前面仅描述了本发明的一些实施例,可以在不脱离本发明的范围和精神的情况下对其进行修改和 / 或变更,本发明的实施例是说明性的而不是限制性的。

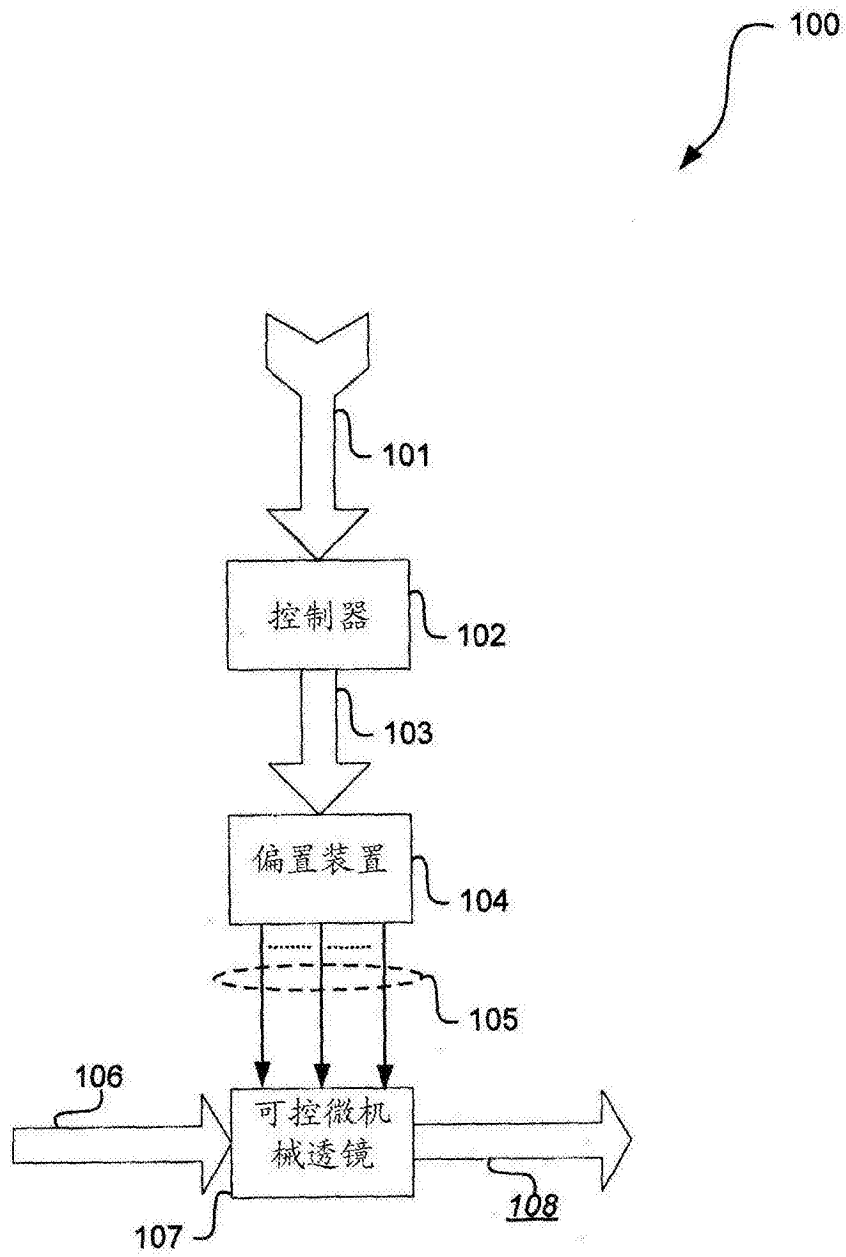


图 1

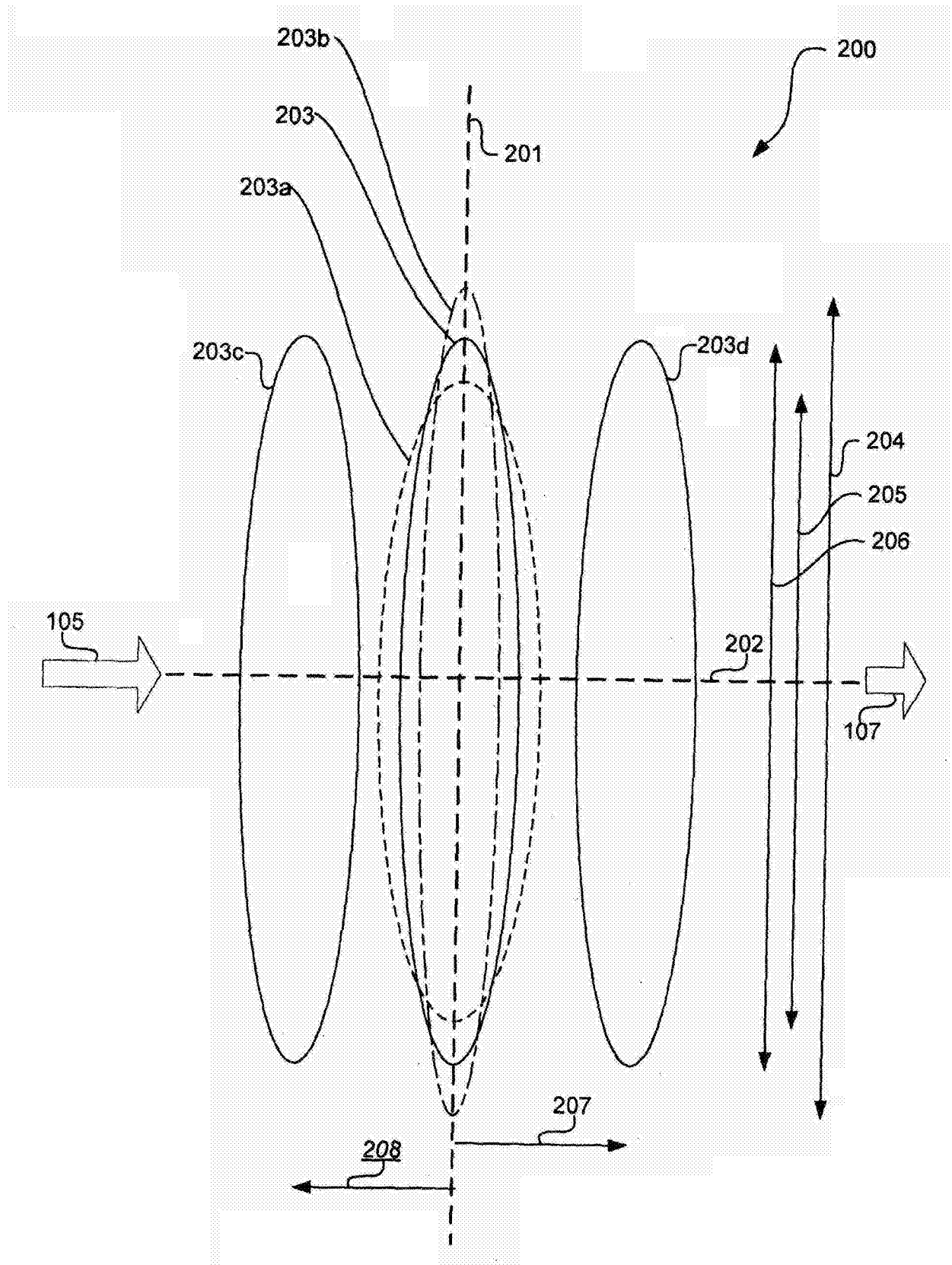


图 2

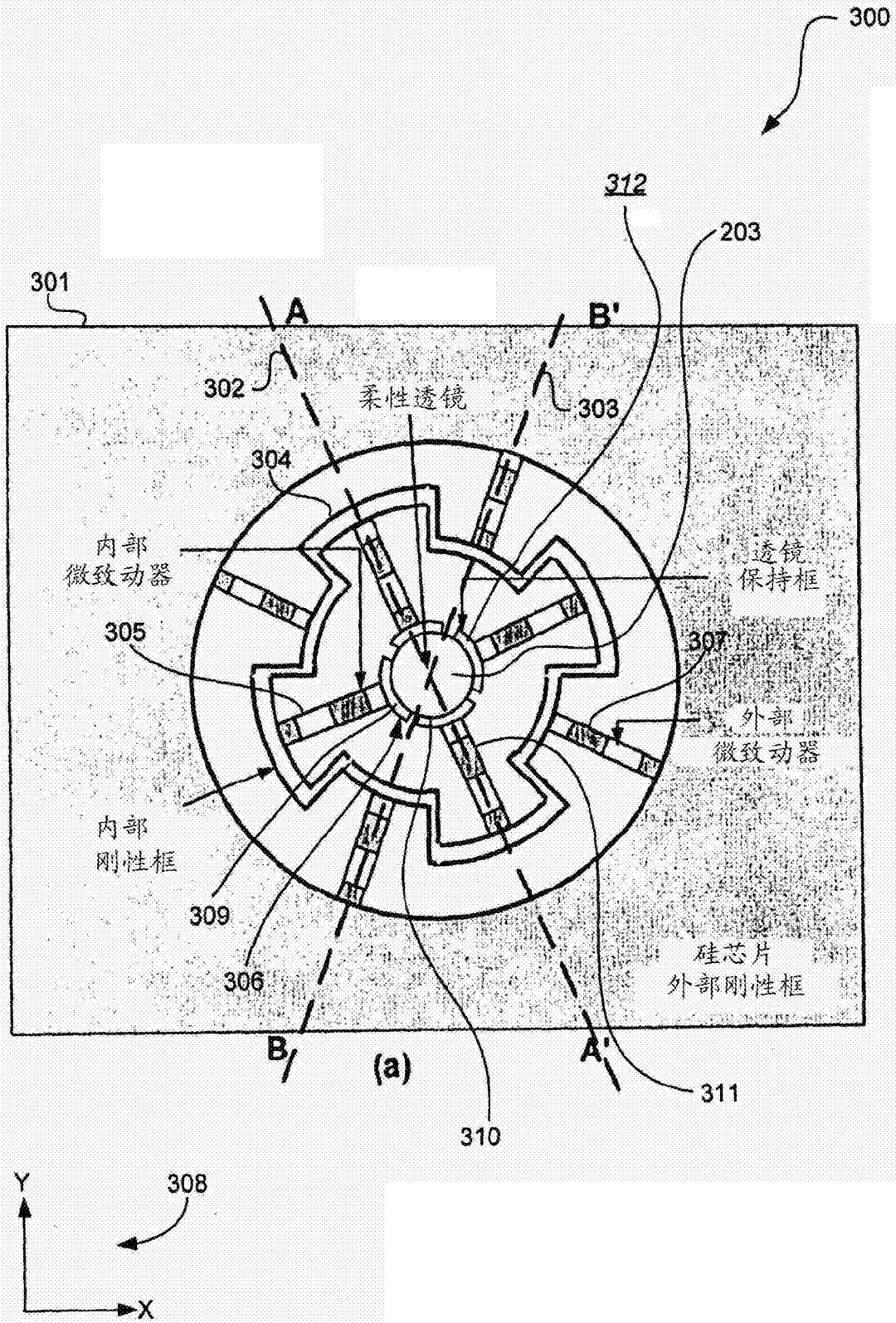


图 3

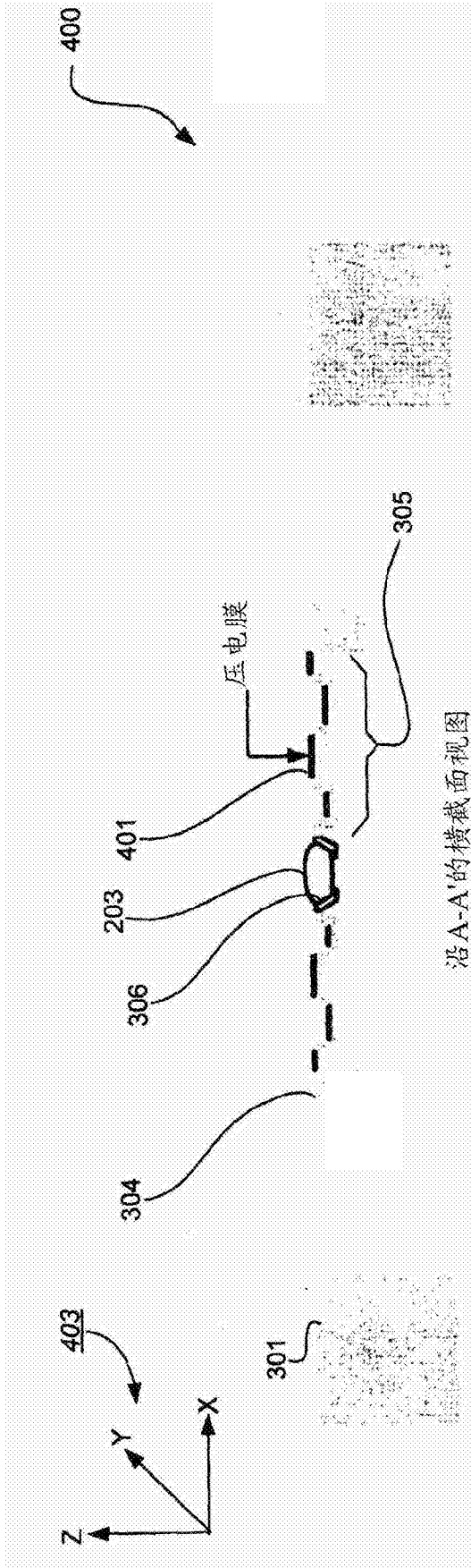


图 4A

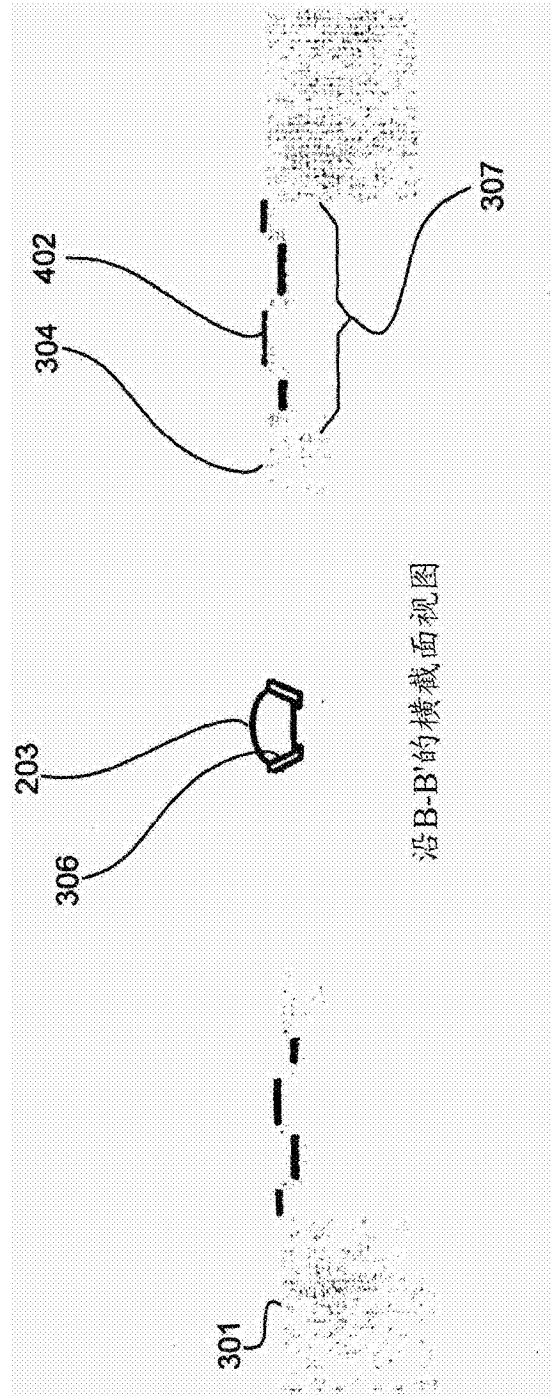


图 4B

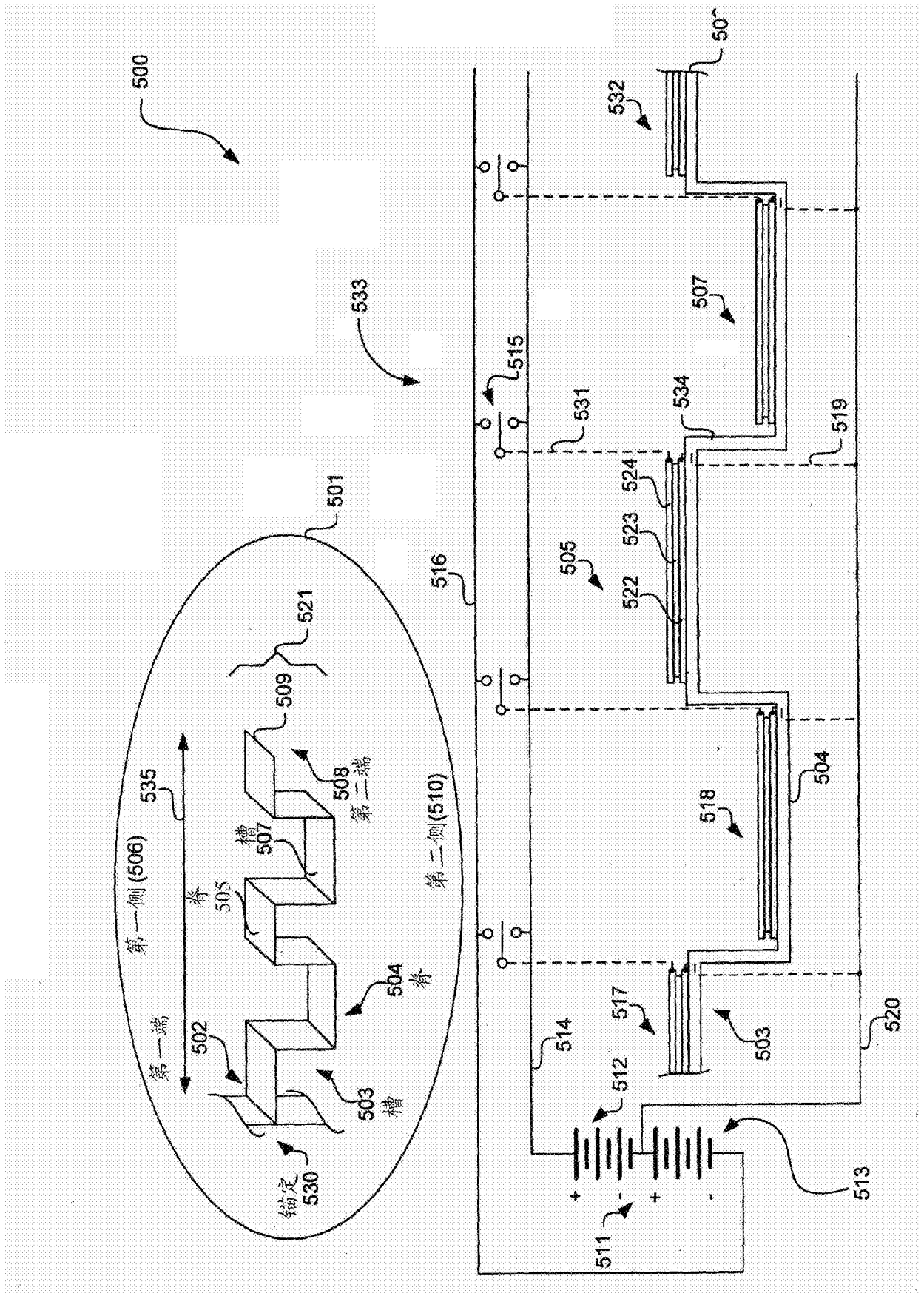


图 5

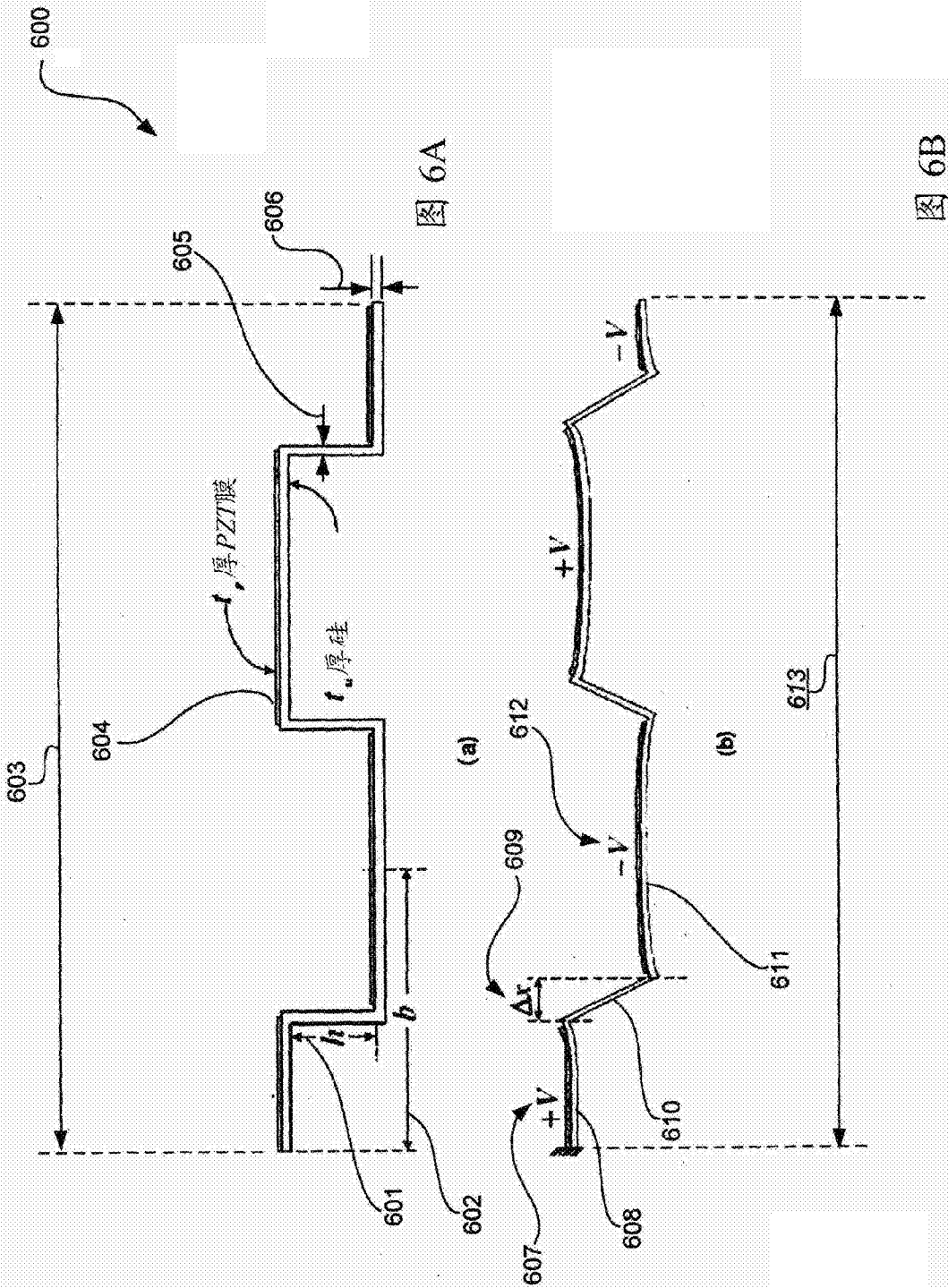


图 6A

图 6B

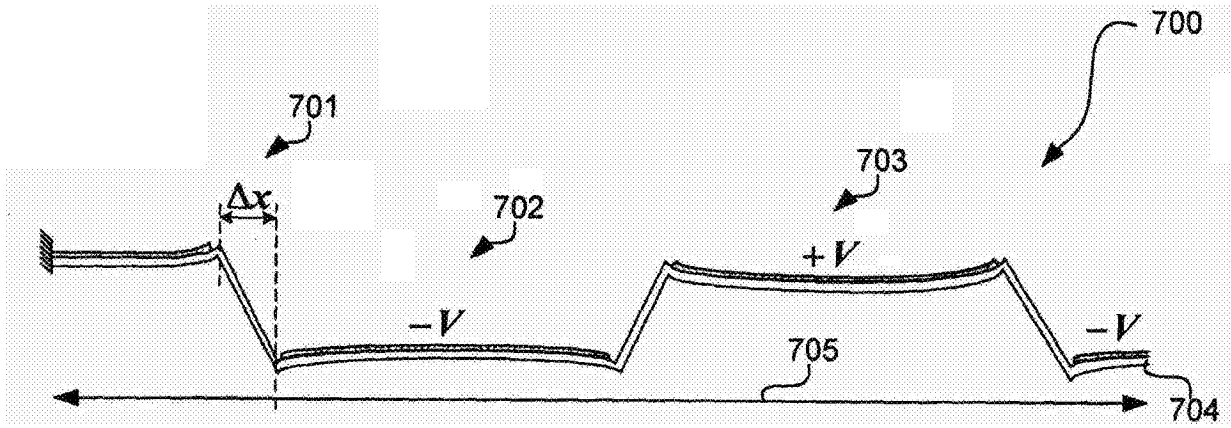


图 7A

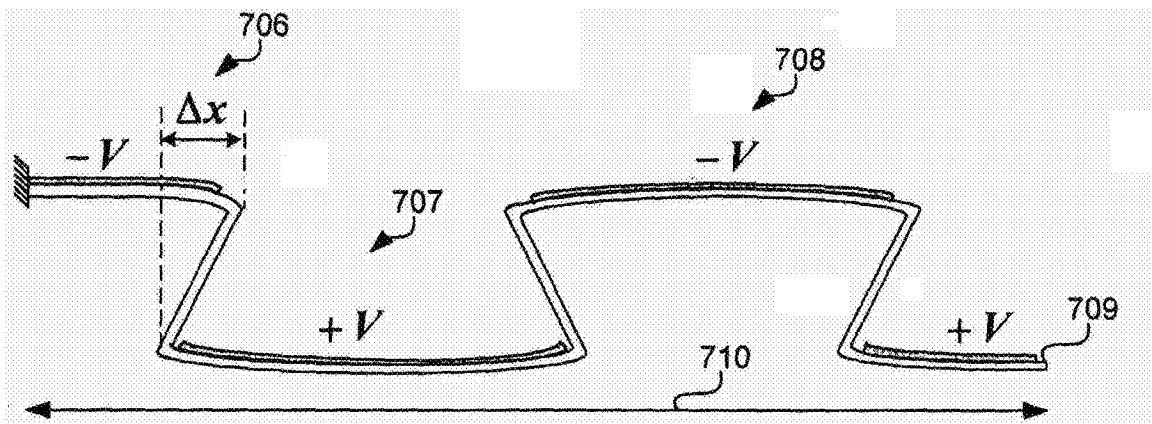


图 7B

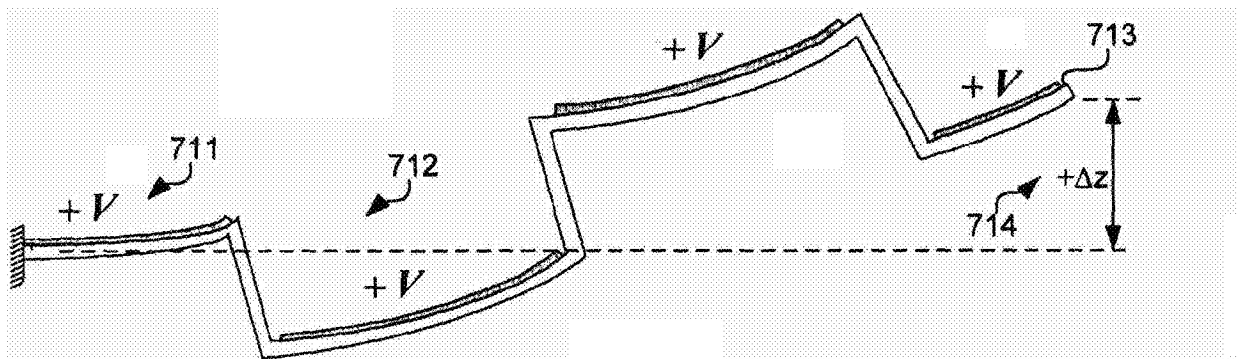


图 7C

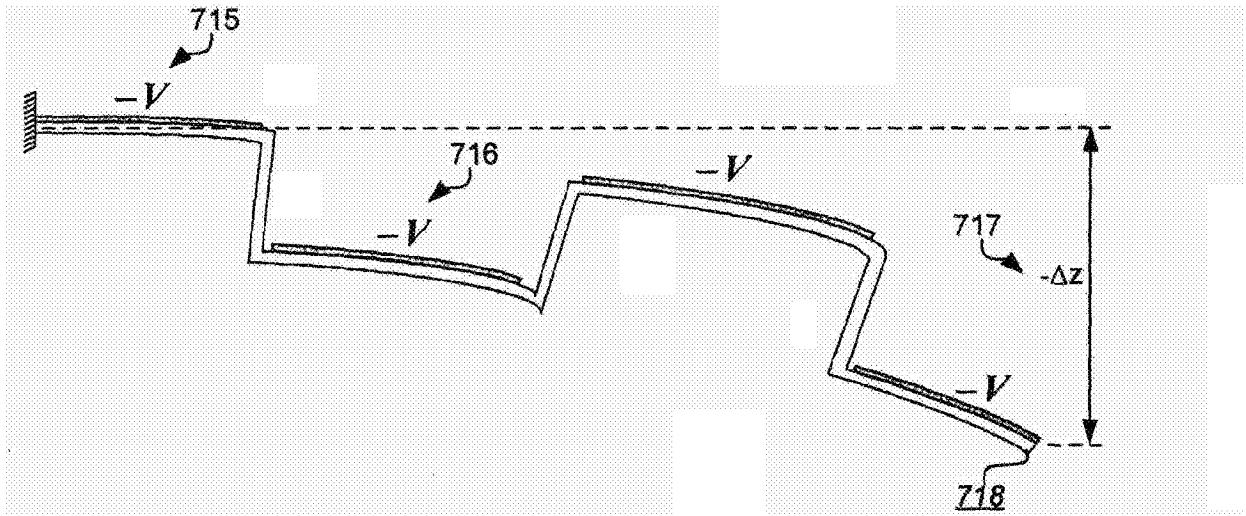


图 7D

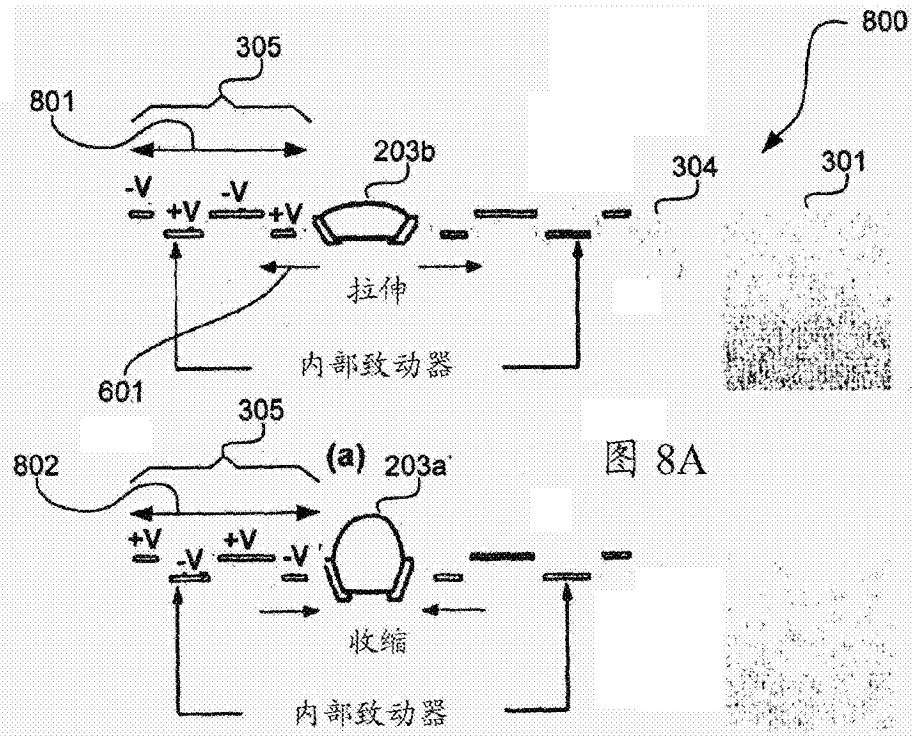


图 8A

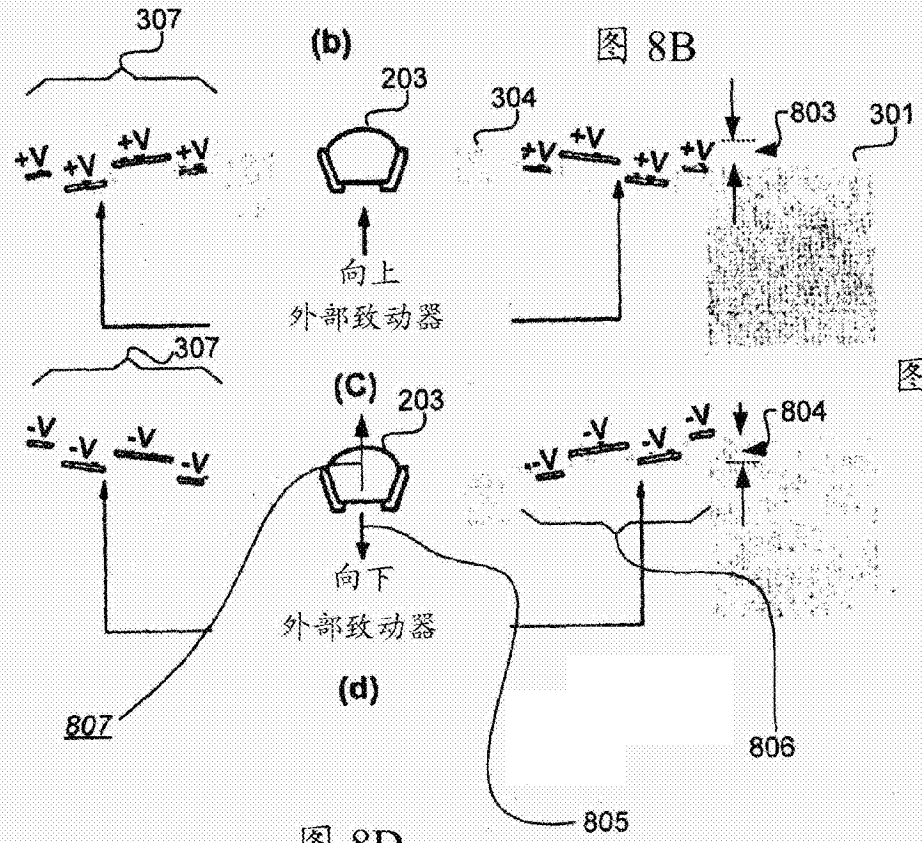


图 8B

图 8C

图 8D

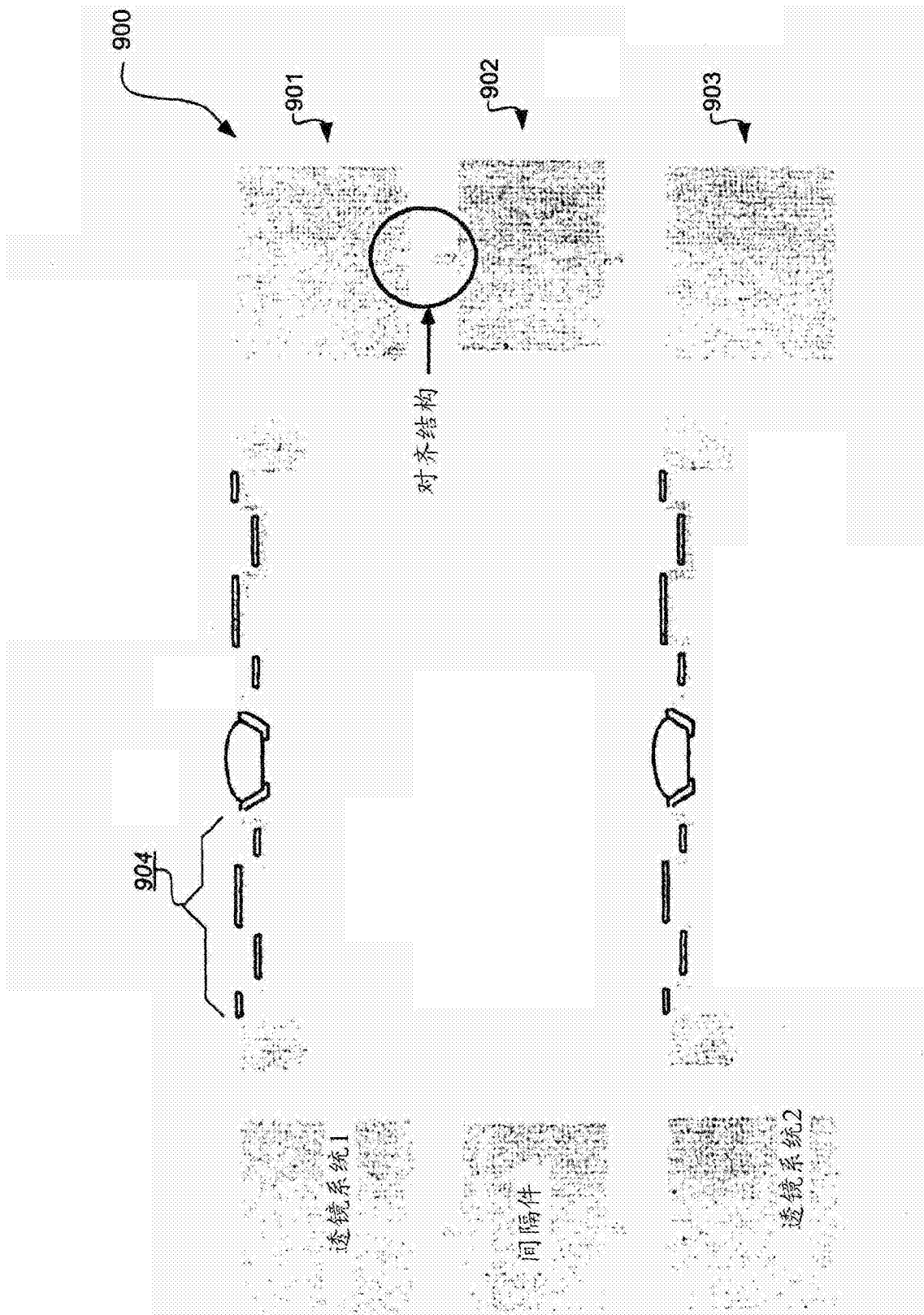


图 9

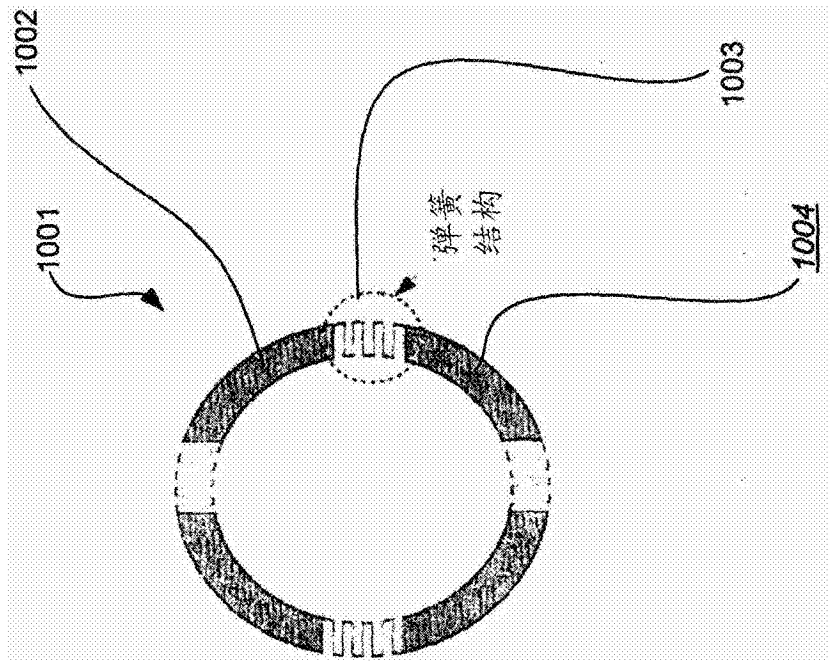


图 10A

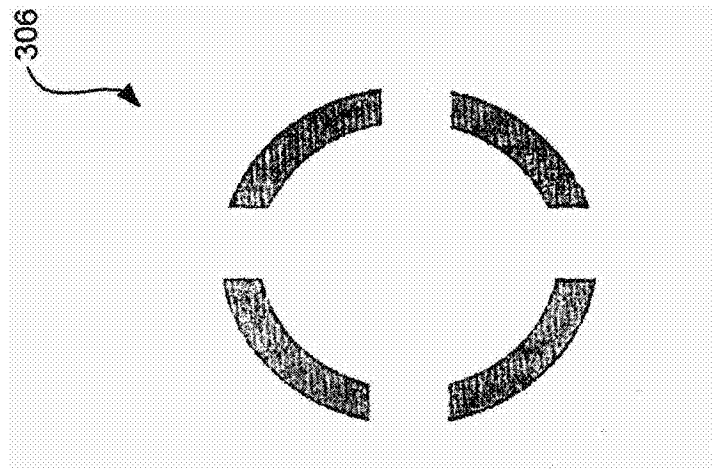
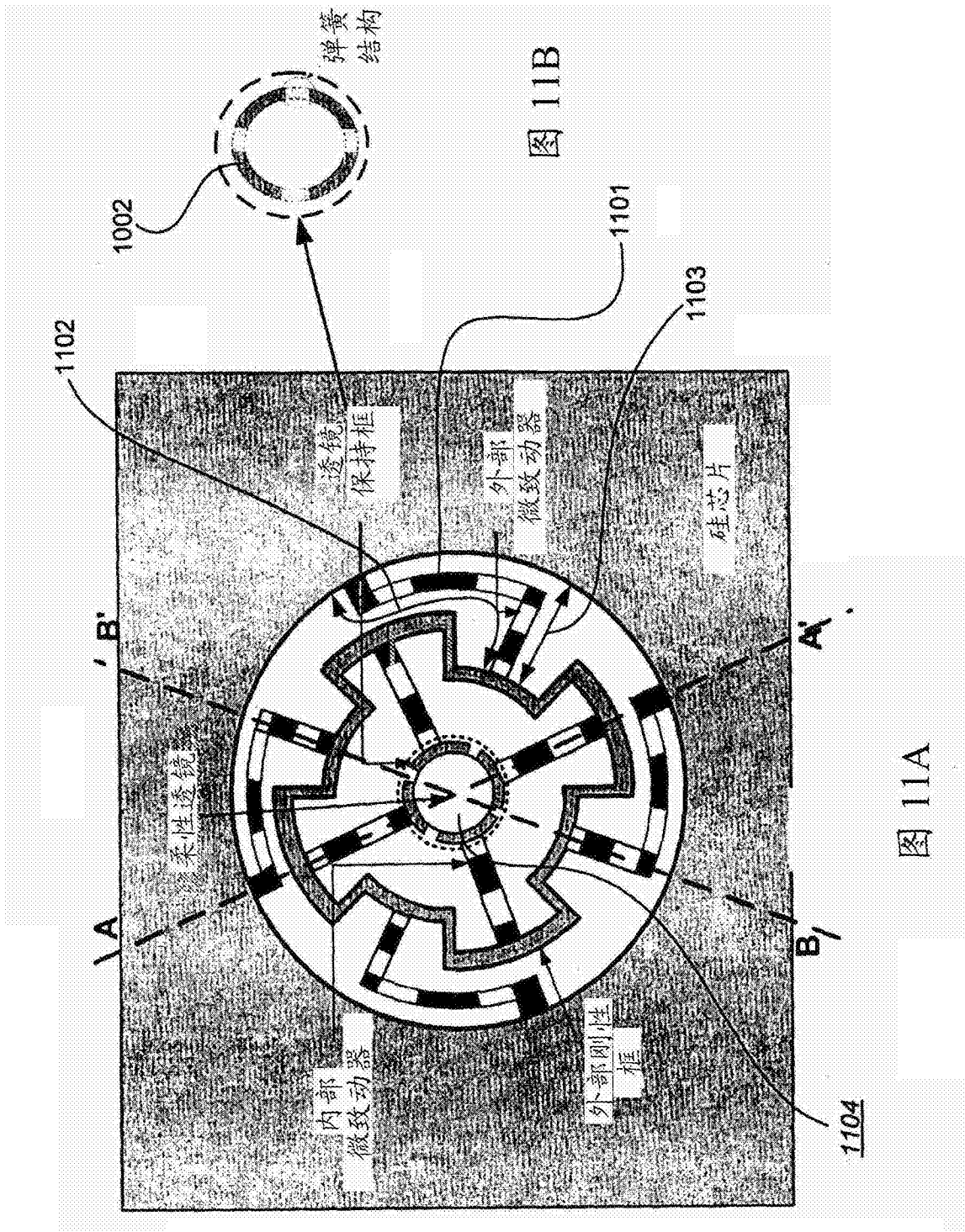


图 10B



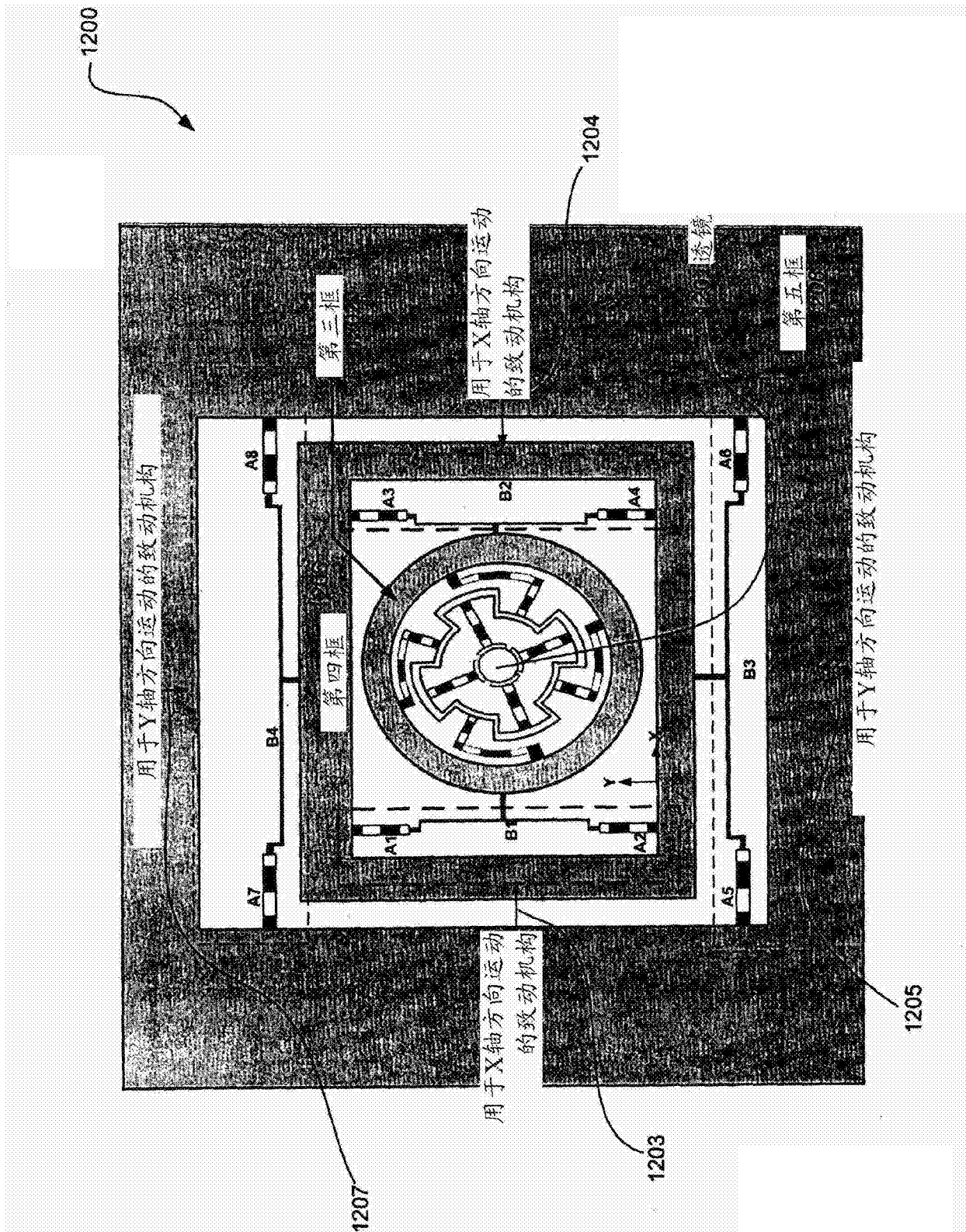


图 12