

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2009 年 2 月 5 日 (05.02.2009)

(10) 国际公布号
WO 2009/016524 A1

(51) 国际专利分类号:
H02N 1/00 (2006.01)

373-1 韩国科学技术院电工及电子工学系, Daejeon 305-701 (KR)。

(21) 国际申请号: PCT/IB2008/050811

(74) 代理人: 金成镐(KIM, Sungho); 韩国首尔市江南区 驿三洞三井大厦635-7七楼GIP专利法律公司, Seoul 135-908 (KR)。

(22) 国际申请日: 2008 年 3 月 6 日 (06.03.2008)

(25) 申请语言: 朝鲜文

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
10-2007-0061361
2007 年 6 月 22 日 (22.06.2007) KR

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 韩国科学技术院(KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE & TECHNOLOGY) [KR/KR]; 韩国大田广域市儒城区九城洞373-1, Daejeon 305-701 (KR)。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 尹浚寶(YOON, Jun-Bo) [KR/KR]; 韩国大田广域市儒城区九城洞373-1 韩国科学技术院电工及电子工学系, Daejeon 305-701 (KR)。 楊賢昊(YANG, Hyun-ho) [KR/KR]; 韩国大田广域市儒城区九城洞373-1 韩国科学技术院电工及电子工学系, Daejeon 305-701 (KR)。 崔東勳(CHOI, Dong-hun) [KR/KR]; 韩国大田广域市儒城区九城洞

本国际公布:
— 包括国际检索报告。

(54) Title: ELECTROSTATIC ACTUATOR

(54) 发明名称: 静电致动器

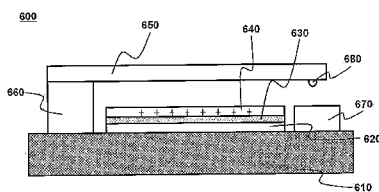


图 9

(57) Abstract: The present invention relates to a micro-electromechanical system (MEMS) and, more particularly, to an electrostatic actuator, and a driving method thereof and an application device thereof. The electrostatic actuator in accordance with the present invention comprises a fixed electrode, an electric charge charging unit electrically insulated from the fixed electrode, and a moving electrode spaced apart from the fixed electrode and the electric charge charging unit. In accordance with the present invention, the electrostatic actuator with a very low driving voltage and an arbitrarily controllable driving voltage when compared with a conventional electrostatic actuator is provided. In addition, the

electrostatic actuator having durability against external noise and enabling a reliable consecutive operation is provided. Further, in accordance with the present invention, non-volatile mechanical memory, a logic circuit and a switch employing the electrostatic actuator are provided.

[见续页]

WO 2009/016524 A1



(57) 摘要:

本发明涉及微机电系统 (microelectromechanical systems, MEMS), 更具体地涉及静电致动器 (electrostatic actuator) 和其驱动方法及其应用元件。本发明的静电致动器, 包括固定电极, 与固定电极绝缘的电荷充电部, 与固定电极和电荷充电部隔离形成的移动电极。与现有的静电致动器相比, 本发明能够提供驱动电压低并且能够任意调节驱动电压的静电致动器。另外, 本发明能够提供对外部噪音的耐久性强、能够可靠地连续工作的静电致动器。另外, 本发明还能够提供利用静电致动器的非挥发性机械式存储器、逻辑电路和开关。

静电致动器

技术领域

本发明涉及微机电系统(Microelectromechanical System, MEMS), 更具体
5 为涉及静电致动器(electrostatic actuator)及其驱动方法及其应用元件。

背景技术

现有的静电致动器, 通过向固定在绝缘基板上的固定电极和移动电极施加电压以在固定电极和移动电极上激发电荷, 利用作用于电荷之间的静电引力驱动移动电极。这时, 移动电极移动至支撑移动电极的支撑部的回复力和静电引力达到平衡为止。
10

图 1 为现有的悬臂(cantilever)式静电致动器的示意图。如图 1 中(a)所示, 在固定电极 120 和移动电极 130 之间施加电压, 使在固定电极 120 和移动电极 130 上激发电荷, 利用作用于电荷之间的静电引力驱动移动电极 130。
15 可以不直接向移动电极 130 施加电压, 而通过与移动电极 130 电连接的支撑部 140 向移动电极 130 施加电压。这时, 支撑部 140 的回复力朝与作用于电荷之间的静电引力相反的方向作用, 因此移动电极 130 朝固定电极 120 方向移动至支撑部 140 的回复力和静电引力达到平衡的地点为止。

图 1 中(b)为概略地表示图 1(a)中致动器 100 的示意图。为了使移动
20 电极 130 以设定的间隔悬浮于相对的位置的支撑部 140 用弹簧来表示。

为了用低电压驱动致动器 100, 所设计的支撑部 140 的回复力尽量要小。但是如果支撑部 140 的回复力小, 则支撑部 140 的抗噪音性和耐久性变差, 产生不能可靠地连续动作的问题。

25 发明内容

本发明的目的是提供一种与现有的静电致动器相比驱动电压很小, 并且

能够任意调节驱动电压的静电致动器。本发明的另一目的是提供一种对外部噪音耐久性强、能够可靠地连续动作的静电致动器。

另外，本发明的再一目的是提供一种利用本发明一实施例的静电致动器的非挥发性机械式存储器、逻辑电路及开关。

5 为了实现上述目的，本发明的一种静电致动器，包括固定电极，与固定电极绝缘的电荷充电部，与固定电极和电荷充电部隔离形成的移动电极。

其中，优选为：还包括绝缘基板，其上形成固定电极。

其中，优选为：还包括形成在固定电极上的绝缘层，电荷充电部形成在绝缘层之上，移动电极形成在电荷充电部的上部并且与固定电极和电荷充电部相对。

10 其中，优选为：电荷充电部与固定电极相隔离而形成在绝缘基板上，移动电极与固定电极和电荷充电部相对地形成在固定电极和电荷充电部的上部。

其中，优选为：还包括在电荷充电部表面形成的防放电层。

15 其中，优选为：在固定电极和移动电极之间施加驱动电压，移动电极根据驱动电压引起的固定电极与移动电极之间的第一静电力和电荷充电部与移动电极之间的第二静电力进行位移。

其中，优选为：移动电极的一部分根据第一静电力和第二静电力进行位移。

20 其中，优选为：第一静电力和第二静电力为静电引力，移动电极朝固定电极方向进行位移。

其中，优选为：电荷充电部预先存储有电荷。

本发明的静电致动器的驱动方法，包括：向电荷充电部充入电荷的步骤，向固定电极和移动电极之间施加驱动电压的步骤。

25 其中，优选为：充入电荷的步骤包括：向电荷充电部施加电压的步骤，电浮（floating）已充入了电荷的电荷充电部的步骤。

其中，优选为：充入电荷的步骤包括：利用通过电场的隧穿方法向电荷充电部充入电荷的步骤。

本发明的非挥发性存储器，包括：固定电极，与固定电极绝缘的电荷充电部，与固定电极和电荷充电部隔离形成的移动电极。

5 本发明的逻辑电路元件，包括：固定电极，与固定电极绝缘的电荷充电部，与固定电极和电荷充电部隔离形成的移动电极。

本发明的开关，包括：相互隔离形成的固定电极和接触电极，与固定电极夹着绝缘层而形成的电荷充电部，在固定电极、电荷充电部和接触电极的上部形成的移动电极。

10 其中，优选为：在固定电极和移动电极之间施加驱动电压，移动电极根据驱动电压引起的固定电极与移动电极之间的第一静电力和电荷充电部与移动电极之间的第二静电力进行位移与接触电极接触。

其中，优选为：还包括形成在移动电极的与接触电极接触的部位上的凸起部。

15 其中，优选为：还包括形成在电荷充电部的表面上的防放电层。

其中，优选为：电荷充电部预先存储有电荷。

其中，优选为：还包括绝缘基板，其上形成固定电极和接触电极。

其中，优选为：还包括将移动电极支撑于绝缘基板之上的支撑部。

20 本发明的静电致动器中，所述电荷充电部由导电体、氧氮氧（Oxide-Nitride-Oxide, ONO）、强电介质和驻极体中的任一构成。

本发明提供了与现有的静电致动器相比驱动电压低并能够任意调节驱动电压的静电致动器。还提供了对外部噪音的耐久性强、能够可靠地连续工作的静电致动器。

25 另外，本发明还提供了利用静电致动器的非挥发性机械式存储器、逻辑电路和开关。

附图说明

图 1 为现有的悬臂式静电致动器示意图；

图 2 为本发明第一实施例的静电致动器的概略示意图；

图 3 为本发明一实施例的静电致动器的具体结构示意图；

5 图 4 为本发明第一实施例的静电致动器的驱动方法概略示意图；

图 5 为向静电致动器的电荷充电部充入电荷的多种方法的示意图；

图 6 为本发明第二实施例的静电致动器的概略示意图；

图 7 为表示静电致动器的磁滞现象（hysteresis）的曲线图；

图 8 为本发明第三实施例中利用静电致动器的逻辑电路的概略示意图；

10 图 9 为本发明第四实施例的悬臂式开关示意图；

图 10 为本发明第五实施例的静电开关示意图。

具体实施方式

以下参照附图详细说明本发明的较佳实施例。在全部附图中对于同样的
15 构成要素以同样的附图标记予以表示。

[静电致动器]

图 2 为本发明第一实施例的静电致动器的概略示意图。如图 2 所示，本
发明第一实施例的静电致动器 200 包括：绝缘基板 210，形成在绝缘基板 210
上的固定电极 220，与固定电极 220 绝缘的电荷充电部 240，与固定电极 220
20 和电荷充电部 240 隔离形成的移动电极 250。另外，静电致动器 200 还包括将
移动电极 250 支撑于绝缘基板 210 之上的支撑部 260。其中，支撑部 260 为现
有的静电致动器中能够支撑移动电极的任意结构。

图 3 表示了本发明第一实施例中静电致动器的例示结构。图 3 (a) 为平
行板（parallel plate）式静电致动器的示意图。平行板式静电致动器包括：绝
25 缘基板 210，形成在绝缘基板 210 上的固定电极 220，与固定电极 220 之间夹
设绝缘物质而与固定电极 220 绝缘的电荷充电部 240，位于电荷充电部 240 的

上部的移动电极 250, 以及将移动电极 250 支撑于电荷充电部 240 上部的支撑部 260。支撑部 260 在移动电极 250 的两侧支撑移动电极 250。

图 3 (b) 为本发明一实施例中悬臂式静电致动器的示意图。悬臂式静电致动器包括: 绝缘基板 210, 固定电极 220, 电荷充电部 240, 移动电极 250 及支撑部 260。其中, 支撑部 260 在移动电极 250 的一侧支撑移动电极 250。

图 3 (c) 为本发明一实施例的扭杆 (torsion bar) 式静电致动器示意图。从支撑部 260 在移动电极 250 两侧支撑移动电极的观点上, 扭杆式静电致动器与平行板式静电致动器相同。不同之处在于, 在平行板式静电致动器中移动电极 250 上下平行移动, 与此相比, 在扭杆式静电致动器中移动电极 250 扭转移动。另外, 固定电极 220、电荷充电部 240 分别分割成两个部分, 能够调节移动电极 250 的扭转方向。

以上, 通过参照图 3, 说明了静电致动器的具体结构。再参照图 2, 详细说明本发明的静电致动器的结构。

绝缘基板 210 优选由具有绝缘性、并能以高精度平平地形成的玻璃基板、陶瓷基板或硅基板等构成。在绝缘基板 210 上, 形成有固定电极 220。固定电极 220 上形成有绝缘层 230, 在其上形成有电荷充电部 240。电荷充电部 240 通过绝缘层 230 与固定电极 220 绝缘。电荷充电部 240 被从外部施加的电压充入电荷。为了防止已充入的电荷被放电, 在电荷充电部 240 的表面可以形成防放电层。防放电层可以由防止已充入的电荷与空气或其他金属物质或非金属物质接触而放电的任意物质构成, 例如可以由半导体工序中广泛应用的绝缘物质构成。支撑部 260 将移动电极 250 支撑于固定电极 220 和电荷充电部 240 之上。移动电极 250 通过绝缘基板 210 与固定电极 220 绝缘。为了使移动电极 250 被固定电极 220 及电荷充电部 240 与移动电极 250 之间产生的静电引力驱动, 移动电极 250 由导电性物质构成。移动电极 250 可以由掺杂剂掺杂的多晶硅、半导体或金属等导体构成。支撑部 260 用于支撑在电荷充电部 240 上以设定的间隔在相对的位置漂浮的移动电极 250, 并且调节电荷充

电部 240 和移动电极 250 之间的间隔。为了有助于理解本发明，在附图中通过具有回复力的结构表示了支撑部 260，但是在具体实施过程中，移动电极 250 本身具有挠性和回复力为佳。另外，支撑部 260 还可以为移动电极 250 的一部分。

5 图 4 为本发明第一实施例的静电致动器 200 的驱动方法概略示意图。首先，通过向电荷充电部 240 充入电荷及捕捉电荷，或将其变成极化状态，使电荷充电部 240 和移动电极 250 之间产生一定的电场。

其中，电荷充电部 240 优选为由导电体、氧氮氧（Oxide-Nitride-Oxide）和强电介质（具有半永久性极化的电介质）中的任一所构成。

10 电荷充电部 240 由导电体构成时，为了充入电荷，如图 4（a）所示，在固定电极 220 与电荷充电部 240 之间和/或在移动电极 250 与电荷充电部 240 之间施加电压 V_1 。如此，在电荷充电部 240 上激发出阳电荷或阴电荷。然后，如果将电荷充电部 240 变成电浮（floating）状态，则可以保持在电荷充电部 240 上激发的电荷。为了将电荷充电部 240 变成电浮状态，可以通过机械开关
15 将电荷充电部 240 短路或者利用探针施加电压后以物理方式将其短路。

然后，如图 4（b）所示，向固定电极 220 和移动电极 250 之间施加电压 V_2 。如此，通过向固定电极 220 和移动电极 250 之间施加的电压 V_2 ，使固定电极 220 和移动电极 250 激发出具有不同符号的电荷。此时，施加电压 V_2 以使在固定电极 220 上激发出与电荷充电部 240 上激发出来的电荷的符号相同
20 的电荷。由此，产生移动电极 250 和电荷充电部 240 之间的静电引力，以及移动电极 250 和固定电极 220 之间的静电引力。此时，若这些静电引力之和为临界值以上，则移动电极 250 朝固定电极 220 方向进行位移。移动电极 250 移动至静电引力之和与支撑部 260 的回复力达到平衡的地点为止。

图 5 中（a）至（c）为与图 4 中（a）相对应的图，是向电荷充电部 240
25 充入电荷的另一种方法的概略示意图。

作为在电荷充电部 240 充入电荷的另一种方法，还有利用隧穿现象的方

法。如图 5 (a) 所示, 在固定电极 220 和移动电极 250 之间施加高电压, 则在固定电极 220 和移动电极 250 之间产生强电场, 该电场使固定电极 220 上激发的电荷在隧穿现象的作用下, 通过固定电极 220 和电荷充电部 240 之间的绝缘层 230 注入到电荷充电部 240。即, 形成贯通电荷充电部 240 的电场, 5 利用隧穿现象, 向电荷充电部 240 充入电荷。电荷充电部 240 一旦充入电荷, 由于电荷充电部 240 处于与外界绝缘的状态, 因此能继续保持电荷。

电荷充电部 240 由 ONO 构成时, 如图 5 (b) 所示, 如果向固定电极 220 和移动电极 250 之间施加高电压, 则在固定电极 220 和移动电极 250 之间形成强电场, 该电场使固定电极 220 上激发出来的电荷在隧穿现象的作用下, 10 通过固定电极 220 和电荷充电部 240 之间的绝缘层 230, 被捕捉在电荷充电部 240 上。即, 通过形成贯通电荷充电部 240 的电场, 利用隧穿现象将电荷捕捉在电荷充电部 240 上。电荷一旦被电荷充电部 240 捕捉时, 由于电荷充电部 240 处于与外界绝缘的状态, 因此能够继续保持电荷。另外, 由于被捕捉的电荷与导体不同, 相邻的电荷之间物理性相互隔离, 因此即使产生电荷释放 15 通路, 也不会像导体一样释放所有电荷充电部的电荷, 只是释放掉那些产生通路的电荷, 所以更有利于保持电荷。

另外, 电荷充电部 240 由强电介质 (具有半永久性极化的电介质) 构成时, 如图 5 (c) 所示, 如果向固定电极 220 和移动电极 250 之间施加高电压, 则在固定电极 220 和移动电极 250 之间形成强电场, 该电场使作为电荷充电 20 部 240 的强电介质被极化。此时, 即使去掉施加的电场也可以保持形成于强电介质内的极化, 并且该极化形成电场, 因此在电荷充电部 240 和移动电极 250 之间产生静电引力, 并且继续维持。

以上, 虽然针对以导体、ONO 和强电介质作为电荷充电部 240 时进行了说明, 但是, 此外只要能够充入电荷或者保持极化现象的物质都适合作为 25 电荷充电部 240。这种物质叫做驻极体 (electret)。

本发明的一实施例中的静电致动器 200 与现有的致动器 100 相比差异点

在于，现有致动器向固定电极 120 和移动电极 130 之间施加 V 电压才能使移动电极 130 被静电引力移动所需程度；而本发明一实施例的静电致动器 200 由于预先充入电荷充电部 240 上的电荷，能以比 V 电压更小的驱动电压驱动移动电极 250 移动所需程度。例如，向电荷充电部 240 和移动电极 250 施加 V1 电压使电荷充电部 240 预先充有电荷的情况下，可以向固定电极 220 和移动电极 250 施加 V-V1 程度的电压以驱动移动电极 250。在产品的生产步骤或者在使用步骤，只要向电荷充电部 240 充入一次电荷并将其电浮，就能保持充入的电荷，因此在以后的产品的使用步骤中能够以较小的驱动电压驱动静电致动器。由此，不必为了降低驱动电压而将支撑部的回复力设定得较低，因此能够获得对周边噪音的敏感性及其连续动作的可靠性优秀的特性。

另外，现有的静电致动器中为了调节驱动电压而需要调节移动电极和固定电极之间的间隔，或为了调节支撑部 140 的回复力而需要将支撑部 140 设计成不同的厚度、宽度或长度，因此，如果在产品的生产步骤中若预先设定驱动电压，则以后不可能改变，相反本发明的静电致动器通过调节向电荷充电部 240 充入的电荷量来调节驱动电压，因此不论何时都能轻易地调节驱动电压。

图 6 为本发明第二实施例的静电致动器的概略示意图。本发明第二实施例的静电致动器 300 包括：绝缘基板 310，固定电极 320，电荷充电部 330，移动电极 340 和支撑部 350。电荷充电部 330 与固定电极 320 隔离地形成在绝缘基板 310 上。由于电荷充电部 330 和固定电极 320 相互隔离，因此互相绝缘。各构成要素的作用及驱动方法与图 2 至图 5 中所示的本发明第一实施例的致动器相同。

本实施例中的静电致动器，与前面的第一实施例中通过在固定电极 220 和移动电极 250 之间形成的电场并利用隧穿现象充入电荷的方法相对应，能在绝缘基板 310 和移动电极 340 之间施加强电压，并利用绝缘基板 310 和电荷充电部 330 之间的隧穿现象向电荷充电部 330 充入电荷。

在本发明的第一实施例和第二实施例中表示了固定电极 220、320 和电荷充电部 230、330 为垂直堆积的结构以及设置在同一平面上的结构。但是这种设置为例示结构，只要固定电极和电荷充电部相互绝缘并且与移动电极之间能产生静电引力，则其位置不受限制。

5 [存储器]

以下，对利用本发明的静电致动器的存储器元件进行说明。在此之前，参照图 7，以说明静电致动器的磁滞现象（hysteresis）。图 7 为表示静电致动器的磁滞现象的曲线图。曲线图 410 为表示现有的静电致动器的磁滞现象的曲线图。当增加在固定电极和移动电极之间施加的电压而驱动电压达到 10 $V1+V2$ 时，移动电极朝固定电极方向进行位移。曲线图 410 的纵轴 I 表示例如固定电极和移动电极相互接触时导通而流动的电流。该电流表示通过固定电极和移动电极流动的电流或者后述的通过移动电极和接触电极流动的电流。此后，逐渐减小驱动电压，当达到 $V1-V2$ 时，移动电极复原到原位置。由此，固定电极和移动电极相互隔离，使电流不再流动。如曲线图 410 所示，15 移动电极朝固定电极方向移动时的驱动电压和复原到原位置时的驱动电压相异，将这种现象称为磁滞现象。将移动电极朝固定电极方向移动时的驱动电压称为牵入（pull-in）电压，将复原到原位置的驱动电压称为牵出（pull-out）电压。

曲线图 420 为表示本发明静电致动器的磁滞现象的曲线图。由于将与驱动电压 $V1$ 相当程度的电荷预先存储到电荷充电部，因此驱动电压减小了 $V1$ 程度。由此，牵入电压和牵出电压也减小了 $V1$ 程度。本发明的静电致动器通过调节在电荷充电部存储的电荷量来任意地调节驱动电压的原理与前述的相同。参照曲线图 420，通过适当地调节驱动电压，使得将牵入电压和牵出电压的大小相同、符号相反。

25 存储器需要存储“0”和“1”状态，如图 2 的静电致动器中，将移动电极 250 朝固定电极 220 移动的状态定义为“1”，将移动电极 250 没有移动的

状态定义为“0”。这种定义仅仅是为了便于说明，因而与其相反的定义也是可行的。

如前面所述，可以根据向电荷充电部 240 充电的电荷量调节静电致动器的驱动电压。因此，通过调节向电荷充电部 240 充电的电荷量，使得牵入电
5 压和牵出电压大小相同、符号相反。在具体实施过程中，本领域技术人员应当理解：牵入电压和牵出电压的大小不一定要相同；并且区分存储器的“0”和“1”状态的驱动电压的基准不一定要设定为 0，而能够以任意值为基准。

若把向固定电极 220 和移动电极 250 之间施加的驱动电压施加为比 V2 更高的电压之后再换成 0V，则由于高于作为下拉（pull-down）电压的-V2，因
10 此移动电极 250 处在朝固定电极 220 移动的状态而不离开固定电极 220，维持其状态。即，能维持“1”的状态。然后，把驱动电压施加为比-V2 更小的电压之后再换成 0V，则移动电极 250 能维持在复原到原来位置的状态。即，能维持“0”状态。

通过这种方式，施加比 V2 更高或者-V2 更低的驱动电压，则在以后不施
15 加电压也能够维持“0”和“1”的状态，因此能将本发明的静电致动器利用于非挥发性机械式存储器。

[逻辑电路]

图 8 中（a）为概略地表示利用本发明第三实施例的静电致动器的逻辑电路的示意图，图 8 中（b）为图 8 中（a）的从 A 方向观看的俯视图。本发明
20 的逻辑电路 500 包括：绝缘基板 510，形成于绝缘基板上的固定电极 520、530，与固定电极 520、530 绝缘的电荷充电部 540、550，形成于固定电极 520、530 和电荷充电部 540、550 的上部的移动电极 560，将移动电极 560 支撑于绝缘基板 510 上的支撑部 570。

参照图 8 中（b），固定电极 520、530 包括第一固定电极 520 和第二固
25 定电极 530，电荷充电部 540、550 包括第一电荷充电部 540 和第二电荷充电部 550。固定电极 520、530 和电荷充电部 540、550 形成在绝缘基板 510 上。

移动电极 560 与固定电极 520、530 和电荷充电部 540、550 隔离并对置地由支撑部 570 支撑于绝缘基板 510 上。其中，支撑部 570 为现有的静电致动器中能够支撑移动电极 560 的任意结构。支撑部 570 还可以为移动电极 560 的一部分。绝缘基板 510 由具有绝缘性，并能够以高精度平地形成的玻璃基板、陶瓷基板或者硅基板等构成为佳。电荷充电部 540、550 为了防止从外部充入的电荷被放电，可在其表面形成防放电层。为了利用在固定电极 520、530 和电荷充电部 540、550 与移动电极 560 之间产生的静电引力驱动移动电极 560，移动电极 560 由导电性物质构成。移动电极 560 优选由掺杂剂掺杂的多晶硅或者金属构成。

10 本发明的逻辑电路 500 的驱动顺序如下：向第一电荷充电部 540 和第二电荷充电部 550 充入电荷。然后将第一电荷充电部 540 和第二电荷充电部 550 变成电浮状态。为了变成电浮状态，将为了充入电荷而施加的电压源可以通过机械开关短路，或者通过使用探针施加电压并充入电荷之后以物理方式将其短路。为了防止在电荷充电部 540、550 已充电的电荷被放电，优选在其表面形成防放电层。

15 然后，向第一及第二固定电极 530，540 与移动电极 560 之间施加电压，由作用于固定电极 530、540 和移动电极 560 之间的静电引力和作用于电荷充电部 540、550 和移动电极 560 之间的静电引力之和使移动电极 560 朝固定电极 520、530 方向进行位移。通过调节向电荷充电部 540、550 存储的电荷量，20 能使移动电极 560 仅均对第一及第二固定电极 520，530 施加预先设定的电压时才被驱动。

表 1 中表示有：根据向第一固定电极 520 施加电压与否和向第二固定电极 530 施加电压与否，移动电极 560 是否被驱动的情况。向第一固定电极 520 和第二固定电极 530 施加电压的情况用“1”来表示，不施加电压的情况用“0”25 来表示，移动电极 560 被驱动的情况用“1”来表示，不驱动的情况用“0”来表示，可以得知：表 1 中的结果与与门（AND）的逻辑值相同。

表 1

第一固定电极	第二固定电极	移动电极
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

本说明书中说明的实施例为具有两个输入的与门（AND）逻辑电路，但是这仅作为例示的实施例，能通过调节固定电极的个数来任意地调整输入的个数。并且，在这里虽然说明了包含两个电荷充电部的结构，但是其个数并非限制在两个，而可以包含任意个电荷充电部。并且，在这里虽然说明了电荷充电部 540、550 和固定电极 520、530 均设置在绝缘基板 510 上的结构，但是只要在施加电压的时与移动电极 560 之间能够产生静电引力，其位置不受限制。

[开关]

图 9 为本发明第四实施例的悬臂式开关示意图。本发明的悬臂式开关 600 包括：绝缘基板 610，在绝缘基板 610 上隔离形成的固定电极 620 和接触电极 670，与固定电极 620 绝缘的电荷充电部 640，与固定电极 620 和电荷充电部 640 隔离形成的移动电极 650，将移动电极 650 支撑于绝缘基板 610 上的支撑部 660，和凸起部 680。

如果电荷充电部 640 被充入电荷，并且固定电极 620 和移动电极 650 之间施加驱动电压，则移动电极 650 朝固定电极 620 方向进行位移，使凸起部 680 与接触电极 670 接触。由此，支撑部 660、移动电极 650、凸起部 680 和接触电极 670 被导通，开关处于导通（on）状态。不施加驱动电压时，凸起部 680 与接触电极 670 隔离，开关处于断开（off）状态。另外，开关 600 的构成要素的作用与前述的本发明静电致动器的对应的构成要素相同。

以下，说明本发明的静电开关 600 的工作方式。首先，向电荷充电部 640

充入电荷。然后，将电荷充电部 640 变成电浮状态。为了变成电浮状态，为了充入电荷而施加的电压可以通过机械开关短路或者通过使用探针施加电压以充入电荷之后将探针短路。为了防止已充入的电荷被放电，在电荷充电部 640 表面可以形成防放电层。

5 然后，固定电极 620 和移动电极 650 之间施加临界值以上的驱动电压。如果施加电压，则固定电极 620 和移动电极 650 上被激发出具有相互不同符号的电荷，并施加驱动电压使得在固定电极 620 上激发出与向电荷充电部 640 充入的电荷具有相同符号的电荷。如果施加临界值以上的电压，则由固定电极 620 和移动电极 650 之间的静电引力和电荷充电部 640 和移动电极 650 之间的静电引力之和使移动电极 650 的一部分朝固定电极 620 方向进行位移。如果施加临界值以下的电压，则由支撑部 660 或者移动电极 650 的回复力，使移动电极复原到原位置。如果移动电极 650 朝固定电极 620 方向进行位移，则形成在移动电极 650 末端的凸起部 680 与接触电极 670 接触，使开关处于导通 (on) 状态。

15 参照图 9，固定电极 620 形成在绝缘基板 610 上，在其上形成有绝缘层 630，在其上形成有电荷充电部 640。只要固定电极 620 和电荷充电部 640 分别能够与移动电极 650 产生静电引力，其位置不受任何限制。

图 10 为本发明另一实施例的静电开关的示意图，参照图 10，表示有在绝缘基板 710 上固定电极 720 和电荷充电部 730 隔离形成的结构。如前述说明，20 电荷充电部 730 和固定电极 720 的位置为例示的结构，并非限制在这种设置结构上。

另外，本领域普通技术人员应当理解：在不改变本发明的技术思想或者必要特征，通过其它具体方式能够实现本发明的技术构成。

因此，应当理解：上述的实施例在所有方面都是属于例示的，而并非是一种限制，本发明的保护范围与具体的实施方式相比更体现在权利要求书中，25 权利要求书的意义及范围并且从其等价概念推导出的所有变化或变形方式均

应包含于本发明的范围内。

产业可利用性

本发明的静电致动器能应用于微机电系统。具体为，本发明的静电致动器可以作为非挥发性机械式存储器、逻辑电路和开关所利用。

权 利 要 求 书

1、一种静电致动器，其中包括：

固定电极；

5 与所述固定电极绝缘的电荷充电部；

与所述固定电极和所述电荷充电部隔离形成的移动电极。

2、根据权利要求 1 所述的静电致动器，其中还包括绝缘基板，在所述绝缘基板上形成所述固定电极。

3、根据权利要求 2 所述的静电致动器，其中还包括：形成在所述固定电
10 极上的绝缘层，所述电荷充电部形成于所述绝缘层上，所述移动电极形成于电荷充电部的上部并与所述固定电极和所述电荷充电部相对。

4、根据权利要求 2 所述的静电致动器，其中所述电荷充电部形成在所述绝缘基板上并与所述固定电极隔离，所述移动电极形成于所述固定电极和所述电荷充电部的上部并与所述固定电极和所述电荷充电部相对。

15 5、根据权利要求 1 所述的静电致动器，其中还包括形成于所述电荷充电部的表面的防放电层。

6、根据权利要求 1 所述的静电致动器，其中向所述固定电极和所述移动电极之间施加驱动电压，根据所述驱动电压产生的所述固定电极和所述移动电极之间的第一静电力和所述电荷充电部和所述移动电极之间的第二静电力，所述移动电极进行位移。
20

7、根据权利要求 6 所述的静电致动器，其中根据所述第一静电力和所述第二静电力，所述移动电极的一部分进行位移。

8、根据权利要求 6 所述的静电致动器，其中所述第一静电力和所述第二静电力为静电引力，所述移动电极朝所述固定电极方向进行位移。

25 9、根据权利要求 1 所述的静电致动器，其中所述电荷充电部预先存储有电荷。

10、一种静电致动器的驱动方法，所述静电致动器包括：固定电极；与

所述固定电极绝缘的电荷充电部；与所述固定电极和所述电荷充电部隔离形成的移动电极，其中所述静电致动器的驱动方法包括：

向所述电荷充电部充入电荷的步骤；

在所述固定电极和所述移动电极之间施加驱动电压的步骤。

- 5 11、根据权利要求 10 所述的静电致动器的驱动方法，其中所述充入电荷的步骤包括：

向所述电荷充电部施加电压的步骤；

电浮所述已充入电荷的电荷充电部的步骤。

- 10 12、根据权利要求 10 所述的静电致动器的驱动方法，其中所述充入电荷的步骤包括：

利用通过电场的隧穿方法向所述电荷充电部充入电荷的步骤。

13、一种非挥发性存储器，其中包括：

固定电极；

与所述固定电极绝缘的电荷充电部；

- 15 与所述固定电极和所述电荷充电部隔离形成的移动电极。

14、一种逻辑电路元件，其中包括：

固定电极；

与所述固定电极绝缘的电荷充电部；

与所述固定电极和所述电荷充电部隔离形成的移动电极。

- 20 15、一种开关，其中包括：

相互隔离形成的固定电极和接触电极；

与所述固定电极之间夹有绝缘层而形成的电荷充电部；

在所述固定电极、电荷充电部和接触电极的上部形成的移动电极。

- 25 16、根据权利要求 15 所述的开关，其中在所述固定电极和所述移动电极之间施加驱动电压，根据所述驱动电压产生的所述固定电极与所述移动电极之间的第一静电力和所述电荷充电部与所述移动电极之间的第二静电力，所

述移动电极进行位移，使所述移动电极与所述接触电极接触。

17、根据权利要求 16 所述的开关，其中还包括形成在所述移动电极的与所述接触电极接触的部位上的凸起部。

18、根据权利要求 15 所述的开关，其中还包括：形成在所述电荷充电部的表面的防放电层。

19、根据权利要求 15 所述的开关，其中所述电荷充电部预先存储有电荷。

20、根据权利要求 15 所述的开关，其中还包括绝缘基板，在所述绝缘基板上形成所述固定电极和接触电极。

21、根据权利要求 20 所述的开关，其中还包括将所述移动电极支撑于所述绝缘基板之上的支撑部。

22、根据权利要求 1 所述的静电致动器，其中所述电荷充电部由导电体、氧氮氧、强电介质和驻极体中的任一构成。

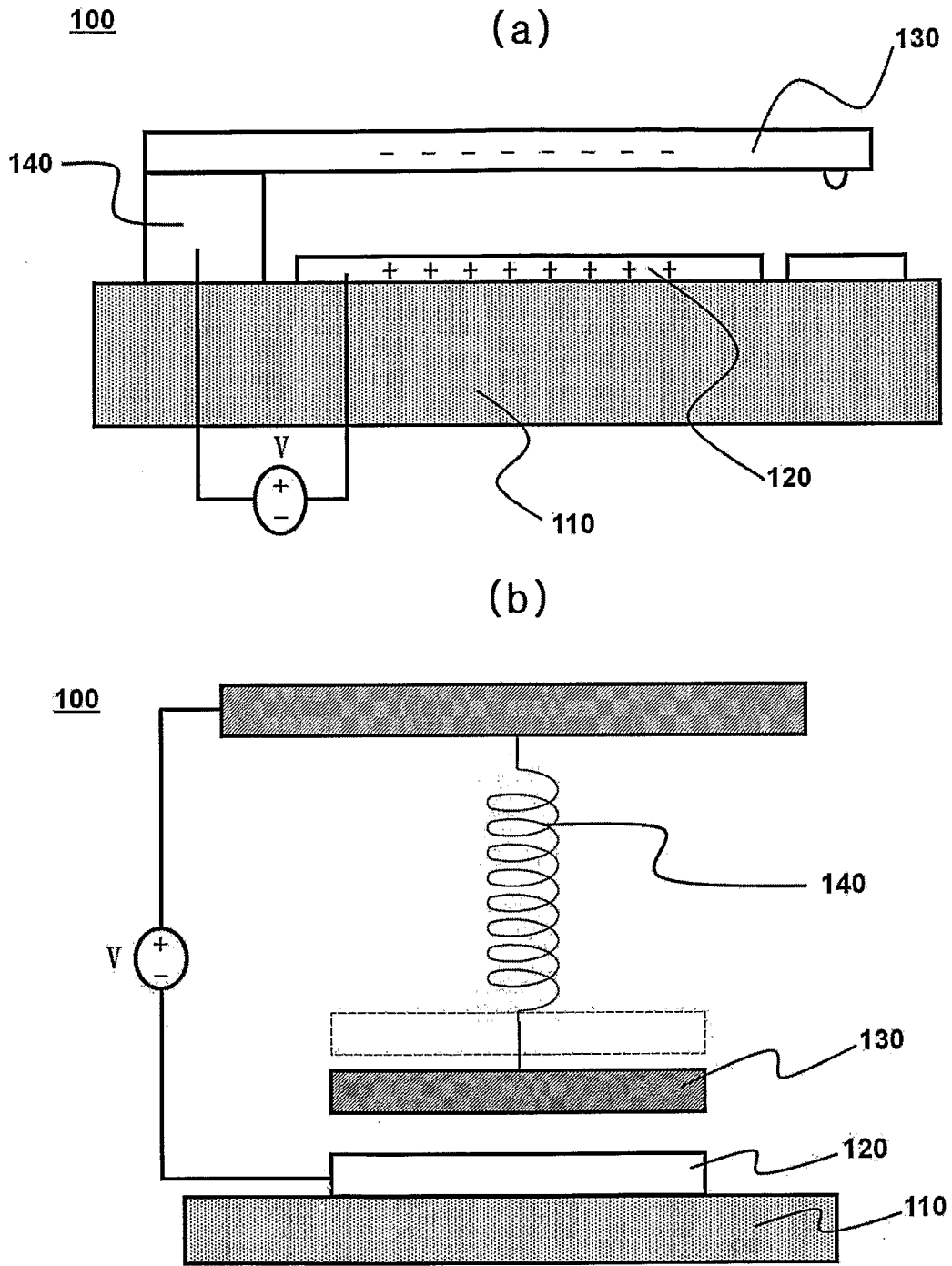


图 1

200

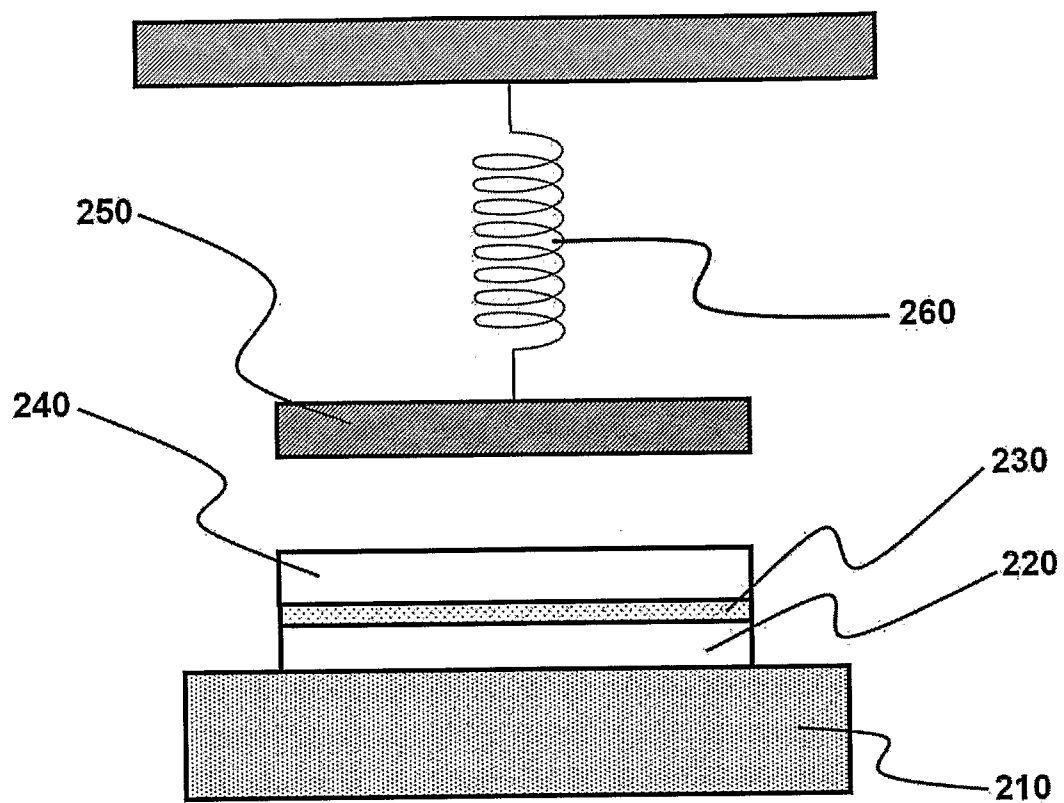


图 2

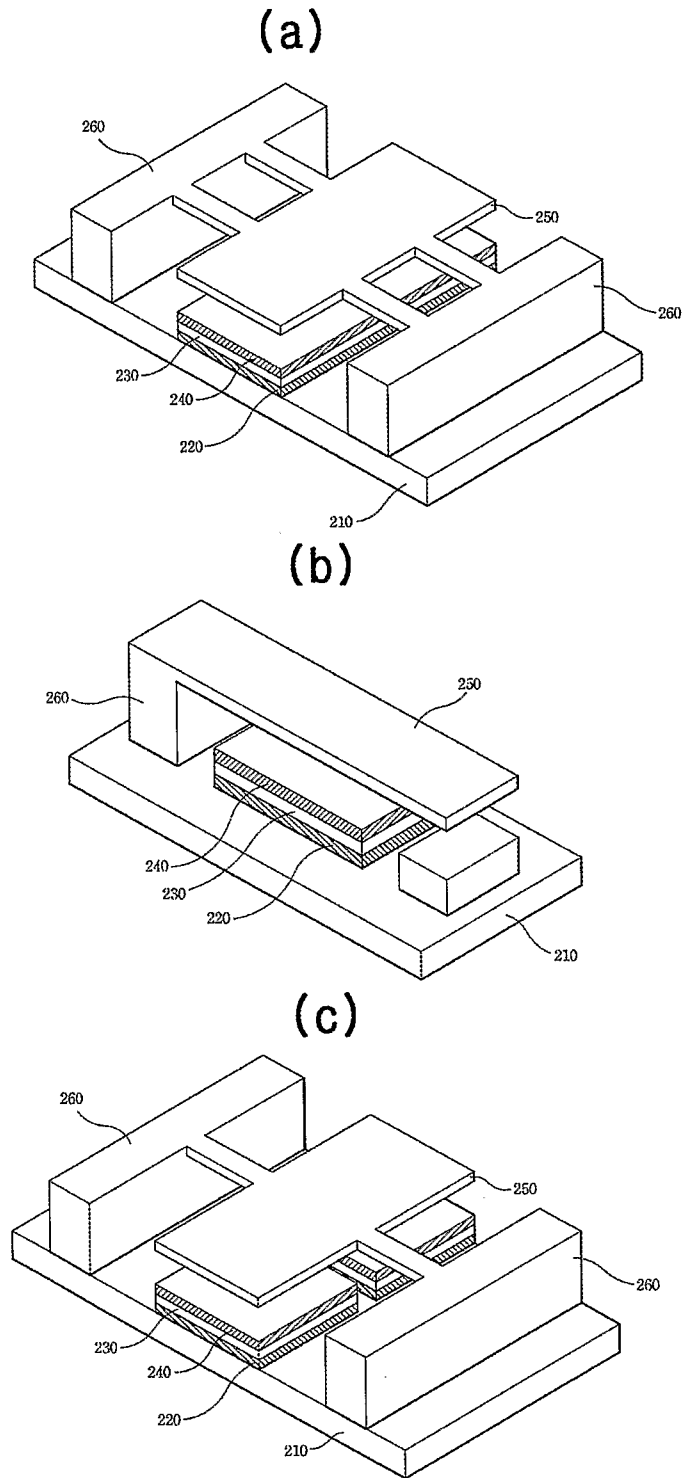


图 3

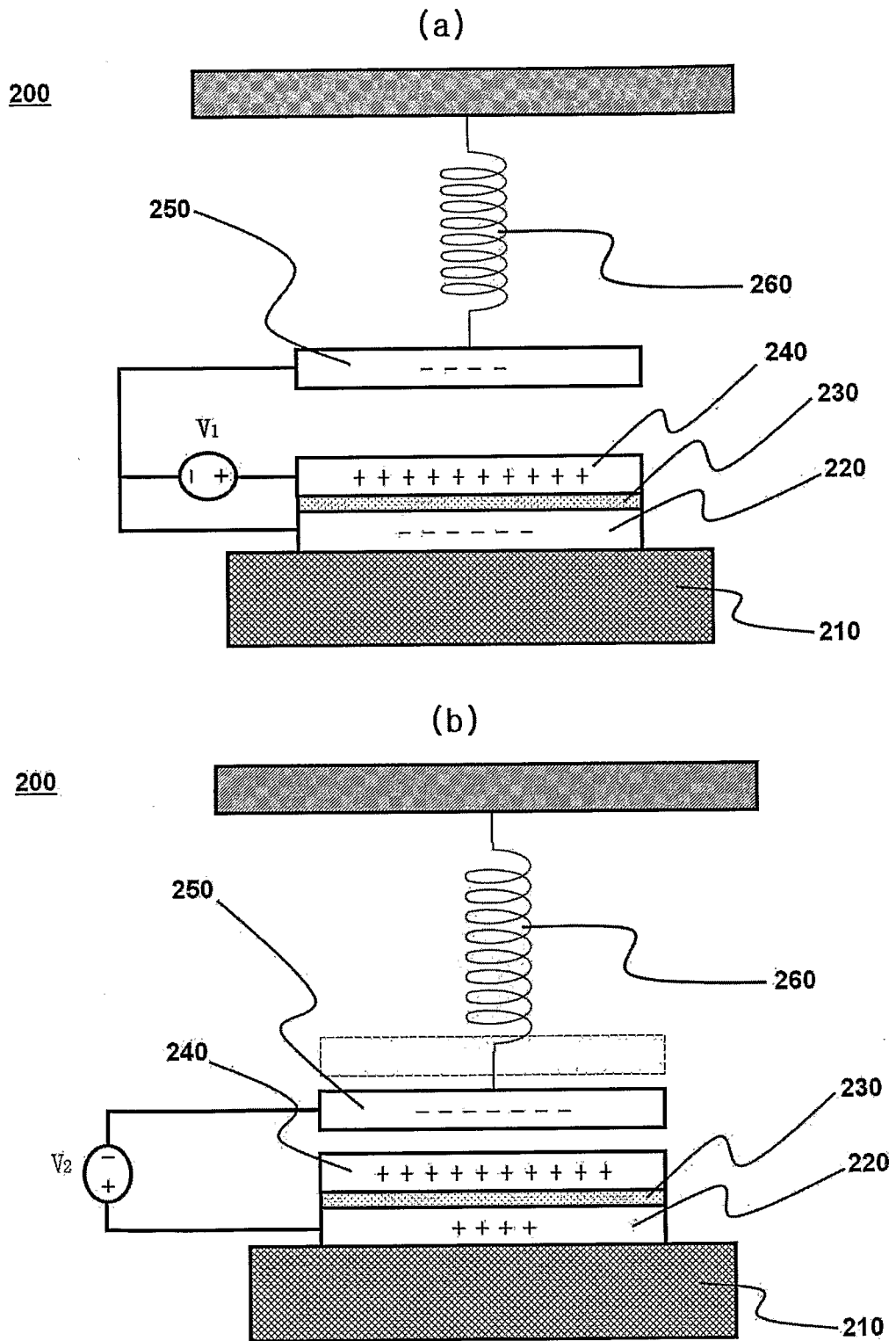


图 4

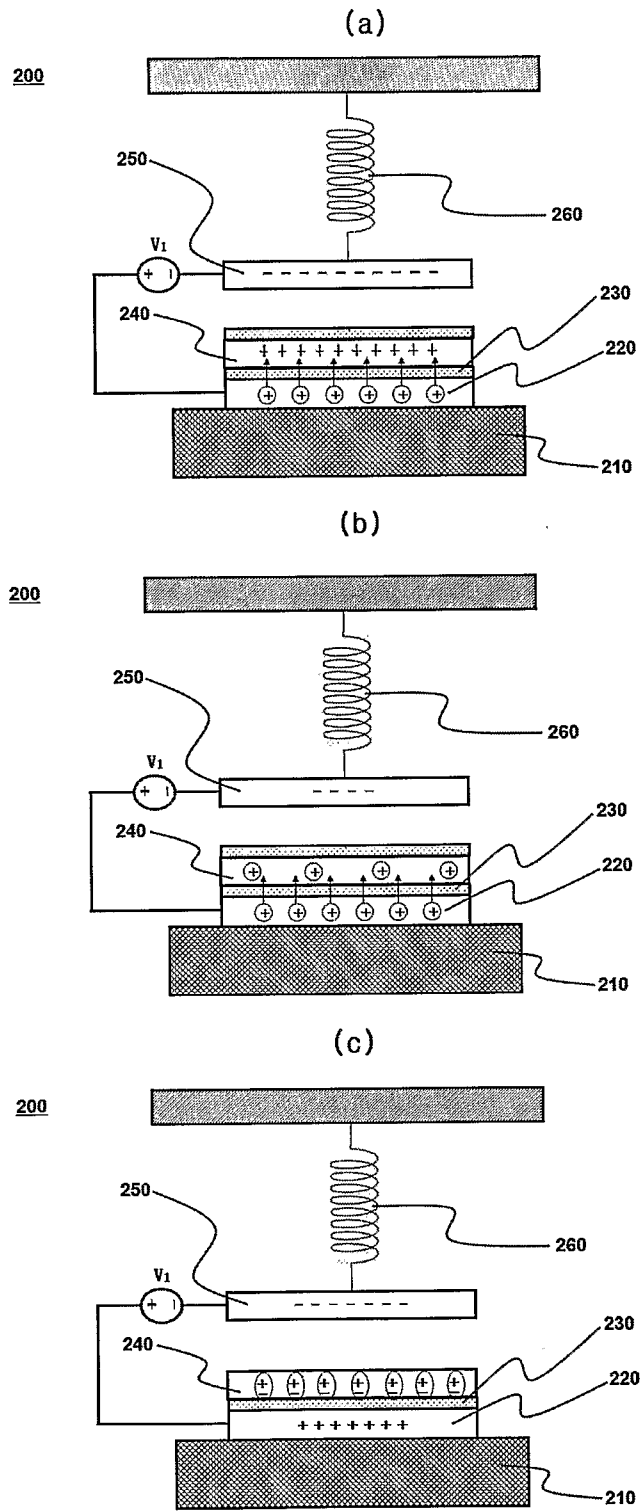


图 5

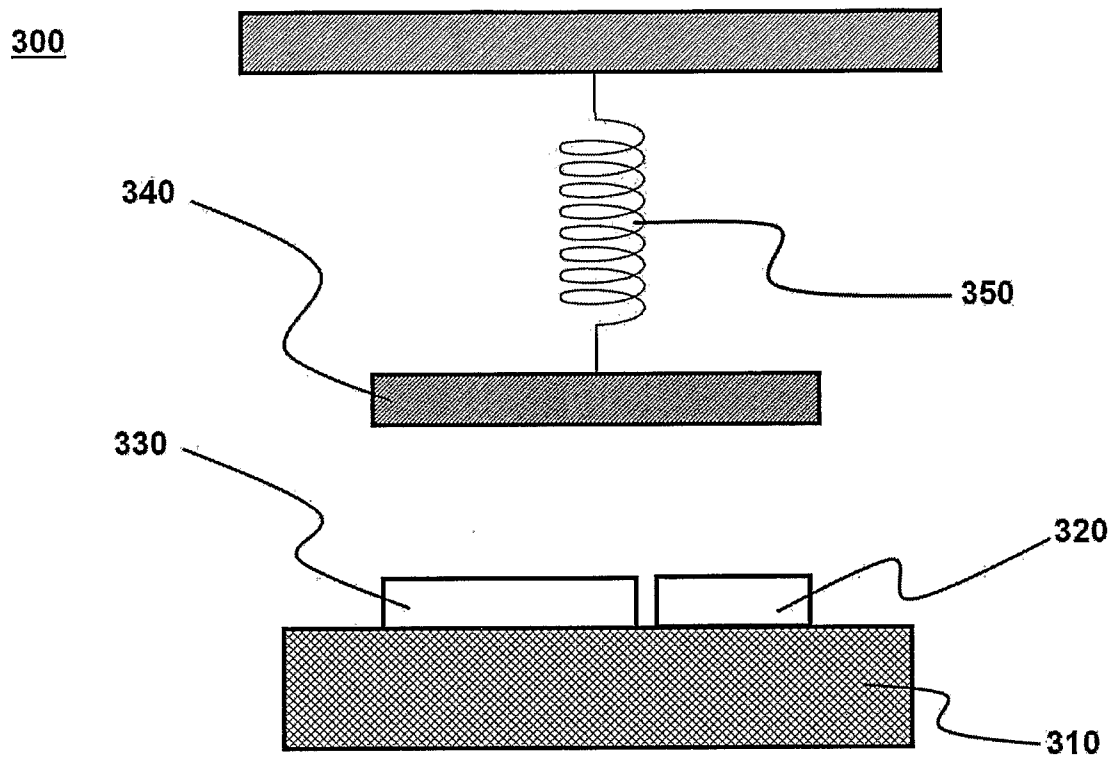


图 6

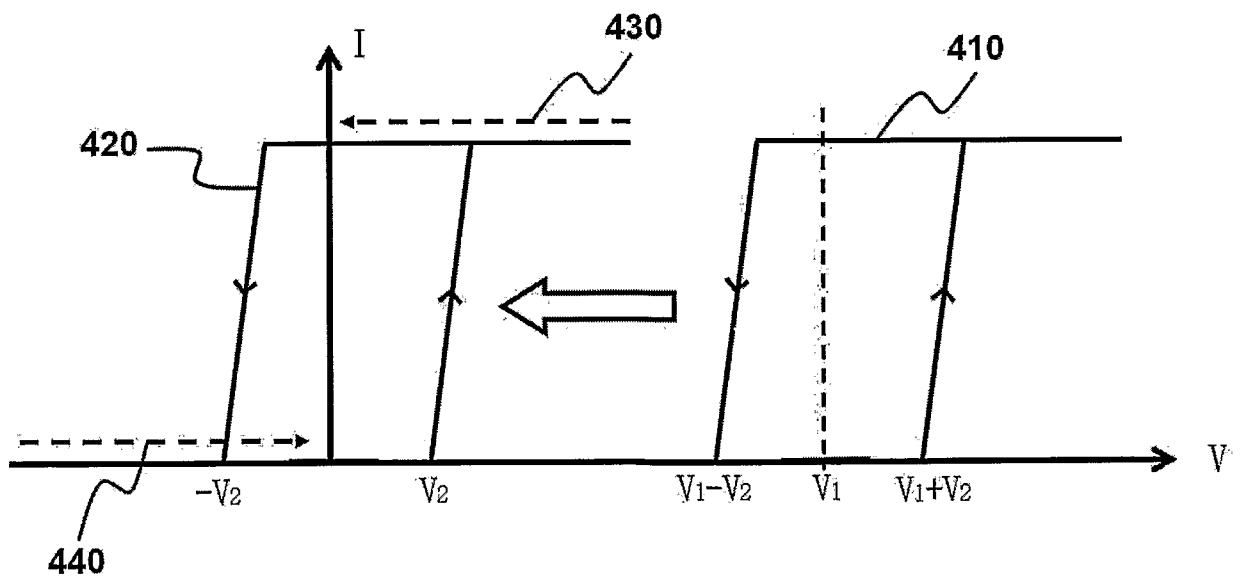


图 7

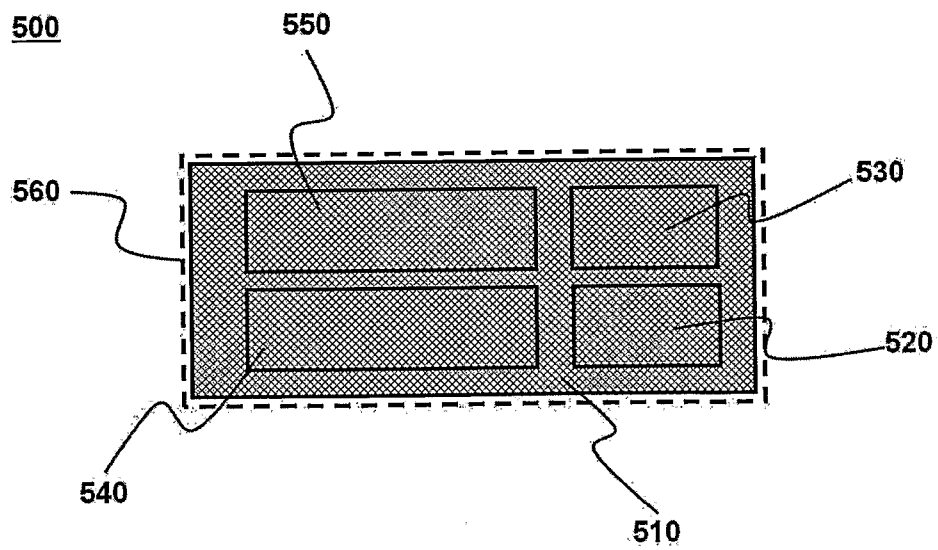
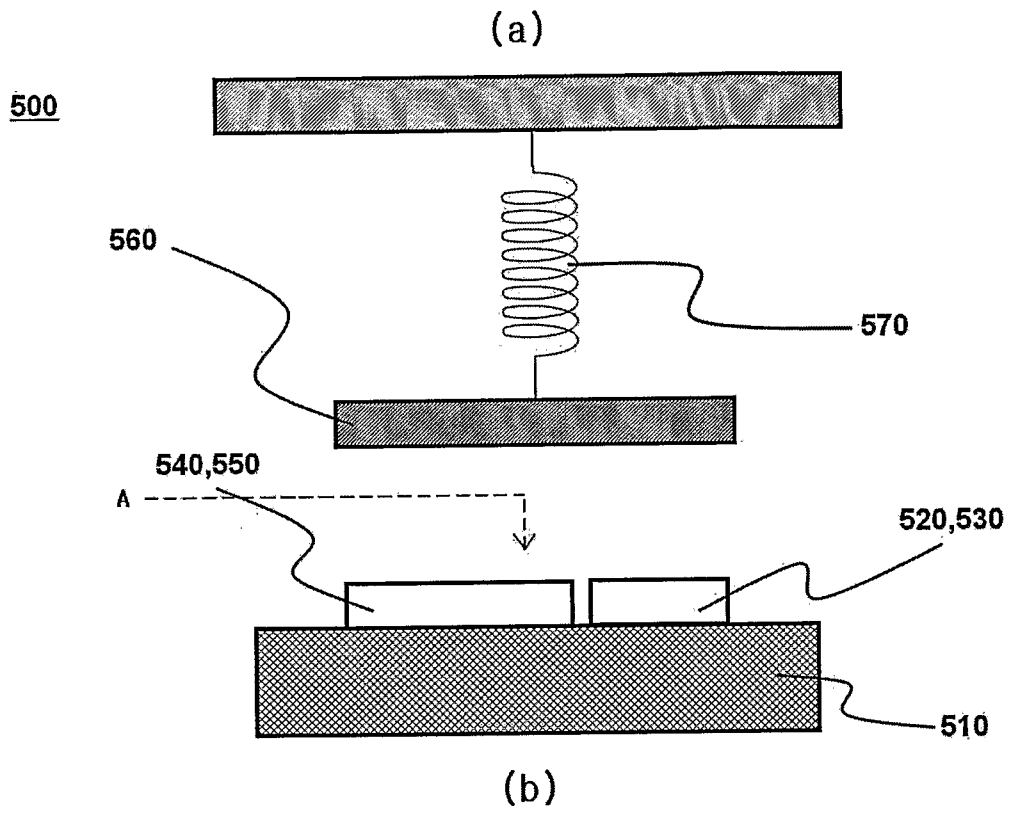


图 8

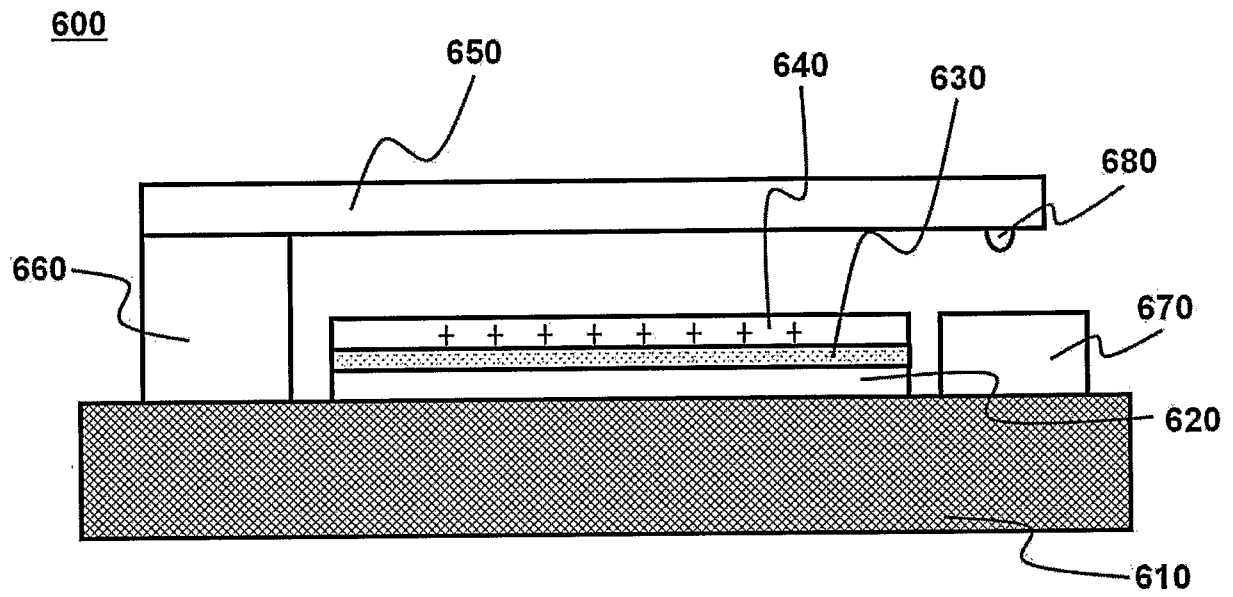


图 9

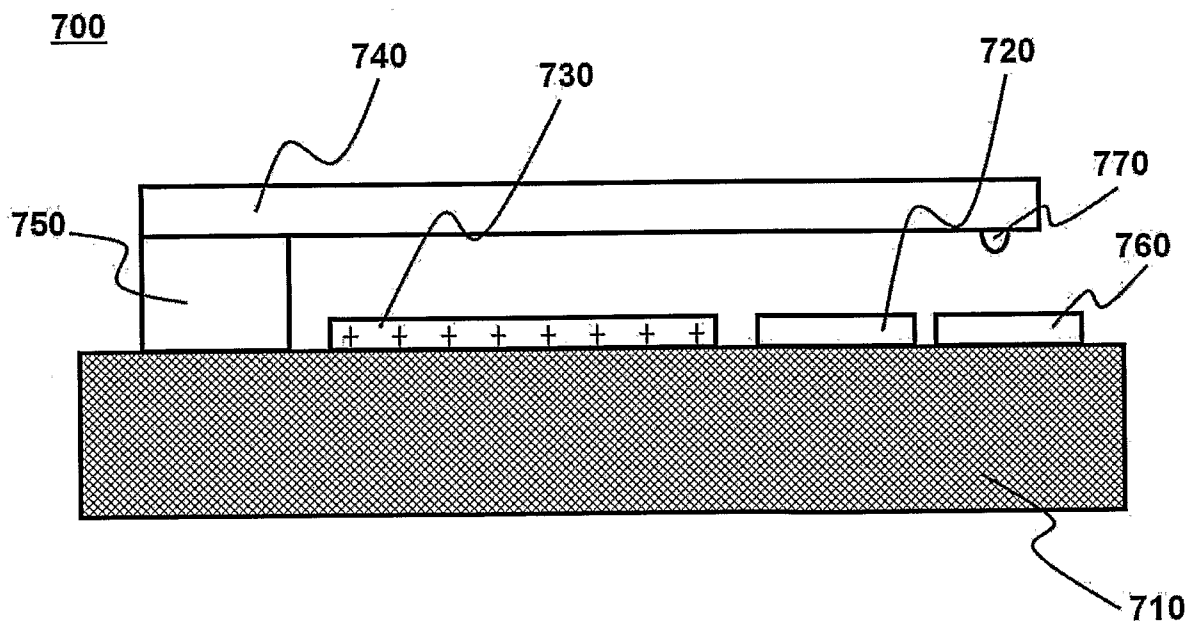


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2008/050811**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H02N 1/00(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 8 : G02B 6/26, H01L 27/108, H01L 29/76, G01P 15/00, G01P 15/125, H01H 59/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models since 1975

Japanese Utility models and applications for Utility models since 1975

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKIPASS "MEMS, ACTUATOR, CAPACITOR, ELECTRODE, INSULATOR, DISCHARGE, SWITCH, MEMORY, LOGIC, ONO, FERROELECTRIC, CONDUCTOR, MOVABLE"

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6647171 B1 (XIAODONG R. FU et al.) 11 November 2003 See the Abstract, Claims 1, 4 and Figures 1-17	1-2, 9-10, 13-15
Y	US 7045843 B2 (YASUSHI GOTO et al.) 16 May 2006 See the Abstract, Claims 1, 8-16 and Figures 1, 9, 15	1-2, 9-10
Y	US 6543286 B2 (STEVEN L GARVERICK et al.) 08 April 2003 See the Abstract	13-15
A	KR 10-2005-0019387 A (HO-YEONG LEE et al.) 03 March 2005 See the Abstract	1-22



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 AUGUST 2008 (29.08.2008)

Date of mailing of the international search report

29 AUGUST 2008 (29.08.2008)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-
gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

LEE, Joon Sung

Telephone No. 82-42-481-8544



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2008/050811

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6647171 B1	11.11.2003	NONE	
US 7045843 B2	16.05.2006	NONE	
US 6543286 B2	08.04.2003	AU 2002-241976 A8	06.08.2002
		US 2002-0101769 A1	01.08.2002
		US 2003-140698 A1	31.07.2003
		US 2004-174757 A1	09.09.2004
		US 6705165 BB	16.03.2004
		US 6961257 BB	01.11.2005
		WO 0206-0045A2	01.08.2002
KR 10-2005-0019387 A	03.03.2005	NONE	

A. 主题的分类

H02N 1/00(2006.01)i

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC 8: G02B 6/26, H01L 27/108, H01L 29/76, G01P 15/00, G01P 15/125, H01H 59/00

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

1975 年以来韩国实用新型及实用新型的申请

1975 年以来日本实用新型及实用新型的申请

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

eKIPASS "MEMS, ACTUATOR, CAPACITOR, ELECTRODE, INSULATOR, DISCHARGE, SWITCH, MEMORY, LOGIC, ONO, FERROELECTRIC, CONDUCTOR, MOVABLE"

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	US 6647171 B1 (XIAODONG R. FU et al.) 2003 年 11 月 11 日 见摘要, 权利要求 1, 4 和图 1-17	1-2, 9-10, 13-15
Y	US 7045843 B2 (YASUSHI GOTO 等) 2006 年 5 月 16 日 见摘要, 权利要求 1, 8-16 和图 1, 9, 15	1-2, 9-10
Y	US 6543286 B2 (STEVEN L GARVERICK 等) 2003 年 4 月 8 日 见摘要	13-15
A	KR 10-2005-0019387 A (HO-YEONG LEE 等) 2005 年 3 月 3 日	1-22

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 为确定另一篇
引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引
用的文件

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了
理解发明之理论或原理的在后文件“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的
发明不是新颖的或不具有创造性“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件
结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时,
要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2008 年 8 月 29 日(29.08.2008)

国际检索报告邮寄日期

2008 年 8 月 29 日 (29.08.2008)

国际检索单位名称和邮寄地址

韩国知识产权局

Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-
gu, Daejeon 302-701, 大韩民国

传真号: 82-42-472-7140

受权官员

LEE, Joon Sung

电话号: 82-42-481-8544

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/IB2008/050811

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
US 6647171 B1	11.11.2003	无	
US 7045843 B2	16.05.2006	无	
US 6543286 B2	08.04.2003	AU 2002-241976 A8	06.08.2002
		US 2002-0101769 A1	01.08.2002
		US 2003-140698 A1	31.07.2003
		US 2004-174757 A1	09.09.2004
		US 6705165 BB	16.03.2004
		US 6961257 BB	01.11.2005
		WO 0206-0045A2	01.08.2002
KR 10-2005-0019387 A	03.03.2005	无	