



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103890883 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 25

(21) 申请号 201280051181. X

H01G 4/12 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 10. 02

H01G 4/30 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H01G 7/06 (2006. 01)

2011-232896 2011. 10. 24 JP

H03H 5/02 (2006. 01)

H03H 5/12 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 04. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/075488 2012. 10. 02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/061730 JA 2013. 05. 02

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 佐藤则考 管野正喜

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

H01G 4/232 (2006. 01)

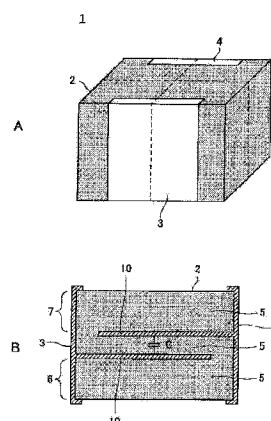
权利要求书2页 说明书34页 附图37页

(54) 发明名称

静电电容元件和谐振电路

(57) 摘要

本发明的电容元件(可变电容元件 1)包括:包括介电层的电容元件主体 2, 以及由插入在其间的介电层形成的至少一对内部电极 10; 以及外部端子 3、4, 形成在电容元件主体 2 的侧表面上, 并且电连接到内部电极 10。此外, 该电容元件被配置为使得由于在介电层 5 与内部电极的线性膨胀系数之间的差异而产生的应力集中在利用介电层 5 和其间插入介电层 5 的一对内部电极 10 配置的电容器 C 的中心。



1. 一种静电电容元件,包括:
介电层;
电容元件主体,被配置为包括利用插入在其间的所述介电层形成的至少一对内部电极;以及
外部端子,被配置为形成在所述电容元件主体的侧表面上,并且电连接到所述内部电极,
其中,由于在所述介电层与所述内部电极之间的线性膨胀系数的差异而出现的应力集中在利用所述介电层和其间插入所述介电层的所述一对电极配置的电容器的中心。
2. 根据权利要求1所述的静电电容元件,
其中,所述内部电极包括配置电容器的电极主体和连接到所述电极主体并连接到所述外部端子的连接电极,并且
其中,配置所述电容器的至少一个内部电极的电极主体的平面形状是圆形。
3. 根据权利要求2所述的静电电容元件,
其中,连接到所述连接电极的外部端子的端部的宽度是电极主体的直径的四分之一或更小。
4. 根据权利要求3所述的静电电容元件,
其中,与其上形成所述内部电极的所述电容元件主体的平面平行的平面的形状是圆形。
5. 根据权利要求4所述的静电电容元件,
其中,所述电容元件主体的形状是圆柱形。
6. 根据权利要求1所述的静电电容元件,
其中,所述内部电极包括配置电容器的电极主体和连接到所述电极主体并连接到所述外部端子的连接电极,并且
配置所述电容器的至少一个内部电极的电极主体的平面形状是椭圆形。
7. 根据权利要求1所述的静电电容元件,
其中,所述内部电极包括配置电容器的电极主体和连接到所述电极主体并且连接到所述外部端子的连接电极,并且
其中,配置所述电容器的至少一个内部电极的电极主体的平面形状是正五边形或更高阶的多边形。
8. 根据权利要求1所述的静电电容元件,
其中,所述内部电极包括:配置电容器的电极主体;连接电极,连接到所述电极主体并连接到所述外部端子;以及浮置电极,既不连接到所述电极主体也不连接到所述外部端子。
9. 根据权利要求1所述的静电电容元件,
其中,所述内部电极包括配置电容器的电极主体和连接到所述电极主体并连接到所述外部端子的多个连接电极。
10. 根据权利要求9所述的静电电容元件,
其中,所述电极主体形成为圆形,并且所述多个连接电极以相等的间隔形成在所述电极主体的圆周方向上。
11. 根据权利要求1所述的静电电容元件,

其中,所述电容元件主体的形状是圆柱形。

12. 根据权利要求1所述的静电电容元件,

其中,所述电容元件主体的形状是具有正方形的截面的柱形。

13. 根据权利要求1所述的静电电容元件,

其中,所述电容元件主体的形状是具有椭圆形的截面的柱形。

14. 根据权利要求1所述的静电电容元件,

其中,所述电容元件主体的形状是具有多边形的截面的柱形。

15. 根据权利要求1所述的静电电容元件,

其中,所述电容元件主体的形状是具有正多边形的截面的柱形。

16. 根据权利要求1所述的静电电容元件,

其中,其上形成所述内部电极的所述电容元件主体的平面的形状与所述内部电极的电极主体的形状相同。

17. 根据权利要求1所述的静电电容元件,

其中,其上形成所述内部电极的所述电容元件主体的平面的形状和所述内部电极的电极主体的形状是圆形。

18. 根据权利要求1所述的静电电容元件,

其中,所述多个内部电极利用介电层来堆叠,并且由所述多个内部电极形成的多个电容器串联连接在所述内部电极的堆叠方向上。

19. 根据权利要求18所述的静电电容元件,

其中,所堆叠的内部电极的每一个包括配置电容器的电极主体和连接到所述电极主体并连接到所述外部端子的多个连接电极,并且

所述内部电极的所述电极主体具有相同的形状,并且所述内部电极的所述电极主体的重心被布置在堆叠方向上的直线上。

20. 一种谐振电路,包括:

谐振电容器,被配置为包括静电电容器元件,所述谐振电容器包括,

介电层,

电容元件主体,被配置为包括利用插入在其间的所述介电层形成的至少一对内部电极,以及

外部端子,被配置为形成在所述电容元件主体的侧表面上并且电连接到所述内部电极;以及

谐振线圈,被配置为连接到所述谐振电容器,

其中,由于在所述介电层与所述内部电极之间的线性膨胀系数的差异而出现的应力集中在利用所述介电层和其间插入所述介电层的所述一对内部电极配置的电容器的中心。

静电电容元件和谐振电路

技术领域

[0001] 本发明涉及静电电容元件和包括静电电容元件的谐振电路。

背景技术

[0002] 近年来,随着电子装置在尺寸上的减小并且变得更可靠,已经出现开发被小型化为用于电子设备的电子部件的电容元件的需求。此外,已经提出了其中介电层和内部电极交替堆叠以减小电容元件的尺寸并且增加电容元件的电容的静电电容元件。

[0003] 同时,本申请的发明人提出通过在烘烤时出现的残余应力来改善电气特性的技术,其通过在形成静电电容的电容元件主体中形成无关的内部电极作为通过堆叠多个内部电极所形成的电容元件中的应力控制单元(专利文献1)。在专利文献1中公开的技术中,由于应力控制单元通过在电容元件主体的上方和下方堆叠内部电极来形成,因此当电容元件被烘烤时,可以具有由介电层的收缩而引起的内部应力以出现在电容元件主体的介电层中。因此,可以提高电容元件主体的介电层的相对介电常数。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:W02011/013658

发明内容

[0007] 发明要解决的技术问题

[0008] 如上所述,在通过堆叠内部电极形成的电容元件中,可以使用出现在烘烤时的残余应力提高介电层常数并增加静电电容。由于该原因,当可以进一步提高残余应力时,静电电容元件可被进一步小型化。

[0009] 鉴于上述,本公开的目的是改善在静电电容元件中的电气特性。另一个目的是使用静电电容元件提供具有高可靠性的谐振电路。

[0010] 问题的解决方案

[0011] 本公开的静电电容元件包括:介电层;电容元件主体,被配置为包括利用插入在其间的介电层形成的至少一对内部电极;以及外部端子,被配置为形成在电容元件主体的侧表面上,并且电连接到内部电极。此外,由于介电层和内部电极之间的线性膨胀系数中的差异而出现的应力集中在利用介电层和其间插入介电层的内部电极对配置的电容器的中心。

[0012] 在本公开的静电电容元件中,由于应力(残余的)出现为集中于电容器的中心,因此增加了每单位容积的静电电容。

[0013] 本公开的谐振电路包括被配置为包括静电电容元件的谐振电容器和连接到谐振电容器的谐振线圈。

[0014] 发明的有益效果

[0015] 根据本公开,在静电电容元件中的残余应力增加了,并且因此改善了电气特性。

附图说明

[0016] 图 1A 是示出根据本公开的第一种实施方式的可变电容元件的透视图,以及图 1B 是示出可变电容元件的横截面结构。

[0017] 图 2 是示出配置根据本公开的第一种实施方式的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0018] 图 3 是示出当从上方观察内侧时形成于根据本公开的第一种实施方式的可变电容元件中的两个内部电极的平面视图。

[0019] 图 4 是示出根据第一比较实例的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0020] 图 5 是示出根据第二比较实例的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0021] 图 6 是示出配置根据变形实例 1-1 的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0022] 图 7 是示出配置根据变形实例 1-2 的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0023] 图 8 是示出配置根据变形实例 1-3 的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0024] 图 9 是示出配置根据变形实例 1-4 的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0025] 图 10 是示出配置根据本公开的第二种实施方式的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0026] 图 11 是示出配置根据变形实例 2-1 的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0027] 图 12 是示出配置根据变形实例 2-2 的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0028] 图 13 是示出配置根据本公开的第三种实施方式的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0029] 图 14 是示出配置根据变形实例 3-1 的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0030] 图 15 是示出配置根据变形实例 3-2 的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0031] 图 16 是示出配置根据变形实例 3-3 的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0032] 图 17 是根据本公开的第四种实施方式的可变电容元件的外观的透视图。

[0033] 图 18 是根据变形实例 4-1 的可变电容元件的外观的透视图。

[0034] 图 19 是配置根据变形实例 4-2 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0035] 图 20 是示出配置根据变形实例 4-3 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0036] 图 21 是示出配置根据变形实例 4-4 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0037] 图 22 是示出配置根据变形实例 4-5 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0038] 图 23 是示出配置根据变形实例 4-6 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0039] 图 24 是示出配置根据变形实例 4-7 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0040] 图 25 是示出配置根据变形实例 4-8 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0041] 图 26 是示出配置根据本公开的第五种实施方式的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0042] 图 27 是示出配置根据变形实例 5-1 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0043] 图 28 是示出当从上方观察内侧时根据变形实例 5-1 的可变电容元件的两个内部电极的平面视图。

[0044] 图 29 是示出配置根据变形实例 5-2 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0045] 图 30 是示出配置根据变形实例 5-3 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0046] 图 31 是示出根据本公开的第六种实施方式的可变电容元件的外观的透视图。

[0047] 图 32 是示出配置根据本公开的第六种实施方式的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0048] 图 33 是示出当从上方观察内侧时根据本公开的第六种实施方式的可变电容元件的示意图。

[0049] 图 34 是示出配置根据变形实例 6-1 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0050] 图 35 是示出配置根据变形实例 6-2 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。

[0051] 图 36A 是示出根据本公开的第七种实施方式的可变电容元件的示意性透视图,以及图 36B 是示出可变电容元件的横截面结构视图。

[0052] 图 37 是示出当从长边方向中的一侧观察时的根据第七种实施方式的可变电容元件主体的分解视图。

[0053] 图 38A 是示出当从上方观察时的第一内部电极 88 的平面结构视图,以及图 38B 是示出当从一侧观察时的第一内部电极 88 的结构视图。

[0054] 图 39A 是示出当从上方观察时的第二内部电极 89 的平面结构视图,以及图 39B 是示出当从一侧观察时的第二内部电极 89 的结构视图。

[0055] 图 40A 是示出当从上方观察时的第四内部电极 91 的平面结构视图,以及图 40B 是示出当从一侧观察时的第四内部电极 91 的结构视图。

[0056] 图 41 是示出其中集成了根据第七种实施方式的可变电容元件的电压控制电路的电路配置视图。

[0057] 图 42 是示出当从长边方向中的一侧观察时的根据变形实例 7-1 的可变电容元件的可变电容元件主体的分解视图。

[0058] 图 43 是示出当从长边方向中的一侧观察时的根据变形实例 7-2 的可变电容元件的可变电容元件主体的分解视图。

[0059] 图 44A 是示出根据本公开的第八种实施方式的可变电容元件的示意性透视图,以及图 44B 是可变电容元件的横截面结构视图。

[0060] 图 45 是示出当从长边方向中的一侧观察时的根据本公开的第八种实施方式的可变电容元件的分解视图。

[0061] 图 46A 是示出当从上方观察时的第一内部电极 123 的平面结构视图,以及图 46B 是示出当从一侧观察时的第一内部电极 123 的结构视图。

[0062] 图 47A 是示出当从上方观察时的第二内部电极 124 的平面结构视图,以及图 47B 是示出当从一侧观察时的第二内部电极 124 的结构视图。

[0063] 图 48A 是示出当从上方观察时的第四内部电极 126 的平面结构视图,以及图 48B 是示出当从一侧观察时的第四内部电极 126 的结构视图。

[0064] 图 49 是示出当从上方观察时的根据本公开的第八种实施方式的可变电容元件的第一内部电极至第六内部电极的结构视图。

[0065] 图 50 是示出其中集成了根据第八种实施方式的可变电容元件的电压控制电路的电路配置视图。

[0066] 图 51 是示出当从长边方向中的一侧观察时的根据变形实例 8-1 的可变电容元件的可变电容元件主体的分解视图。

[0067] 图 52A 是示出根据本公开的第九种实施方式的可变电容元件的示意性透视图,以及图 52B 是可变电容元件的横截面结构视图。

[0068] 图 53 是示出当从长边方向中的一侧观察时的根据本公开的第九实施方式的可变电容元件主体的分解视图。

[0069] 图 54A 是示出当从顶部观察时的第一内部电极 144 的平面结构视图,以及图 54B 是示出当从一侧观察时的第一内部电极 144 的结构视图。

[0070] 图 55 是示出当从上方观察内侧时的根据本公开的第九种实施方式的可变电容元件的第一内部电极至第六内部电极的结构视图。

[0071] 图 56 是示出其中集成了根据第九种实施方式的可变电容元件的电压控制电路的电路结构视图。

[0072] 图 57 是示出当从长边方向中的一侧观察时的根据变形实例 9-1 的可变电容元件的可变电容元件主体的分解视图。

[0073] 图 58 是示出使用根据本公开的第十种实施方式的谐振电路的非接触 IC 卡的接收系统电路单元的方框结构视图。

具体实施方式

[0074] 在下文中,将参照附图描述根据本公开的实施方式的示例性静电电容元件和具有示例性静电电容元件的示例性谐振电路。将按照下列顺序描述本公开的实施方式。此外,将结合其中电容值根据所施加的电压而变化的可变电容元件的实例描述下列实施方式。此外,本公开并不限于下列实施方式。

[0075] 1. 第一种实施方式:其中提高了配置电容的电极主体的对称性的可变电容元件

[0076] 2. 第二种实施方式:其中以虚拟方式提高了内部电极的对称性的可变电容元件

[0077] 3. 第三种实施方式:其中通过形成浮置电极提高对称性的可变电容元件

[0078] 4. 第四种实施方式:其中提高了可变电容元件主体的形状的对称性的可变电容元件

[0079] 5. 第五种实施方式:其中可变电容元件主体的形状与配置电容的电极主体形状相同的可变电容元件

[0080] 6. 第六种实施方式:其中多个连接电极形成于一个内部电极中的可变电容元件

[0081] 7. 第七种实施方式:其中配置串联在内部电极的堆叠方向上的多个电容器的可变电容元件(其中之 1)

[0082] 8. 第八种实施方式:其中配置串联在内部电极的堆叠方向上的多个电容器的可变电容元件(其中之 1)

[0083] 9. 第九种实施方式:其中配置串联在内部电极的堆叠方向上的多个电容器的可变电容元件(其中之 1)

[0084] 10. 第十种实施方式:其中集成了可变电容元件的谐振电路

[0085] <1. 第一种实施方式>

[0086] [可变电容元件的结构]

[0087] 首先,将描述根据本公开的第一种实施方式的可变电容元件。图 1A 是示出根据本实施方式的可变电容元件的透视图,以及图 1B 是示出根据本实施方式的可变电容元件的横截面结构视图。图 2 是示出配置根据本实施方式的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。在图 1A 和图 2 中,穿过内部电极和介电层的重心的线由虚线表示。这同样适用于随后的附图。

[0088] 如图 1A 所示,根据本实施方式的可变电容元件 1 包括配置有长方体构件的可变电容元件主体 2 以及两个外部端子 3 和 4。

[0089] 如图 1B 所示,可变电容元件主体 2 包括利用插入在其间的介电层 5 堆叠的两个内部电极 10,堆叠在两个内部电极 10 之下的下部介电层 6 和堆叠在两个内部电极 10 之上的下部介电层 7。换句话说,在本实施方式中,内部电极 10 的表面通过下部介电层 6 和上部介电层 7 暴露。可变电容元件主体 2 具有其中堆叠片状的介电层 5 (其中形成配置内部电极 10 的导电层)的结构,并且形成为片状每个介电层 5 具有作为其上形成内部电极 10 的平面的矩形平面。

[0090] 在本实施方式中,由于可变电容元件 1 被配置为具有根据施加的电压而变化的电容,因此介电层 5 由铁电材料制成。具体地,引起离子极化的介电材料可用作这种铁电材料。引起离子极化的铁电材料是由离子晶体材料制成的并且电极化为取代正离子和负离子的原子的铁电材料。一般地,当两个特定元素是 A 和 B 并且具有钙钛矿结构时,引起离子极化的铁电材料由化学式 ABO_3 (O 是元素氧)表示。铁电材料的实例包括钛酸钡($BaTiO_3$)、铌酸钡($KNbO_3$)和钛酸铅($PbTiO_3$)。此外,作为用于形成介电层 5 的材料,可使用其中锆酸铅($PbZrO_3$)与钛酸铅($PbTiO_3$)混合的 PZT (锆钛酸铅)。

[0091] 此外,引起电子极化的铁电材料可用作铁电材料。在铁电材料中,执行偏于正电荷的部分和偏于负电荷的部分的分离,并且发生电偶极矩,导致极化。作为这种材料,过去报告了稀土铁氧化物,该稀土铁氧化物由于形成 Fe^{2+} 的电荷平面和 Fe^{3+} 的平电荷面而形成极化并且显示铁电特性。在该系统中,当稀土元素表示为 RE 并且铁族元素表示为 TM 时,由分子式 $(RE) \cdot (TM)_2 \cdot O_4$ (O:元素氧)表示的材料被报告为具有高的介电常数。稀土元素的实例包括 Y、Er、Yb 和 Lu (特别是 Y 和重稀土元素),并且铁族元素的实例包括 Fe、Co 和 Ni (特别是 Fe)。此外, $(RE) \cdot (TM)_2 \cdot O_4$ 的实例包括 $ErFe_2O_4$ 、 $LuFe_2O_4$ 和 YFe_2O_4 。

[0092] 如图 2 所示,内部电极 10 包括具有圆形的电极主体 8 和连接电极 9,连接电极 9 连接到电极主体 8 并且形成为使得端部暴露于可变电容元件主体 2 的侧表面中。此外,内部

电极 10 的电极主体 8 的重心与形成片状的介电层 5 的中心对齐。内部电极 10 可使用包括例如细金属粉末(Pd、Pd/Ag、Ni 等)的导电胶形成。此外,在本实施方式中,两个内部电极 10 由相同材料形成。然而,本公开并不限于该实例,并且例如可堆叠由根据目的等而不同的材料所形成的内部电极 10。

[0093] 两个内部电极 10 利用插入在其间的介电层 5 堆叠,从而电极主体 8 的侧面在堆叠方向上覆盖重心。此外,配置相应内部电极 10 的相应连接电极 9 被排布为位于彼此面对。换句话说,一个内部电极 10 具有通过将另一个内部电极 10 相对与电极平面垂直的轴旋转 180 度所获得的结构,并且在可变电容元件主体 2 中,连接电极 9 暴露于相反侧。

[0094] 外部端子 3 和 4 形成在可变电容元件主体 2 的侧面上,并且电连接到暴露的连接电极 9。换句话说,在本实施方式中,两个外部端子 3 和 4 形成在可变电容元件主体 2 的彼此相对的两个侧面上。此外,两个外部端子 3 和 4 形成为在内部电极 10 的堆叠方向上覆盖可变电容元件主体 2 的侧面,并且延伸超出可变电容元件主体 2 的上表面和下表面。

[0095] 通过这种结构,在本实施方式中,电容器 C 形成在两个相对的电极主体 8 之间。此外,当在两个外部端子 3 和 4 之间施加所期望的电压时,在电极主体 8 之间的介电层 5 的相对介电常数变化。

[0096] [制造方法]

[0097] 将描述制造具有以上结构的可变电容元件 1 的示例性方法。首先,制备由所期望的介电材料制成的介电片。介电片配置在可变电容元件主体 2 中的每个介电层 5,并且具有例如约 $2.5\mu\text{m}$ 的厚度。可通过以期望的厚度在 PET (聚对苯二甲酸乙二醇酯)膜上涂布糊剂状的介电材料来形成介电片。此外,制备其中与图 2 中示出的内部电极 10 的形成区域对应的区域被打开的掩模。

[0098] 随后,例如调整由 Pt、Pd、Pd/Ag、Ni、Ni 合金等的细金属粉末制成的导电剂。然后,使用在先前步骤中制备的每个掩模将导电剂涂布(丝网印刷)在介电片的一个表面上。因此,形成其中内部电极 10 形成在一个表面上的介电片。此时,介电片形成为使其中心与每个电极的电极主体 8 的中心(重心)匹配。

[0099] 随后,在对齐其上印刷每个电极的表面的方向之后,按照期望的顺序堆叠其上形成内部电极 10 的介电片。此时,执行堆叠从而使两个内部电极 10 的电极主体的侧面在堆叠方向上覆盖其中心。此外,其上未印刷电极的介电片堆叠在堆叠的主体的上方和下方并且被卷曲(crimped,压褶)。

[0100] 随后,卷曲的构件在还原性气氛下经历高温背衬,并且介电片集成在由导电剂形成的每个电极中。因此,制造可变电容元件主体 2。此后,两个外部端子 3 和 4 附接到可变电容元件主体 2 的侧面的特定位置。在本实施方式中,可变电容元件 1 通过上述方法制造。

[0101] 同时,在根据本实施方式的可变电容元件 1 中,出现由于在烧结介电材料和电极材料时的收缩率的差异而引起的残余应力(压缩应力)。残余应力出现在其中电极材料和介电材料在每层中收缩的方向上,残余应力发生。同时,在根据本实施方式的可变电容元件 1 中,配置电容器 C 的两个电极主体 8 具有相同的形状并且堆叠成使得侧面覆盖内部电极 10 在堆叠方向上的中心。此外,电极主体 8 形成为使得中心与介电层 5 的中心对齐。由于这个原因,在根据本实施方式的可变电容元件 1 中,内部电极 10 和介电层 5 朝向其中心收缩。因此,可以使在烧结时出现的残余应力集中在由两个内部电极 10 形成的电容器 C 的中心

处。

[0102] 此外,在根据本实施方式的可变电容元件 1 中,形成电容器 C 的电极主体 8 形成为圆形。因此,可以使在烘烤时出现的残余应力朝向中心集中。图 3 是示出当从上方观察内部时的根据本实施方式的形成于可变电容元件 1 中的两个内部电极 10 的平面视图。在图 3 中,在下层的内部电极 10 中出现的残余应力的方向和大小由箭头 a 表示,并且在上层的内部电极 10 中出现的残余应力的方向和大小由箭头 b 表示。

[0103] 图 4 示出了根据第一比较实例的可变电容元件的内部电极 406 的平面结构,以及图 5 示出了根据第二比较实例的可变电容元件的内部电极 403 的平面结构。第一比较实例和第二比较实例的可变电容元件在形成电容器的电极主体的形状方面与根据本实施方式的可变电容元件 1 不同。在第一比较实例中,电极主体 404 具有如图 4 中示出的矩形形状,并且在第二比较实例中,电极主体 401 具有如图 5 中示出的正方形。在图 4 中,在烘烤时出现的残余应力的出现方向和大小由箭头 a 表示,并且在图 5 中,在烘烤时出现的残余应力的出现方向和大小由箭头 d 表示。

[0104] 在第一比较实例中,如图 4 所示,内部电极 406 的电极主体 404 具有矩形形状。由于这个原因,在烘烤时出现的残余应力在大小上不同:在电极主体 404 的长边方向上出现的残余应力与在短边方向上出现的如由箭头 c 表示的残余应力在大小上不同。此外,由于电极主体 404 具有其中在电极平面中的对称性低的形状,因此残余应力的朝向重心的分量很小。此外,当增加在形成连接电极 9 的一侧上出现的残余应力的的大小时,在内部电极 406 中出现的残余应力的的大小或出现方向发散。

[0105] 此外,在第二比较实例中,如图 5 所示,内部电极 403 的电极主体 401 具有正方形形状。由于这个原因,在烘烤时出现的残余应力受到在形成连接电极 9 的一侧上出现的如由箭头 d 表示的残余应力的影响,并且在内部电极 403 中出现的残余应力在平面内不平衡并且在连接电极 9 一侧很大。此外,由于电极主体 404 具有其中在电极平面中的对称性低的形状,因此残余应力的朝向重心的分量很小。

[0106] 同时,在本实施方式中,内部电极 10 的电极主体 8 具有圆形形状。由于这个原因,形状的平面对称性很高,并且在烘烤时出现的残余应力(压缩应力)在电极主体 8 的边上朝向重心处出现。此外,当增加在形成连接电极 9 的一侧上出现的残余应力的的大小时,出现的应力从形成连接电极 9 的该侧朝向中心增加。然而,由于电极主体 8 具有圆形形状,因此残余应力在内部电极 10 中的变化很慢,并且在形成连接电极 9 的一侧出现的残余应力也朝向电极主体 8 的重心处出现。

[0107] 因此,残余应力朝向形成内部电极 10 的电容的电极主体 8 的中心集中,并且因此可以进一步增加在内部电极 10 的堆叠方向(电场方向)上的拉伸应力。因此,可以改善电气特性,例如,可以增加在电容器中每单位容积的静电电容或增加可变率。

[0108] 在本实施方式中,内部电极 10 的电极主体 8 具有圆形形状,但是只要电极主体 8 具有其中相对于穿过电极主体 8 的重心并且与电极平面水平的轴的对称性高的形状,便能够获得相同的效果。尽管存在许多穿过电极主体 8 的重心并且与电极平面水平的轴,但是“对称性高”在此指电极形状是能够以小旋转角度覆盖原始电极形状(或几乎覆盖)的形状。在本实施方式中,作为具有高对称性的电极主体 8 的形状,正五边形通过旋转 72 或更小度数覆盖原始电极形状并且旋转对称性很高。因此,优选通过旋转 72 度或更小度数变成原始

形状的任意形状。线性对称性和旋转对称性的其中一个很高的形状是令人满意的,而线性对称性和旋转对称性两者都很高的形状是更令人满意的。

[0109] 接着,将描述根据本实施方式的可变电容元件的变形实例。

[0110] [变形实例 1-1]

[0111] 图 6 示出了配置根据变形实例 1-1 的可变电容元件的内部电极的平面结构。在图 6 中,与图 2 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0112] 在根据变形实例 1-1 的可变电容元件中,内部电极 12 的电极主体 11 具有椭圆形形状。在变形实例 1-1 中,椭圆形的长直径方向用作介电层 5 的长轴方向,并且短直径方向用作介电层 5 的短轴方向。

[0113] 在变形实例 1-1 中,尽管未示出,通过堆叠如图 6 所示的内部电极 12 将变电容元件主体配置为两层,从而电极主体 11 的边和中心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 9 暴露于相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到在长轴方向上几乎暴露于变电容元件主体的中心处的相应连接电极 9,并且形成变形实例 1-3 的可变电容元件。在变形实例 1-1 中,由堆叠的一对电极主体 11 配置电容器。

[0114] 在变形实例 1-1 中,配置电容器的电极主体 11 具有相对于穿过电极主体 11 的重心并且与电极平面水平的轴的对称性很高的椭圆形形状。因此,可以使在内部电极 12 的平面中出现的残余应力集中在重心处,并且能够获得与在本实施方式中相同的效果。

[0115] [变形实例 1-2]

[0116] 图 7 示出了配置根据变形实例 1-2 的可变电容元件的内部电极的平面结构。在图 7 中,与图 2 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0117] 在根据变形实例 1-2 的可变电容元件中,内部电极 14 的电极主体 13 具有椭圆形形状。在变形实例 1-2 中,椭圆形的长直径方向用作介电层 5 的短轴方向,并且短直径方向用作介电层 5 的长轴方向。

[0118] 在变形实例 1-2 中,尽管未示出,通过堆叠在图 7 中示出的内部电极 14 将变电容元件主体配置为两层,从而电极主体 13 的边和中心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 9 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到在长轴方向上几乎暴露于变电容元件主体的中心处的相应连接电极 9,并且形成变形实例 1-2 的可变电容元件。在变形实例 1-2 中,由堆叠的一对电极主体 13 配置电容器。

[0119] 在变形实例 1-2 中,配置电容器的电极主体 13 具有相对于穿过电极主体 13 的重心并且与电极平面水平的轴的对称性很高的椭圆形形状。因此,可以使在内部电极 14 的平面中出现的残余应力集中在重心处,并且能够获得与在本实施方式中相同的效果。

[0120] [变形实例 1-3]

[0121] 图 8 示出了配置根据变形实例 1-3 的可变电容元件的内部电极的平面结构。在图 8 中,与图 2 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0122] 在根据变形实例 1-3 的可变电容元件中,内部电极 16 的电极主体 15 具有正六边形形状,并且被配置成使得正六边形的两个顶点在短轴方向上的穿过介电层 5 的中心的直线上重叠。

[0123] 在变形实例 1-3 中,尽管未示出,通过堆叠在图 8 中示出的内部电极 16 将变电容元件主体配置为两层,从而电极主体 15 的边和重心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 9

暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到在长轴方向上几乎暴露于可变电容元件主体的中心处的相应连接电极 9,并且形成变形实例 1-3 的可变电容元件。在变形实例 1-3 中,由堆叠的一对电极主体 15 配置电容器。

[0124] 在变形实例 1-3 中,配置电容器的电极主体 15 具有相对于穿过电极主体 15 的重心并且与电极平面水平的轴的对称性很高的正六边形。因此,可以使在内部电极 16 的平面中出现的残余应力集中在重心处,并且能够获得与在本实施方式中相同的效果。

[0125] [变形实例 1-4]

[0126] 图 9 示出了配置根据变形实例 1-4 的可变电容元件的内部电极的平面结构。在图 9 中,与图 2 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0127] 在根据变形实例 1-4 的可变电容元件中,内部电极 18 的电极主体 17 具有正六边形形状,并且被配置为使得正六边形的两个顶点在长轴方向上的穿过介电层 5 中心的直线上重叠。

[0128] 在变形实例 1-4 中,尽管未示出,通过堆叠在图 9 中示出的内部电极 18 将可变电容元件主体配置为两层,从而电极主体 17 的边和重心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 9 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到在长轴方向上几乎暴露于可变电容元件主体的中心处的相应连接电极 9,并且形成变形实例 1-4 的可变电容元件。在变形实例 1-4 中,由堆叠的一对电极主体 17 配置电容器。

[0129] 在变形实例 1-4 中,配置电容器的电极主体 17 具有相对于穿过电极主体 17 的重心并且与电极平面水平的轴的对称性很高的正六边形。因此,可以使在内部电极 18 的平面中出现的残余应力集中在重心处,并且能够获得与在本实施方式中相同的效果。

[0130] 同时,在变形实例 1-3 和 1-4 中,尽管电极主体具有正六边形形状,但是只要电极主体具有正五边形或更高阶多边形,便能够获得与在本实施方式中相同的效果,并且当电极主体具有接近圆形的形状时获得更好的效果。如上所述,当配置电容器的电极主体具有正五边形或更高阶多边形形状、圆形形状或椭圆形形状时,与当电极主体具有正方形形状时相比,可以使出现的残余应力进一步集中在电极主体的重心处。

[0131] <2. 第二种实施方式>

[0132] 接着,将描述根据本公开的第二种实施方式的可变电容元件。本实施方式在配置内部电极的连接电极方面不同于第一种实施方式,但是具有与在图 1A 和 1B 中示出的第一种实施方式的可变电容元件相同的形状和横截面结构,并且因此省略其说明。

[0133] 图 10 示出了配置根据本公开的第二种实施方式的可变电容元件的内部电极的平面结构。在图 10 中,与图 2 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0134] 如图 10 所示,在根据本实施方式的可变电容元件中,内部电极 20 包括具有圆形形状的电极主体 8 和连接电极 19,连接电极 19 暴露在可变电容元件主体的一侧并且连接到外部端子。此外,连接电极 19 形成为具有其中在烧结可变电容元件主体时出现在连接电极 19 周围的残余应力不影响出现在电极主体 8 中的残余应力的大小。因此,连接电极 19 形成为具有比电极主体 8 的面积大小充分小的面积大小,并且在本实施方式中,连接电极 19 形成为使得连接到外部端子的连接电极 19 的端部具有比电极主体 8 的直径充分小的宽度。

[0135] 在此,为了防止在连接电极 19 周围出现的残余应力影响在电极主体 8 中出现的残

余应力,优选地连接到外部端子的连接电极 19 的端部宽度被设置为例如电极主体 8 的直径的四分之一($1/4$)或更小。

[0136] 在本实施方式中,尽管未示出,可变电容元件主体被配置成使得图 10 中示出的内部电极 20 被堆叠,从而电极主体 8 的边和重心在堆叠方向上重叠,并且分别配置堆叠的内部电极 20 的连接电极 19 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到在长轴方向上几乎暴露于可变电容元件主体的中心处的相应连接电极 19,并且形成根据本实施方式的可变电容元件。在本实施方式中,由堆叠的一对电极主体 8 配置电容器。

[0137] 在本实施方式中,由于连接电极 19 的宽度(面积大小)被设置为很小,因此可以虚拟方式提高包括连接电极 19 的内部电极 20 的形状的对称性。在此,与第一种实施方式类似,“对称性”是指相对于穿过电极主体 8 的重心并且与电极平面水平的轴的对称性。

[0138] [变形实例 2-1]

[0139] 图 11 示出配置根据变形实例 2-1 的可变电容元件的内部电极的平面结构。在图 11 中,与图 10 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0140] 在根据变形实例 2-1 的可变电容元件中,内部电极 22 的电极主体 21 具有正方形形状。在变形实例 2-1 中,连接电极 19 形成为具有比电极主体 21 的面积大小充分小的面积大小,并且连接电极 19 形成为具有比正方形形状的宽度充分小的宽度。在变形实例 2-1 中,为了防止在连接电极 19 周围出现的残余应力影响在电极主体 21 中出现的残余应力,优选地连接到外部端子的连接电极 19 的端部的宽度被设置为例如电极主体 21 的最大宽度的 n 分之一($1/n$)或更小。

[0141] 在变形实例 2-1 中,尽管未示出,通过堆叠图 11 中示出的内部电极 21 来配置可变电容元件主体,从而电极主体 21 的边和重心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 19 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到在长轴方向上几乎暴露于可变电容元件主体的中心处的相应连接电极 19,并且形成根据本实施方式的可变电容元件。在本实施方式中,由堆叠的一对电极主体 21 配置电容器。

[0142] 在变形实例 2-1 中,由于连接电极 19 的面积大小被设置为很小,因此可以虚拟方式提高内部电极 22 的对称性。换句话说,内部电极 22 的对称性高于其中连接电极的宽度几乎与电极主体的宽度相同的第二比较实例。因此,可以使在内部电极 22 的平面中出现的残余应力从内部电极 22 的相应顶点向中心处集中,并且能够获得相同的效果。

[0143] 同时,在第二种实施方式和变形实例 2-1 中,尽管电极主体具有圆形形状和正方形形状,但是当电极主体具有正五边形或更高阶多边形形状或椭圆形形状时,能够获得与在本实施方式中相同的效果。在该情况下,只要连接电极形成为具有比电极主体的宽度充分小的宽度,便能够获得相同的效果,并且电极主体具有相对于穿过电极主体的重心并且与电极平面水平的轴的对称性很高的形状。

[0144] [变形实例 2-2]

[0145] 图 12 示出了配置根据变形实例 2-2 的可变电容元件的内部电极的平面结构。在图 12 中,与图 10 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0146] 图 10 中示出的可变电容元件的内部电极 20 形成为使得连接电极 19 在长轴方向上几乎暴露于可变电容元件的主体的一侧的中心处。另一方面,在变形实例 2-2 中,配置内部电极 24 的连接电极 23 形成为在长轴方向上暴露于偏离可变电容元件主体的一侧的中心

的位置处。

[0147] 此外,在变形实例 2-2 中,如图 12 所示,配置内部电极 24 的连接电极 23 被布置在穿过电极主体 8 的重心的轴上。

[0148] 由于连接电极 23 被布置在穿过如在变形实例 2-2 中的配置电容器的电极主体 8 的重心的轴上,因此可以增加设计外部端子的自由度,而不会损害残余应力的对称性。

[0149] 此外,能够获得与在第一种实施方式和第二种实施方式中相同的效果。

[0150] <3. 第三种实施方式>

[0151] 接着,将描述根据本公开的第三种实施方式的可变电容器元件。本实施方式与第一种实施方式的不同在于内部电极的结构,但是具有与在图 1A 和 1B 中示出的第一种实施方式的可变电容器元件相同的形状和横截面结构,并且因此省略其说明。

[0152] 图 13 示出了配置根据本实施方式的可变电容器元件的内部电极 28 的平面结构。在图 13 中,与图 2 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0153] 如图 13 所示,在根据本实施方式的可变电容器元件中,内部电极 28 包括:正方形形状的电极主体 25;连接电极 26,其连接到电极主体 25 的一侧,暴露于变电容器元件主体的一侧,并且连接到外部端子;以及浮置电极 27。

[0154] 电极主体 25 形成在介电层 5 的几乎中心处,从而正方形形状的中心与介电层 5 的中心对齐。

[0155] 连接电极 26 连接到电极主体 25 的一侧,并且形成为具有暴露在电容器元件主体的一侧的端部。

[0156] 浮置电极 27 形成在与连接电极 26 相对的一侧的区域中,其中,电极主体 25 插入在两者之间。此外,浮置电极 27 具有几乎与连接电极 26 相同的形状,并且形成为相对于穿过电极主体 25 的重心的轴基本与连接电极 26 对称。在此,浮置电极 27 未连接到电极主体 25,并且形成为不暴露在变电容器主体的一侧。因此,当变电容器元件被驱动时,外部电势不会供应给浮置电极 27。

[0157] 在本实施方式中,尽管未示出,通过堆叠图 13 中示出的内部电极 28 将变电容器元件主体配置为两层,从而电极主体 25 的边和重心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 26 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到在长轴方向上几乎暴露于变电容器元件主体的中心处的相应连接电极 26,并且形成根据本实施方式的可变电容器元件。在本实施方式中,由堆叠的一对电极主体 25 配置电容器。

[0158] 在本实施方式中,由于连接电极 27 形成为与连接电极 26 对称,其中,电极主体 25 插入在两者之间,因此可以提高整个内部电极的对称性。因此,可以使在烘烤时伴随收缩出现的残余应力集中在中心处并且在平面中为均匀的。因此,可改善电气特性。

[0159] 此外,可获得与第一种实施方式中相同的效果。

[0160] [变形实例 3-1]

[0161] 图 14 示出了配置根据变形实例 3-1 的可变电容器元件的内部电极的平面结构。在图 14 中,与图 2 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0162] 在根据变形实例 3-1 的可变电容器元件中,内部电极 32 的电极主体 29 具有与第三种实施方式的形状不同的形状。

[0163] 内部电极 32 包括:圆形形状的电极主体 29;连接电极 30,其连接到电极主体 29 的

一侧,暴露在可变电容元件主体的一侧,并且连接到外部端子;以及浮置电极 31。

[0164] 电极主体 29 形成在介电层 5 的几乎中心处,从而电极主体 29 的重心与介电层 5 的中心对齐。

[0165] 连接电极 30 连接到电极主体 29 的一侧,并且形成为具有暴露在电容元件主体的一侧的端部。

[0166] 浮置电极 31 形成在与连接电极 30 相对的一侧的区域中,其中,电极主体 29 插入在两者之间。此外,浮置电极 31 具有与连接电极 30 几乎相同的形状,并且形成为相对于穿过电极主体 29 的重心的轴与连接电极 30 基本对称。在此,浮置电极 31 不连接到电极主体 29,并且形成为不暴露在可变电极主体的一侧。因此,当可变电容元件被驱动时,外部电势不会供应给浮置电极 31。

[0167] 在变形实例 3-1 中,尽管未示出,通过堆叠图 14 中示出的内部电极 32 将可变电容元件主体配置为两层,从而电极主体 29 的边和重心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 30 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极 30,并且形成根据变形实例 3-1 的可变电容元件。在变形实例 3-1 中,由堆叠的一对电极主体 29 配置电容器。

[0168] 在变形实例 3-1 中,浮置电极 31 形成为与连接电极 30 对称,其中,电极主体 29 插入在两者之间。因此,能够获得与在第三种实施方式中相同的效果。此外,在变形实例 3-1 中,由于配置电容器的电极主体 29 具有圆形形状,因此可以使出现在平面中的残余应力进一步集中在中心上。

[0169] [变形实例 3-2]

[0170] 图 15 示出了配置根据变形实例 3-2 的可变电容元件的内部电极的平面结构。在图 15 中,与图 13 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0171] 在变形实例 3-2 中,内部电极 35 包括:具有正方形形状的电极主体 25;连接电极 33,其连接到电极主体 25 的一侧,暴露在可变电容元件主体的一侧,并且连接到外部端子;以及两个浮置电极 27 和 34。连接电极 33 形成为具有比电极主体 25 的宽度充分薄的宽度。此外,两个浮置电极 27 和 34 形成在之间插入连接电极 33 和电极主体 25 的两个区域中并且相对于穿过电极主体 25 的重心的轴对称。

[0172] 在变形实例 3-2 中,尽管未示出,通过堆叠图 15 中示出的内部电极 35 将可变电容元件主体配置为两层,从而电极主体 25 的边和中心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 33 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极 33,并且形成根据变形实例 3-2 的可变电容元件。在变形实例 3-2 中,由堆叠的一对电极主体 25 配置电容器。

[0173] 在变形实例 3-2 中,由于浮置电极 33 形成为具有比电极主体 25 的宽度充分小的宽度,因此可以减少出现在连接电极 33 中的残余应力。此外,在变形实例 3-1 中,由于不形成电容的浮置电极 27 和 34 对称地形成在之间插入电极主体 25 的两个区域中,因此可以增加在电容器的中心出现的残余应力。因此,可以改善可变电容元件的电气特性。此外,可获得与在第三种实施方式中相同的效果。

[0174] [变形实例 3-3]

[0175] 图 16 示出了配置根据变形实例 3-3 的可变电容元件的内部电极的平面结构。在

图 16 中,与图 14 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0176] 在变形实例 3-3 中,内部电极 38 包括:具有圆形形状的电极主体 29;连接电极 36,其连接到电极主体 29 的一侧,暴露在可变电容元件主体的一侧,并且连接到外部端子;以及两个浮置电极 31 和 37。连接电极 36 形成为具有比电极主体 29 的直径充分薄的宽度。此外,浮置电极 31 和 37 形成在之间插入连接电极 36 和电极主体 29 的两个区域中并且相对于穿过电极主体 29 的重心的轴对称。

[0177] 在变形实例 3-3 中,尽管未示出,通过堆叠图 16 中示出的内部电极 38 将可变电容元件主体配置为两层,从而电极主体 29 的边和中心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 36 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极 36,并且形成根据变形实例 3-3 的可变电容元件。在变形实例 3-3 中,由堆叠的一对电极主体 29 配置电容器。

[0178] 在变形实例 3-3 中,由于连接电极 36 形成为具有比电极主体 25 的宽度充分小的宽度,因此可以减少在连接电极 36 中出现的残余应力。此外,在变形实例 3-3 中,由于不形成电容的浮置电极 31 和 37 对称地形成在之间插入电极主体 29 的两个区域中,因此可以增加在电容器的中心出现的残余应力。因此,可以改善可变电容元件的电气特性。此外,能够获得与在第三种实施方式中相同的效果。

[0179] <4. 第四种实施方式>

[0180] 接着,将描述根据本公开的第四种实施方式的可变电容元件。本实施方式在可变电容元件主体的形状方面与第一种实施方式不同,但是具有与在图 1 中示出的第一种实施方式的可变电容元件相同的内部电极的形状和横截面结构,并且因此省略其说明。

[0181] 图 17 是根据本实施方式的可变电容元件的外观的透视图。

[0182] 如图 17 所示,根据本实施方式的可变电容元件 40 包括可变电容元件主体 41 以及两个外部端子 42 和 43。可变电容元件主体 41 具有长方体形状(或立方体形状),其中与其上形成内部电极的平面平行的平面形状是正方形形状。换句话说,在本实施方式中,正方形形状被配置成使得与其上形成内部电极的平面平行的平面形状具有如图 17 所示的水平宽度 W 和垂直宽度 W 。

[0183] 在根据本实施方式的可变电容元件主体 40 中,由于其上形成内部电极的平面具有正方形形状,因此可变电容元件主体 41 的形状的对称性很高。在烘烤可变电容元件主体 41 时出现的残余应力由于电极材料与介电材料之间的收缩率(线性膨胀系数)的差异而出现。因此,可以提高内部电极的对称性和可变电容元件主体 41 的形状的对称性,并且可以使残余应力进一步集中在中心处。因此,可以改善由内部电极形成的电容器的电气特性。

[0184] 此外,能够获得与在第一种实施方式中相同的效果。

[0185] [变形实例 4-1]

[0186] 图 18 是示出根据变形实例 4-1 的可变电容元件的外观的透视图。变形实例 4-1 在可变电容元件主体的形状方面与第一种实施方式不同,但是具有与在图 1 中示出的第一种实施方式的可变电容元件相同的内部电极的形状和横截面结构,并且因此省略其说明。

[0187] 如图 17 所示,根据变形实例 4-1 的可变电容元件 44 包括可变电容元件主体 45 以及两个外部端子 46 和 47。可变电容元件主体 45 具有其中与其上形成内部电极的平面平行的平面形状是圆形的圆柱形。

[0188] 在变形实例 4-1 中,由于可变电容元件主体 45 形成为圆柱形,因此可变电容元件主体 45 的形状相对于在堆叠方向上的穿过内部电极的电极主体的中心的直线的对称性很高。因此,可以进一步增加在可变电容元件主体 45 中出现的残余应力,并且能够获得与在第四实施方式中相同的效果。

[0189] [变形实例 4-2]

[0190] 图 19 示出了配置根据变形实例 4-2 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构。在根据变形实例 4-2 的可变电容元件中,内部电极 51 包括:具有正方形形状的电极主体 49;以及连接电极 50,其连接到电极主体 49 的一侧并且形成为使得端部暴露在电容元件主体的一侧。此外,其上形成可变电容元件主体的内部电极 51 的平面的形状(即介电层 48 的平面形状)是椭圆形,并且在椭圆形的介电层 48 的短直径方向上形成配置内部电极 51 的连接电极 50。

[0191] 在变形实例 4-2 中,尽管未示出,通过堆叠图 19 中示出的内部电极 51 将可变电容元件主体配置为两层,从而电极主体 49 的边和中心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 50 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极 50,并且形成根据变形实例 4-2 的可变电容元件。在变形实例 4-2 中,由堆叠的一对电极主体 49 配置电容器。

[0192] 在变形实例 4-2 中,由于可变电容元件主体具有拥有椭圆形的横截面的柱形形状,因此可以增加可变电容元件主体的形状的对称性,并且能够获得与在第四实施方式中相同的效果。

[0193] [变形实例 4-3]

[0194] 图 20 示出了配置根据变形实例 4-3 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构。根据变形实例 4-3 的可变电容元件在内部电极 51 方面与在变形实例 4-2 中的相同。此外,其上形成可变电容元件的主体的内部电极 51 的平面的形状(即介电层 52 的平面形状)是椭圆形,并且在椭圆形的介电层 52 的长直径方向上形成配置内部电极 51 的连接电极 50。

[0195] 在变形实例 4-3 中,尽管未示出,通过堆叠图 20 中示出的内部电极 51 将可变电容元件主体配置为两层,从而电极主体 49 的边和中心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 50 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极 50,并且形成根据变形实例 4-3 的可变电容元件。在变形实例 4-3 中,由堆叠的一对电极主体 49 配置电容器。

[0196] 在变形实例 4-3 中,由于可变电容元件主体具有拥有椭圆形的横截面的柱形形状,因此可以增加可变电容元件主体的形状的对称性,并且能够获得与在第四实施方式中相同的效果。

[0197] [变形实例 4-4]

[0198] 图 21 示出了配置根据变形实例 4-4 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构。根据变形实例 4-4 的可变电容元件在内部电极 51 方面与在变形实例 4-2 中的相同。此外,其上形成可变电容元件主体的内部电极 51 的平面的形状(即介电层 53 的平面形状)是圆角矩形(卵形),并且在圆角矩形的介电层 53 的长直径方向上形成配置内部电极 51 的连接电极 50。

[0199] 在变形实例 4-4 中, 尽管未示出, 通过堆叠图 21 中示出的内部电极 51 将可变电容元件主体配置为两层, 从而电极主体 49 的边和中心在堆叠方向上重叠, 并且连接电极 50 暴露在相反侧。此外, 形成外部端子, 其电连接到暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极 50, 并且形成根据变形实例 4-4 的可变电容元件。在变形实例 4-4 中, 由堆叠的一对电极主体 49 配置电容器。

[0200] 在变形实例 4-4 中, 由于可变电容元件主体具有拥有椭圆形的横截面的柱形形状, 因此可以增加可变电容元件主体的形状的对称性, 并且能够获得与在第四种实施方式中相同的效果。

[0201] [变形实例 4-5]

[0202] 图 22 示出了配置根据变形实例 4-5 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构。根据变形实例 4-5 的可变电容元件在内部电极 51 方面与在变形实例 4-2 中的相同。此外, 其上形成可变电容元件主体的内部电极的平面的形状 (即介电层的平面形状) 是其中位于正方形的一个边的两侧处的两个角是圆形的四边形。

[0203] 在变形实例 4-5 中, 尽管未示出, 通过堆叠图 22 中示出的内部电极来配置可变电容元件主体, 从而电极主体的边和中心在堆叠方向上重叠, 并且连接电极暴露在相反侧。此外, 形成外部端子, 其电连接到暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极, 并且形成根据变形实例 4-5 的可变电容元件。在变形实例 4-5 中, 由具有正方形的堆叠的电极主体 49 配置电容器。

[0204] 在变形实例 4-5 中, 由于可变电容元件主体具有其中一侧的角是圆形的矩形柱形形状, 因此可以增加介电层平面形状的对称性和可变电容元件主体的对称性, 并且能够获得与在第四种实施方式中相同的效果。

[0205] [变形实例 4-6]

[0206] 图 23 示出了配置根据变形实例 4-6 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构。根据变形实例 4-6 的可变电容元件在内部电极 51 方面与在变形实例 4-2 中的相同。此外, 其上形成可变电容元件主体的内部电极 51 的平面形状 (即介电层 55 的平面形状) 是其中正方形的四个角是圆形的圆角矩形。

[0207] 在变形实例 4-6 中, 尽管未示出, 通过堆叠图 23 中示出的内部电极 51 将可变电容元件主体配置为两层, 从而电极主体 49 的边和中心在堆叠方向上重叠, 并且连接电极 50 暴露在相反侧。此外, 形成外部端子, 其电连接到暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极 50, 并且形成根据变形实例 4-6 的可变电容元件。在变形实例 4-6 中, 由堆叠的一对电极主体 49 配置电容器。

[0208] 在变形实例 4-6 中, 由于可变电容元件主体形成为具有圆角正方形的横截面的柱形形状, 因此可以增加可变电容元件主体的对称性, 并且能够获得与在第四种实施方式中相同的效果。

[0209] [变形实例 4-7]

[0210] 图 24 示出了配置根据变形实例 4-7 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构。根据变形实例 4-7 的可变电容元件在内部电极 51 方面与在变形实例 4-2 中的相同。此外, 其上形成可变电容元件主体的内部电极 51 的平面的形状 (即介电层 56 的平面形状) 是八边形。

[0211] 在变形实例 4-7 中, 尽管示出, 通过堆叠图 24 中示出的内部电极 51 将可变电容元件主体配置为两层, 从而电极主体的边和中心在堆叠方向上重叠, 并且连接电极 50 暴露在相反侧处。此外, 形成外部端子, 其电连接到在暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极 50, 并且形成根据变形实例 4-7 的可变电容元件。在变形实例 4-7 中, 由堆叠的一对电极主体 49 配置电容器。

[0212] 在变形实例 4-7 中, 由于可变电容元件主体形成为具有八边形的横截面的柱形, 因此可以增加可变电容元件主体的形状的对称性, 并且能够获得与在第四种实施方式中相同的效果。

[0213] [变形实例 4-8]

[0214] 图 25 示出了配置根据变形实例 4-8 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构。根据变形实例 4-8 的可变电容元件在内部电极 51 方面与在变形实例 4-2 中的相同。此外, 其上形成可变电容元件主体的内部电极 51 的平面的形状(即介电层 57 的平面形状)是正六边形。

[0215] 在变形实例 4-8 中, 尽管未示出, 通过堆叠图 25 中示出的内部电极 51 将可变电容元件主体配置为两层, 从而电极主体 49 的边和中心在堆叠方向上重叠, 并且连接电极 50 暴露在相反侧。此外, 形成外部端子, 其电连接到暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极 50, 并且形成根据变形实例 4-8 的可变电容元件。在变形实例 4-8 中, 由堆叠的一对电极主体 49 配置电容器。

[0216] 在变形实例 4-8 中, 由于可变电容元件主体形成为具有正六边形的横截面的柱形, 因此可以增加可变电容元件主体的形状的对称性, 并且能够获得与在第四种实施方式中相同的效果。

[0217] <5. 第五种实施方式>

[0218] 接着, 将描述根据本公开的第五种实施方式的可变电容元件。图 26 是示出配置根据本实施方式的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。本实施方式在可变电容元件主体的形状方面与第一种实施方式不同。在图 26 中, 与图 2 的那些部分对应的部分由相同的附图标记表示, 并且因此省略其说明。

[0219] 在根据本实施方式的可变电容元件中, 内部电极 10 包括: 圆形的电极主体 8; 以及连接电极 9, 其连接到电极主体 8 的一侧并且形成为使其端部暴露在可变电容元件主体的一侧。此外, 其上形成可变电容元件主体的内部电极 10 的平面的形状(即介电层 58 的平面形状)是圆形。此外, 内部电极 10 的电极主体 8 的重心位于介电层 58 的中心处。

[0220] 在本实施方式中, 尽管未示出, 通过堆叠图 26 中示出的内部电极 10 将可变电容元件主体配置为两层, 从而电极主体 8 的边和中心在堆叠方向上重叠, 并且连接电极 9 暴露在相反侧。此外, 形成外部端子, 其电连接到暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极 9, 并且形成根据本实施方式的可变电容元件。在本实施方式中, 由堆叠的一对电极主体 8 配置电容器。

[0221] 在本实施方式中, 由于配置内部电极 10 的电容的电极主体 8 的形状与介电层 58 的平面形状相同, 因此电极主体 8 和可变电容元件主体的形状的对称性很高。因此, 可以在烘烤可变电容元件主体时出现的残余应力进一步在中心方向上集中, 并且可以改善由一对电极主体 8 配置的电容器的电气特性。

[0222] 此外,能够获得与在第一种实施方式中相同的效果。

[0223] [变形实例 5-1]

[0224] 图 27 示出了配置根据变形实例 5-1 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构。在图 27 中,与图 26 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。在根据变形实例 5-1 的可变电容元件中,内部电极 20 具有与第二种实施方式的内部电极 20 相同的结构。

[0225] 在变形实例 5-1 中,尽管未示出,通过堆叠图 27 中示出的内部电极将可变电容元件主体配置为两层,从而电极主体 8 的边和中心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 19 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到在长轴方向上几乎暴露于可变电容元件主体的中心处的相应连接电极 19,并且形成根据变形实例 5-1 的可变电容元件。在变形实例 5-1 中,由堆叠的一对电极主体 8 配置电容器。

[0226] 在变形实例 5-1 中,在内部电极 20 中,连接到电极主体 8 的连接电极 19 形成为具有比电极主体 8 充分小的面积大小。因此,介电层 58 和内部电极 20 可近似为类似形状的关系。

[0227] 图 28 是示出当从上方观察内部时的根据变形实例 5-1 的可变电容元件 1 的两个内部电极 20 的平面视图。在图 28 中,在下层的内部电极 20 中出现的残余应力由箭头 e 表示,并且在上层的内部电极 20 中出现的残余应力由箭头 f 表示。

[0228] 如图 28 所示,在变形实例 5-1 中,由于连接电极 19 形成为具有比电极主体 8 足够小的区域大小,因此减小对出现在连接电极 19 中的残余应力的贡献。因此,与其中连接电极 9 形成为具有几乎等于电极主体 8 的直径的宽度的第一种实施方式的内部电极 10 相比,遍及整个表面,朝向电极主体 8 的中心出现的残余应力变得均匀。因此,进一步增加在内部电极 20 的堆叠方向(电场方向)上的拉伸应力,并且改善电容器的电气特性。

[0229] 此外,在变形实例 5-1 中,由于配置内部电极 20 的电容的电极主体 8 的形状与介电层 58 的平面形状相同,因此电极主体 8 和可变电容元件主体的形状的对称性高,并且能够获得与在第五种实施方式中相同的效果。

[0230] [变形实例 5-2]

[0231] 图 29 示出了配置根据变形实例 5-2 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构。在变形实例 5-2 中,内部电极 51 包括:具有正方形形状的电极主体 49;以及连接电极 50,其连接到电极主体 49 的一侧并且形成为使得端部暴露在电容元件主体的一侧。此外,其上形成可变电容元件主体的内部电极 51 的平面的形状(即介电层 59 的平面形状)是正方形。此外,内部电极 51 的电极主体 49 的重心位于介电层 59 的中心处。

[0232] 在变形实例 5-2 中,尽管未示出,通过堆叠图 29 中示出的内部电极 51 将可变电容元件主体配置为两层,从而电极主体 49 的边和中心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 50 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极,并且形成根据变形实例 5-2 的可变电容元件。在变形实例 5-2 中,由堆叠的一对电极主体 49 配置电容器。

[0233] 在变形实例 5-2 中,由于配置内部电极 51 的电容的电极主体 49 的形状与介电层 59 的平面形状相同,因此电极主体 49 和可变电容元件主体的形状的对称性很高,并且能够获得与在第五种实施方式中相同的效果。

[0234] [变形实例 5-3]

[0235] 图 30 示出了配置根据变形实例 5-3 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构。在图 30 中,与图 29 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。在根据变形实例 5-3 的可变电容元件中,内部电极 22 具有与在图 11 中示出的变形实例 2-1 的内部电极 22 相同的结构。

[0236] 在变形实例 5-3 中,尽管未示出,通过堆叠图 30 中示出的内部电极 22 将可变电容元件主体配置为两层,从而电极主体 21 的边和中心在堆叠方向上重叠,并且连接电极 19 暴露在相反侧。此外,形成外部端子,其电连接到暴露在可变电容元件主体的一侧的相应连接电极 19,并且形成根据变形实例 5-3 的可变电容元件。在变形实例 5-3 中,由堆叠的圆形的电极主体配置电容器。

[0237] 在变形实例 5-3 中,在内部电极 22 中,连接到电极主体 21 的连接电极 19 形成为具有比电极主体 21 充分小的面积大小。因此,介电层 59 和内部电极 22 可近似为类似形状的关系。因此,可以使在烘烤可变电容元件主体时出现的残余应力进一步朝向中心集中,并且可以改善电容器的电气特性。

[0238] 此外,能够获得与在第五种实施方式中相同的效果。

[0239] <6. 第六种实施方式> 三个端子

[0240] 接着,将描述根据本公开的第六种实施方式的可变电容元件。图 31 是示出根据本实施方式的可变电容元件的透视图。图 32 是示出配置根据本实施方式的可变电容元件的内部电极的平面结构视图。

[0241] 如图 31 所示,根据本实施方式的可变电容元件包括:配置有长方体构件的可变电容元件主体 62,以及三个外部端子 63a 和三个外部端子 63b。外部端子 63a 和 63b 在可变电容元件主体的侧面上形成为彼此分开。尽管未示出,通过堆叠图 32 中示出的两个内部电极 67 来配置可变电容元件主体 62。

[0242] 在本实施方式中,内部电极 67 包括:具有圆形形状的电极主体 65;以及连接电极 66,其连接到电极主体 65,并且如图 32 所示的以相等的间隔形成在电极主体 65 的圆周方向上。其上形成内部电极 67 的介电层 64 的平面具有矩形形状。

[0243] 此外,在本实施方式中,三个连接电极 66 的每一个形成为比电极主体 65 的直径更薄的带状,并且暴露在可变电容元件主体 62 的一侧。此外,当堆叠图 32 中示出的内部电极 67 与在其中图 32 中示出的内部电极 67 相对垂直于电极平面的轴旋转 180 度的状态中的内部电极 67 时,连接电极 66 形成为在堆叠方向上不彼此重叠。

[0244] 在本实施方式中,可通过堆叠图 32 中示出的内部电极 67 和在其中图 32 中示出的内部电极 67 相对垂直于电极平面的轴旋转 180 度的状态中的内部电极 67 来配置可变电容元件主体。图 33 是示出当上方观察内部时的根据本实施方式的可变电容元件主体 62 的示意图。

[0245] 如图 33 所示,形成在堆叠的两个内部电极 32 上的总计六个连接电极 66 在堆叠方向中彼此不重叠。由于这个原因,在本实施方式中,在堆叠的连接电极 66 之间不形成电容,并且利用在堆叠方向上彼此重叠的电极主体 65 来配置电容器。随后,形成外部端子 63a 和 63b,其连接到暴露在根据本实施方式的可变电容元件主体 62 的一侧的六个连接电极 66,并且因此形成根据本实施方式的可变电容元件 61。

[0246] 在本实施方式中,通过增加连接到电极主体 65 的连接电极 66 的数量,可以提高在输入信号电压上的耐受电压。

[0247] 此外,在本实施方式中,形成电容器的电极主体 65 具有圆形形状,并且连接到电极主体 65 的连接电极 66 在三个方向上以相等的间隔形成,并且因此可以增加内部电极 67 的对称性。因此,可以使在烘烤可变电容元件主体 62 时出现的残余应力朝向中心集中,并且可以改善电容器的电气特性。

[0248] 此外,能够获得与在第一种实施方式中相同的效果。

[0249] [变形实例 6-1]

[0250] 图 34 示出了配置根据变形实例 6-1 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。在图 34 中,与图 32 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。在变形实例 6-1 中,内部电极 70 包括:圆形的电极主体 65;以及三个连接电极 69,其连接到电极主体 65 并且以相等的间隔形成在电极主体 65 的圆周方向上。介电层 68 的其上形成内部电极 70 的平面具有正方形形状。

[0251] 此外,在变形实例 6-1 中,三个连接电极 69 的每一个形成为使得宽度从连接到电极主体 65 的一侧朝向暴露在可变电容元件主体的一侧的端部侧增加。此外,当堆叠图 34 中示出的内部电极 70 和在其中图 32 中示出的内部电极 67 相对垂直于电极平面的轴旋转 180 度的状态中的内部电极 70,连接电极 69 形成为在堆叠方向上不彼此重叠。

[0252] 在变形实例 6-1 中,可通过堆叠图 34 中示出的内部电极 70 和在其中图 34 中示出的内部电极 70 相对垂直于电极平面的轴旋转 180 度的状态中的内部电极 70 来配置可变电容元件主体。因此,形成在两个堆叠的内部电极 70 上的总计六个连接电极 69 暴露在侧面上,而在堆叠方向上不彼此重叠。此外,因为在堆叠方向上形成的连接电极 69 在堆叠方向上不重叠,所以堆叠的连接电极 69 之间不形成电容。因此,形成连接到暴露在可变电容元件主体的侧面上的六个连接电极 69 的外部端子,并且因此形成根据变形实例 6-1 的可变电容元件。

[0253] 在变形实例 6-1 中,连接电极 69 形成为使其宽度朝向连接到外部端子的一侧增加。由于这个原因,与根据第六种实施方式的可变电容元件 61 相比,可提高耐受电压。此外,能够获得与在第六种实施方式中相同的效果。

[0254] [变形实例 6-2]

[0255] 图 35 示出了配置根据变形实例 6-2 的可变电容元件的介电层和内部电极的平面结构视图。在图 35 中,与图 32 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。变形实例 6-2 与第六种实施方式的不同在于介电层的平面形状。

[0256] 在变形实例 6-2 中,介电层 71 具有正六边形的平面形状。此外,三个连接电极 66 形成为以交替的方式暴露在正六边形的介电层 71 的侧面上。在变形实例 6-2 中,可通过堆叠图 35 中示出的内部电极 67 和在其中图 35 中示出的内部电极 67 相对垂直于电极平面的轴旋转 180 度的状态中的内部电极 67 来配置可变电容元件主体。随后,形成外部端子,其连接到暴露在可变电容元件主体的侧面的六个连接电极 66,并且因此形成根据变形实例 6-2 的可变电容元件。此时,可变电容元件主体形成为其中横截面具有正六边形的柱形。

[0257] 在根据变形实例 6-2 的可变电容元件中,内部电极 67 和可变电容元件主体的形状对称性很高,可以进一步增加在烘烤可变电容元件主体时出现的残余应力,并且能够获

得与在第六种实施方式中相同的效果。

[0258] 上面已经结合其中堆叠的内部电极具有相同的形状的实例描述了根据第一至第六实施方式的可变电容元件和根据变形实例的可变电容元件。然而,本公开并不限于该实例,并且甚至当组合和堆叠不同形状的内部电极时,也获得由于残余应力的增加而引起的电气特性的改善的效果。当堆叠的内部电极的电极主体具有与在第一至第六实施方式中的相同的形状时,进一步改善了电气特性。

[0259] 下面将描述通过组合和堆叠基于根据以上实施方式的内部电极的形状和介电层的平面形状的不同形状的内部电极所获得的可变电容元件的结构。将结合包括在内部电极的堆叠方向上串联的多个电容器的可变电容元件的实例描述以下实施方式。

[0260] <7. 第七种实施方式>

[0261] 图 36A 是示出根据本公开的第七种实施方式的可变电容元件 81 的示意性透视图,以及图 36B 是示出可变电容元件 81 的横截面结构视图。在下文中,稍后描述的内部电极的堆叠方向称为“z 方向”,与堆叠方向垂直的可变电容元件 81 的一个方向称为“x 方向”,并且与堆叠方向垂直的可变电容元件 81 的另一个方向称为“y 方向”。此外,利用可变电容元件 81 的 xy 平面配置的一个平面称为“上表面”,并且利用 xy 平面配置的另一个平面称为“下表面”。此外,与可变电容元件 1 的上表面和下表面垂直的平面称为“侧表面”。

[0262] 如图 36A 所示,根据本实施方式的可变电容元件 1 包括配置有具有正方形的 xy 平面的长方体构件的可变电容元件主体 82 以及六个外部端子(在下文中称为第一至第六外部端子 83a 至 83f)。

[0263] 第一外部端子 83a 形成在可变电容元件主体 82 的配置有 yz 平面的一个侧表面上,以及第六外部端子 83f 形成在可变电容元件主体 82 的配置有 yz 平面的另一个侧表面上。第二外部端子 83b 和第四外部端子 83d 在可变电容元件主体 82 的配置有 xz 平面的一个侧表面上形成彼此分开,以及第三外部端子 83c 和第五外部端子 83e 在可变电容元件主体 82 的配置有 xz 平面的另一个侧表面上形成彼此分开。此外,当在 xy 平面上观察时,第二外部端子 83b 和第三外部端子 83c 位于相反的角度处,以及第四外部端子 83d 和第五外部端子 83e 位于相反的角度处。

[0264] 此外,第一外部端子 83a 至第六外部端子 83f 形成在 z 方向上覆盖可变电容元件主体 82 的侧表面,并且延伸超出可变电容元件主体 82 的上表面和下表面。

[0265] 如图 36B 所示,可变电容元件主体 82 包括介电层 85 和利用插入在其间的介电层 85 堆叠的六个内部电极 88 至 93。在以下描述中,为方便起见,六个内部电极称为“第一至第六内部电极 88 至 93”。通过按照从下表面到上表面的顺序堆叠第一内部电极 88 至第六内部电极 93 来配置根据本实施方式的可变电容元件主体 82。此外,下部介电层 86 被堆叠为在第一内部电极 88 下方的层,而上部介电层 87 被堆叠为在第六内部电极 93 上方的层。

[0266] 图 37 是示出当从长边方向中的一侧观察时的可变电容元件主体 82 的分解视图。此外,图 38A 是示出当从上方观察时的第一内部电极 88 的平面结构视图,以及图 38B 是示出当从一侧观察时的第一内部电极 88 的结构视图。此外,图 39A 是示出当从上方观察时的第二内部电极 89 的平面结构视图,以及图 39B 是示出当从一侧观察时的第二内部电极 89 的结构视图。此外,图 40A 是示出当从上方观察时的第四内部电极 91 的平面结构视图,以及图 40B 是示出当从一侧观察时的第四内部电极 91 的结构视图。在图 37 至图 40 中,穿

过介电层 85 和内部电极的中心(重心)的线由虚线表示。

[0267] 如图 37 所示,可变电容元件主体 2 具有其中堆叠片状的介电层 85 的结构,在介电层 85 中,内部电极形成在一个表面上。形成为片状的每个介电层 85 具有正方形的平面形状,并且在可变电容元件主体 82 中,介电层 85 以其中形成内部电极的一侧面对上表面的状态来堆叠。

[0268] 此外,在本实施方式中,在第一内部电极 88 的下方和六个内部电极 93 的上方形成不包括电极的多个介电层 85,并且介电层 85 配置下部介电层 86 和上部介电层 87。配置有多个介电层 85 的下部介电层 86 和上部介电层 87 能够防止电极暴露在可变电容元件主体 82 的上表面和下表面。

[0269] 在本实施方式中,由于可变电容元件 1 配置为具有根据施加的电压而变化的电容,因此介电层 85 由铁电材料制成。与在第一种实施方式中相同的铁电材料可被用于本实施方式中。

[0270] 如图 38A 和 38B 所示,第一内部电极 88 包括电极主体 94 和连接电极 95。电极主体 94 具有正方形的平面形状,并且形成为具有比形成为片状的介电层 85 的面积大小(即,可变电容元件主体 82 的 xy 平面的面积大小)更小的面积大小并且不暴露在可变电容元件主体 82 的侧表面上。此外,电极主体 94 形成为使其重心与介电层 85 的中心对齐。

[0271] 连接电极 95 形成为连接到在 y 方向上延伸的电极主体 94 的一侧并且暴露在可变电容元件主体 82 的侧表面上。连接电极 95 在 x 方向上的宽度被设置为与电极主体 94 在 x 方向上的宽度相同。暴露在可变电容元件主体 82 的侧表面上的连接电极 95 的端部电连接到第一外部端子 83a。

[0272] 如图 39A 和图 39B 所示,第二内部电极 89 包括电极主体 96 和连接电极 97。电极主体 96 形成为具有与配置第一内部电极 88 的电极主体 94 相同的大小和形状,从而其中心与介电层 85 的中心对齐。

[0273] 连接电极 97 形成为连接到在 x 方向上延伸的电极主体 96 的一侧并且暴露在可变电容元件主体 82 的侧表面上。连接电极 97 在 y 方向上的宽度被设置为充分地小于电极主体 96 在 y 方向上的宽度,并且连接电极 97 连接到电极主体 96 在 y 方向上的一侧的一个端部。暴露在可变电容元件主体 82 的侧表面上的连接电极 97 的端部电连接到第二外部端子 83b。

[0274] 如图 40A 和图 40B 所示,第四内部电极 91 包括电极主体 98 和连接电极 99。电极主体 98 形成为具有与配置第一内部电极 88 的电极主体 94 相同的大小和形状,从而其重心与介电层 85 的中心对齐。

[0275] 连接电极 99 形成为连接到在 y 方向上延伸的电极主体 98 的一侧并且暴露在可变电容元件主体 82 的侧表面上。此外,连接电极 99 在 y 方向上的宽度被设置为充分地小于电极主体 98 在 y 方向上的宽度,并且当在 xy 平面上观察时,连接电极 99 连接到在 y 方向上的电极主体 98 的一侧的另一端部以被布置为与第二内部电极 89 的连接电极 97 分开。暴露在可变电容元件主体 82 的侧表面上的连接电极 99 的端部电连接到第四外部端子 83d。

[0276] 第三内部电极 90 具有通过将图 39A 中示出的第二内部电极 89 相对与电极平面垂直的轴旋转 180 度所获得的结构,并且包括与第二内部电极 89 的那些相同的电极主体 96 和连接电极 97。因此,当在 xy 平面上观察时,第三内部电极 90 的连接电极 97 形成在与第

二内部电极 89 的连接电极 97 成斜对角的位置处。此外,暴露在可变电容元件主体 82 的侧表面上的第三内部电极 90 的连接电极 97 电连接到第三外部端子 83c。

[0277] 第五内部电极 92 具有通过将图 40A 中示出的第四内部电极 91 相对与电极平面垂直的轴旋转 180 度所获得的结构,并且包括与第四内部电极 91 的那些相同的电极主体 98 和连接电极 99。因此,当在 xy 平面上观察时,第五内部电极 92 的连接电极 99 形成在与第四内部电极 91 的连接电极 99 成斜对角的位置处。此外,暴露在可变电容元件主体 82 的侧表面上的第五内部电极 92 的连接电极 99 电连接到第五外部端子 83e。

[0278] 第六内部电极 93 具有通过将图 38A 中示出的第一内部电极 88 相对与电极平面垂直的轴旋转 180 度所获得的结构,并且包括与第一内部电极 88 的那些相同的电极主体 94 和连接电极 95。因此,当在 xy 平面上观察时,第六内部电极 93 的连接电极 95 形成在与第一内部电极 88 的连接电极 95 成斜对角的位置处。此外,暴露在可变电容元件主体 82 的侧表面上的第六内部电极 93 的连接电极 95 电连接到第六外部端子 83f。

[0279] 本实施方式的第一内部电极 88 至第六内部电极 93 可使用与在第一种实施方式中相同的材料形成。

[0280] 根据本实施方式的可变电容元件 81 可通过与在第一种实施方式中相同的制造工序来形成。换句话说,根据本实施方式的可变电容元件 81 通过如下步骤来制造:通过以其中形成电极的一侧面对上表面的状态来堆叠其上形成相应内部电极的介电片并执行烘烤的工序来形成可变电容元件主体 82;以及在侧表面的期望位置处形成外部端子。此外,在根据本实施方式的可变电容元件 81 中,第一内部电极 88 和第六内部电极 93、第二内部电极 89 和第三内部电极 90 以及第四内部电极 91 和第五内部电极 92 具有相同的形状并且因此可使用相同的掩模来形成。

[0281] 接着,将描述使用根据本实施方式的可变电容元件 81 的示例性电压控制电路。图 41 示出了电压控制电路的电路配置。例如,在图 41 中示出的电压控制电路 200 被布置在交变电流(AC)电源 201 与诸如整流电路的电路之间,并且将从 AC 电源 201 输入到诸如整流电路的 AC 电压(输入信号)调整为特定的电压值。图 41 的第一外部端子 83a 至第六外部端子 83f 与图 36 的第一外部端子 83a 至第六外部端子 83f 对应。

[0282] 在本实施方式中,堆叠的第一内部电极 88 至第六内部电极 93 连接到不同的外部端子(第一外部端子 83a 至第六外部端子 83f)。因此,第一电容器 C1 形成在第一内部电极 88 与第二内部电极 89 之间。此外,第二电容器 C2 形成在第二内部电极 89 与第三内部电极 90 之间。此外,第三电容器 C3 形成在第三内部电极 90 与第四内部电极 91 之间。此外,第四电容器 C4 形成在第四内部电极 91 与第五内部电极 92 之间。此外,第五电容器 C5 形成在第五内部电极 92 与第六内部电极 93 之间。此外,根据本实施方式的可变电容元件 81 是其中第一电容器 C1 至第五电容器 C5 依次串联的电路。

[0283] 在本实施方式中,第二电容器 C2、第三电容器 C3 和第四电容器 C4 用作可变电容电容器,以及第一电容器 C1 和第五电容器 C5 用作 DC 去除电容器。因此,可变电容元件 81 的第一外部端子 83a 连接到 AC 电源 201 的一个输出端子,并且第六外部端子 83f 连接到 AC 电源 201 的另一个输出端子。换句话说,包括第一电容器 C1 至第五电容器 C5 的串联电路并联到 AC 电源 201。尽管未在图 41 中示出,输入从 AC 电源 201 施加的信号的诸如整流电路的电路并联在可变电容元件 81 的第一外部端子 83a 与第六外部端子 83f 之间。

[0284] 此外,第二外部端子 83b 和第四外部端子 83d 通过 DC 去除电阻器 203 和 205 连接到控制电源 202 的负电极端子。此外,第三外部端子 83c 和第五外部端子 83e 通过 DC 去除电阻器 204 和 206 连接到控制电源 202 的正电极端子。换句话说,在根据本实施方式的可变电容器 81 中,控制源 202 并联到第二电容器 C2、第三电容器 C3 和第四电容器 C4。此外,第二电容器 C2、第三电容器 C3 和第四电容器 C4 的每一个的电容器通过从控制电源 202 输入的直流(DC)信号(控制信号)来调整。

[0285] 用作 DC 去除电容器的第一电容器 C1 和第五电容器 C5 以及三个 DC 去除电阻器被布置成抑制在从控制电源 202 流出的 DC 偏置电流与从 AC 电源 201 流出的 AC 电流之间的干扰的影响。在本实施方式中,DC 去除电感(线圈)可被用于代替 DC 去除电阻器。

[0286] 在本实施方式中,配置每个电容器的内部电极和用于内部电极的介电层具有对称性高的形状。因此,获得了电气特性的改善(诸如可变电容器 81 的电容可变率的改善和静电电容的改善)。

[0287] [变形实例 7-1]

[0288] 接着,将描述根据变形实例 7-1 的可变电容器。根据变形实例 7-1 的可变电容器元件具有与在图 36A、图 36B 和图 41 中示出的第七种实施方式的那些相同的外观结构、横截面结构和电路结构,并且因此省略其说明和重复解释。

[0289] 图 42 是示出当从长边方向中的一侧观察时的根据变形实例 7-1 的可变电容器元件的可变电容器主体 10 的分解视图。在变形实例 7-1 中,使用用于制造第二内部电极 89 和第三内部电极 90 的掩模形成第四内部电极 91 和第五内部电极 92。在图 42 中,与图 37 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0290] 在变形实例 7-1 中,第四内部电极 91 具有通过将图 39A 中示出的第二内部电极 89 相对在 x 方向上的穿过电极主体 96 的重心并且与电极主体 96 的平面水平的轴旋转 180 度所获得的结构。换句话说,第四内部电极 91 具有通过相对在 x 方向上的轴反转图 39A 中示出的第二内部电极 89 所获得的结构。因此,当在 xy 平面上观察时,第四内部电极 91 的连接电极 97 被布置为与第二内部电极 89 的连接电极 97 分开。此外,与第七种实施方式类似,第四外部端子 83d 连接到第四内部电极 91 的连接电极 97。

[0291] 第五内部电极 92 具有通过将图 39A 中示出的第二内部电极 89 相对在 y 方向上的穿过电极主体 96 的重心的轴旋转 180 度并将其相对在 x 方向上的穿过电极主体 96 的重心的轴旋转 180 度而获得的结构。换句话说,变形实例 7-1 的第五内部电极 92 具有通过相对在 y 方向上的轴反转第七种实施方式的第三内部电极 90 所获得的结构。此外,与第七种实施方式类似,第五外部端子 83e 连接到第五内部电极 92 的连接电极 97。

[0292] 在变形实例 7-1 中,与图 36 的可变电容器元件类似的可变电容器元件 81 可通过如下步骤形成:使用相同的掩模形成第二内部电极 89 至第四内部电极 91;以及在旋转和/或反转介电层的同时,堆叠其上形成相应的内部电极的片状的介电层。具体地,如图 42 所示,第一内部电极 88 至第三内部电极 90 以其中电极平面面对上表面的状态了堆叠,以及第四内部电极 91 至第六内部电极 93 以其中电极平面面对下表面的状态堆叠。此外,其上未形成电极的介电层 85 插入在其上形成第三内部电极 90 的介电层 85 与其上形成第四内部电极 91 的介电层 85 之间,并且因此介电层 85 形成在第三内部电极 90 与第四内部电极 91 之间。

[0293] 由于如上所述地旋转和/或反转并随后堆叠使用相同掩模形成的第二内部电极

89 至第四内部电极 91, 因此相应的连接电极 97 可配置为暴露在可变电容元件主体的侧表面的不同位置处。此外, 由于外部端子连接到连接电极 97, 所有可以给相应的内部电极供应不同的电势, 并且与第七种实施方式类似, 可以配置其中内部电极在堆叠方向上串联的电容器。

[0294] 如上所述, 在变形实例 7-1 中, 由于第二内部电极 89 至第五内部电极 92 可使用相同的掩模来形成, 因此可减少成本。此外, 能够获得与在第七种实施方式中相同的效果。

[0295] [变形实例 7-2]

[0296] 接着, 将描述根据变形实例 7-2 的可变电容元件。根据变形实例 7-2 的可变电容元件具有与在图 36A、图 36B 和图 41 中示出的第七种实施方式的那些相同的外观结构、横截面结构和电路结构, 并且因此省略其说明和重复的解释。

[0297] 图 43 是示出当从长边方向中的一侧观察时的根据变形实例 7-1 的可变电容元件的可变电容元件主体 111 的分解视图。在变形实例 7-2 中, 应力控制单元 100 和 101 形成在在第一内部电极 88 下方的层以及在第六内部电极 93 上的层。在图 43 中, 与图 37 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示, 并且省略重复说明。

[0298] 如图 43 所示, 在变形实例 7-2 中, 第一应力控制单元 100 形成在第一内部电极 88 下方的层, 以及第二应力控制单元 101 形成在第六内部电极 93 上的层。

[0299] 第一应力控制单元 100 配置有利用插入在其间的介电层 85 堆叠的多个第一内部电极 88, 并且配置第一应力控制单元 100 的第一内部电极 88 连接到第一外部端子 83a, 与配置第一电容器 C1 的第一内部电极 88 类似。因此, 由于配置第一电容器 C1 的第一内部电极 88 和配置第一应力控制单元 100 的第一内部电极 88 具有相同的电势, 因此在这些电极之间不形成电容器。此外, 由于在第一应力控制单元 100 中形成的多个第一内部电极 88 具有相同电势, 所以没有电容器形成在第一应力控制单元 100 中。

[0300] 第二应力控制单元 101 配置有利用插入在其间的介电层 85 堆叠的多个第六内部电极 93, 并且配置第二应力控制单元 101 的第六内部电极 93 连接到第六外部端子 83f, 与配置第五电容器 C5 的第六内部电极 93 类似。因此, 由于配置第五电容器 C5 的第六内部电极 93 和配置第二应力控制单元 101 的第六内部电极 93 具有相同的电势, 因此在这些电极之间不形成电容器。此外, 由于在第二应力控制单元 101 中形成的多个第六内部电极 93 具有相同电势, 因此在第二应力控制单元 101 中不形成电容器。

[0301] 在根据变形实例 7-2 的可变电容元件中, 由于在烘烤时在电极材料与介电材料之间的收缩率的差异, 在第一应力控制单元 100 和第二应力控制单元 101 中也出现残余应力。因此, 由于残余应力通过第一应力控制单元 100 和第二应力控制单元 101 增加, 因此与当未形成应力控制时相比, 可以增加电容值和电容可变率。

[0302] 此外, 能够获得与在第七种实施方式中相同的效果。

[0303] < 7. 第八种实施方式 >

[0304] 图 44A 是示出根据本公开的第八种实施方式的可变电容元件 121 的示意性透视图, 以及图 44B 是可变电容元件 121 的横截面结构视图。在图 44A 和图 44B 中, 与图 36A 和图 36B 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示, 并且省略重复的说明。

[0305] 如图 44 所示, 根据本实施方式的可变电容元件 121 包括配置有具有正方形的 xy 平面的长方体构件的可变电容元件主体 122 和 10 个外部端子 (在下文中称为“第一外部端

子 129a 至第十外部端子 129j”)。

[0306] 第一外部端子 129a 至第十外部端子 129j 在可变电容元件主体 122 的四个侧表面上被布置成彼此分开。此外, 当在 xy 平面上观察时, 第一外部端子 129a 和第八外部端子 129h、第二外部端子 129b 和第三外部端子 129c 以及第九外部端子 129i 和第十外部端子 129j 被布置在对应的位置处。此外, 当在 xy 平面上观察时, 第四外部端子 129d 和第七外部端子 129g 以及第五外部端子 129e 和第六外部端子 129f 被布置在对应的位置处。

[0307] 此外, 第一外部端子 129a 至第十外部端子 129j 形成为在 z 方向上覆盖可变电容元件主体 122 的侧表面, 并且延伸超出可变电容元件 122 的上表面和下表面。

[0308] 如图 44B 所示, 可变电容元件主体 122 包括介电层 85 和利用插入在其间的介电层 85 堆叠的六个内部电极 123 至 128。在以下描述中, 为方便起见, 三个内部电极被称为第一内部电极 123 至第六内部电极 128。通过按照从下表面到上表面的顺序堆叠第一内部电极 123 至第六内部电极 128 来配置根据本实施方式的可变电容元件主体 122。

[0309] 图 45 是示出当从长边方向中的一侧观察时的可变电容元件主体 122 的分解视图。图 46A 是示出当从上方观察时的第一内部电极 123 的平面结构视图, 以及图 46B 是示出当从一侧观察时的第一内部电极 123 的结构视图。图 47A 是示出当从上方观察时的第二内部电极 124 的平面结构视图, 以及图 47B 是示出当从一侧观察时的第二内部电极 124 的结构视图。图 48A 是示出当从上方观察时的第四内部电极 126 的平面结构视图, 以及图 48B 是示出当从一侧观察时的第四内部电极 126 的结构视图。在图 45 至图 48 中, 穿过介电层 85 和相应内部电极的中心(重心)的线由虚线表示。

[0310] 如图 45 所示, 可变电容元件主体 122 具有其中堆叠其中内部电极形成在一侧的片状的介电层 85 的结构。形成为片状的相应介电层 85 具有正方形的平面形状, 并且在可变电容元件主体 122 中, 以其中形成内部电极的一侧面对上表面的状态来堆叠介电层 85。

[0311] 如图 46A 和图 46B 所示, 第一内部电极 123 包括电极主体 130 和连接电极 131。电极主体 130 具有圆形的平面形状, 并且形成为具有比形成为片状的介电层 85 的面积大小(即, 可变电容元件主体 122 的 xy 平面的面积大小)更小的面积大小, 并且不暴露在可变电容元件主体 122 的侧表面上。此外, 电极主体 130 形成为使其重心与介电层 85 的中心对齐。

[0312] 三个连接电极 131 在电极主体 130 的圆周方向上以等间隔连接到电极主体 130。此外, 连接电极 131 的每一个形成为具有比形成为圆形的电极主体 130 的直径更小的宽度的带状。换句话说, 在本实施方式中, 第一内部电极 123 具有与图 32 中示出的第六实施方式的内部电极 67 相同的结构。

[0313] 配置第一内部电极 123 的三个连接电极 131 暴露在可变电容元件主体 122 的侧表面处, 并且连接到不同的外部端子, 即, 第一外部端子 129a 至第三外部端子 129c。

[0314] 如图 47A 和图 48B 所示, 第二内部电极 124 包括电极主体 132 和连接电极 133。电极主体 132 形成为具有与配置第一内部电极 123 的电极主体 130 相同的大小和形状, 从而其重心与介电层 85 的中心对齐。

[0315] 连接电极 133 连接到电极主体 132, 并且布置在穿过电极主体 132 的重心(中心)的直线上。此外, 连接电极 133 形成为暴露在偏离可变电容元件主体 122 的利用 xz 平面配置的侧表面的中心的位置处。此外, 连接电极 133 形成为具有比形成为圆形的电极主体 132 的直径更小的宽度的带状。换句话说, 在本实施方式中, 第二内部电极 124 具有与在图 12

中所示的变形实例 2-2 的内部电极 20 相同的结构。此外,配置第二内部电极 124 的连接电极 133 暴露在可变电容元件主体 122 的利用 xy 平面配置的一个侧表面上,并且其端部电连接到第四外部端子 129d。

[0316] 如图 48A 和图 48B 所示,第四内部电极 126 包括电极主体 134 和连接电极 135。电极主体 134 形成为具有与配置第一内部电极 123 的电极主体 130 相同的大小和形状,从而其重心与介电层 85 的中心对齐。

[0317] 连接电极 135 连接到电极主体 134,并且布置在穿过电极主体 134 的重心(中心)的直线上。此外,连接电极 135 形成为暴露在偏离可变电容元件主体 122 的利用 xz 平面配置的侧表面的中心的位置处。此外,连接电极 135 形成为具有比形成为圆形的电极主体 134 的直径更小的宽度的带状。换句话说,在本实施方式中,第四内部电极 126 具有与第二内部电极 124 相同的结构以及与图 12 中所示的变形实例 2-2 的内部电极 20 相同的结构。

[0318] 此外,在本实施方式中,第四内部电极 126 的连接电极 135 与第二内部电极 124 的连接电极 133 相对于 y 方向上的穿过电极主体 134 的重心的轴线性对称。此外,配置第四内部电极 126 的连接电极 135 暴露在可变电容元件主体 122 的利用 xz 平面配置的一个侧表面上,并且其端部电连接到第六外部端子 129f。

[0319] 第三内部电极 125 具有通过将图 46A 中示出的第二内部电极 124 相对在 z 方向上的穿过电极主体 132 的重心的轴旋转 180 度所获得的结构,并且包括与第二内部电极 124 的那些相同的电极主体 132 和连接电极 133。因此,当在 xy 平面上观察时,第三内部电极 125 的连接电极 133 形成在与第二内部电极 124 的连接电极 133 成斜对角的位置处。此外,暴露在可变电容元件主体 122 的侧表面上的第三内部电极 125 的连接电极 133 电连接到第五外部端子 129e。

[0320] 第五内部电极 127 具有通过将图 47A 中示出的第四内部电极 126 相对在 z 方向上的穿过电极主体 134 的重心的轴旋转 180 度所获得的结构,并且包括与第四内部电极 126 的那些相同的电极主体 134 和连接电极 135。因此,当在 xy 平面上观察时,第五内部电极 127 的连接电极 135 形成在与第四内部电极 126 的连接电极 135 成斜对角的位置处。此外,暴露在可变电容元件主体 122 的侧表面上的第五内部电极 127 的连接电极 135 电连接到第七外部端子 129g。

[0321] 第六内部电极 128 具有通过将图 46A 中示出的第一内部电极 123 相对在 z 方向上的穿过电极主体 130 的重心的轴旋转 180 度所获得的结构,并且包括与第一内部电极 123 的那些相同的电极主体 130 和连接电极 131。因此,当在 xy 平面上观察时,第六内部电极 128 的三个连接电极 131 形成在与第一内部电极 123 的三个连接电极 131 成斜对角的位置处。此外,暴露在可变电容元件主体 122 的侧表面上的第六内部电极 128 的三个连接电极 131 电连接到第八外部端子 129h 至第十外部端子 129j。

[0322] 本实施方式的第一内部电极 123 至第六内部电极 128 可使用与在第一种实施方式中相同的材料形成。

[0323] 可通过与在第一种实施方式中相同的制造工序来制造根据本实施方式的可变电容元件 121。换句话说,根据本实施方式的可变电容元件可通过如下步骤制造:通过以其上形成电极的一侧面对上表面的状态堆叠其上形成相应内部电极的介电片并执行烘烤的工序来形成可变电容元件主体;以及在侧表面的期望位置处形成外部端子。此外,在根据本实

施方式的可变电容器元件 121 中,第一内部电极 123 和第六内部电极 128、第二内部电极 124 和第三内部电极 125 以及第四内部电极 126 和第五内部电极 127 具有相同的形状并且因此可使用相同的掩模来形成。

[0324] 图 49 是示出当从上方观察内部时的根据本实施方式的可变电容器元件 121 的第一内部电极 123 至第六内部电极 128 的结构视图。如图 49 所示,在本实施方式中,在第一内部电极 123 至第六内部电极 128 中的所有连接电极被布置为在堆叠方向上不重叠。因此在堆叠的连接电极之间不形成电容。

[0325] 接着,将描述使用根据本实施方式的可变电容器元件 121 的示例性电压控制电路。图 50 示出了电压控制电路 207 的电路结构。在图 50 中,与图 41 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0326] 在本实施方式中,堆叠的第一内部电极 123 至第六内部电极 128 连接到不同的外部端子(第一外部端子 129a 至第十外部端子 129j)。因此,第一电容器 C1 形成在第一内部电极 123 与第二内部电极 124 之间。此外,第二电容器 C2 形成在第二内部电极 124 与第三内部电极 125 之间。此外,第三电容器 C3 形成在第三内部电极 125 与第四内部电极 126 之间。此外,第四电容器 C4 形成在第四内部电极 126 与第五内部电极 127 之间。此外,第五电容器 C5 形成在第五内部电极 127 与第六内部电极 128 之间。此外,根据本实施方式的可变电容器元件 121 是其中第一电容器 C1 至第五电容器 C5 依次串联的电路。

[0327] 在本实施方式中,第二电容器 C2、第三电容器 C3 和第四电容器 C4 被用作可变电容器,并且第一电容器 C1 和第五电容器 C5 用作 DC 去除电容器。因此,连接到第一内部电极 123 的第一外部端子 129a 至第三外部端子 129c 连接到 AC 电源 201 的一个输出端子。同时,连接到第六内部电极 128 的第八外部端子 129h 至第十外部端子 129j 连接到 AC 电源 201 的另一个输出端子。

[0328] 此外,第四外部端子 129d 和第六外部端子 129f 通过 DC 去除电阻器 203 和 205 连接到控制电源 202 的负电极端子。此外,第五外部端子 129e 和第七外部端子 129g 通过 DC 去除电阻器 204 和 206 连接到控制电源 202 的正电极端子。换句话说,在根据本实施方式的可变电容器元件 121 中,控制源 202 并联到第二电容器 C2、第三电容器 C3 和第四电容器 C4。此外,第二电容器 C2、第三电容器 C3 和第四电容器 C4 的每一个的电容通过从控制电源 202 输入的 DC 信号(控制信号)来调节。

[0329] 在本实施方式中,来自三个连接电极的 AC 电源的信号被输入到第一内部电极 123 和第六内部电极 128。因此,提高了对从 AC 电源输入的信号耐受电压。

[0330] 此外,能够获得与在第七种实施方式中相同的效果。此外,类似于第七种实施方式的变形实例 7-2,根据本实施方式的可变电容器元件可被设置有应力控制单元。

[0331] [变形实例 8-1]

[0332] 接着,将描述根据变形实例 8-1 的可变电容器元件。根据变形实例 8-1 的可变电容器元件具有与在图 44A、图 44B 和图 50 中示出的第八种实施方式的那些相同的外观结构、横截面结构和电路结构,并且因此省略其说明和重复的解释。

[0333] 图 51 是示出当从长边方向中的一侧观察时的根据变形实例 8-1 的可变电容器元件的可变电容器元件主体 140 的分解视图。在变形实例 8-1 中,使用用于制造第二内部电极 124 和第三内部电极 125 的掩模来形成第四内部电极 126 和第五内部电极 127。在图 51 中,与

图 45 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0334] 在变形实例 8-1 中,第四内部电极 126 具有通过将图 47A 中示出的第二内部电极 124 相对在 y 方向上的穿过电极主体 132 的重心的轴旋转 180 度而获得的结构。换句话说,第四内部电极 126 具有通过相对在 y 方向上的轴反转图 47A 中示出的第二内部电极 124 所获得的结构。因此,当在 xy 平面上观察时,第四内部电极 126 的连接电极 133 被布置为与第二内部电极 124 的连接电极 133 分开。此外,与第八种实施方式类似,第六外部端子 129f 连接到第四内部电极 126 的连接电极 133。

[0335] 第五内部电极 127 具有通过将图 47A 中示出的第二内部电极 124 相对在 y 方向上的穿过电极主体 132 的重心的轴旋转 180 度并且将其相对在 z 方向上的穿过电极主体 132 的重心的轴旋转 180 度而获得的结构。换句话说,第五内部电极 127 具有通过相对在 y 方向上的轴反转第八种实施方式的第三内部电极 125 所获得的结构。此外,与第八种实施方式类似,第七外部端子 129g 连接到第五内部电极 127 的连接电极 133。

[0336] 在变形实例 8-1 中,与图 44B 的可变电容元件类似的可变电容元件 121 可通过如下步骤形成:使用相同的掩模形成第二内部电极 124 至第五内部电极 127;以及在旋转和/或反转介电层的同时,堆叠其上形成相应内部电极的片状的介电层。具体地,如图 51 所示,以其中电极平面面对上表面的状态堆叠第一内部电极 123 至第三内部电极 125,以及以其中电极平面面对下表面的状态堆叠第四内部电极 126 至第六内部电极 128。此外,其上未形成电极的介电层 85 插入在其上形成第三内部电极 125 的介电层 85 与其上形成第四内部电极 126 的介电层 85 之间,并且因此介电层 85 形成在第三内部电极 125 与第四内部电极 126 之间。

[0337] 如上所述,在变形实例 8-1 中,由于第二内部电极 124 至第五内部电极 127 可使用相同的掩模来形成,因此可减少成本。此外,能够获得与在第七种实施方式中相同的效果。

[0338] 此外,与根据第七种实施方式的变形实例 7-2 的可变电容元件类似,根据变形实例 8-1 的可变电容元件可被设置有应力控制单元。

[0339] <9. 第九种实施方式>

[0340] 图 52A 是示出根据本公开的第九种实施方式的可变电容元件 141 的示意性透视图,以及图 52B 是可变电容元件 141 的横截面结构视图。根据本实施方式的可变电容元件 141 与根据第七种实施方式的可变电容元件 121 的不同在于第一内部电极 144 和第六内部电极 149 的结构。在图 52A 和图 52B 中,与图 36A 和图 36B 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0341] 如图 52A 所示,根据本实施方式的可变电容元件 141 包括配置有具有正方形的 xy 平面的长方体构件的可变电容元件主体 142 和八个外部端子(在下文中称为“第一外部端子 143a 至第八外部端子 143h”)。

[0342] 第一外部端子 143a 至第八外部端子 143h 在可变电容元件主体 142 四个侧表面上被布置成彼此分开。此外,当在 xy 平面上观察时,第一外部端子 143a 和第二外部端子 143b、第三外部端子 143c 和第六外部端子 143f、第四外部端子 143d 和第五外部端子 143e 以及第七外部端子 143g 和第八外部端子 143h 被布置在相对的位置处。

[0343] 此外,第一外部端子 143a 至第八外部端子 143h 形成为在 z 方向上覆盖可变电容元件主体 142 的侧表面,并且延伸超出可变电容元件 142 的上表面和下表面。

[0344] 如图 52B 所示,可变电容元件主体 142 包括介电层 85 和利用插入在其间的介电层 85 堆叠的六个内部电极。在以下描述中,为方便起见,六个内部电极被称为“第一至第六内部电极 144 至 149”。通过按照从下表面到上表面的顺序堆叠第一内部电极 144 至第六内部电极 149 来配置根据本实施方式的可变电容元件主体 142。

[0345] 图 53 是示出当从长边方向中的一侧观察时的可变电容元件的分解视图。此外,图 54A 是示出当从上方观察时的第一内部电极 144 的平面结构视图,以及图 54B 是示出当从一侧观察时的第一内部电极 144 的结构视图。

[0346] 如图 54A 和图 54B 所示,第一内部电极 144 包括电极主体 150、两个连接电极 151 和虚拟电极 152。电极主体 150 具有圆形的平面形状,并且形成为具有比形成为片状的介电层 85 的面积大小(即,可变电容元件主体 142 的 xy 平面的面积大小)更小的面积大小,并且不暴露在可变电容元件主体 142 的侧表面上。此外,电极主体 150 形成为使其重心与介电层 85 的中心对齐。

[0347] 连接电极 151 和虚拟电极 152 几乎相等的间隔形成在电极主体 150 的圆周方向上。此外,两个连接电极 151 形成为暴露在可变电容元件主体 142 的相对的侧表面上。此外,虚拟电极 152 朝向可变电容元件主体 142 的侧表面形成,但不暴露在侧表面上。此外,连接电极 151 和虚拟电极 152 形成为具有从电极主体 150 一侧向可变电容元件主体 142 的侧表面增加的宽度。此外,配置第一内部电极 144 的两个连接电极 151 的其中一个连接到第一外部端子 143a,并且另一个连接到第二外部端子 143b。

[0348] 第六内部电极 149 具有通过将图 54A 中示出的第一内部电极 144 相对在 z 方向上的穿过电极主体 150 的重心的轴旋转 180 度所获得的结构,并且包括与第一内部电极 144 的那些相同的电极主体 150、连接电极 131 和虚拟电极 152。此外,暴露在可变电容元件主体 142 的侧表面上的第六内部电极 149 的两个连接电极 151 电连接到第七外部端子 143g 和第八外部端子 143h。

[0349] 此外,在本实施方式中,第二内部电极 145 至第五内部电极 148 具有与在第七种实施方式中的第二内部电极 124 至第五内部电极 127 相同的结构。换句话说,与如在图 47A 和 47B 中所示的第二内部电极 124 和第三内部电极 125 类似,第二内部电极 145 和第三内部电极 146 的每一个包括电极主体 132 和连接电极 133。此外,第四内部电极 147 和第五内部电极 148 的每一个包括如在图 48A 和 48B 中所示的电极主体 134 和连接电极 135。此外,第二内部电极 145 至第五内部电极 148 分别连接到第三外部端子 143c 至第六外部端子 143f。

[0350] 根据本实施方式的可变电容元件 141 可通过与在第一种实施方式中相同的制造工序来制造。换句话说,根据本实施方式的可变电容元件 141 通过如下步骤制造:通过以其上形成电极的一侧用作上表面的状态堆叠其上形成相应内部电极的介电片并执行烘烤的工序来形成可变电容元件主体 142;以及在侧表面的期望的位置处形成外部端子。此外,在根据本实施方式的可变电容元件 141 中,第一内部电极 144 和第六内部电极 149、第二内部电极 145 和第三内部电极 146 以及第四内部电极 147 和第五内部电极 148 具有相同的形状,并且因此可使用相同的掩模来形成。

[0351] 图 55 是示出当从上方观察内侧时的根据本实施方式的可变电容元件 141 的第一内部电极 144 至第六内部电极 149 的结构视图。如图 55 所示,在本实施方式中,在第一内

部电极 144 至第六内部电极 149 中的所有连接电极被布置为在堆叠方向上不重叠。因此在堆叠的连接电极之间不形成电容。

[0352] 接着,将描述使用根据本实施方式的可变电容元件 141 的示例性电压控制电路。图 56 示出了电压控制电路 208 的电路结构。在图 56 中,与图 41 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0353] 在本实施方式中,堆叠的第一内部电极 144 至第六内部电极 149 连接到不同的外部端子(第一外部端子 143a 至第八外部端子 143h)。因此,第一电容器 C1 形成在第一内部电极 144 与第二内部电极 145 之间。此外,第二电容器 C2 形成在第二内部电极 145 与第三内部电极 146 之间。此外,第三电容器 C3 形成在第三内部电极 146 与第四内部电极 147 之间。此外,第四电容器 C4 形成在第四内部电极 147 与第五内部电极 148 之间。此外,第五电容器 C5 形成在第五内部电极 148 与第六内部电极 149 之间。此外,根据本实施方式的可变电容元件 141 是其中第一电容器 C1 至第五电容器 C5 依次串联的电路。

[0354] 在本实施方式中,第二电容器 C2、第三电容器 C3 和第四电容器 C4 用作可变电容器,并且第一电容器 C1 和第五电容器 C5 用作 DC 去除电容器。因此,连接到第一内部电极 144 的第一外部端子 143a 和第二外部端子 143b 连接到 AC 电源 201 的一个输出端子。同时,连接到第六内部电极 149 的第七外部端子 143g 和第八外部端子 143h 连接到 AC 电源 201 的另一个输出端子。

[0355] 此外,第三外部端子 143c 和第五外部端子 143e 通过 DC 去除电阻器 203 和 205 连接到控制电源 202 的负电极端子。此外,第四外部端子 143d 和第六外部端子 143f 通过 DC 去除电阻器 204 和 206 连接到控制电源 202 的正电极端子。换句话说,在根据本实施方式的可变电容元件 141 中,控制源 202 并联到第二电容器 C2、第三电容器 C3 和第四电容器 C4。此外,第二电容器 C2、第三电容器 C3 和第四电容器 C4 的每一个的电容通过从控制电源 202 输入的 DC 信号(控制信号)来调节。

[0356] 在本实施方式中,来自两个连接电极的 AC 电源的信号被输入到第一内部电极 144 和第六内部电极 149。因此,提高了对从 AC 电源输入的信号的耐受电压。此外,在本实施方式中,在第一内部电极 144 和第六内部电极 149 中,连接电极 151 的连接到外部端子的一侧具有宽的宽度。因此,在可变电容元件 141 中,可进一步提高耐受电压。此外,在第一内部电极 144 和第六内部电极 149 中,因为形成了虚拟电极 152,因此提高了内部电极的对称性,并且因此提高了残余应力。

[0357] 已经结合其中设置虚拟电极 152 的实例描述了本实施方式,但是与第六种实施方式类似,三个连接电极可形成暴露为暴露在可变电容元件主体 142 的侧表面上并且连接到外部端子。在该情况下,由于连接到 AC 电源的外部电极的数量增加,因此可进一步提高耐受电压。

[0358] 此外,与变形实例 7-2 类似,根据本实施方式的可变电容元件 141 可设置有应力控制单元。

[0359] [变形实例 9-1]

[0360] 接着,将描述根据变形实例 9-1 的可变电容元件。根据变形实例 9-1 的可变电容元件具有与在图 52A、图 52B 和图 56 中示出的第九种实施方式的那些相同的外观结构、横截面结构和电路结构,并且因此省略其说明和重复的解释。

[0361] 图 57 是示出当从长边方向中的一侧观察时的根据变形实例 9-1 的可变电容元件的可变电容元件主体 153 的分解视图。在变形实例 9-1 中,使用用于制造第二内部电极 145 和第三内部电极 146 的掩模来形成第四内部电极 147 和第五内部电极 148。在图 57 中,与图 53 的那些部件对应的部件由相同的附图标记表示,并且省略重复的说明。

[0362] 在变形实例 9-1 中,第四内部电极 147 具有通过将第二内部电极 145 相对在 y 方向上的穿过电极主体 132 的重心的轴旋转 180 度而获得的结构。换句话说,第二内部电极 145 具有通过相对在 y 方向上的轴反转第二内部电极 145 所获得的结构。因此,当在 xy 平面上观察时,第四内部电极 147 的连接电极 133 与第二内部电极 145 的连接电极 133 被布置为在相同的侧表面上彼此分开。此外,与第九种实施方式类似,第五外部端子 143e 连接到第四内部电极 147 的连接电极 133。

[0363] 第五内部电极 148 具有通过将第二内部电极 145 相对在 y 方向上的穿过电极主体 132 的重心的轴旋转 180 度并且将其相对在 z 方向上的穿过电极主体 132 的重心的轴上旋转 180 度而获得结构。换句话说,第五内部电极 148 具有通过相对在 y 方向上的轴反转第八种实施方式的第三内部电极 146 所获得的结构。此外,与第八种实施方式类似,第六外部端子 143f 连接到第五内部电极 148 的连接电极 133。

[0364] 在变形实例 9-1 中,与图 52B 的可变电容元件类似的可变电容元件 153 可通过如下步骤形成:使用相同的掩模形成第二内部电极 145 至第五内部电极 148;以及在旋转和/或反转介电层的同时,堆叠其上形成相应内部电极的片状的介电层 85。具体地,如图 57 所示,以其中电极平面面对上表面的状态堆叠第一内部电极 144 至第三内部电极 146,以及以其中电极平面面对下表面的状态堆叠第四内部电极 147 至第六内部电极 149。此外,其上未形成电极的介电层 85 插入在其上形成第三内部电极 146 的介电层 85 与其上形成第四内部电极 147 的介电层 85 之间,并且因此介电层 85 形成在第三内部电极 146 与第四内部电极 147 之间。

[0365] 如上所述,在变形实例 9-1 中,由于第二内部电极 145 至第五内部电极 148 可使用相同的掩模来形成,因此可减少成本。此外,能够获得与在第八种实施方式中相同的效果。

[0366] 此外,与变形实例 7-2 类似,根据变形实例 9-1 的可变电容元件可设置有应力控制单元。

[0367] 同时,在第一种至第九种实施方式中,在每一个内部电极中,连接电极的连接到外部端子的端部宽度被设置为小于电极主体的宽度,但是连接电极的连接到外部端子的端部宽度可被适当地改变。例如,对于仅施加 DC 电压的电极,由于在连接电极中的高电阻是没有问题的,因此允许连接电极的宽度小于电极主体的宽度,但是对于流入 AC 电流的电极,优选地鉴于电阻,连接电极形成为具有大的宽度。此外,当残余应力由应力控制单元或多层堆叠的电极控制时,最外层的电极的连接电极可具有很大宽度。此外,作为减少连接电极的电极电阻的方法,存在增加电极的宽度的方法、减少长度的方法以及增加厚度的方法,但是可以通过组合这些方法采用优选的形式。

[0368] 此外,已经结合作为电容元件的实例的其中电容根据所施加的电压而变化的可变电容描述了第一种实施方式到第九种实施方式,但是本公开不限于该实例。在第一种实施方式至第九种实施方式中描述的配置可被应用于其中无论输入信号的类型及其信号电平电容几乎不变化的电容元件(在下文中称为“恒定电容元件”),。

[0369] 在该情况下,介电层由相对介电常数低的顺电材料制成。顺电材料的实例包括纸、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚丙烯、聚苯硫醚、聚苯乙烯、 TiO_2 、 MgTiO_2 、 MgTiO_3 、 SrMgTiO_2 、 Al_2O_3 和 Ta_2O_5 。恒定电容元件可通过与第一种实施方式的可变电容元件相同的方法来制造。

[0370] 此外,适于本公开的静电电容元件的电容 C (F) 还取决于使用频率 f (Hz)。本公开适于其中阻抗 Z (欧姆) ($Z=1/2\pi fc$) 是 2 欧姆或更多、优选地是 15 欧姆或更多以及更优选地是 100 欧姆或更多的具有电容 C (F) 的电容元件。

[0371] <10. 第十实施方式:谐振电路>

[0372] 接着,将描述根据本发明的第十种实施方式的谐振电路。本实施方式是其中本发明的电容元件应用到谐振电路的实例,并且特别地是其中应用第一种实施方式的可变电容元件 1 的实例。此外,在本实施方式中,谐振电路用于非接触 IC 卡。

[0373] 图 58 是示出使用本实施方式的谐振电路的非接触 IC 卡 530 的接收系统电路的方框结构视图。在本实施方式中,为了简化说明,未示出信号发射系统(调制系统)电路单元。发射系统电路单元具有与现有技术的非接触 IC 卡相同的结构。

[0374] 如图 58 所示,非接触 IC 卡包括接收单元 531(天线)、整流单元 532 以及信号处理单元 533。

[0375] 接收单元 531 配置有包括谐振线圈 534 和谐振电容器 535 的谐振电路,并且从非接触 IC 卡 530 的 R/W(未示出)发送的信号由谐振电路接收。在图 58 中,谐振线圈 534 被分成电感组件 534a (L) 和电阻组件 534b (r:大约几欧姆)。

[0376] 谐振电容器 535 被配置为使电容 C_0 的电容器 535a 与其中电容 C_v 根据所接收的信号电压值(接收电压值)而变化的可变电容元件 1 并联。换句话说,在本实施方式中,可变电容元件 1 连接到现有技术的天线(包括谐振线圈 534 和电容器 535a 的谐振电路)。

[0377] 作为电容器 535a,与现有技术的天线类似,使用由顺电材料形成的电容器。由顺电材料形成的电容器 535a 的相对介电常数很低,并且无论输入电压的类型(AC 或 DC)及其电压值,其具有几乎不变化的电容。因此,电容器 535a 在输入信号上具有非常稳定的特性。在现有技术的天线中,为了防止天线的谐振频率偏离,使用在输入信号上具有高稳定性的顺电材料形成的电容器。

[0378] 此外,在实际电路中,存在由在信号处理单元 533 中的集成电路的输入端子的寄生电容引起的谐振线圈 534 的电感组件 L 中的变化或接收单元 531 的电容变化(大约几个 pF),并且变化量根据每个非接触 IC 卡 530 而不同。在这方面,在本实施方式中,为了抑制(校正)这种影响,通过调整电容器 535a 的电极图案来适当地调节电容 C_0 。

[0379] 整流单元 532 配置有包括整流二极管 536 和整流电容器 537 的半波整流电路、将由接收单元 531 接收的 AC 电压整流为 DC 电流并输出 DC 电压。

[0380] 信号处理单元 533 主要配置有半导体器件的集成电路(大规模集成(LSI)),并解调由接收单元 531 接收的 AC 信号。在信号处理单元 533 中的 LSI 由从整流单元 532 供应的 DC 电压来驱动。此外,在现有技术的非接触 IC 卡中使用的 LSI 可被用作 LSI。

[0381] 在本实施方式中,在用于接收单元的可变电容元件 1 中,堆叠的内部电极的中心(重心)被布置在堆叠方向上的直线上,并且因此获得很大的残余应力。因此,改善了电气特性,并且以低电压获得很大的可变宽度。此外,由于随着可变宽度增加,在谐振电容器上的变化负载减少,因此当谐振电容器的介电层在厚度上增加时,耐受电压提高,并且因此可以

处理大的 AC 电压。

[0382] 在本实施方式中,作为谐振电路的可变电容器,使用了第一种实施方式的可变电容器 1,但是可使用第二种实施方式的可变电容器。

[0383] 此外,本技术还可配置为如下。

[0384] (1) 一种静电电容器,包括:

[0385] 介电层;

[0386] 电容器主体,被配置为包括利用插入在其间的介电层形成的至少一对内部电极;以及

[0387] 外部端子,被配置为形成在电容器主体的侧表面上,并且电连接到内部电极,

[0388] 其中,由于在介电层与内部电极之间的线性膨胀系数中的差异而出现的应力集中在利用介电层和其间插入介电层的一对内部电极配置的电容器的中心。

[0389] (2) 根据(1)所述的静电电容器,

[0390] 其中,内部电极包括配置电容器的电极主体和连接到电极主体并连接到外部端子的连接电极,并且

[0391] 其中,配置电容器的至少一个内部电极的电极主体的平面形状是圆形。

[0392] (3) 根据(1)或(2)所述的静电电容器,

[0393] 其中,连接到外部端子的连接电极的端部宽度是电极主体的直径的四分之一或更小。

[0394] (4) 根据(1)到(3)中任一项所述的静电电容器,

[0395] 其中,与其上形成内部电极的电容器主体的平面平行的平面的形状是圆形。

[0396] (5) 根据(1)到(4)中任一项所述的静电电容器,

[0397] 其中,电容器主体的形状是圆柱形。

[0398] (6) 根据(1)到(5)中任一项所述的静电电容器,

[0399] 其中,内部电极包括配置电容器的电极主体和连接到电极主体并连接到外部端子的连接电极,并且

[0400] 配置电容器的至少一个内部电极的电极主体的平面形状是椭圆形。

[0401] (7) 根据(1)到(5)中任一项所述的静电电容器,

[0402] 其中,内部电极包括配置电容器的电极主体和连接到电极主体并连接到外部端子的连接电极,并且

[0403] 其中,配置电容器的至少一个内部电极的电极主体的平面形状是正五边形或更高阶的多边形。

[0404] (8) 根据(1)到(7)中任一项所述的静电电容器,

[0405] 其中,内部电极包括:配置电容器的电极主体;连接电极,连接到电极主体并连接到外部端子;以及浮置电极,既不连接到电极主体也不连接到外部端子。

[0406] (9) 根据(1)到(7)中任一项所述的静电电容器,

[0407] 其中,内部电极包括配置电容器的电极主体和连接到电极主体并连接到外部端子的多个连接电极。

[0408] (10) 根据(9)所述的静电电容器,

[0409] 其中,电极主体形成为圆形,并且多个连接电极以相等的间隔形成在电极主体的

圆周方向上。

[0410] (11) 根据(1)到(3)中任一项所述的静电电容元件，

[0411] 其中，电容元件主体的形状是圆柱形。

[0412] (12) 根据(1)到(3)中任一项所述的静电电容元件，

[0413] 其中，电容元件主体的形状是具有正方形的横截面的柱形。

[0414] (13) 根据(1)到(3)中任一项所述的静电电容元件，

[0415] 其中，电容元件主体的形状是具有椭圆形的横截面的柱形。

[0416] (14) 根据(1)到(3)中任一项所述的静电电容元件，

[0417] 其中，电容元件主体的形状是具有多边形的横截面的柱形。

[0418] (15) 根据(1)到(3)中任一项所述的静电电容元件，

[0419] 其中，电容元件主体的形状是具有正多边形的横截面的柱形。

[0420] (16) 根据(1)到(15)中任一项所述的静电电容元件，

[0421] 其中，其上形成内部电极的电容元件主体的平面的形状与内部电极的电极主体的形状相同。

[0422] (17) 根据(1)所述的静电电容元件，

[0423] 其中，其上形成内部电极的电容元件主体的平面的形状和内部电极的电极主体的形状是圆形。

[0424] (18) 根据(1)到(17)中任一项所述的静电电容元件，

[0425] 其中，多个内部电极利用插入在其间的介电层来堆叠，并且由多个内部电极形成的多个电容器串联在内部电极的堆叠方向上。

[0426] (19) 根据(18)所述的静电电容元件，

[0427] 其中，堆叠的内部电极的每一个包括配置电容器的电极主体和连接到电极主体并连接到外部端子的多个连接电极，并且

[0428] 内部电极的电极主体具有相同的形状，并且内部电极的电极主体的重心被布置在堆叠方向上的直线上。

[0429] (20) 一种谐振电路，包括：

[0430] 谐振电容器，被配置为包括静电电容器元件，所述谐振电容器包括，

[0431] 介电层，

[0432] 电容元件主体，被配置为包括利用插入在其间的介电层形成的至少一对内部电极，以及

[0433] 外部端子，被配置为形成在电容元件主体的侧表面上，并且电连

[0434] 接到内部电极；以及

[0435] 谐振线圈，被配置为连接到谐振电容器，

[0436] 其中，由于在介电层与内部电极之间的线性膨胀系数中的差异而出现的应力集中在利用介电层和其间插入介电层的一对内部电极配置的电容器的中心。

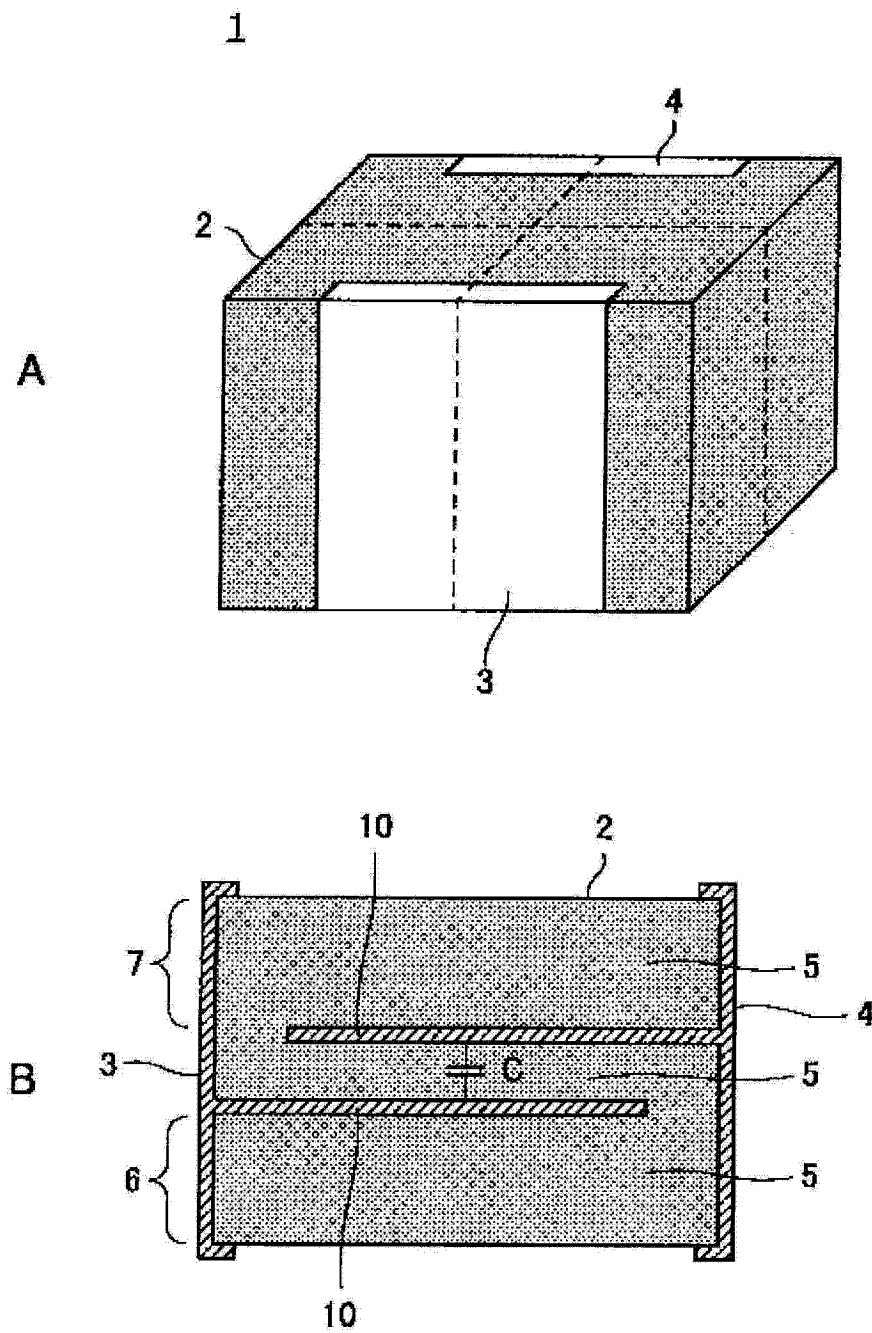


图 1

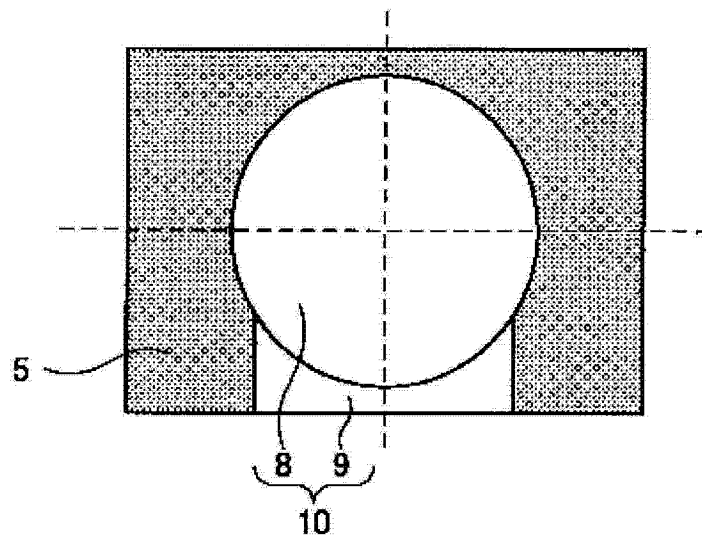


图 2

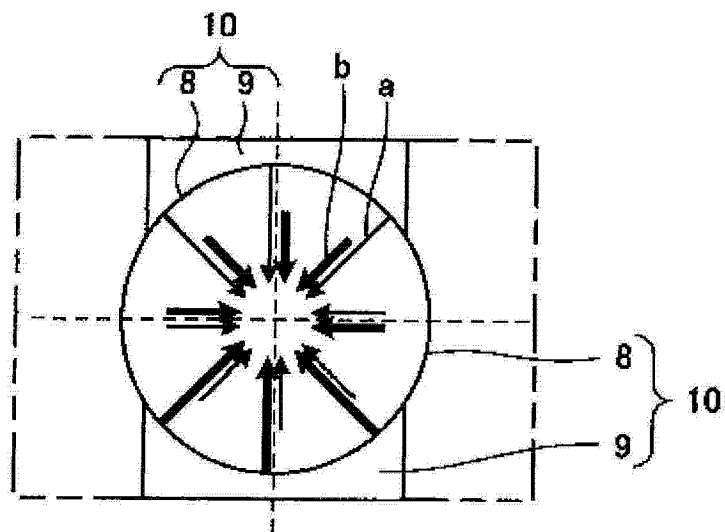


图 3

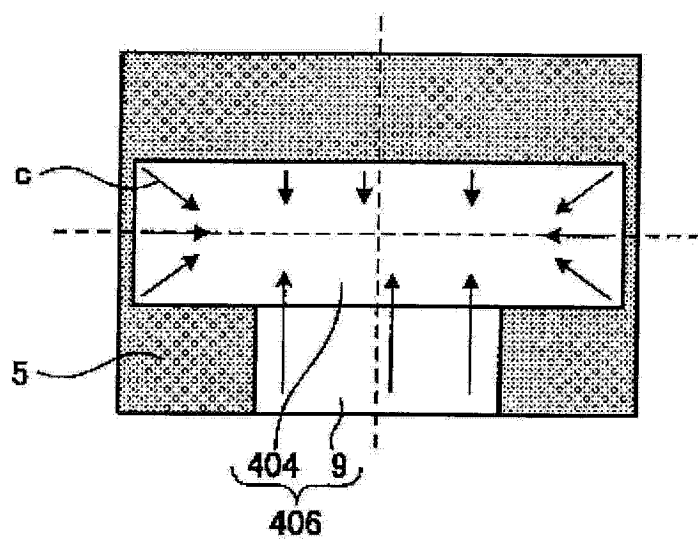


图 4

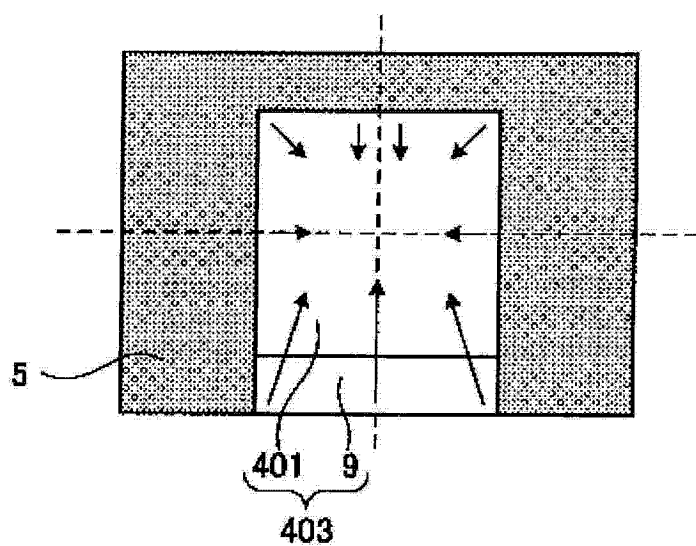


图 5

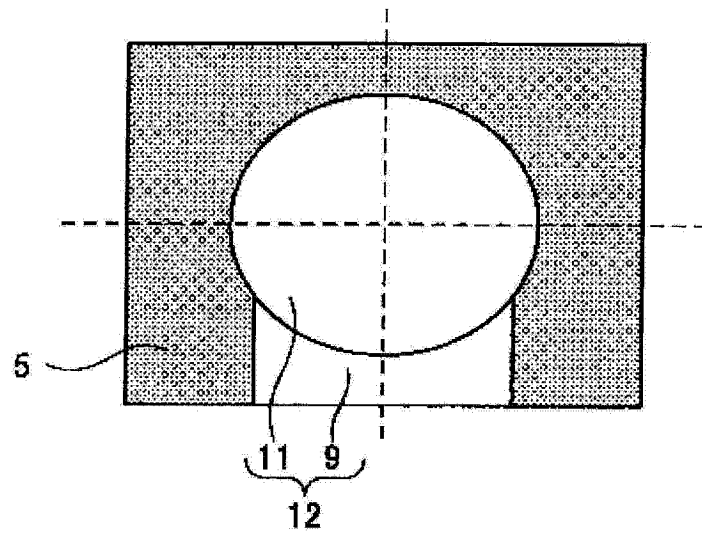


图 6

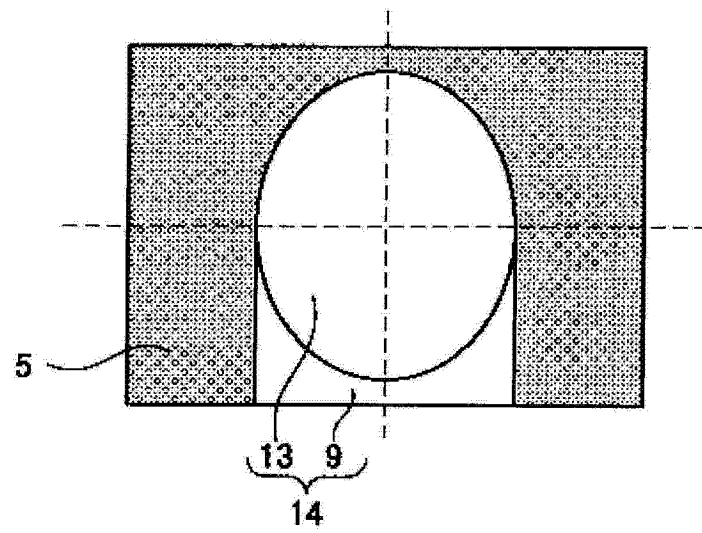


图 7

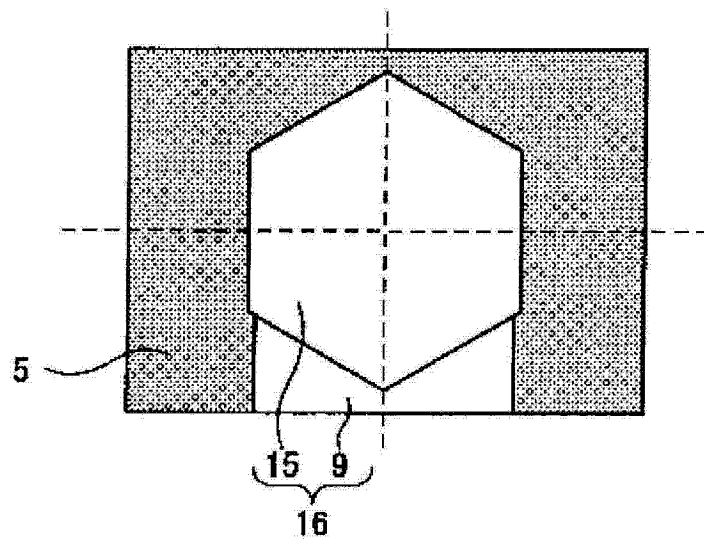


图 8

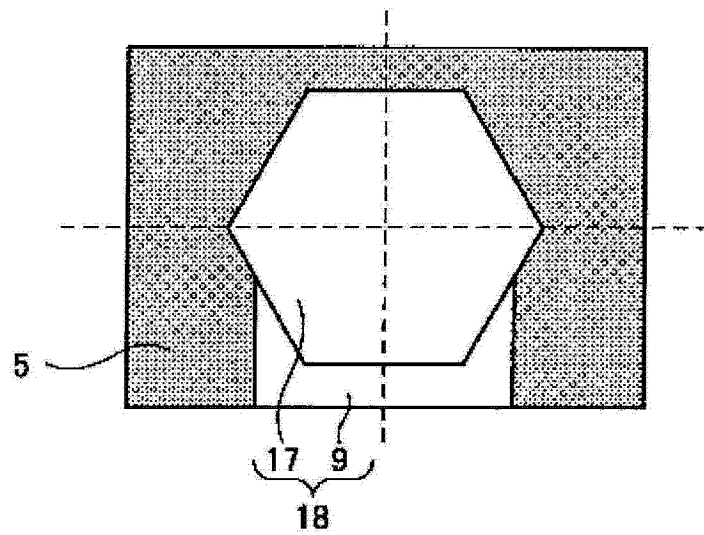


图 9

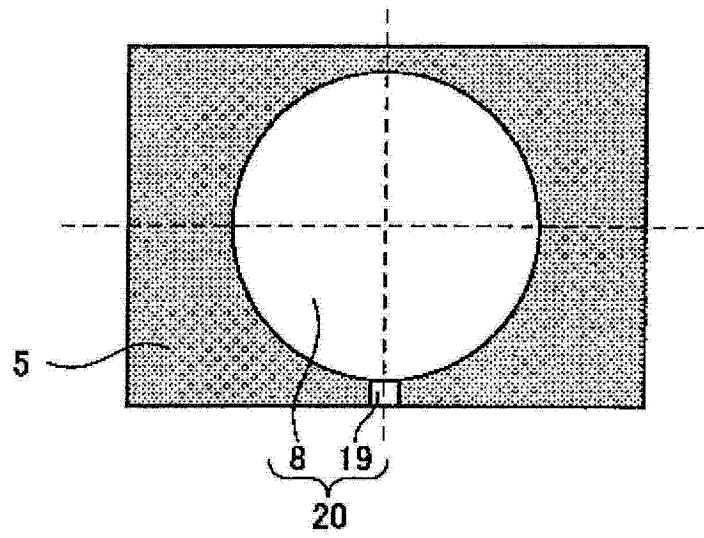


图 10

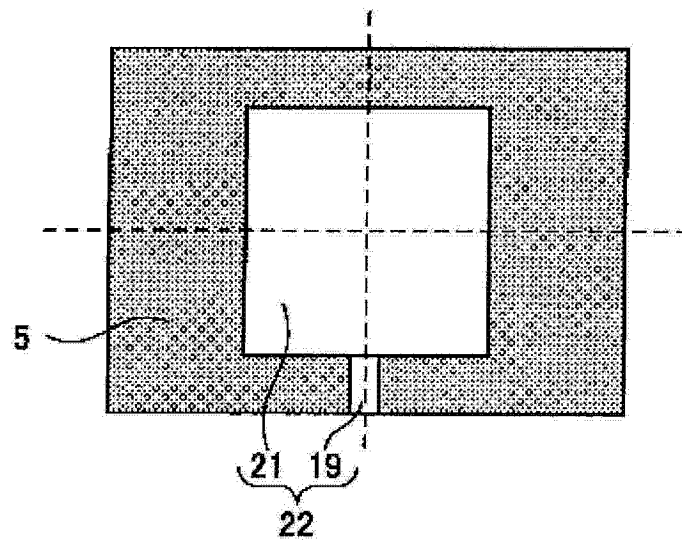


图 11

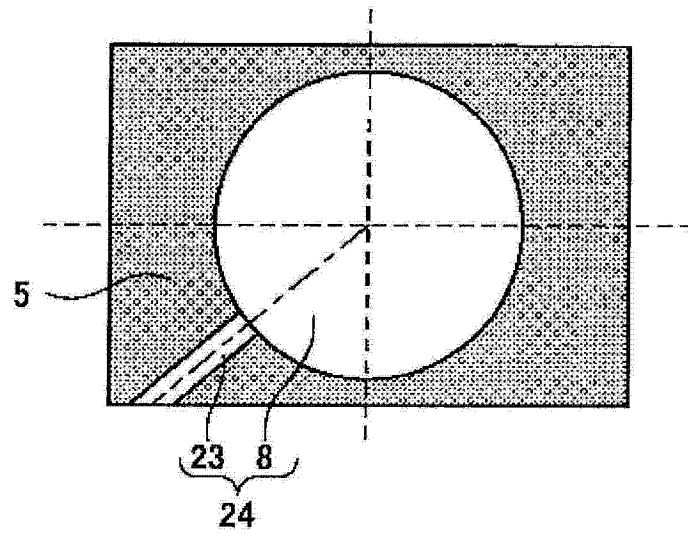


图 12

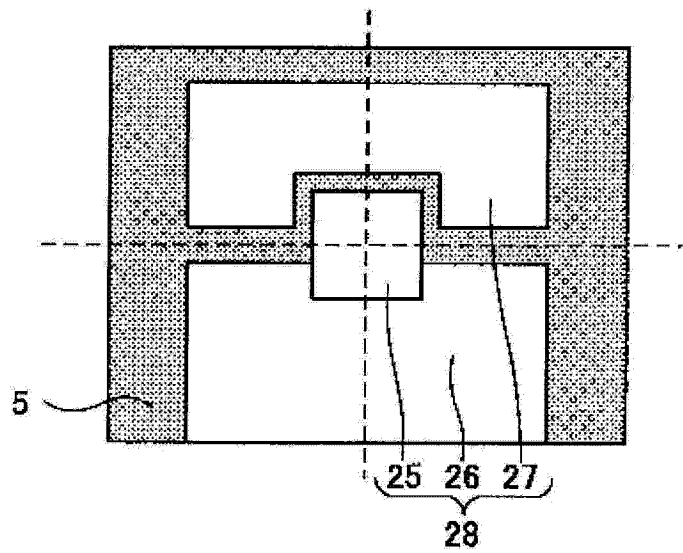


图 13

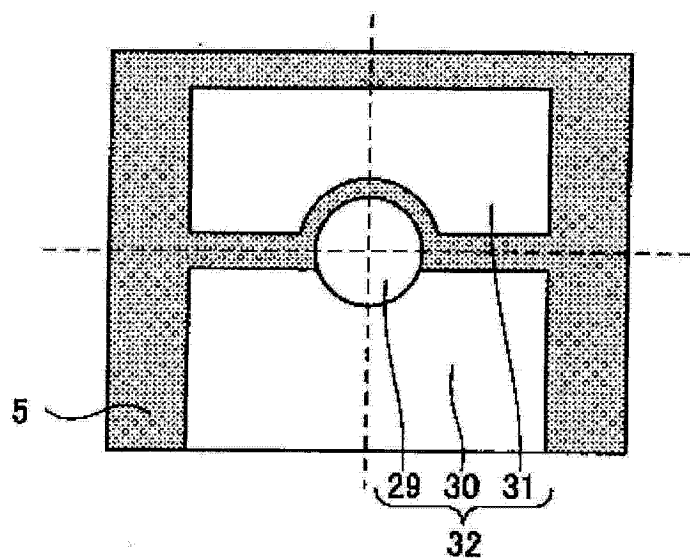


图 14

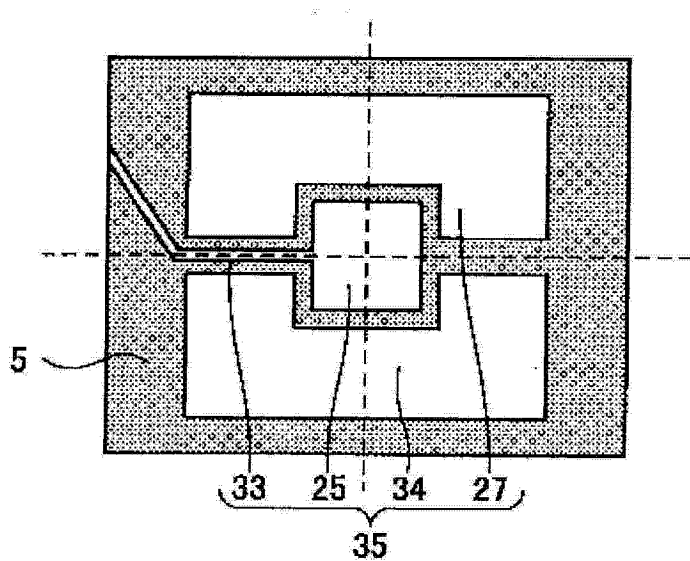


图 15

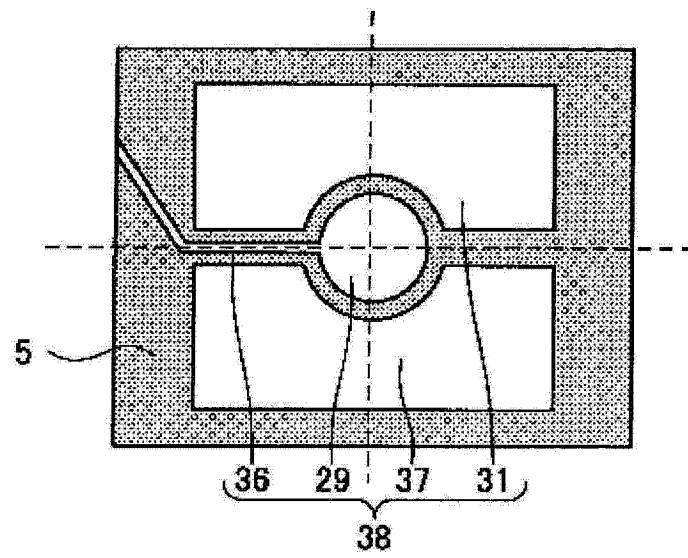


图 16

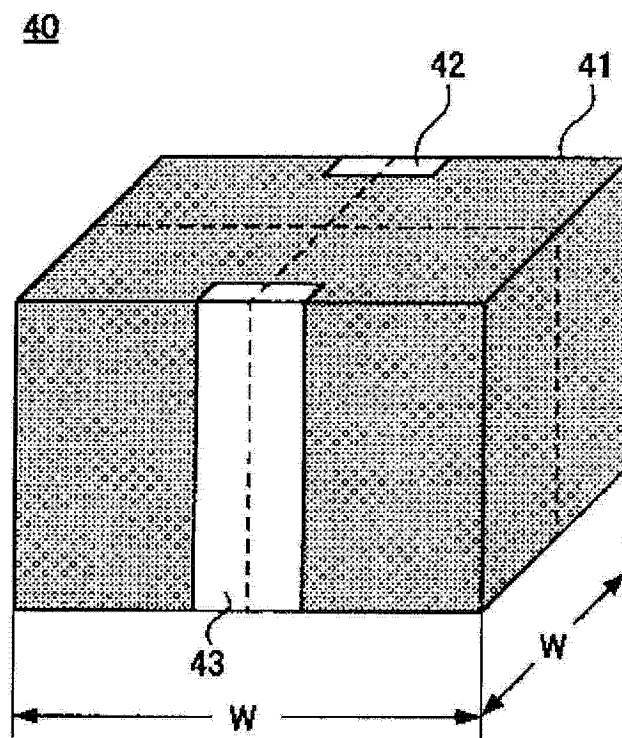


图 17

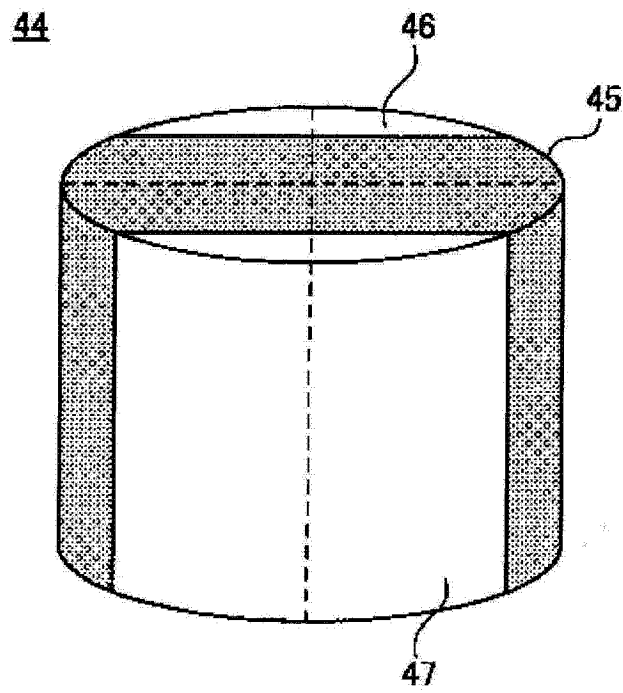


图 18

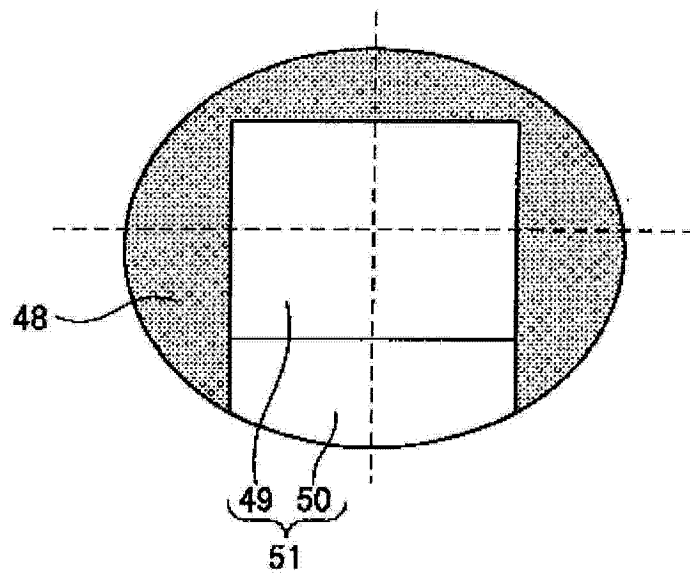


图 19

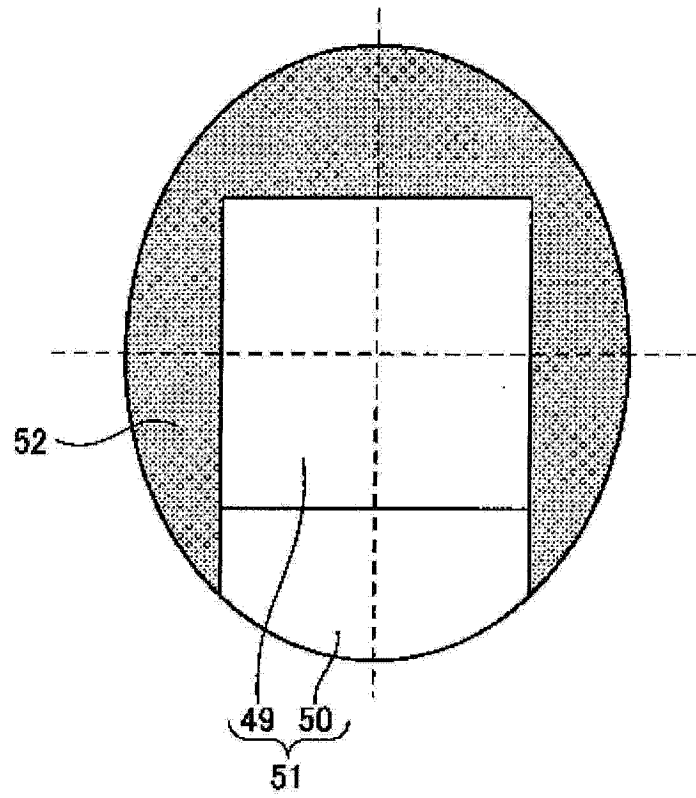


图 20

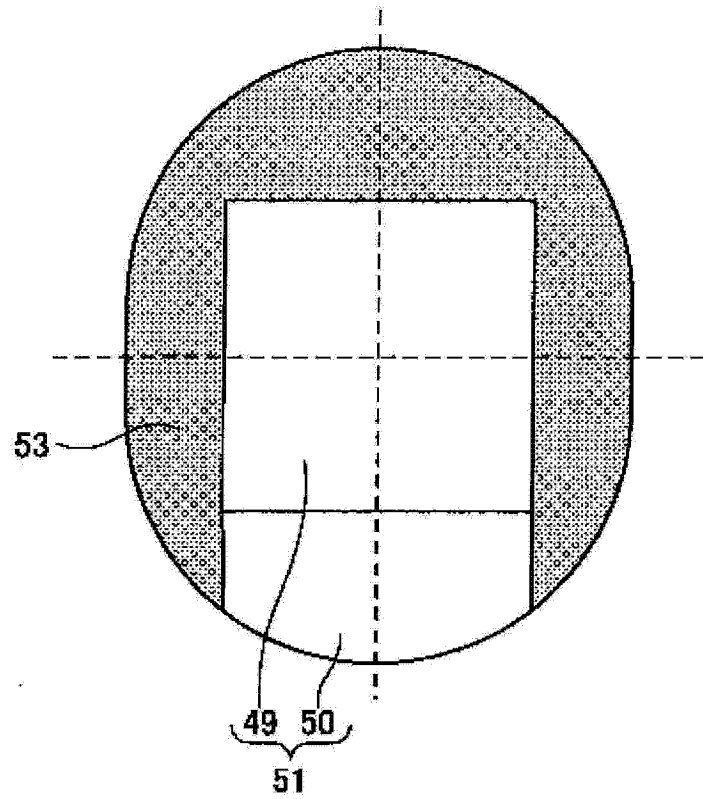


图 21

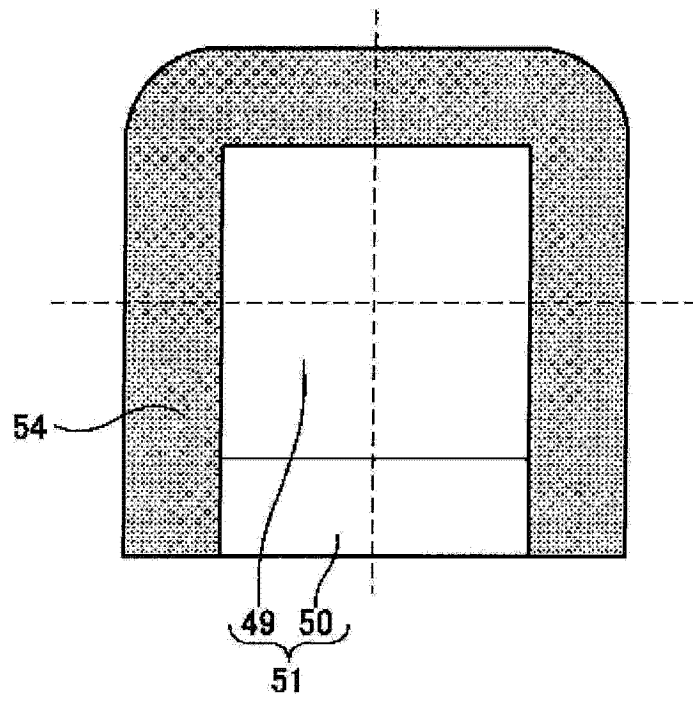


图 22

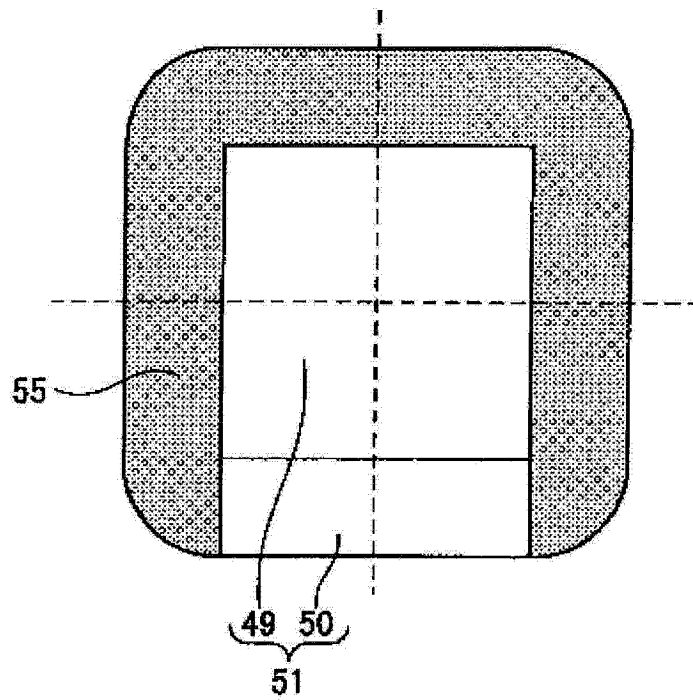


图 23

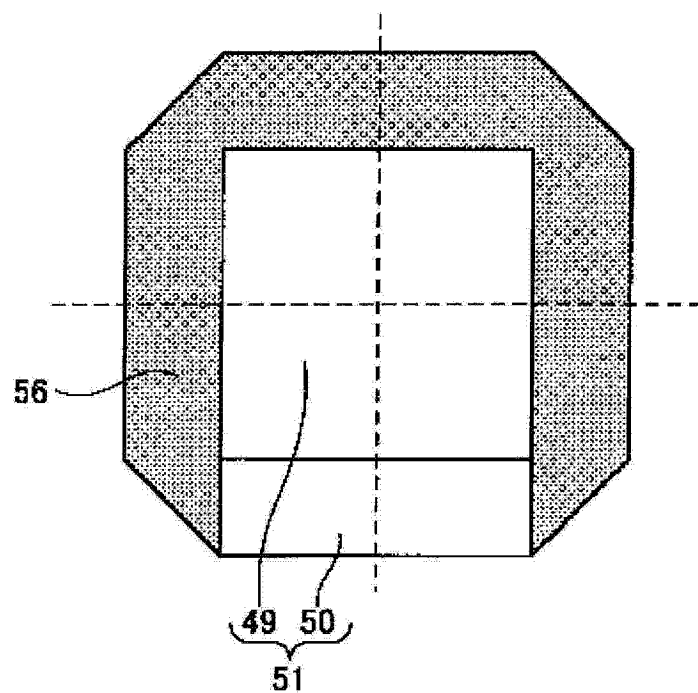


图 24

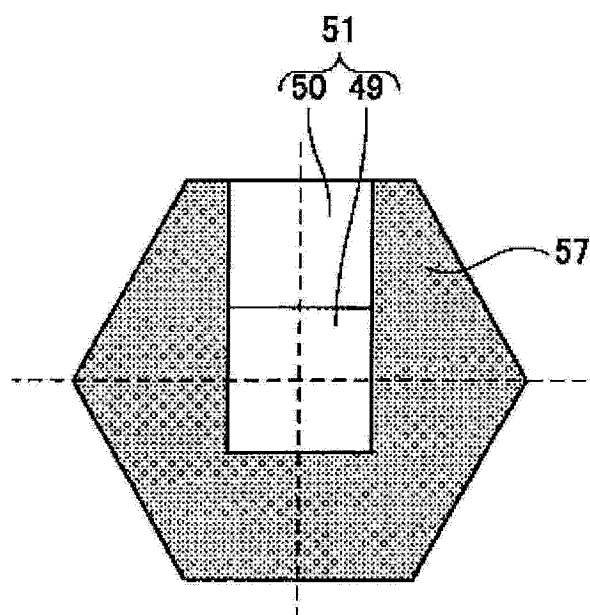


图 25

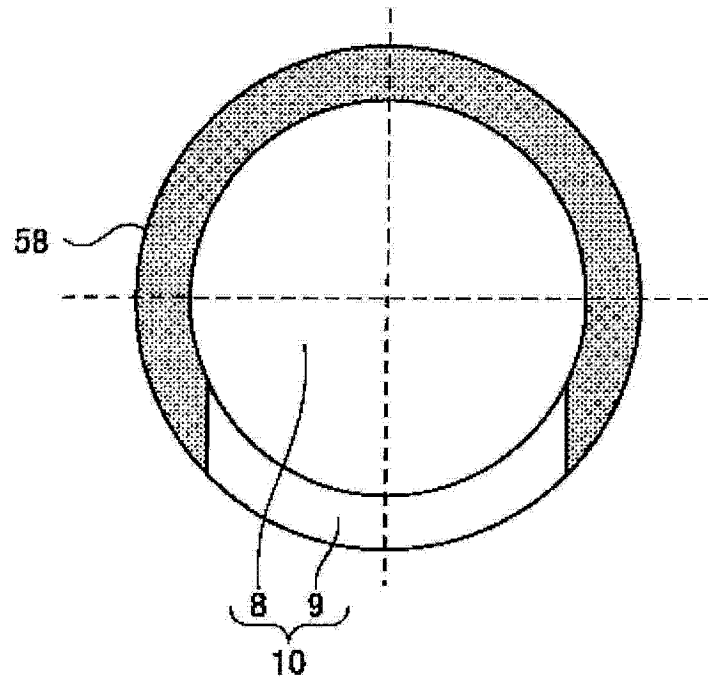


图 26

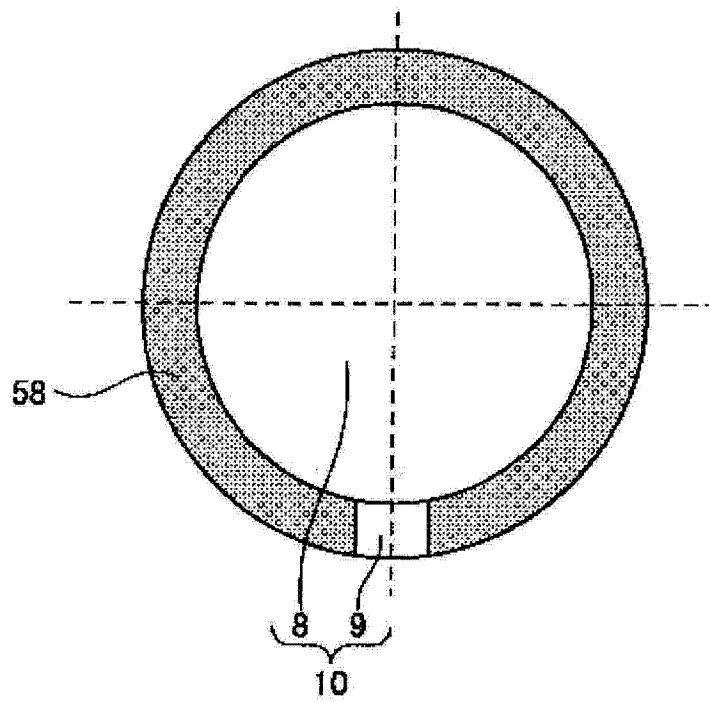


图 27

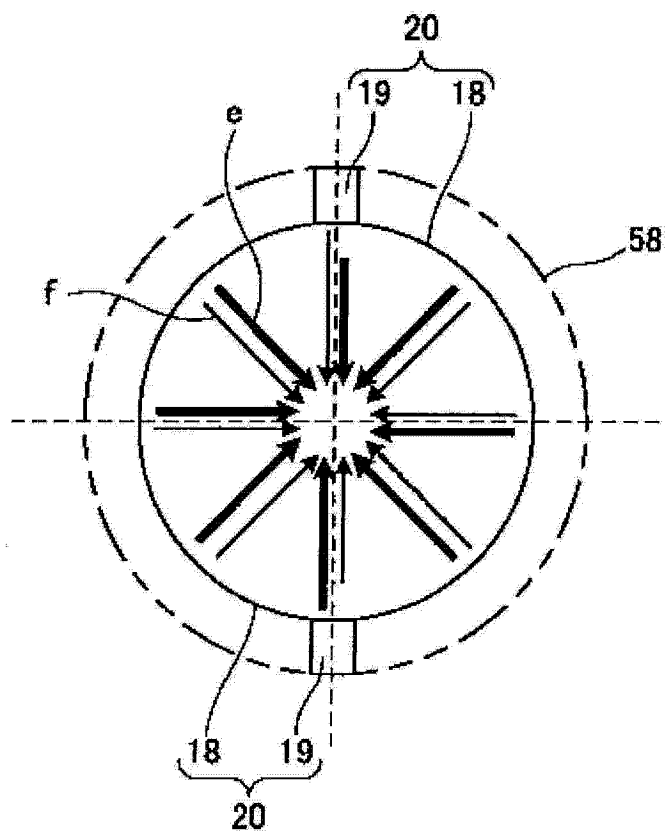


图 28

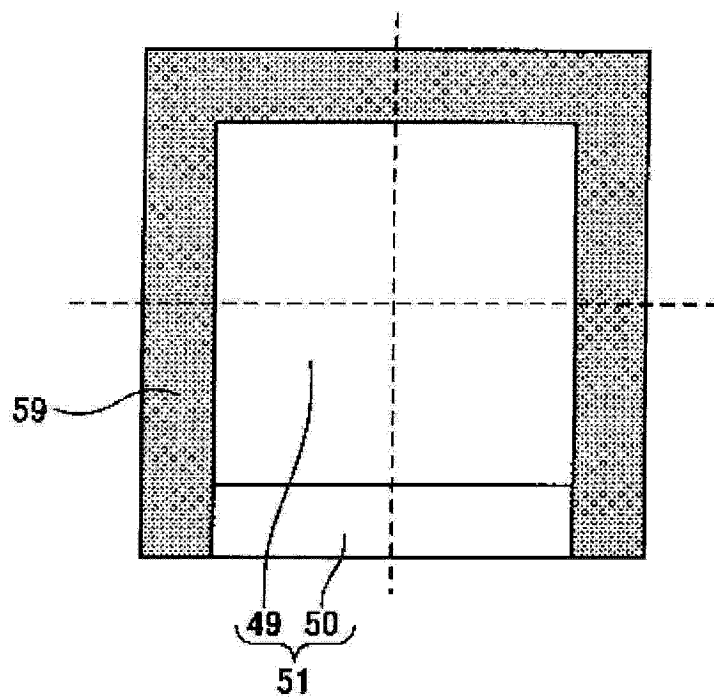


图 29

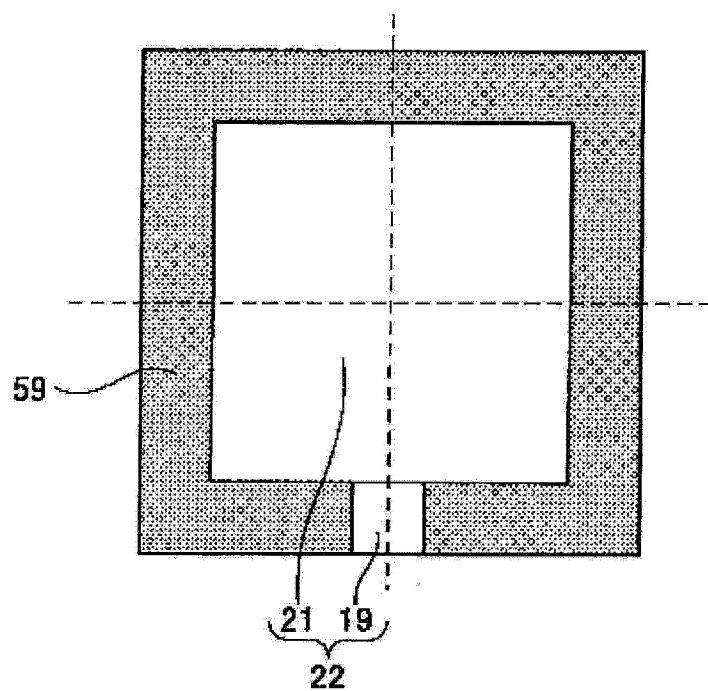


图 30

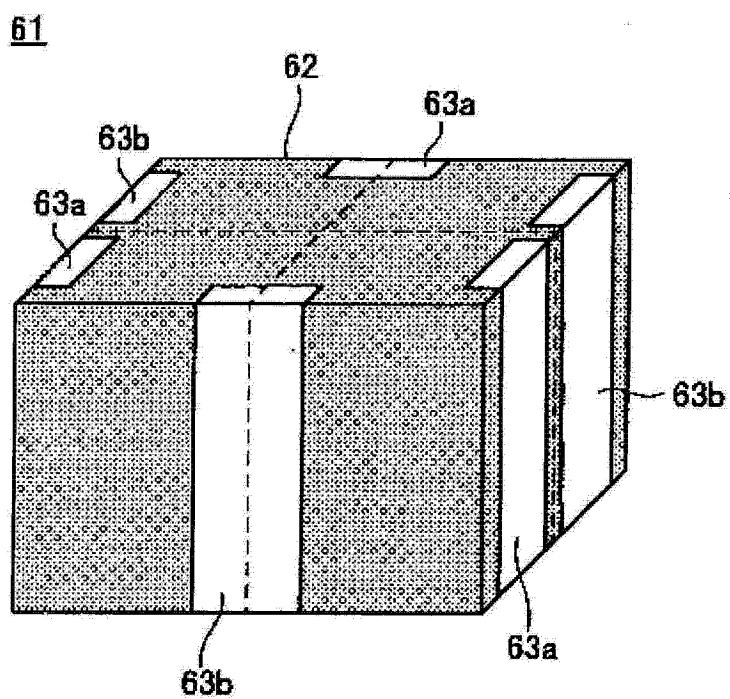


图 31

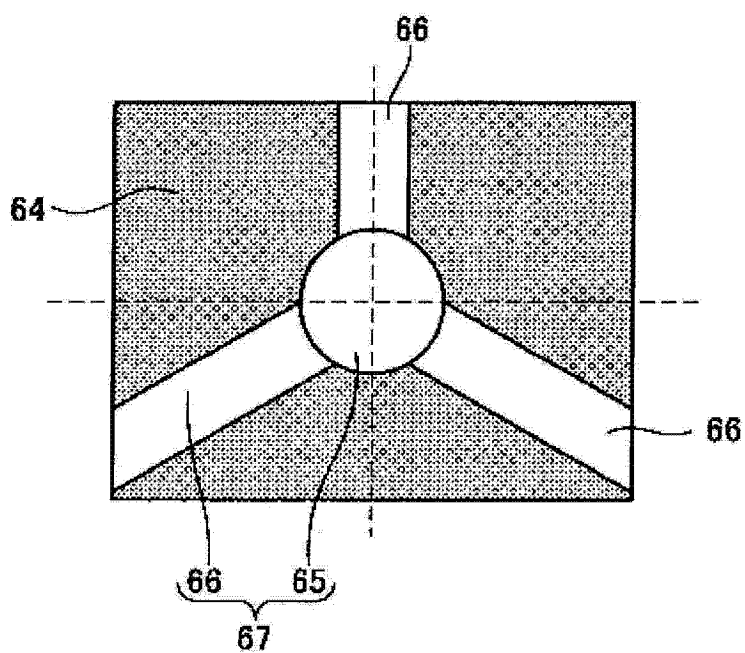


图 32

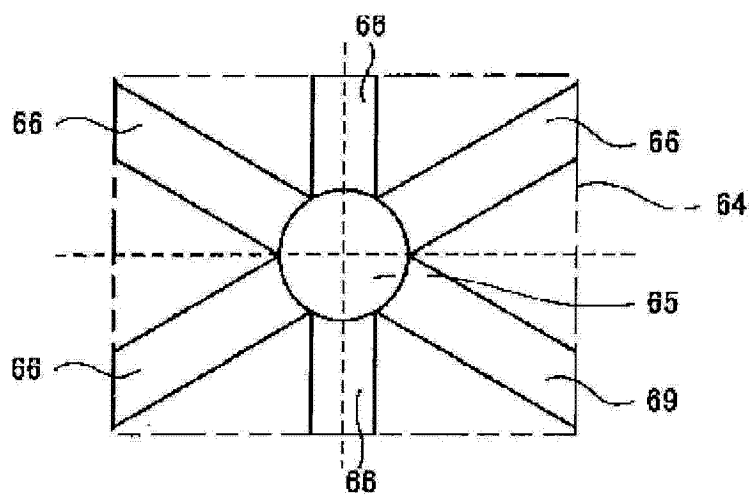


图 33

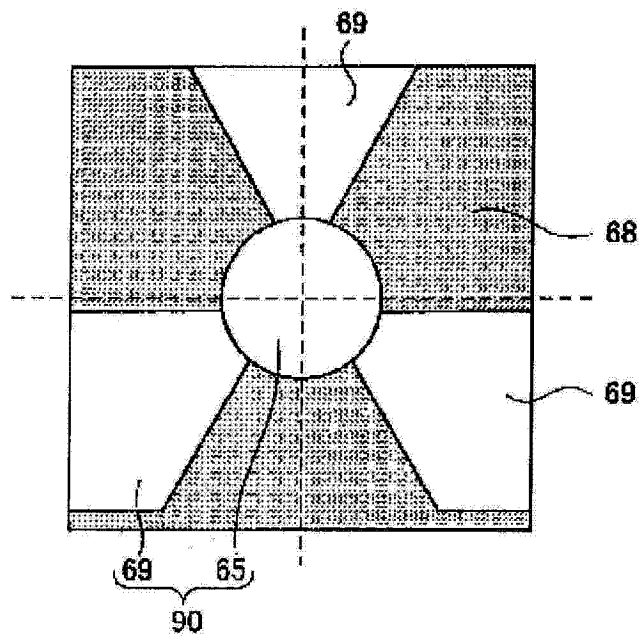


图 34

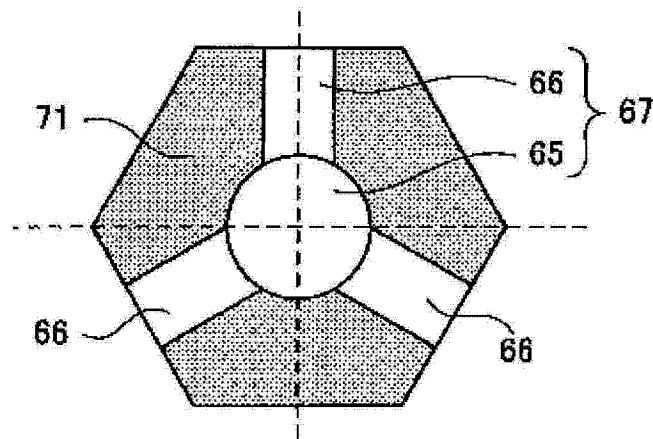


图 35

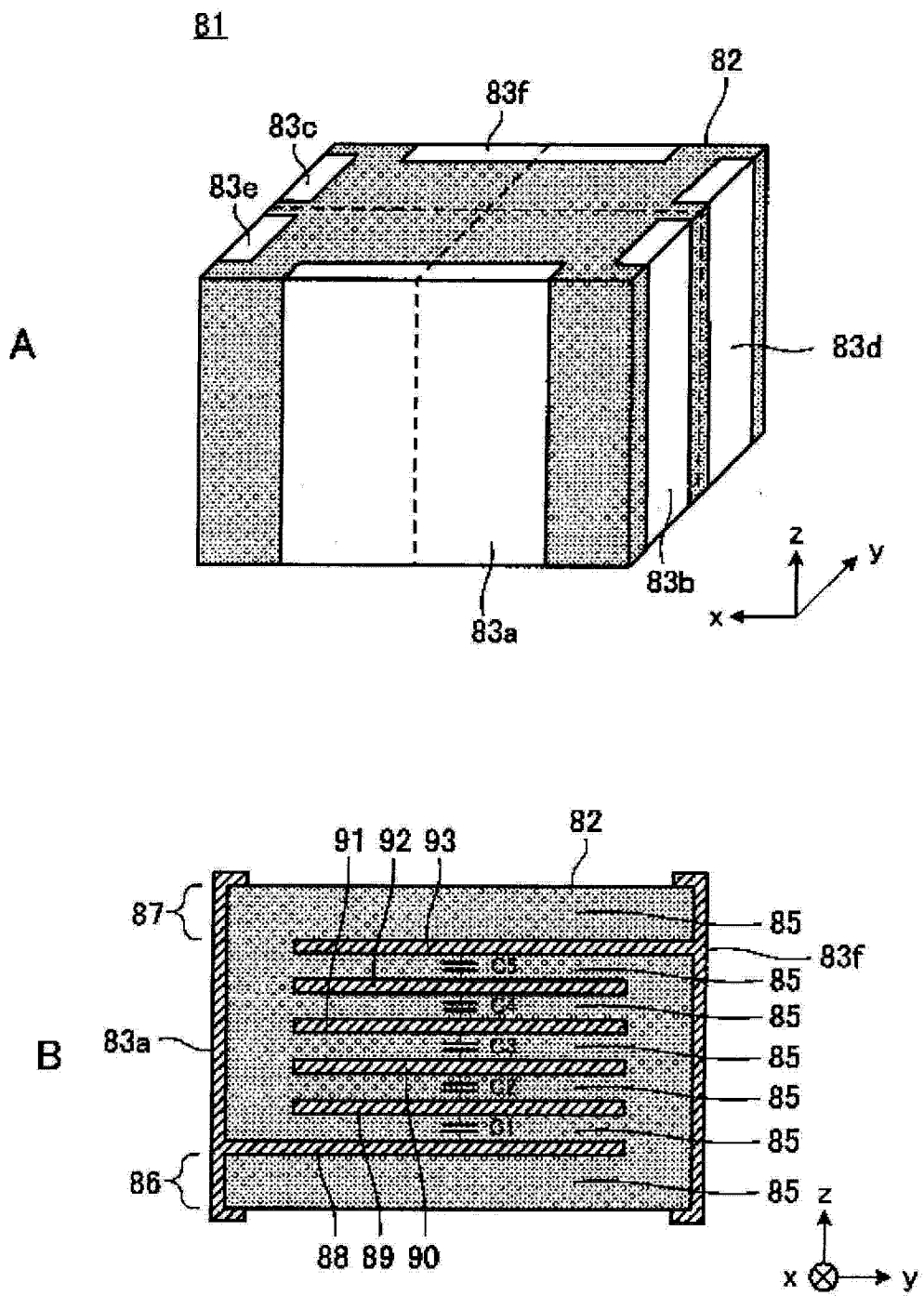


图 36

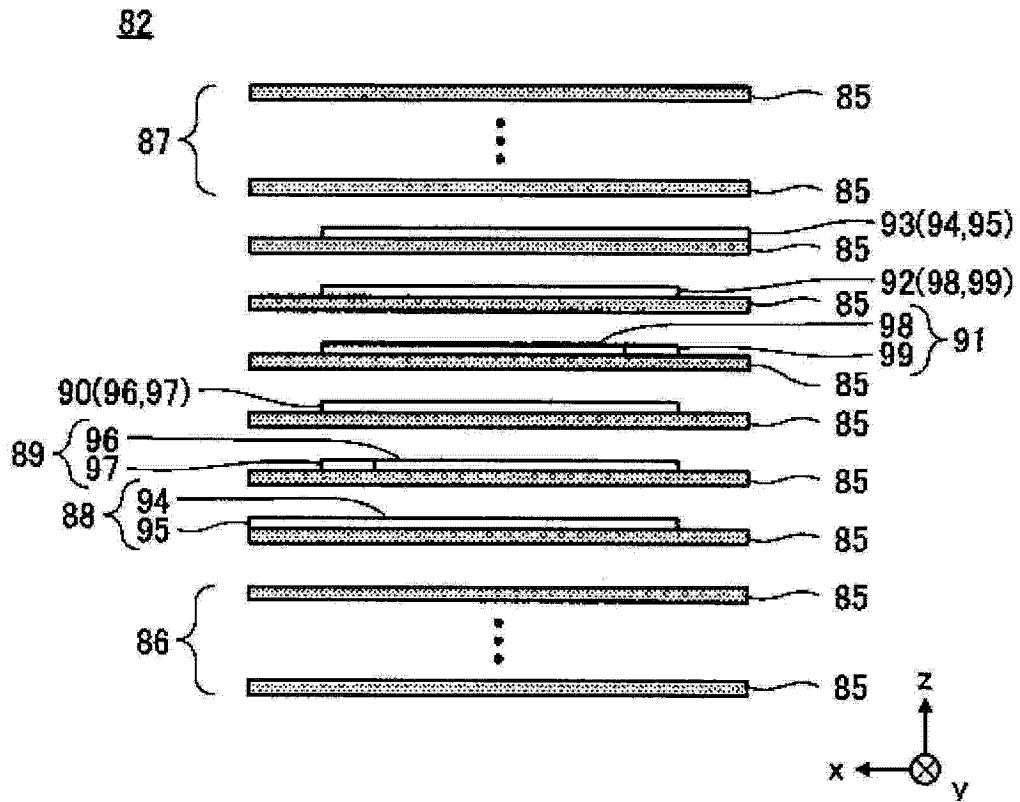


图 37

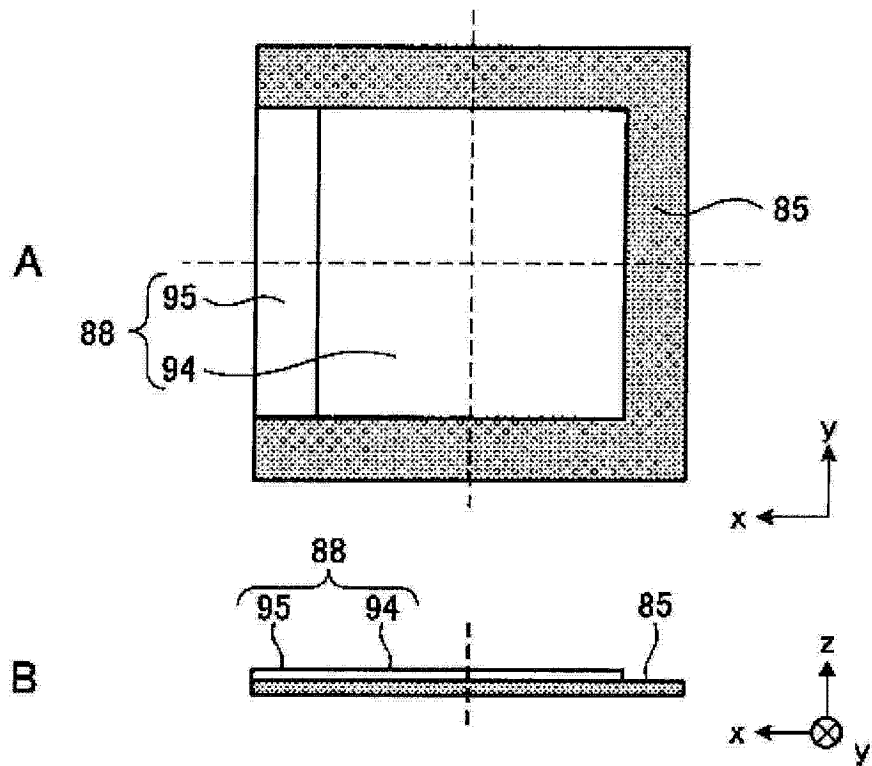


图 38

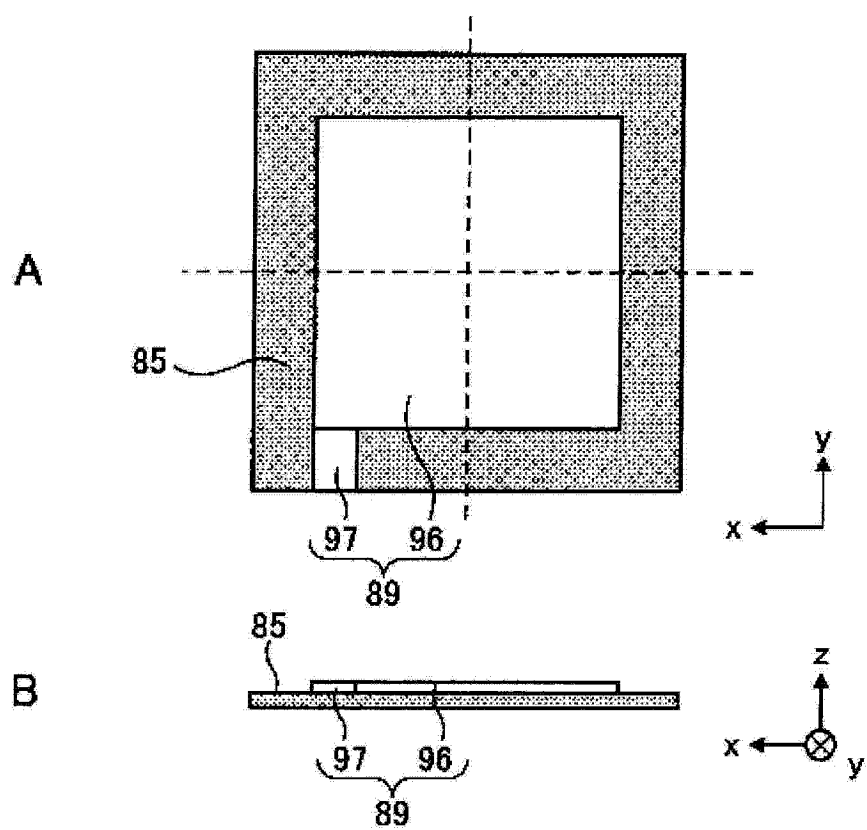


图 39

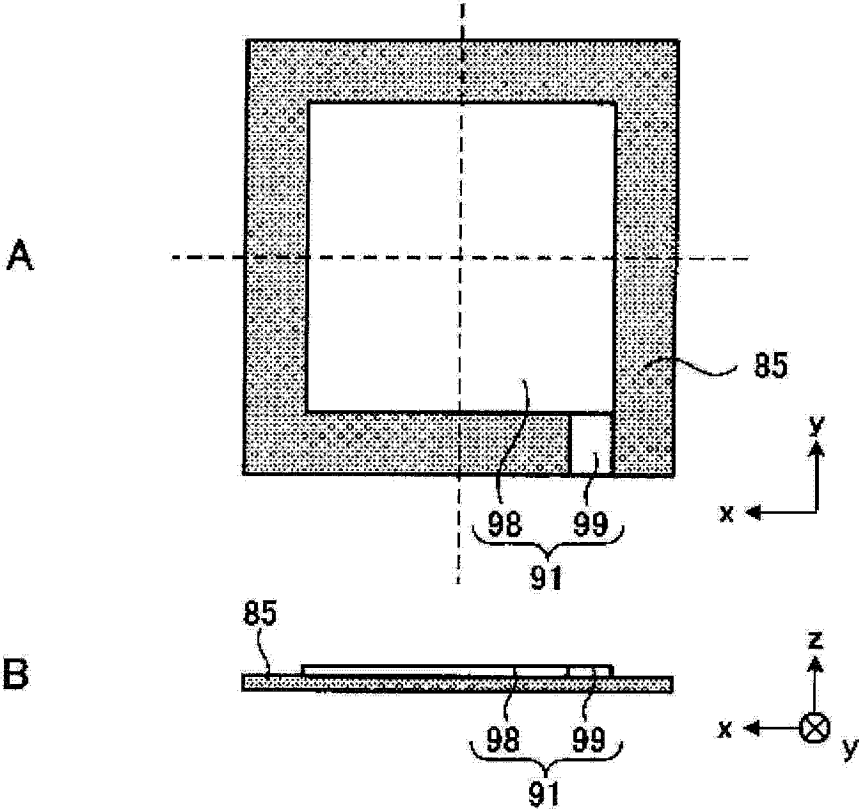


图 40

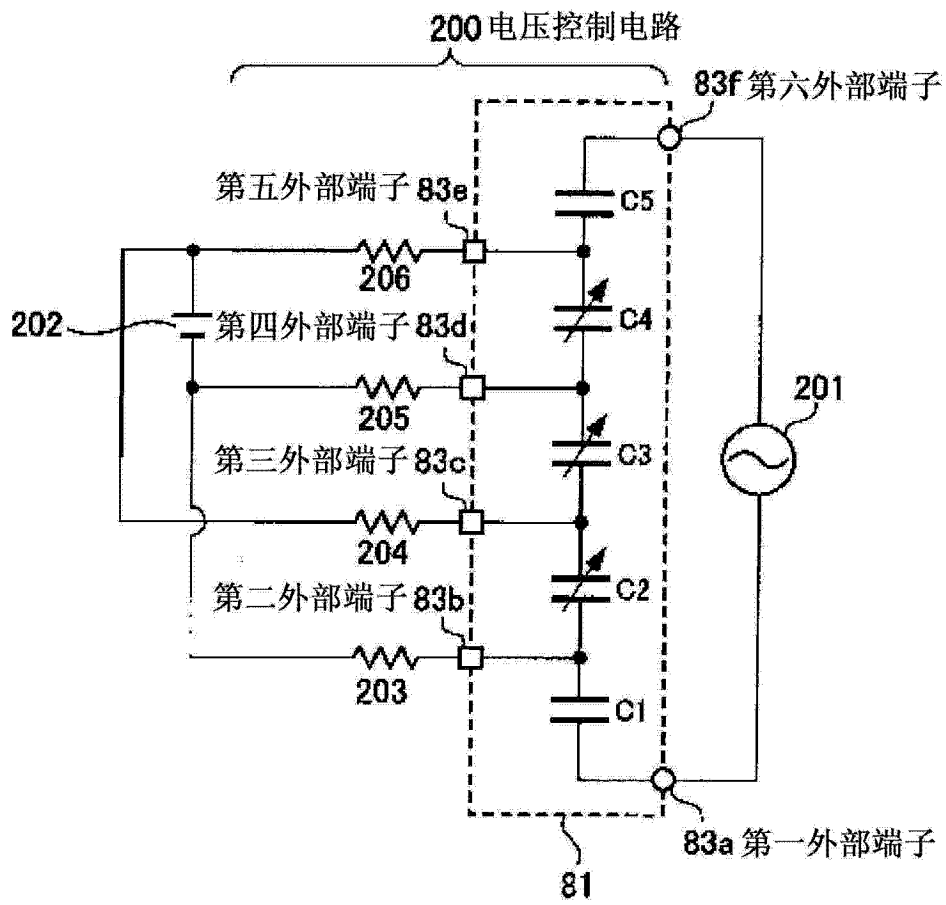


图 41

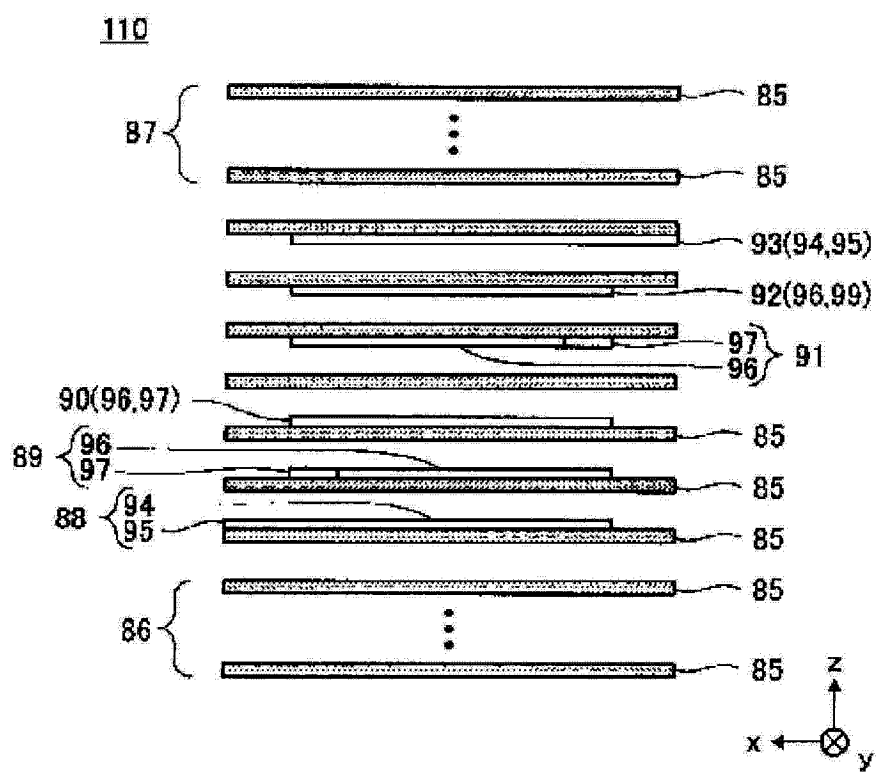


图 42

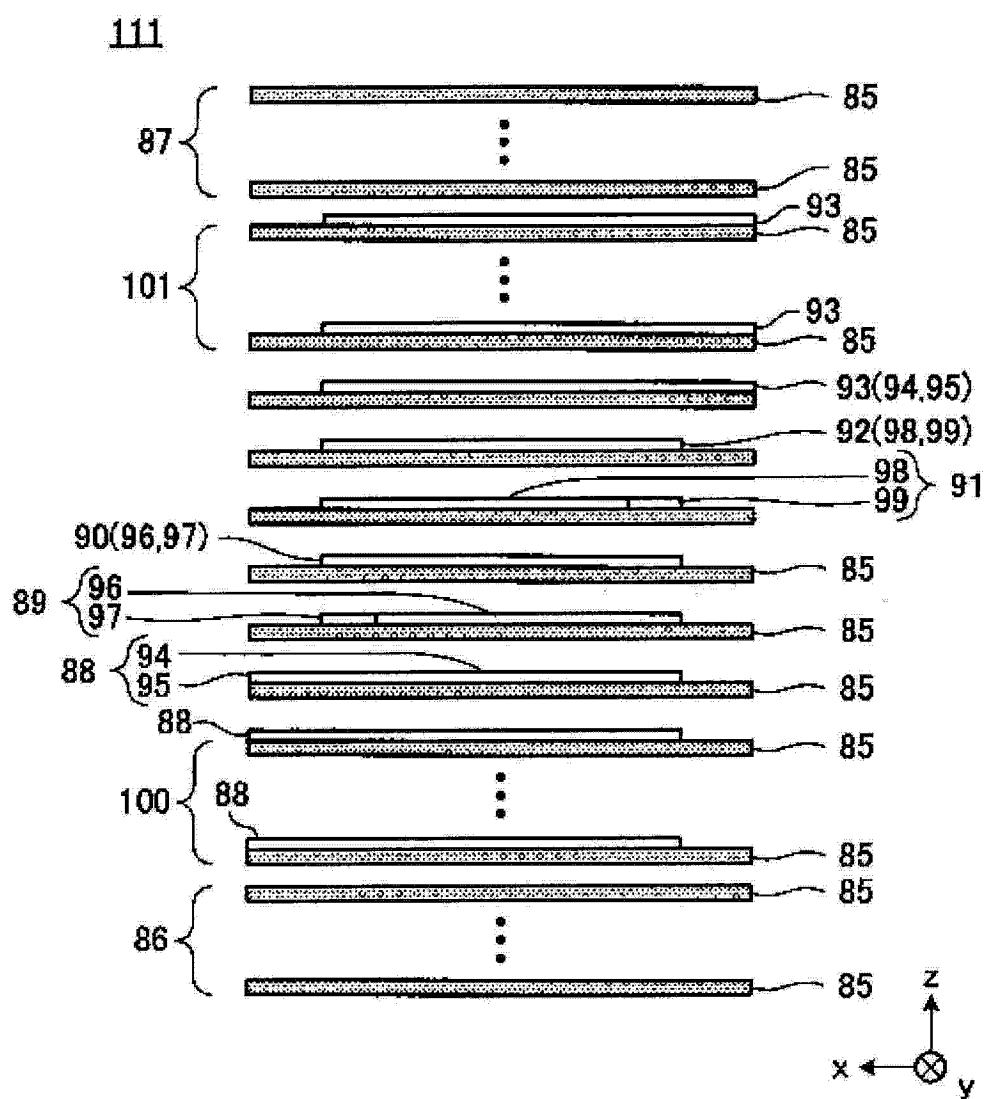


图 43

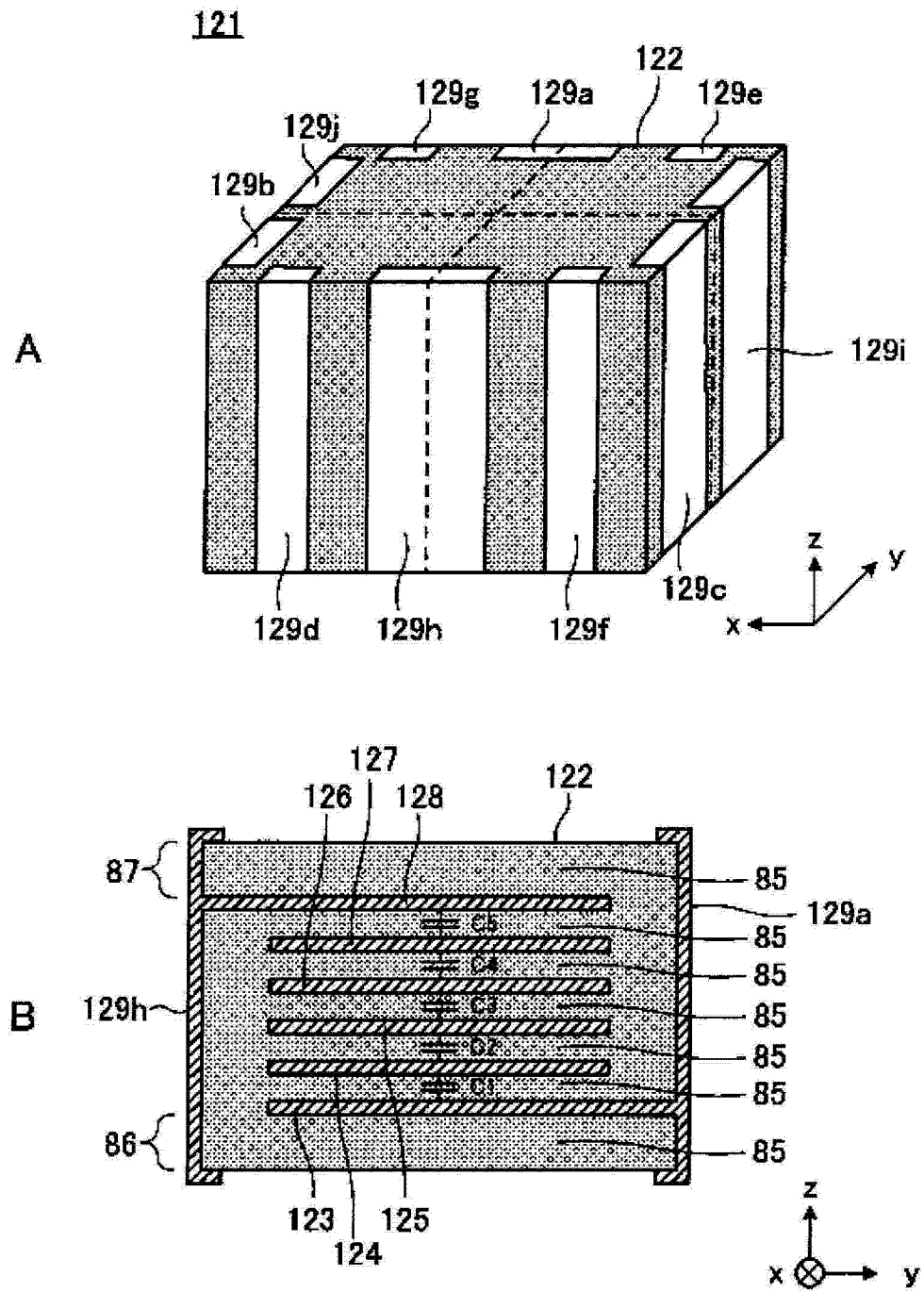


图 44

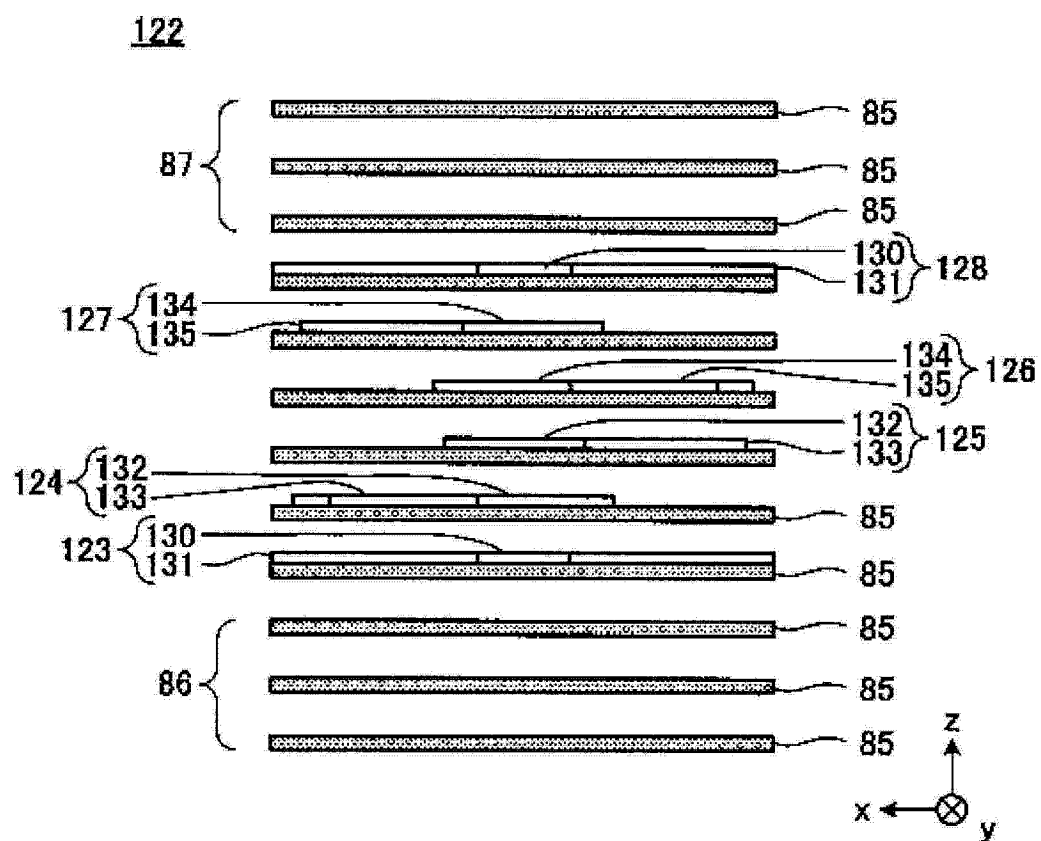


图 45

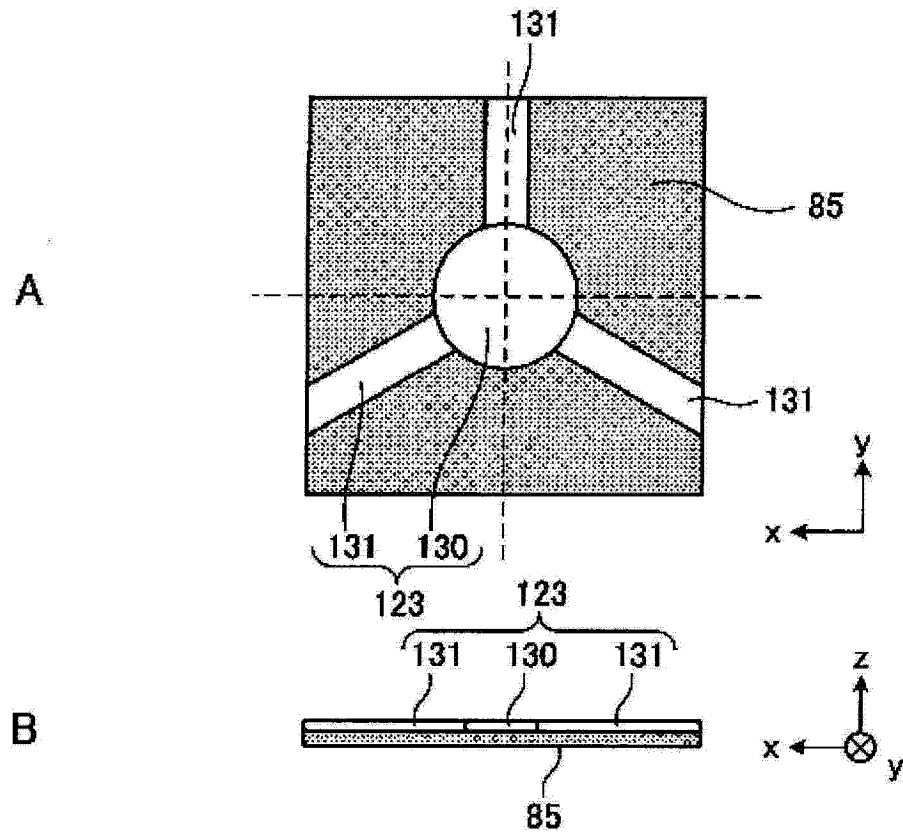


图 46

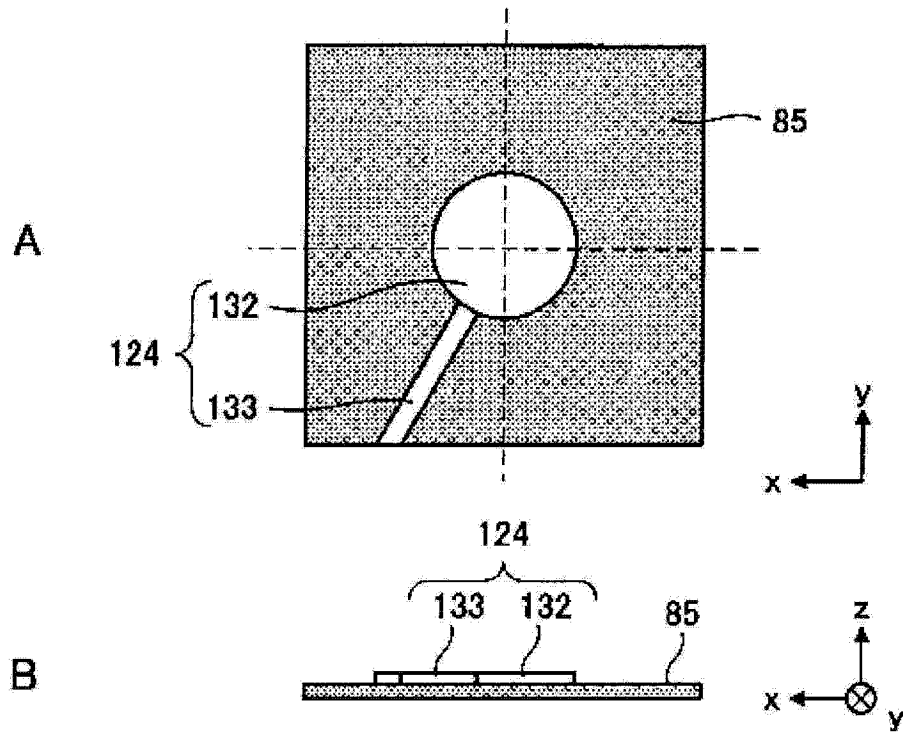


图 47

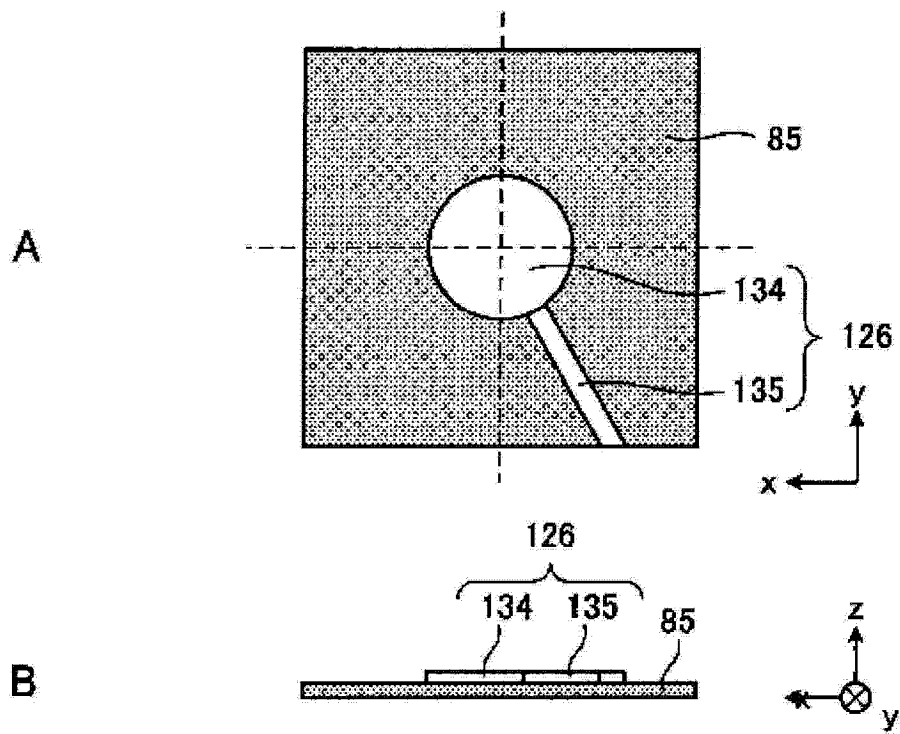


图 48

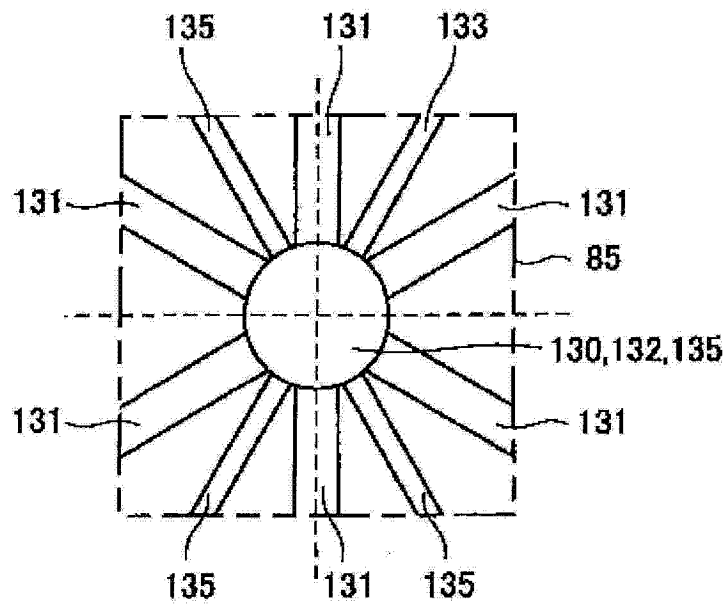


图 49

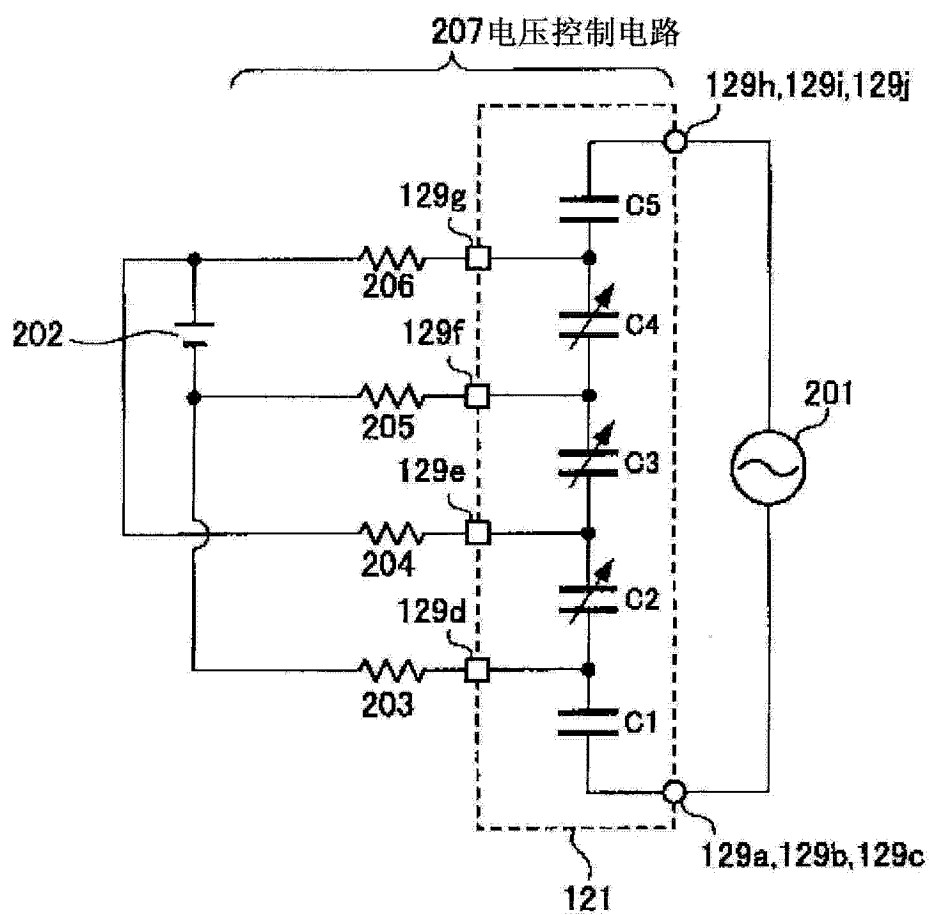


图 50

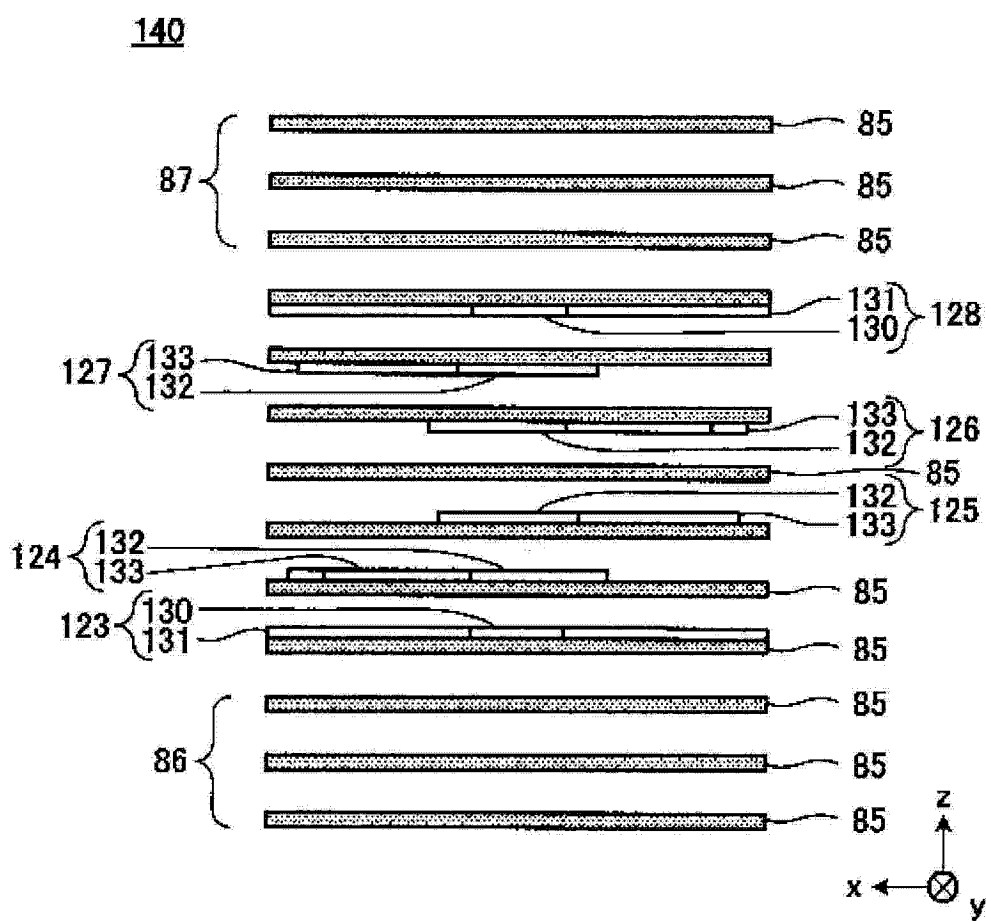


图 51

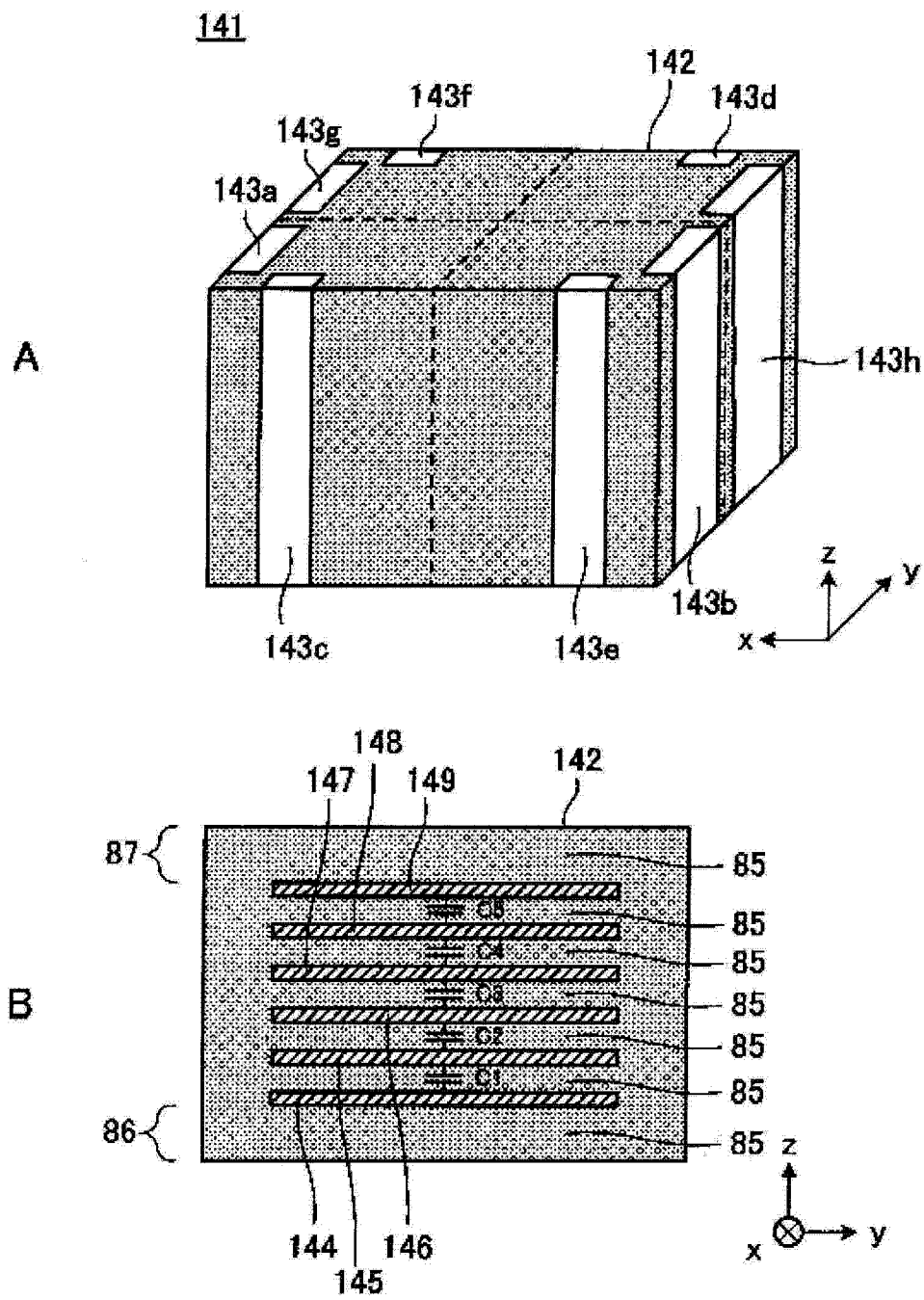


图 52

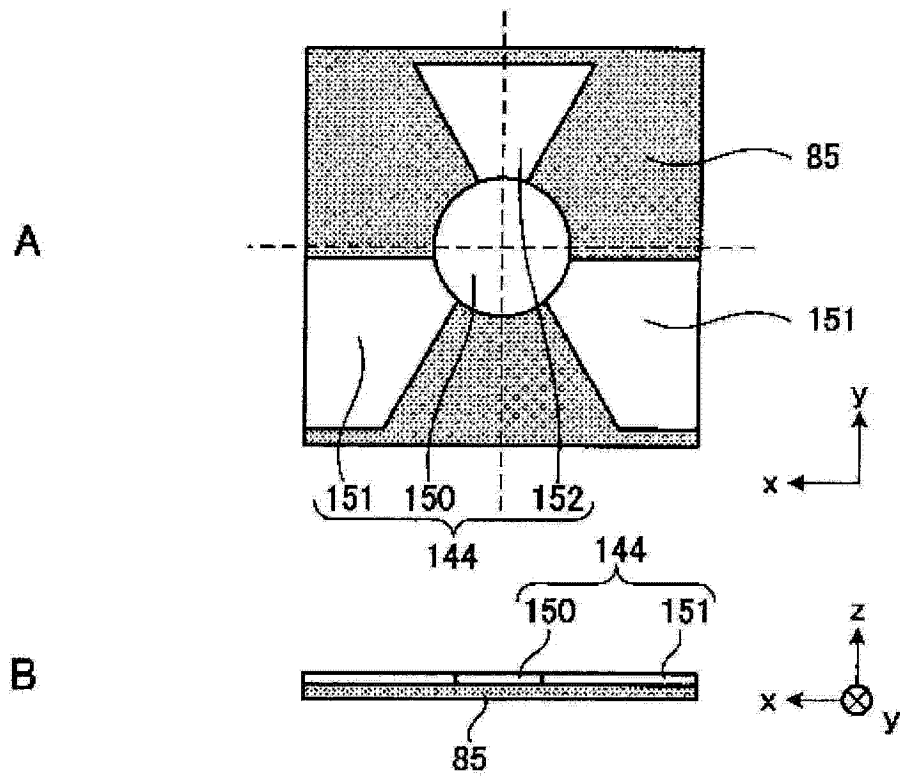


图 54

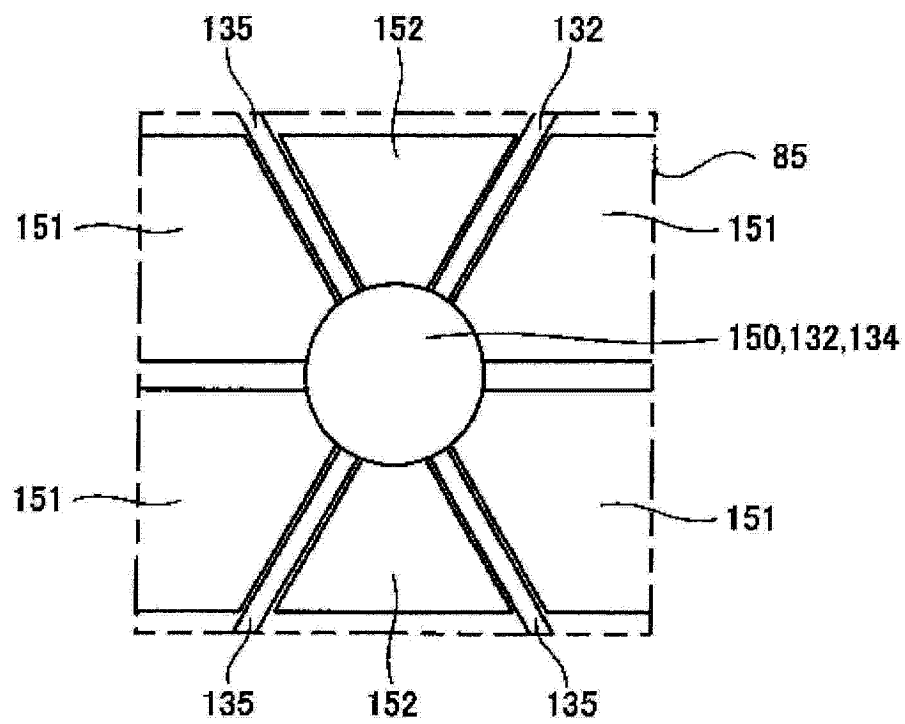


图 55

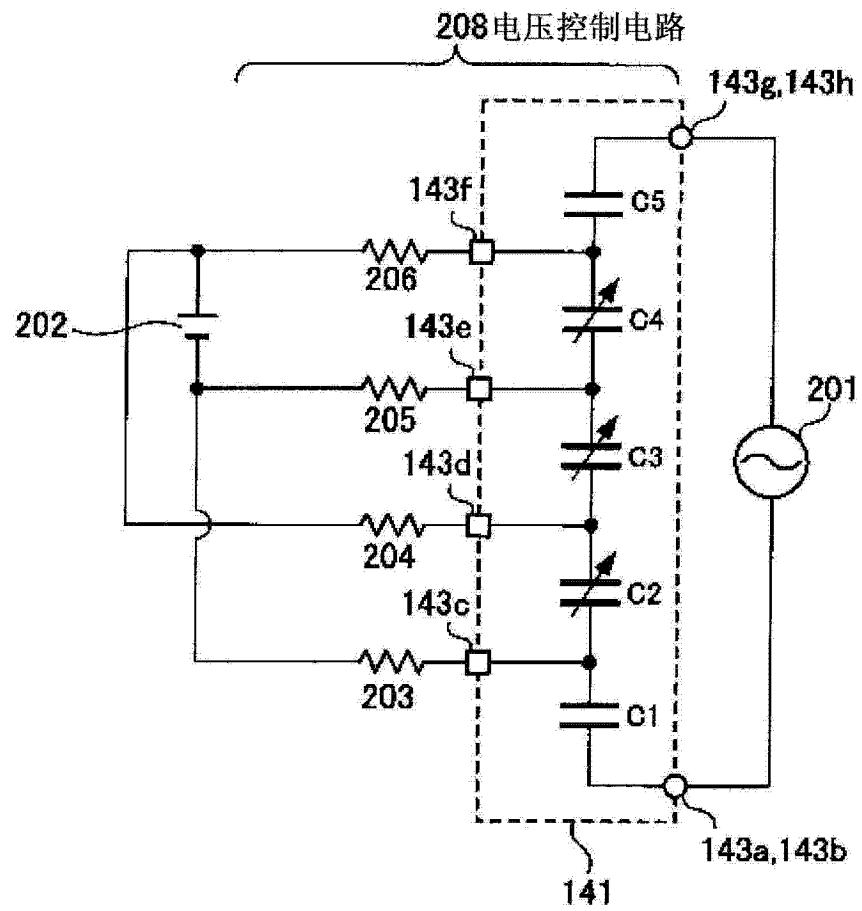


图 56

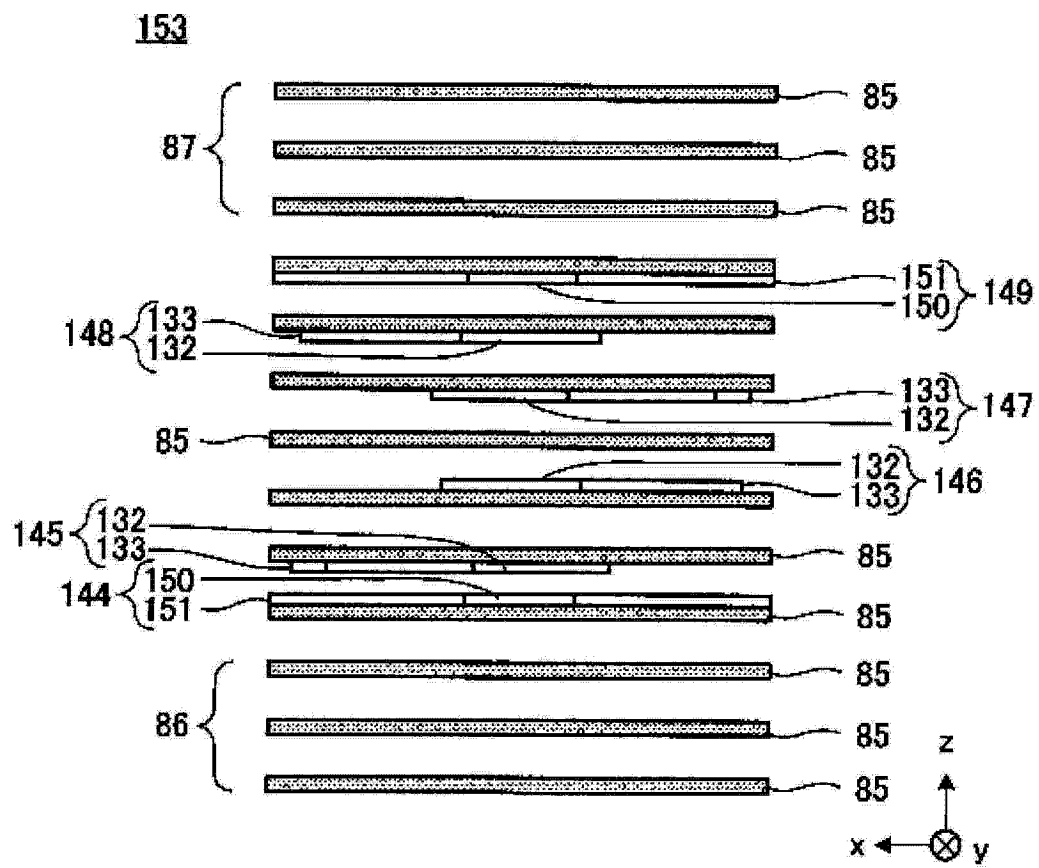


图 57

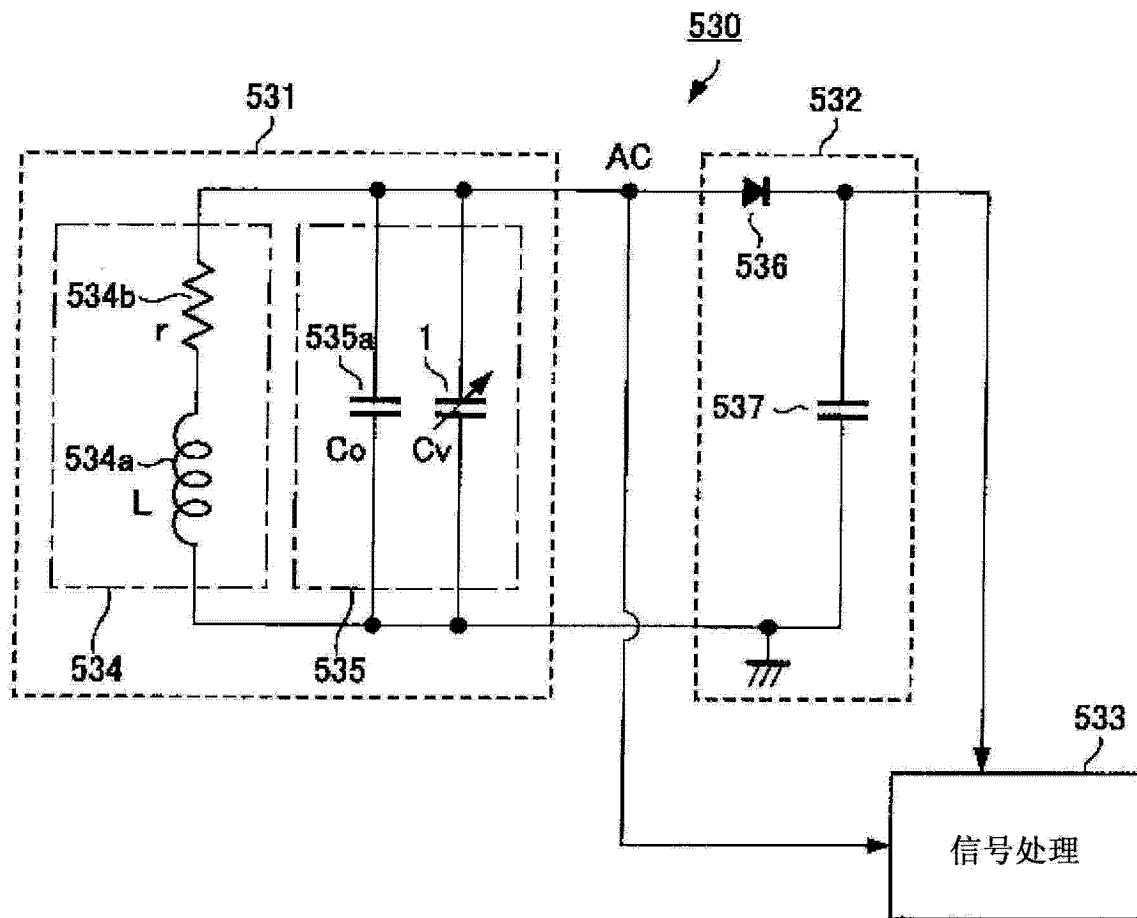


图 58