



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101401177 B

(45) 授权公告日 2011.03.30

(21) 申请号 200780008991.6

(22) 申请日 2007.01.09

(30) 优先权数据

006132/2006 2006.01.13 JP

229570/2006 2006.08.25 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.09.12

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2007/050089 2007.01.09

(87) PCT申请的公布数据

W02007/080852 JA 2007.07.19

(73) 专利权人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

(72) 发明人 川崎健一 井上德之 齐藤彰

中野牧人 鸳海健一

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 李香兰

(51) Int. Cl.

H01G 4/30(2006.01)

H01G 4/12(2006.01)

(56) 对比文件

US 6377439 B1, 2002.04.23, 全文.

CN 1201992 A, 1998.12.16, 全文.

JP 6-163311 A, 1994.06.10, 全文.

JP 20003-06761 A, 2000.11.02, 全文.

审查员 许晓昕

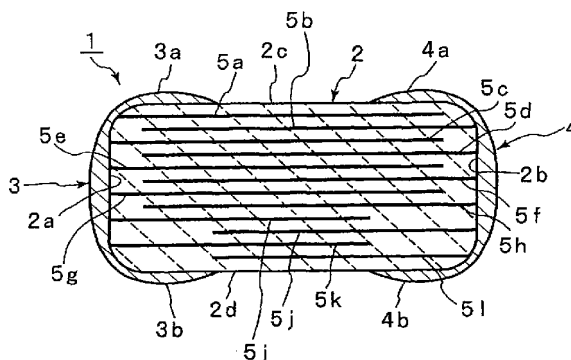
权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图 8 页

(54) 发明名称

层叠电容器

(57) 摘要

层叠电容器 (1), 具备隔着电介质层层叠第 1 外部电极 (5a、5c、5e、5g、5i、5k) 和第 2 内部电极 (5b、5d、5f、5h、5j、5l) 的层叠体 (2)。第 1、第 2 外部电极 (3、4) 分别具有第 1、第 2 弯回部 (3a、3b) 及第 3、第 4 弯回部 (4a、4b)。第 1、第 2 弯回部 (3a、3b) 之间夹住的第 1 区域和第 3、第 4 弯回部 (4a、4b) 夹住的第 3 区域中有效层的占有体积比例在 10% 以下, 第 1、3 区域的下面 (2d) 侧一半的第 2、4 区域中有效层的占有体积比例在 15% 以下。外形尺寸在长为 1.6±0.1mm、宽为 0.8±0.1mm、高为 0.8±0.1mm 范围。可小型高容量化且工作时不易产生基板鸣叫。



1. 一种层叠电容器,具备:

层叠体,该层叠体由多个层叠的电介质层构成,该层叠体具有一个端部、另一个端部、一个主面及另一个主面;

第1外部电极,该第1外部电极在所述层叠体的所述一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及另一个主面的第1弯回部及第2弯回部;

第2外部电极,该第2外部电极在所述层叠体的所述另一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及所述另一个主面的第3弯回部及第4弯回部;

第1内部电极,该第1内部电极形成在所述电介质层之间,与所述第1外部电极连接;

第2内部电极,该第2内部电极形成在所述电介质层之间,与所述第2外部电极连接,

将在多个所述电介质层内被所述第1内部电极与所述第2内部电极之间夹住而形成容量的部分作为有效层时,

在所述层叠体中,被所述第1弯回部与所述第2弯回部之间夹住的第1区域中,所述有效层的占有体积比例在10%以上,

在占据所述第1区域内的位于所述另一个主面侧一半的第2区域中,所述有效层的占有体积比例在15%以下;

在所述层叠体中,被所述第3弯回部与所述第4弯回部之间夹住的第3区域中,所述有效层的占有体积比例在10%以上,

在占据所述第3区域内的位于所述另一个主面侧一半的第4区域中,所述有效层的占有体积比例在15%以下;

包含所述层叠体、所述第1外部电极及所述第2外部电极的结构的外形尺寸,在长度为 $1.6\pm 0.1\text{mm}$ 、宽度为 $0.8\pm 0.1\text{mm}$ 、高度为 $0.8\pm 0.1\text{mm}$ 的范围内。

2. 一种层叠电容器,具备:

层叠体,该层叠体由多个层叠的电介质层构成,该层叠体具有一个端部、另一个端部、一个主面及另一个主面;

第1外部电极,该第1外部电极在所述层叠体的所述一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及另一个主面的第1弯回部及第2弯回部;

第2外部电极,该第2外部电极在所述层叠体的所述另一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及所述另一个主面的第3弯回部及第4弯回部;

第1内部电极,该第1内部电极形成在所述电介质层之间,与所述第1外部电极连接;

第2内部电极,该第2内部电极形成在所述电介质层之间,与所述第2外部电极连接,

将在多个所述电介质层内被所述第1内部电极与所述第2内部电极之间夹住而形成容量的部分作为有效层时,

在所述层叠体中,被所述第1弯回部与所述第2弯回部之间夹住的第1区域中,所述有效层的占有体积比例在20%以上,

在占据所述第1区域内的位于所述另一个主面侧一半的第2区域中,所述有效层的占有体积比例在35%以下;

在所述层叠体中,被所述第3弯回部与所述第4弯回部之间夹住的第3区域中,所述有效层的占有体积比例在20%以上,

在占据所述第3区域内的位于所述另一个主面侧一半的第4区域中,所述有效层的占

有体积比例在 35% 以下；

包含所述层叠体、所述第 1 外部电极及所述第 2 外部电极的结构的外形尺寸，在长度为 $2.0 \pm 0.1\text{mm}$ 、宽度为 $1.25 \pm 0.1\text{mm}$ 、高度为 $1.25 \pm 0.1\text{mm}$ 的范围内。

3. 一种层叠电容器，具备：

层叠体，该层叠体由多个层叠的电介质层构成，该层叠体具有一个端、另一个端部、一个主面及另一个主面；

第 1 外部电极，该第 1 外部电极在所述层叠体的所述一个端部形成，而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及另一个主面的第 1 弯回部及第 2 弯回部；

第 2 外部电极，该第 2 外部电极在所述层叠体的所述另一个端部形成，而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及所述另一个主面的第 3 弯回部及第 4 弯回部；

第 1 内部电极，该第 1 内部电极形成在所述电介质层之间，与所述第 1 外部电极连接；

第 2 内部电极，该第 2 内部电极形成在所述电介质层之间，与所述第 2 外部电极连接，

将在多个所述电介质层内被所述第 1 内部电极与所述第 2 内部电极之间夹住而形成容量的部分作为有效层时，

在所述层叠体中，被所述第 1 弯回部与所述第 2 弯回部之间夹住的第 1 区域中，所述有效层的占有体积比例在 20% 以上，

在占据所述第 1 区域内的位于所述另一个主面侧一半的第 2 区域中，所述有效层的占有体积比例在 35% 以下；

在所述层叠体中，被所述第 3 弯回部与所述第 4 弯回部之间夹住的第 3 区域中，所述有效层的占有体积比例在 20% 以上，

在占据所述第 3 区域内的位于所述另一个主面侧一半的第 4 区域中，所述有效层的占有体积比例在 35% 以下；

包含所述层叠体、所述第 1 外部电极及所述第 2 外部电极的结构的外形尺寸，在长度为 $3.2 \pm 0.15\text{mm}$ 、宽度为 $1.6 \pm 0.15\text{mm}$ 、高度为 $1.6 \pm 0.15\text{mm}$ 的范围内。

4. 一种层叠电容器，具备：

层叠体，该层叠体由多个层叠的电介质层构成，该层叠体具有一个端部、另一个端部、一个主面及另一个主面；

第 1 外部电极，该第 1 外部电极在所述层叠体的所述一个端部形成，而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及另一个主面的第 1 弯回部及第 2 弯回部；

第 2 外部电极，该第 2 外部电极在所述层叠体的所述另一个端部形成，而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及所述另一个主面的第 3 弯回部及第 4 弯回部；

第 1 内部电极，该第 1 内部电极形成在所述电介质层之间，与所述第 1 外部电极连接；

第 2 内部电极，该第 2 内部电极形成在所述电介质层之间，与所述第 2 外部电极连接，

将在多个所述电介质层内被所述第 1 内部电极与所述第 2 内部电极之间夹住而形成容量的部分作为有效层时，

在所述层叠体中，被所述第 1 弯回部与所述第 2 弯回部之间夹住的第 1 区域中，所述有效层的占有体积比例在 20% 以上，

在占据所述第 1 区域内的位于所述另一个主面侧一半的第 2 区域中，所述有效层的占有体积比例在 35% 以下；

在所述层叠体中,被所述第 3 弯回部与所述第 4 弯回部之间夹住的第 3 区域中,所述有效层的占有体积比例在 20%以上,

在占据所述第 3 区域内的位于所述另一个主面侧一半的第 4 区域中,所述有效层的占有体积比例在 35%以下;

包含所述层叠体、所述第 1 外部电极及所述第 2 外部电极的结构的外形尺寸,在长度为 $3.2 \pm 0.3\text{mm}$ 、宽度为 $2.5 \pm 0.2\text{mm}$ 、高度为 $2.5 \pm 0.2\text{mm}$ 的范围内。

5. 一种层叠电容器,具备:

层叠体,该层叠体由多个层叠的电介质层构成,该层叠体具有一个端部、另一个端部、一个主面及另一个主面;

第 1 外部电极,该第 1 外部电极在所述层叠体的所述一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及另一个主面的第 1 弯回部及第 2 弯回部;

第 2 外部电极,该第 2 外部电极在所述层叠体的所述另一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及所述另一个主面的第 3 弯回部及第 4 弯回部;

第 1 内部电极,该第 1 内部电极形成在所述电介质层之间,与所述第 1 外部电极连接;

第 2 内部电极,该第 2 内部电极形成在所述电介质层之间,与所述第 2 外部电极连接,

将在多个所述电介质层内被所述第 1 内部电极与所述第 2 内部电极之间夹住后形成容量的部分作为有效层时,

在所述层叠体中,被所述第 1 弯回部与所述第 2 弯回部之间夹住的第 1 区域中,所述有效层的占有体积比例在 10%以上,

在占据所述第 1 区域内的位于所述另一个主面侧一半的第 2 区域中,所述有效层的占有体积比例在 10%以下;

在所述层叠体中,被所述第 3 弯回部与所述第 4 弯回部之间夹住的第 3 区域中,所述有效层的占有体积比例在 10%以上,

在占据所述第 3 区域内的位于所述另一个主面侧一半的第 4 区域中,所述有效层的占有体积比例在 10%以下;

包含所述层叠体、所述第 1 外部电极及所述第 2 外部电极的结构的外形尺寸,在长度为 $1.0 \pm 0.05\text{mm}$ 、宽度为 $0.5 \pm 0.05\text{mm}$ 、高度为 $0.5 \pm 0.05\text{mm}$ 的范围内。

6. 如权利要求 1 ~ 5 任一项所述的层叠电容器,其特征在于:设置所述第 1、第 2 内部电极,使得在包含连接所述层叠体的所述一个端部与另一个端部的直线且与所述第 1、第 2 内部电极正交的截面观察时,在连接所述层叠体的一个主面与另一个主面的方向即厚度方向中央,有效层到达第 1、第 3 区域,

将有效层到达第 1、第 3 区域地设置的部分作为中央部时,在偏离该中央部而靠近所述另一个主面侧的区域,为所述有效层不到达第 1 区域或第 3 区域的所述有效层排除部;

在该有效层排除部中,与和所述中央部同样层叠时相比,使排除有效层的部分的厚度方向的尺寸为 T_0 、连接所述层叠体的一个端部与另一个端部的方向的尺寸为 L_0 时,使 T_0/L_0 在 0.5 ~ 1.5 的范围内。

7. 如权利要求 1 ~ 5 任一项所述的层叠电容器,其特征在于:在所述层叠电容器中,使连接所述层叠体的所述一个端部与另一个端部的方向为长度方向,连接所述层叠体的一个主面与另一个主面的方向为高度方向,与所述层叠体的长度方向及高度方向正交的方向为

宽度方向 ;所述第 1、第 2 外部电极沿所述宽度方向的尺寸,小于所述层叠电容器的宽度。

8. 如权利要求 7 所述的层叠电容器,其特征在于 :所述外部电极的宽度,在所述层叠电容器的宽度的 92%以下。

层叠电容器

技术领域

[0001] 本发明涉及使用隔着电介质层来层叠内部电极的层叠体的层叠电容器,更详细地说,涉及被与不同的电位连接的内部电极之间夹住的电介质层部分的配置得到改良的层叠电容器。

背景技术

[0002] 在现有技术的电子机器中,广泛采用各种层叠电容器。在下述的专利文献 1 中,公开了图 11 所示的层叠电容器。层叠电容器 101,具有对层叠的多枚陶瓷生片进行烧成后获得的层叠体 102。在层叠体 102 内,隔着构成层叠体的陶瓷电介质层,使多个内部电极 103a ~ 103d 层叠配置。内部电极 103a、103c 被引出到层叠体 102 的一个端部 102a,内部电极 103b、103d 被引出到层叠体 102 的另一个端部 102b。覆盖端部 102a、102b 地形成外部电极 104、105。

[0003] 在这种层叠电容器中,为了防止温度变化之际产生的裂纹,或受到机械性的应力之际出现的破坏引起的裂纹,正在想方设法地调整内部电极的形状、电介质层的厚度、层叠体的尺寸等。对于这些各种各样的层叠电容器,提出了如下专利文献 2 ~ 专利文献 6 所述的各种方案。

[0004] 专利文献 1 :JP 特开平 8—69939 号公报

[0005] 专利文献 2 :JP 特开 2000—124057 号公报

[0006] 专利文献 3 :JP 特开平 6—163311 号公报

[0007] 专利文献 4 :JP 特开平 8—181033 号公报

[0008] 专利文献 5 :JP 特开平 11—150037 号公报

[0009] 专利文献 6 :JP 实开平 7—32936 号公报

[0010] 如上所述,现有技术为了防止受到机械性的应力之际出现的裂纹,而在层叠电容器的电介质层的厚度、内部电极的形状及尺寸等方面绞尽脑汁。

[0011] 近几年来,和其它电子部件一样,对于层叠电容器,也要求进一步的小型化。因此,迫切需要实现小型化及高容量化。

[0012] 为了实现高容量化,可以加大与不同的电位连接的内部电极隔着电介质层彼此层叠部分的比例。

[0013] 另一方面,在与不同的电位连接的电介质层的部分中,驱动之际往往由于电致伸缩效应而产生振动。特别是加大与不同的电位连接的内部电极隔着电介质层彼此层叠部分的比例时,上述由于电致伸缩效应而产生的振动容易增大。其结果,安装层叠电容器的基板往往产生振动、不需要的声音即基板鸣叫,或者使基板安装层叠电容器的部分受到破坏。

发明内容

[0014] 本发明就是针对现有技术的上述情况研制的,其目的在于提供抑制被与不同的电位连接的内部电极夹住的电介质层中的上述由于电致伸缩效应而产生的位移导致的不需

要的异音,而且不容易出现该位移引起的安装部分的破坏等的可靠性优异的层叠电容器。

[0015] 本申请的第1发明的层叠电容器,其特征在于:具备层叠体(该层叠体由多个层叠的电介质层构成,具有一个端部、另一个端部、一个主面及另一个主面)、第1外部电极(该第1外部电极在所述层叠体的所述一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及另一个主面的第1弯回部及第2弯回部)、第2外部电极(该第2外部电极在所述层叠体的所述另一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及所述另一个主面的第3弯回部及第4弯回部)、第1内部电极(该第1内部电极在所述电介质层之间形成,与所述第1外部电极连接)、第2内部电极(该第2内部电极在所述电介质层之间形成,与所述第2外部电极连接);将在多个所述电介质层内被所述第1内部电极和所述第2内部电极之间夹住后形成容量的部分作为有效层时,在所述层叠体中,被所述第1弯回部和所述第2弯回部之间夹住的第1区域中,所述有效层的占有体积比例在10%以上,在占据所述第1区域内的位于所述另一个主面侧的一半的第2区域中,所述有效层的占有体积比例在15%以下;在所述层叠体中,被所述第3弯回部和所述第4弯回部之间夹住的第3区域中,所述有效层的占有体积比例在10%以上,在占据位于所述第3区域内的所述另一个主面侧的一半的第4区域中,所述有效层的占有体积比例在15%以下;所述层叠体,包含所述第1外部电极及所述第2外部电极的结构的外形尺寸,在长度为 $1.6\pm 0.1\text{mm}$ 、宽度为 $0.8\pm 0.1\text{mm}$ 、高度为 $0.8\pm 0.1\text{mm}$ 的范围内。

[0016] 本申请的第2发明的层叠电容器,其特征在于:具备层叠体(该层叠体由多个层叠的电介质层构成,具有一个端部、另一个端部、一个主面及另一个主面)、第1外部电极(该第1外部电极在所述层叠体的所述一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及另一个主面的第1弯回部及第2弯回部)、第2外部电极(该第2外部电极在所述层叠体的所述另一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及所述另一个主面的第3弯回部及第4弯回部)、第1内部电极(该第1内部电极在所述电介质层之间形成,与所述第1外部电极连接)、第2内部电极(该第2内部电极在所述电介质层之间形成,与所述第2外部电极连接);将在多个所述电介质层内被所述第1内部电极和所述第2内部电极之间夹住后形成容量的部分作为有效层时,在所述层叠体中,被所述第1弯回部和所述第2弯回部之间夹住的第1区域中,所述有效层的占有体积比例在20%以上,在占据所述第1区域内的位于所述另一个主面侧的一半的第2区域中,所述有效层的占有体积比例在35%以下;在所述层叠体中,被所述第3弯回部和所述第4弯回部之间夹住的第3区域中,所述有效层的占有体积比例在20%以上,在占据所述第3区域内的位于所述另一个主面侧的一半的第4区域中,所述有效层的占有体积比例在35%以下;所述层叠体,包含所述第1外部电极及所述第2外部电极的结构的外形尺寸,在长度为 $2.0\pm 0.1\text{mm}$ 、宽度为 $1.25\pm 0.1\text{mm}$ 、高度为 $1.25\pm 0.1\text{mm}$ 的范围内。

[0017] 本申请的第3发明的层叠电容器,其特征在于:具备层叠体(该层叠体由多个层叠的电介质层构成,具有一个端部、另一个端部、一个主面及另一个主面)、第1外部电极(该第1外部电极在所述层叠体的所述一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及另一个主面的第1弯回部及第2弯回部)、第2外部电极(该第2外部电极在所述层叠体的所述另一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及所述另一个主面的第3弯回部及第4弯回部)、第1内部电极(该第1内部电极在所述电介质层

之间形成,与所述第 1 外部电极连接)、第 2 内部电极(该第 2 内部电极在所述电介质层之间形成,与所述第 2 外部电极连接);将在多个所述电介质层内被所述第 1 内部电极和所述第 2 内部电极之间夹住后形成容量的部分作为有效层时,在所述层叠体中,被所述第 1 弯回部和所述第 2 弯回部之间夹住的第 1 区域中,所述有效层的占有体积比例在 20%以上,在占据所述第 1 区域内的位于所述另一个主面侧的一半的第 2 区域中,所述有效层的占有体积比例在 35%以下;在所述层叠体中,被所述第 3 弯回部和所述第 4 弯回部之间夹住的第 3 区域中,所述有效层的占有体积比例在 20%以上,在占据所述第 3 区域内的位于所述另一个主面侧的一半的第 4 区域中,所述有效层的占有体积比例在 35%以下;所述层叠体,包含所述第 1 外部电极及所述第 2 外部电极的结构的外形尺寸,在长度为 $3.2 \pm 0.15\text{mm}$ 、宽度为 $1.6 \pm 0.15\text{mm}$ 、高度为 $1.6 \pm 0.15\text{mm}$ 的范围内。

[0018] 本申请的第 4 发明的层叠电容器,其特征在于:具备层叠体(该层叠体由多个层叠的电介质层构成,具有一个端部、另一个端部、一个主面及另一个主面)、第 1 外部电极(该第 1 外部电极在所述层叠体的所述一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及另一个主面的第 1 弯回部及第 2 弯回部)、第 2 外部电极(该第 2 外部电极在所述层叠体的所述另一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及所述另一个主面的第 3 弯回部及第 4 弯回部)、第 1 内部电极(该第 1 内部电极在所述电介质层之间形成,与所述第 1 外部电极连接)、第 2 内部电极(该第 2 内部电极在所述电介质层之间形成,与所述第 2 外部电极连接);将在多个所述电介质层内被所述第 1 内部电极和所述第 2 内部电极之间夹住后形成容量的部分作为有效层时,在所述层叠体中,被所述第 1 弯回部和所述第 2 弯回部之间夹住的第 1 区域中,所述有效层的占有体积比例在 20%以上,在占据所述第 1 区域内的位于所述另一个主面侧的一半的第 2 区域中,所述有效层的占有体积比例在 35%以下;在所述层叠体中,被所述第 3 弯回部和所述第 4 弯回部之间夹住的第 3 区域中,所述有效层的占有体积比例在 20%以上,在占据所述第 3 区域内的位于所述另一个主面侧的一半的第 4 区域中,所述有效层的占有体积比例在 35%以下;所述层叠体,包含所述第 1 外部电极及所述第 2 外部电极的结构的外形尺寸,在长度为 $3.2 \pm 0.3\text{mm}$ 、宽度为 $2.5 \pm 0.2\text{mm}$ 、高度为 $2.5 \pm 0.2\text{mm}$ 的范围内。

[0019] 本申请的第 5 发明的层叠电容器,其特征在于:5、一种层叠电容器,其特征在于:具备层叠体(该层叠体由多个层叠的电介质层构成,具有一个端部、另一个端部、一个主面及另一个主面)、第 1 外部电极(该第 1 外部电极在所述层叠体的所述一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及另一个主面的第 1 弯回部及第 2 弯回部)、第 2 外部电极(该第 2 外部电极在所述层叠体的所述另一个端部形成,而且具有分别折弯到所述层叠体的所述一个主面及所述另一个主面的第 3 弯回部及第 4 弯回部)、第 1 内部电极(该第 1 内部电极在所述电介质层之间形成,与所述第 1 外部电极连接)、第 2 内部电极(该第 2 内部电极在所述电介质层之间形成,与所述第 2 外部电极连接);将在多个所述电介质层内被所述第 1 内部电极和所述第 2 内部电极之间夹住后形成容量的部分作为有效层时,在所述层叠体中,被所述第 1 弯回部和所述第 2 弯回部之间夹住的第 1 区域中,所述有效层的占有体积比例在 10%以上,在占据所述第 1 区域内的位于所述另一个主面侧的一半的第 2 区域中,所述有效层的占有体积比例在 10%以下;在所述层叠体中,被所述第 3 弯回部和所述第 4 弯回部之间夹住的第 3 区域中,所述有效层的占有体积比例在 10%以上,在占

据所述第 3 区域内的位于所述另一个主面侧的一半的第 4 区域中,所述有效层的占有体积比例在 10% 以下;所述层叠体,包含所述第 1 外部电极及所述第 2 外部电极的结构的外形尺寸,在长度为 $1.0 \pm 0.05\text{mm}$ 、宽度为 $0.5 \pm 0.05\text{mm}$ 、高度为 $0.5 \pm 0.05\text{mm}$ 的范围内。

[0020] 就是说,第 1 ~ 第 5 发明,分别对作为现有的层叠电容器而广泛使用的 $1.6 \times 0.8 \times 0.8\text{mm}$ 尺寸、 $2.0 \times 1.25 \times 1.25\text{mm}$ 尺寸、 $3.2 \times 1.6 \times 1.6\text{mm}$ 尺寸、 $3.2 \times 2.5 \times 2.5\text{mm}$ 尺寸及 $1.0 \times 0.5 \times 0.5\text{mm}$ 尺寸的层叠电容器进行了改良。此外,在第 1 ~ 第 5 发明中,外形尺寸中的长度、宽度及高度的数值后的数值即 $\pm 0.1\text{mm}$ 、 $\pm 0.15\text{mm}$ 、 $\pm 0.2\text{mm}$ 、 $\pm 0.3\text{mm}$ 及 $\pm 0.05\text{mm}$,是制造公差。

[0021] 在本发明中,最好从包含连接所述层叠体的所述一个端部和另一个端部的直线,而且与所述第 1、第 2 内部电极正交的断面看时,在连接所述层叠体的一个主面和另一个主面的方向——厚度方向中央中,使有效层到达第 1、第 3 区域地设置所述第 1、第 2 内部电极,将有效层到达第 1、第 3 区域地设置的部分作为中央部时,在与该中央部相比,位于所述另一个主面侧的区域中,作为所述有效层不到达第 1 区域或第 3 区域的所述有效层排除部;在该有效层排除部中,与和所述中央部同样层叠时相比,使排除有效层的部分的厚度方向的尺寸为 T_0 、连接所述层叠体的一个端部和另一个端部的方向的尺寸为 L_0 时,使 T_0/L_0 在 $0.5 \sim 1.5$ 的范围内。这时,安装面附近中的有效层变小,安装面附近中的间隙部中的位移进一步变小,因此能够一边实现高容量化,一边有效地抑制驱动时的鸣叫。

[0022] 在本发明中,最好在所述层叠电容器中,使连接所述层叠体的所述一个端部和另一个端部的方向为长度方向,连接所述层叠体的一个主面和另一个主面的方向为高度方向,与所述层叠体的长度方向及高度方向正交的方向为宽度方向;沿着所述第 1、第 2 外部电极的所述宽度方向的尺寸,小于所述层叠电容器的宽度。这时,外部电极变小,能够有效地抑制层叠电容器中的振动时的振动经由外部电极后传递给基板侧的现象。因此,能够有效地抑制基板鸣叫。更理想的情况是:使上述外部电极的宽度,在所述层叠电容器的宽度的 92% 以下,这样能够更加有效地抑制基板鸣叫。

[0023] 在第 1 发明中,在所谓 $1.6 \times 0.8 \times 0.8\text{mm}$ 尺寸的层叠电容器中,将在被与第 1 外部电极连接的第 1 内部电极和与第 2 外部电极连接的第 2 内部电极之间夹住的部分作为有效层时,使所述第 1 外部电极的第 1、第 2 弯回部夹住的层叠体的第 1 区域中的有效层的占有体积比例在 10% 以上,在占据第 1 区域内的位于另一个主面侧的一半的第 2 区域中的有效层的占有体积比例在 15% 以下;同样,在第 2 外部电极侧中,也使第 3 区域中的有效层的占有体积比例在 10% 以上,第 4 区域中的有效层的占有体积比例在 15% 以下。所以不仅能够获得较大的容量,而且能够抑制驱动之际的电致伸缩效应导致的位移。由于能够抑制电致伸缩效应导致的位移,所以驱动时安装了层叠电容器的基板不容易振动,不容易产生被称作“基板鸣叫”的异音。另外,抑制上述位移后,也不容易产生安装部分的破坏。

[0024] 在第 2 发明中,也分别使被第 1 外部电极侧中的第 1 弯回部和第 2 弯回部之间夹住的层叠体的第 1 区域中的有效层的占有体积比例在 20% 以上,在第 2 区域中的有效层的占有体积比例在 35% 以下;被第 3、第 4 弯回部之间夹住的第 3 区域中的有效层的占有体积比例在 20% 以上,而且第 4 区域中的有效层的占有体积比例在 35% 以下。所以能够用小型获得较大的容量,而且能够抑制驱动之际的电致伸缩效应导致的位移,能够抑制基板鸣叫。另外,还不容易产生安装部分的破坏。

[0025] 在第3发明中,也分别使被第1外部电极侧中的第1弯回部和第2弯回部之间夹住的层叠体的第1区域中的有效层的占有体积比例在20%以上,在第2区域中的有效层的占有体积比例在35%以下;被第3、第4弯回部之间夹住的第3区域中的有效层的占有体积比例在20%以上,而且第4区域中的有效层的占有体积比例在35%以下。所以能够用小型获得较大的容量,而且能够抑制驱动之际的电致伸缩效应导致的位移,能够抑制基板鸣叫。另外,还不容易产生安装部分的破坏。

[0026] 在第4发明中,也分别使被第1外部电极侧中的第1弯回部和第2弯回部之间夹住的层叠体的第1区域中的有效层的占有体积比例在20%以上,在第2区域中的有效层的占有体积比例在35%以下;被第3、第4弯回部之间夹住的第3区域中的有效层的占有体积比例在20%以上,而且第4区域中的有效层的占有体积比例在35%以下。所以能够用小型获得较大的容量,而且能够抑制驱动之际的电致伸缩效应导致的位移,能够抑制基板鸣叫。另外,还不容易产生安装部分的破坏。

[0027] 在第5发明中,也分别使被第1外部电极侧中的第1弯回部和第2弯回部之间夹住的层叠体的第1区域中的有效层的占有体积比例在10%以上,在第2区域中的有效层的占有体积比例在10%以下;被第3、第4弯回部之间夹住的第3区域中的有效层的占有体积比例在10%以上,而且第4区域中的有效层的占有体积比例在10%以下。所以能够用小型获得较大的容量,而且能够抑制驱动之际的电致伸缩效应导致的位移,能够抑制基板鸣叫。另外,还不容易产生安装部分的破坏。

附图说明

[0028] 图1是本发明的一种实施方式涉及的层叠电容器的正面剖面图。

[0029] 图2是为了讲述现有技术的层叠电容器的安装结构中的问题而绘制的正面剖面图。

[0030] 图3(a)及(b)是为了讲述图2所示的层叠电容器中的第1、第2内部电极的平面形状而绘制的示意性的平面剖面图。

[0031] 图4是为了讲述在现有技术的层叠电容器的安装结构中产生电致伸缩效应引起的基板的振动的状态而绘制的示意性的正面剖面图。

[0032] 图5是为了讲述本发明的实施方式的层叠电容器中的第1、第2区域的定义而绘制的部分切口正面剖面图。

[0033] 图6(a)、(b)及(c)是表示本发明的层叠电容器的变形例的各正面剖面图。

[0034] 图7(a)~(c)是为了讲述本发明的层叠电容器的其它变形例而绘制的各正面剖面图。

[0035] 图8(a)及(b)是为了讲述本发明的层叠电容器的另一些变形例而绘制的各正面剖面图。

[0036] 图9是在试验例中为了测定基板的鸣叫声压而使用的电路的方框图。

[0037] 图10(a)是本发明的其它实施方式涉及的层叠电容器的横断面图,(b)是从其它实施方式的层叠电容器的第1端面侧看的侧面图。

[0038] 图11是表示现有技术的层叠电容器的一个例子的正面剖面图。

[0039] 图中:1—层叠电容器;2—层叠体;2a、2b—第1、第2端面;2c—上面(一个主

面);2d—下面(另一个主面);3、4—第1、第2外部电极;3a、3b—第1、第2弯回部;4a、4b—第3、第4弯回部;5a、5c、5e、5g、5i、5k—第1内部电极;5b、5d、5f、5h、5j、5l—第2内部电极;11—基板;12—电极垫;13—焊锡;21—层叠电容器;22a~22l—内部电极;23—层叠电容器;24a~24l—内部电极;25—层叠电容器;26a~26l—内部电极;27—层叠电容器;28a~28l—内部电极;29a~29d—虚设电极;30—层叠电容器;30a~30l—内部电极;31a~31d—虚设电极;32—层叠电容器;33a~33h—虚设电极;34—层叠电容器;35a~35h—虚设电极;41—层叠电容器;42—层叠体;43a~43c—第1内部电极;44a~44c—第2内部电极;45—第1外部电极;B—外部电极在层叠体宽度方向的尺寸;A—层叠电容器的宽度;S—第1区域;X—第2区域。

具体实施方式

[0040] 下面,参照附图,讲述本发明的具体的实施方式,从而阐明本发明。

[0041] 图1是第1实施方式涉及的层叠电容器的正面剖面图。层叠电容器1,具有长方体状的层叠体2。层叠体2是利用隔着内部电极,层叠多枚陶瓷生片后烧成的众所周知的陶瓷—内部电极一体烧成技术获得的陶瓷烧结体。

[0042] 这样,就在层叠体2内,隔着内部电极,层叠多个层叠体层。

[0043] 另外,覆盖层叠体2的一个端部侧的端面2a地形成第1外部电极3,覆盖位于另一个端部侧的第2端面2b地形成第2外部电极4。

[0044] 外部电极3、4,通过涂敷·烧结导电膏等后形成。第1外部电极3,不仅具有位于端面2a之上的部分,而且具有折弯到作为烧结体的一个主面的上面2c及作为另一个主面的下面2d的第1、第2弯回部3a、3b。同样,第2外部电极4也具有折弯到上面2c及下面2d的第3、第4弯回部4a、4b。在本说明书中,第1、第2弯回部,虽然分别指到达层叠体的一个主面及下面的外部电极延长部分,但是在形成外部电极之际,弯回部通常不仅到达上面2c及下面2d,而且还到达未图示的一对侧面地形成。

[0045] 本发明在位于层叠多个内部电极的层叠体的厚度方向的一侧的一个主面和位于另一侧的另一个主面即连接上面2c和下面2d的方向中,后文所述的有效层的占有体积比例,富有特征。因此,不特别言及位于未图示的侧面的弯回部地将上述第1、第2弯回部及第3、第4弯回部作为基准,讲述占有体积比例。

[0046] 在层叠体2内,从上面2c朝着下面2d侧,使多个内部电极5a~5l隔着电介质层互相层叠地配置。

[0047] 多个内部电极5a~5l内,第1内部电极5a、5c、5g、5i、5k被引出第1侧面2a,在第1端面2a中与第1外部电极3电连接。另一方面,第2内部电极5b、5d、5f、5h、5l被引出第2侧面2b,在第2端面2b中与第1外部电极3电连接。

[0048] 第1、第2内部电极5a~5l,使用适当的金属或合金形成。作为这种金属或合金,例如可以列举Ag、Ag—Pd、Ni或Cu等。同样,对于上述外部电极3、4,也通过涂敷·烧结导电膏等后形成,作为导电膏包含的金属材料,可以列举Ag、Ag—Pd、Ni或Cu等适当的金属或合金。另外,外部电极还可以通过层叠多个电极层后形成。

[0049] 所以被与不同的电位连接的一对内部电极之间夹住的电介质层,是获得静电电容的部分,将被与不同的电位连接的内部电极之间夹住的电介质层的部分,作为有效层。

[0050] 本实施方式的层叠电容器 1,其特征在於:被第 1、第 2 弯回部之间夹住的层叠体的第 1 区域中的有效层的占有体积比例在 10%以上,在第 1 区域内、占据位于下面 2d 侧的一半的第 2 区域中,有效层的占有体积比例在 15%以下;在第 2 端面 2b 侧中,被第 3 弯回部 4a 和第 4 弯回部 4b 之间夹住的第 3 区域中的有效层的占有体积比例也在 10%以上,在第 3 区域内、占据位于下面 2d 侧的一半的第 4 区域中,有效层的占有体积比例在 15%以下。这样,不仅能够获得较大的静电电容,而且还不容易产生在驱动之际由于电致伸缩效应而形成的位移。下面,参照图 2 ~图 5,对此进行讲述。

[0051] 图 2 是表示将现有技术的电容器安装到基板上的状态的示意性的部分切口正面剖面图。

[0052] 如图 2 所示,在基板 111 的上面,形成电极岛 111a、111b。使用钎焊料 122、123,使层叠电容器 121 与电极岛 111a、111b 接合后安装。

[0053] 层叠电容器 121,具有层叠体 124。多个第 1 内部电极 125 被引出层叠体 124 的第 1 端面 124a,多个第 2 内部电极 126 被引出第 2 端面 124b。

[0054] 覆盖第 1、第 2 端面 124a、124b 地形成第 1、第 2 外部电极 127、128。外部电极 127、128 和上述实施方式同样,具有不仅到达端面 124a、124b,而且到达上面、下面及一对侧面的弯回部。在图 2 中,绘出第 1 外部电极 127 具有第 1 弯回部 127a 和第 2 弯回部 127b,第 2 外部电极 128 具有第 3 弯回部 128a 和第 4 弯回部 128b。

[0055] 在层叠电容器 121 中,为了实现小型化及高容量化,最好加大与不同的电位连接的内部电极彼此层叠的面积。

[0056] 图 3(a)、(b) 是简要地表示第 1、第 2 内部电极 125、126 的平面形状的平面剖面图。第 1 内部电极 125 和第 2 内部电极 126,在中央部分即连接第 1 端面 124a 和第 2 端面 124b 的方向的中央部分,隔着电介质层重叠。将该第 1 内部电极 125 和第 2 内部电极 126 重叠的部分作为有效层时,为了获得较大的静电电容,最好提高有效层的占有体积比例。这样,即使是在第 1、第 2 弯回部 127a、127b 之间夹住的层叠体部分及用第 3、第 4 弯回部 128a、128b 夹住的层叠体部分中,也最好存在有效层。

[0057] 此外,在图 2 中,在有效层的外侧,设置了第 1、第 2 内部电极不隔着电介质层重叠的间隙部 124c、124d。该间隙部 124c、124d,由于在驱动之际不会被外加电压,所以是在电致伸缩效应的作用下也不会实质性地位移的部分。

[0058] 驱动这种层叠电容器 121 之际,在第 1 内部电极 125 和第 2 内部电极 126 之间外加电压后,在电介质层部分中产生电致伸缩效应引起的位移。该位移包含:1) 朝着有效层的厚度方向出现的膨胀及收缩,2) 层叠体 124 的长度方向 L、宽度方向 W 中的收缩 / 复位及 3) 有效层的厚度方向 T 中的位移和上述间隙部的位移之差引起的变形。

[0059] 将层叠电容器 121 安装到基板 111 上,驱动时,在上述三种位移或变形的作用下,层叠电容器 121 变形。其结果,如图 4 所简要示出的那样,层叠电容器 121 的层叠体 124 在用图中的双点划线表示的那种变形的状态和用实线表示的当初的状态之间反复变形。因此,基板 111 往往如用箭头 A 表示的那样,产生弯曲、异音。而且,伴随着变形,利用钎焊料 122、123 安装的部分还有可能受到破坏。

[0060] 与此不同,在上述实施方式中,抑制由于这种电致伸缩效应而产生的层叠电容器 1 的位移,不容易出现被称作“基板鸣叫”的异音,而且不容易出现安装部分的破坏等问题。就

是说,如图 5 用部分切口正面剖面图所示意性地表示的那样,假设使用钎焊料 13 将层叠电容器 1 安装到基板 11 的电极岛 12 上时的情况。在图 5 中,绘出第 1 外部电极 3 侧,而没有绘出第 2 外部电极 4 侧。第 2 外部电极 4 侧,也和第 1 外部电极 3 侧同样构成。

[0061] 现在,将在层叠体 2 中,用第 1 外部电极 3 的第 1 弯回部 3a 和第 2 弯回部 3b 夹住的层叠体部分、即在图 5 中添加了斜线的层叠体部分,作为第 1 区域 S。这时,第 1 区域 S 位于从弯回部 3a、3b 的前端起到端面 2a 的部分,但是在被该弯回部 3a、3b 夹住的第 1 区域 S 中,也是有效层的占有体积比例越大,就能够使静电容量越大。因此,在本实施方式中,使第 1 区域 S 中的有效层的占有体积比例为 10% 以上。同样,在第 2 外部电极 4 侧也使第 3 区域中的有效层的占有体积比例为 10% 以上,从而实现高容量化。

[0062] 另一方面,在图 5 中,将第 1 区域 S 内,位于作为另一个主面的下面 2b 侧的一半的区域,作为第 2 区域 X。第 2 区域 X,是在图 5 中用虚线包围的层叠体部分。在本实施方式中,使第 2 区域 X 中的有效层的占有体积比例为 15% 以下。在第 2 区域 X 中,虽然也是有效层的占有体积比例越大,就越能够实现高容量化,但是使占有体积比例为 15% 以上后,能够抑制下面 2d 侧中的电致伸缩效应引起的叠体 2 的变形。因此,不容易产生基板的弯曲位移及振动,而且安装部分也不容易产生破坏。

[0063] 在第 2 外部电极 4 侧中,也使占据第 3 区域的下方 1/2 的部分的第 4 区域中的有效层的占有体积比例为 15% 以下。

[0064] 就是说,本申请发明人发现:在长度 $1.6 \times$ 宽度 $0.8 \times$ 高度 0.8mm 的尺寸的层叠电容器中,使上述第 1、第 3 区域中的有效层的占有体积比例在 10% 以上,第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例在 15% 以下时,不仅能够实现高容量化,而且不容易出现驱动之际的基板的振动及变形,所以不容易出现异音,不容易出现安装部分的破坏,从而产生了本发明。

[0065] 如上述专利文献 2 ~ 专利文献 6 所述的那样,现有技术为了防止层叠电容器的温度变化等导致的裂纹,而在内部电极的形状、电介质层的厚度、层叠体的尺寸等方面绞尽脑汁。可是却没有认识到电致伸缩效应导致的层叠体的变形带来的问题。本实施方式的层叠电容器 1,就是为了解决现有技术未知的这种电致伸缩效应导致的层叠体的变形带来的问题而问世的。

[0066] 而且,其特征在于:使第 1、第 3 区域中的有效层的占有体积比例和第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例为上述特定的范围后,能够抑制基板鸣叫及安装部分的破坏。

[0067] 在长度 $L = 1.6\text{mm}$ 、宽度 $W = 0.8\text{mm}$ 、厚度 $T = 0.8\text{mm}$ 的尺寸即 $1.6 \times 0.8 \times 0.8\text{mm}$ 的尺寸的层叠电容器中,对于尺寸的制造公差是 $\pm 0.1\text{mm}$ 。这样,如果是长度为 $1.6 \pm 0.1\text{mm}$ 、宽度为 $0.8 \pm 0.1\text{mm}$ 、高度为 $0.8 \pm 0.1\text{mm}$ 的范围内的层叠电容器,象本实施方式那样,使第 1、第 3 区域中的有效层的占有体积比例在 10% 以上,而且使第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例在 15% 以下后,就能够象本实施方式那样,抑制电致伸缩效应引起的基板的变形及振动,而且抑制安装部分的破坏。

[0068] 另外,在上述实施方式中,对于长度 $1.6 \times$ 宽度 $0.8 \times$ 高度 0.8mm 的层叠电容器,进行了讲述。但是,如下述的表 1 所示,在所谓 2012 尺寸、3216 尺寸、3225 尺寸中,如果使第 1 区域及第 3 区域中的有效层的占有体积比例在 20% 以上、第 2 区域及第 4 区域中的有效层的占有体积比例在 35% 以下后,就能够和本实施方式一样,抑制电致伸缩效应引起的基

板的变形,抑制异音的发生及安装部分的破坏。此外,所谓 2012 尺寸,是指长度 $L = 2.0\text{mm}$ 、宽度 $W = 1.25\text{mm}$ 及厚度 $T = 1.25\text{mm}$ 的尺寸。这时,各尺寸的制造公差是 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

[0069] 另外,所谓 3216 尺寸,是指长度 $L = 3.2\text{mm}$ 、宽度 $W = 1.6\text{mm}$ 及厚度 $T = 1.6\text{mm}$ 的尺寸。这时,各尺寸的制造公差是 $\pm 0.15\text{mm}$ 。

[0070] 另外,所谓 3225 尺寸,是指长度 $L = 3.2\text{mm}$ 、宽度 $W = 2.5\text{mm}$ 及厚度 $T = 2.5\text{mm}$ 的尺寸。这时,长度 L 的制造公差是 $\pm 0.3\text{mm}$,宽度 W 及厚度 T 的制造公差是 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

[0071] 另外,在长度 $1.0 \times$ 宽度 $0.5 \times$ 高度 0.5mm 的层叠电容器即所谓 1005 尺寸的层叠电容器中,如果使第 1 区域及第 3 区域中的有效层的占有体积比例在 10% 以上、第 2 区域及第 4 区域中的有效层的迁移的体积比例在 10% 以下后,也能够和上述实施方式一样,抑制电致伸缩效应引起的基板的变形,抑制异音的发生及安装部分的破坏。此外,1005 尺寸的层叠电容器的各尺寸的制造公差是 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

[0072] [表 1]

[0073]

芯片尺寸	区域 S 中的有效层占有体积比例 (%)	区域 X 中的有效层占有体积比例 (%)
1608	10% 以上	15% 以下
2012	20% 以上	35% 以下
3216	20% 以上	35% 以下
3225	20% 以上	35% 以下
1005	10% 以上	10% 以下

[0074] 而且,在 2012 尺寸~ 3225 尺寸及 1005 尺寸中,尺寸在制造公差的范围内的层叠电容器,也和上述实施方式一样,能够抑制电致伸缩效应引起的基板的变形及振动,抑制安装部分的破坏。

[0075] 在上述实施方式中,为了降低第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例,而在第 2、第 4 区域中,使第 1、第 2 内部电极 $5i \sim 5l$ 的重叠部分,靠近连接第 1、第 2 端面 $2a$ 、 $2b$ 的中央区域附近。就是说,内部电极 $5i \sim 5l$ 在第 2、第 4 区域中不隔着电介质层重叠。可是,降低第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例的结构,不局限于上述实施方式的结构。图 6(a)~图 8(b) 分别表示出降低第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例的结构的变化例。

[0076] 在图 6(a) 所示的变化例的层叠电容器 21 中,在层叠体 2 内配置多个第 1 内部电极 $22a$ 、 $22c$ 、 $22e$ 、 $22g$ 、 $22i$ 、 $22k$ 和多个第 2 内部电极 $22b$ 、 $22d$ 、 $22f$ 、 $22h$ 、 $22j$ 、 $22l$ 。其中,第 1 内部电极 $22a$ 、 $22c$ 、 $22e$ 、 $22g$ 和多个第 2 内部电极 $22b$ 、 $22d$ 、 $22f$ 、 $22h$ 在上述第 1、第 3 区域中也重叠。与此不同,随着从 $22i$ 去往内部电极 $22l$,即在层叠体 2 中随着去往另一个主面——下面 $2d$ 侧,使有效层的面积变小地形成内部电极 $22i \sim 22l$ 。这样,第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例就变小了。

[0077] 在图 6(b) 所示的变化例的层叠电容器 23 中,从位于层叠体 2 的厚度方向中央的第 1 内部电极 $24e$ 起,到第 2 内部电极 $24h$ 为止,使有效层到达第 1、第 3 区域地设置。与此不同,位于内部电极 $24e$ 的上方的多个内部电极 $22a \sim 22d$ 重叠的部分和位于内部电极 $24h$ 的下方的多个内部电极 $22i \sim 22l$ 重叠的部分,都不位于第 1、第 3 区域。因此,在本例中,安装时可以不考虑上下的方向。

[0078] 另一方面,在图 7(a) 所示的变化例的层叠电容器 25 中,除了使内部电极 $26a \sim$

26d 重叠的部分的面积随着去往上面 2c 侧而变小、内部电极 26i ~ 26l 重叠的部分的面积随着去往下面 2d 侧而变小地构成外,都和层叠电容器 23 一样。因此,在本例中,安装时可以不考虑上下的方向。

[0079] 在图 7(b) 所示的变形例的层叠电容器 27 中,使内部电极 28a ~ 28h 在第 1、第 2 区域中也重叠地配置。就是说,使位于上面 2c 侧的内部电极 28a ~ 28h 形成大面积的有效层地配置。

[0080] 另一方面,内部电极 22i ~ 22l,和第 1 实施方式一样,在第 1、第 2 区域中不重叠,而在第 1、第 2 区域之间的中央区域中重叠。在本变形例中,在内部电极 22i ~ 22l 的前端,形成虚设电极 29a ~ 29d。除了形成虚设电极 29a ~ 29d 外,层叠电容器 27 都和层叠电容器 21 一样。

[0081] 同样,图 7(c) 所示的层叠电容器 30、图 8(a) 及 (b) 所示的层叠电容器 32、34,分别具有图 6(a) 所示的层叠电容器 21、图 6(b) 所示的层叠电容器 23 及图 7(a) 所示的层叠电容器 25 的内部电极结构,相当于在它们之上附加虚设电极 31a ~ 31d、33a ~ 33h 及 35a ~ 35h 后的结构。这样,在第 2、第 4 区域中降低有效层的占有体积比例时,适当形成虚设电极后,能够不增加主板的内部电极图案的种类地制造本发明的层叠电容器。

[0082] 接着,讲述具体的实验例。

[0083] (实验例 1)

[0084] 使用将 BaTiO_3 作为主成份、作为稀土类元素氧化物添加了 Gd_2O_3 后形成的电介质原料,按照以下的规格,制造层叠电容器。使包含外部电极的层叠体的外形尺寸为长度 $L = 1.6\text{mm}$ 、宽度 $W = 0.8\text{mm}$ 及厚度 $T = 0.8\text{mm}$,被内部电极之间夹住的电介质层的厚度 = $1.8\mu\text{m}$,内部电极的厚度 = $1.0\mu\text{m}$,有效层的层数 = 230。作为内部电极构成材料,使用 Ni,在由 Cu 构成的厚膜电极层上,层叠 Ni 电镀膜及 Sn 电镀膜后,形成外部电极。

[0085] 位于设置了有效层的部分的上方或下方的电介质层的厚度各为 $70\mu\text{m}$,外部电极的端面上的厚度 = $60\mu\text{m}$,弯回部中的外部电极的厚度 = $20\mu\text{m}$ 。使弯回部的长度方向尺寸、即弯回部的前端和层叠体的端面之间的距离 = $0.4\mu\text{m}$ 。

[0086] 对于上述层叠电容器,使有效层的占有体积比例进行各种变化,制造多种层叠电容器。在使有效层的占有体积比例变化之际,使被层叠的内部电极之间的重叠部分变化地进行。然后,对于获得的多种层叠电容器,流过 1kHz 及 0.5V 的电流后,测定静电电容。另外,还按照以下的要领,将层叠电容器安装到安装基板上,测定了驱动时产生的鸣叫声压。

[0087] (测定鸣叫声压)

[0088] 使用在图 9 中用方框图表示的电路,驱动使用钎焊料安装到玻璃环氧基板上的层叠电容器,测定了鸣叫声压。就是说,如图 9 所示,通过二极管 41 及电感器 42,由电源 V_{dc} 向层叠电容器 1 通电。这时,使电源电压为 1.5V、电流值为 0.4 ~ 0.8A 的范围。

[0089] 使用超指向性聚音麦克风 (ALC 公司制造、产品编号:KM—358),将基板鸣叫产生的声压聚音,使用图 9 所示的振荡器 44 进行分析,求出声压。结果如下列的表 2 所示。

[0090] [表 2]

[0091]

实验 No	区域 S 中的有效层占有体积比例 (%)	区域 X 中的有效层占有体积比例 (%)	静电电容 (μF)	鸣叫声压 (dB)
条件 1	5	5	0.98	27
条件 2	10	10	1.02	28
条件 3	15	15	1.06	30
条件 4	20	5	1.1	26
条件 5	20	10	1.11	28
条件 6	20	15	1.08	29
条件 7	20	20	1.1	33
条件 8	25	10	1.14	28
条件 9	25	15	1.13	30
条件 10	25	20	1.14	32
条件 11	25	25	1.15	35
条件 12	30	30	1.19	37

[0092] 由表 2 可知：在尺寸 1608 中，为了实现 $1 \mu F$ 以上的容量、将鸣叫声压抑制在 30dB 以下，必需使第 1、第 3 区域中的有效层的占有体积比例在 10% 以上，而且使第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例在 15% 以下。

[0093] (实验例 2 ~ 5)

[0094] 和实验例 1 同样进行，但是在实验例 2 ~ 5 中，分别按照以下的规格，制造层叠电容器。然后，在获得的层叠电容器中，和实验例 1 一样，使第 1、第 3 区域及第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例变化，测定了静电电容及鸣叫声压。结果如下列的表 3 ~ 表 6 所示。

[0095] 实验例 2 中的层叠电容器的规格

[0096] 使包含外部电极的层叠体尺寸为长度 $L = 2.0\text{mm}$ 、宽度 $W = 1.25\text{mm}$ 及厚度 $T = 1.25\text{mm}$ ，被内部电极之间夹住的电介质层的厚度为 $1.8 \mu m$ ，内部电极的厚度为 $1.0 \mu m$ ，有效层的层数为 380，配置在设置了有效层的部分的上下方的电介质层的厚度各为 $70 \mu m$ ，外部电极的端面上的厚度为 $60 \mu m$ ，弯回部中的外部电极的厚度为 $30 \mu m$ ，弯回部的前端和层叠体的端面之间的距离为 0.5mm 。使电介质层、内部电极及外部电极形成材料，都和实验例 1 同样。

[0097] 实验例 3 中的层叠电容器的规格

[0098] 使包含外部电极的层叠体尺寸为长度 $L = 3.2\text{mm}$ 、宽度 $W = 1.6\text{mm}$ 及厚度 $T = 1.6\text{mm}$ ，被内部电极之间夹住的电介质层的厚度为 $1.8 \mu m$ ，内部电极的厚度为 $1.0 \mu m$ ，有效层的层数为 500，配置在设置了有效层的部分的上下方的电介质层的厚度各为 $100 \mu m$ ，外部电极的端面上的厚度为 $60 \mu m$ ，弯回部中的外部电极的厚度为 $40 \mu m$ ，弯回部的前端和层叠体的端面之间的距离为 0.6mm 。使电介质层、内部电极及外部电极形成材料，都和实验例 1 同样。

[0099] 实验例 4 中的层叠电容器的规格

[0100] 使包含外部电极的层叠体尺寸为长度 $L = 3.2\text{mm}$ 、宽度 $W = 2.5\text{mm}$ 及厚度 $T = 2.5\text{mm}$ ，被内部电极之间夹住的电介质层的厚度为 $1.8 \mu m$ ，内部电极的厚度为 $1.0 \mu m$ ，有效层的层数为 800，配置在设置了有效层的部分的上下方的电介质层的厚度各为 $100 \mu m$ ，外部电极的端面上的厚度为 $100 \mu m$ ，弯回部中的外部电极的厚度为 $40 \mu m$ ，弯回部的前端和层叠体的端面之间的距离为 0.6mm 。使电介质层、内部电极及外部电极形成材料，都和实验例 1 同样。

[0101] 实验例 5 中的层叠电容器的规格

[0102] 使包含外部电极的层叠体尺寸为长度 $L = 1.0\text{mm}$ 、宽度 $W = 0.5\text{mm}$ 及厚度 $T = 0.5\text{mm}$ ，被内部电极之间夹住的电介质层的厚度为 $1.8\ \mu\text{m}$ ，内部电极的厚度为 $1.0\ \mu\text{m}$ ，有效层的层数为 120，配置在设置了有效层的部分的上下电介质层的厚度各为 $60\ \mu\text{m}$ ，外部电极的端面上的厚度为 $30\ \mu\text{m}$ ，弯回部中的外部电极的厚度为 $10\ \mu\text{m}$ ，弯回部的前端和层叠体的端面之间的距离为 0.3mm 。使电介质层、内部电极及外部电极形成材料，都和实验例 1 同样。

[0103] [表 3]

[0104]

实验 No	区域 S 中的有效层占有体积比例 (%)	区域 X 中的有效层占有体积比例 (%)	静电电容 (μF)	鸣叫声压 (dB)
条件 1	15	15	2.11	25
条件 2	20	20	2.2	26
条件 3	25	25	2.29	27
条件 4	30	30	2.35	27
条件 5	35	35	2.44	29
条件 6	40	30	2.51	28
条件 7	40	35	2.53	30
条件 8	40	40	2.52	33
条件 9	45	30	2.59	28
条件 10	45	35	2.58	30
条件 11	45	40	2.6	36
条件 12	45	45	2.59	40

[0105] [表 4]

[0106]

实验 No	区域 S 中的有效层占有体积比例 (%)	区域 X 中的有效层占有体积比例 (%)	静电电容 (μF)	鸣叫声压 (dB)
条件 1	15	15	9.8	25
条件 2	20	20	10.1	26
条件 3	25	25	10.4	27
条件 4	30	30	10.6	29
条件 5	35	35	10.9	30
条件 6	40	30	11.1	28
条件 7	40	35	11.3	30
条件 8	40	40	11.2	34
条件 9	45	30	11.6	29
条件 10	45	35	11.5	30
条件 11	45	40	11.4	35
条件 12	45	45	11.4	40

[0107] [表 5]

[0108]

实验 No.	区域 S 中的有效层占有体积比例 (%)	区域 X 中的有效层占有体积比例 (%)	静电电容 (μF)	鸣叫声压 (dB)
条件 1	15	15	21.6	25
条件 2	20	20	22.2	25
条件 3	25	25	22.7	26
条件 4	30	30	23.1	28
条件 5	35	35	23.5	30
条件 6	40	30	24	28

条件 7	40	35	24.1	29
条件 8	40	40	23.9	34
条件 9	45	30	24.5	29
条件 10	45	35	24.4	30
条件 11	45	40	24.4	36
条件 12	45	45	24.6	42

[0109] [表 6]

[0110] 芯片尺寸 1005

[0111]

芯片尺寸	区域 S 中的有效层占有体积比例 (%)	区域 X 中的有效层占有体积比例 (%)	静电电容 (μF)	鸣叫声压 (dB)
	10%以上	10%以下		
条件 1	5	5	0.44	26
条件 2	10	10	0.47	27
条件 3	15	15	0.48	30
条件 4	20	5	0.49	27
条件 5	20	10	0.5	28
条件 6	20	15	0.51	32
条件 7	20	20	0.53	31
条件 8	25	10	0.52	29
条件 9	25	15	0.54	31
条件 10	25	20	0.53	33
条件 11	25	25	0.55	32
条件 12	30	30	0.57	35

[0112] 由表 3 可知：在所谓 2012 尺寸中，为了实现 $2.2\mu\text{F}$ 以上的大容量、将鸣叫声压抑制在 30dB 以下，必需使第 1、第 3 区域中的有效层的占有体积比例在 20% 以上，而且使第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例在 35% 以下。

[0113] 由表 4 可知：在所谓 3216 尺寸中，为了实现 $10\mu\text{F}$ 以上的大容量、将鸣叫声压抑制在 30dB 以下，必需使第 1、第 3 区域中的有效层的占有体积比例在 20% 以上，而且使第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例在 35% 以下。

[0114] 由表 5 可知：在所谓 3225 尺寸中，为了实现以上 $22\mu\text{F}$ 以上的大容量、将鸣叫声压抑制在 30dB 以下，必需使第 1、第 3 区域中的有效层的占有体积比例在 20% 以上，而且使第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例在 35% 以下。

[0115] 由表 6 可知：在所谓 1005 尺寸中，为了实现以上 $0.47\mu\text{F}$ 以上的大容量、将鸣叫声压抑制在 29dB 以下，必需使第 1、第 3 区域中的有效层的占有体积比例在 10% 以上，而且使第 2、第 4 区域中的有效层的占有体积比例在 10% 以下。

[0116] 在上述图 6(b) 所示的层叠电容器 23 中，在电极 24f ~ 24h 重叠的部分、即在位于连接层叠体的第 1、第 2 主面的方向中央的中央部，有效层到达第 1、第 3 区域。另一方面，在低于电极 24h 的电极 24i ~ 24l 重叠的部分，有效层没有到达第 1、第 3 区域。将位于该内部电极 24h 的下方、即位于层叠体的另一个主面侧的部分，作为在第 1、第 3 区域中内部电极不重叠的有效层排除部。在有效层排除部中，假如和内部电极 24e ~ 24h 同样，第 1、第 2 内部电极重叠，有效层延伸到第 1、第 3 区域侧、即延伸到层叠体的一个端部及另一个端部侧时相比，在图 6(c) 中用点划线 V 表示的区域中，排除有效层。

[0117] 从图 6(c) 表示的用该点划线 V 包围的部分的断面、即包含层叠体的长度方向从与

内部电极 24a ~ 24l 正交的断面看时,使用点划线 V 包围的部分的长度方向的尺寸为 L_0 、沿着层叠体厚度方向的尺寸为 T_0 时,最好使比值 T_0/L_0 在 0.5 ~ 1.5 的范围内。这样,能够有效地抑制伴随层叠电容器驱动时的变形产生的异音,即使加大层叠电容器的容量时,也能够切实抑制异音的发生。其理由可以考虑如下。就是说,如图 6(b) 所示的那样,在第 2、第 4 区域特别是层叠体的下面侧的区域中,加大间隙部后,能够抑制鸣叫。这是因为例如直到外部电极 3 的弯回部的正下方设置间隙部后,层叠体厚度方向的收缩和沿着层叠体宽度方向及长度方向的面中的收缩变小,在图 4 中用双点划线表示的那种变形变小的缘故。此外,为了实现高容量化,最好尽量减小上述间隙。这样,为了一边实现高容量化,一边抑制鸣叫,最好采用在实现高容量化的基础上减小间隙部的形状、在抑制鸣叫的基础上增大间隙部的形状。

[0118] 如图 6(c) 所示的那样,使沿着层叠体厚度方向的尺寸 T_0 与沿着用上述点划线 V 包围的部分的层叠体的长度方向的尺寸 L_0 的比值 T_0/L_0 在 0.5 ~ 1.5 时,能够切实抑制鸣叫。就是说,鸣叫的主要原因是在有效层中的层叠体厚度方向的位移和间隙部中的位移之差的作用下,外部电极例如外部电极 3 的下方的弯回部表面从水平方向倾斜,基板因此而产生弯曲。这样,在安装面附近存在的有效层,极大地影响着鸣叫的产生。

[0119] 因此,缩小间隙部、使有效层接近安装面侧的外部电极弯回部附近后,尽管可以提高容量,但却使鸣叫变大。

[0120] 由此可知:为了减小层叠体厚度方向的位移及间隙部的位移,抑制鸣叫,在上述有效层排除部中,只要使 $T_0 > L_0$ 即可。可是,使 $T_0 > L_0$ 后,层叠体厚度方向的位移就变小。为了维持容量,需要减小 L_0 ,加大上述第 2 区域及第 4 区域中的有效层的比例。

[0121] 反之,使 $T_0 < L_0$ 后,虽然层叠体长度方向的位移变小,但是层叠体厚度方向的位移却变大。因此,综合这些情况地考虑后,最好使 T_0/L_0 在 0.5 ~ 1.5 的范围内。 T_0/L_0 小于 0.5 时,鸣叫有可能变大;超过 1.5 后,尽管能够抑制鸣叫,但是容量却有可能变小。

[0122] 下面,根据具体的试验例,对此进行讲述。

[0123] (试验例 6)

[0124] 和上述试验例 1 ~ 5 同样,制造 1005 尺寸、1068 尺寸、2021 尺寸、3216 尺寸及 3225 尺寸的各层叠电容器。此外,区域 S 中的有效层的占有体积比例及区域 X 中的有效层的占有体积比例,如下列表 7 所示。另外,还如下列表 7 所示,对 T_0/L_0 的比值进行各种变更,对于上述各尺寸,制造了条件 1 ~ 5 的 T_0/L_0 的比值的各层叠电容器。对于这些层叠电容器的取得容量及鸣叫声压,进行了和试验例 1 ~ 5 同样评价。结果在下列的表 7 中一并示出。

[0125] 此外,在各尺寸的层叠电容器中,变更 T_0/L_0 时,对上述间隙的尺寸进行了调整,以便使其容量相同,对其它则和上述试验例 1 ~ 5 同样。

[0126] [表 7]

[0127]

尺寸	区域 S 中的有效层的占有体积比例 (%)	区域 X 中的有效层的占有体积比例 (%)		T_0/L_0	取得容量 μF	鸣叫 dB
1005	10	10	条件 1	不去角	0.47	27
			条件 2	0.3		27
			条件 3	0.5		25
			条件 4	1.5		26
			条件 5	1.8		28
1608	10	10	条件 1	不去角	1.02	28
			条件 2	0.3		27
			条件 3	0.5		26
			条件 4	1.5		26
			条件 5	1.8		28
2012	20	20	条件 1	不去角	2.2	26
			条件 2	0.3		26
			条件 3	0.5		24
			条件 4	1.5		24
			条件 5	1.8		27

[0128]

3216	20	20	条件 1	不去角	10.1	26
			条件 2	0.3		26
			条件 3	0.5		25
			条件 4	1.5		25
			条件 5	1.8		28
3225	20	20	条件 1	不去角	22.2	25
			条件 2	0.3		25
			条件 3	0.5		24
			条件 4	1.5		24
			条件 5	1.8		27

[0129] 由表 7 可知：在所有尺寸的层叠电容器中，使 T_0/L_0 在 0.5 ~ 1.5 的范围内时，能够一边维持取得电容，一边抑制鸣叫。

[0130] 另外，在本发明涉及的层叠电容器中，在使第 1、第 2 外部电极的宽度为 B、层叠电容器的宽度为 A 时，最好使宽度 B 小于宽度 A，这样能够更加有效地抑制基板鸣叫。下面，参照图 10，对此进行讲述。

[0131] 图 10(a)、(b) 是为了讲述本发明其它实施方式的层叠电容器而绘制的图形，(a) 是陶瓷层叠体的横断面图，(b) 是从表示在陶瓷层叠体的一个端部形成第 1 外部电极的状态的该一端侧看的侧面图。

[0132] 在本实施方式中，如图 10(a) 所示的那样，在层叠体 42 内隔着陶瓷层，重叠地配置多个第 1 内部电极 43a ~ 43c 和第 2 内部电极 44a ~ 44c。第 1 内部电极 43a ~ 43c，如图 10(b) 所示的那样，露出陶瓷层叠体 42 的第 1 端部侧。而且，在陶瓷层叠体 42 的第 1 端部，形成第 1 外部电极 45。

[0133] 虽然没有图示，但是在陶瓷层叠体 42 的第 2 端部侧，形成第 2 外部电极。

[0134] 在本实施方式中，和图 1 所示的层叠电容器同样，层叠电容器 41 在长度为 $1.6 \pm 0.1\text{mm}$ 、宽度为 $0.8 \pm 0.1\text{mm}$ 、高度为 $0.8 \pm 0.1\text{mm}$ 的范围内，而且和图 1 所示的实施方式同样，在第 1 区域中使有效层的占有体积比例在 10% 以上，在第 2 区域中使有效层的占有体积比例在 15% 以下，在第 3 区域中使有效层的占有体积比例在 10% 以上，在第 4 区域中使有效层的占有体积比例在 15% 以下。关于这种结构，可以引用图 1 所示的层叠电容器的讲述，所以不再赘述。

[0135] 在本实施方式的层叠电容器 41 中，由于和图 1 所示的层叠电容器同样，使第 1 ~ 第 4 区域中的有效层的占有体积比例采用上述特定的范围，所以能够有效地抑制基板鸣叫。

[0136] 另外，由于使层叠电容器 41 中的第 1、第 2 外部电极的宽度 B 小于层叠电容器的宽度 A，更具体地说，使 $(B/A) \times 100\%$ 在 92% 以下，所以能够有效地抑制基板鸣叫。下面，更具体地讲述这种情况。

[0137] 此外，所谓“外部电极 45 的宽度 B”，是指沿着上述陶瓷层叠体 42 的宽度方向的

尺寸。另外,在本发明中,所谓“层叠体的长度”,是连接层叠体的一个端部和另一个端部的方向的尺寸;所谓“高度”,是连接层叠体的一个主面和另一个主面的方向的尺寸;所谓“宽度”,是与上述长度方向及高度方向正交的方向的尺寸。

[0138] 在本实施方式中,第 1 外部电极 45 及没有图示的第 2 外部电极的宽度 B 小于层叠电容器的宽度 A 时,之所以能够有效地抑制基板鸣叫,其理由如下。

[0139] 就是说,基板鸣叫是在驱动之际伴随着陶瓷层叠体收缩或者恢复出现的振动传递给基板侧,使基板振动后产生的现象。在传递该振动的路线中,存在外部电极。所以减小外部电极后,就使陶瓷层叠体收的振动不容易传递给基板,能够抑制基板鸣叫。

[0140] 在本实施方式中,使外部电极 45 的宽度 B 小于层叠电容器 41 的宽度 A 后,就能够使经由外部电极去往基板侧的振动的传递得到抑制。因此,能够抑制基板鸣叫。

[0141] 此外,为了减小外部电极的形状,不仅可以减小外部电极的宽度方向尺寸,而且还可以考虑减小沿着层叠电容器的高度方向的外部电极的尺寸。可是,需要使露出陶瓷层叠体的端面的多个内部电极与外部电极切实连接,因此如图 10(b) 所示的那样,需要使外部电极 45 成为朝着层叠电容器 41 的高度方向延伸的带状的形状。这样,为了切实获得静电容量、抑制基板鸣叫,如上所述,最好减小外部电极 45 的宽度 B。因此,在本实施方式中,外部电极 45 的宽度 B 小于层叠电容器 41 的宽度 A。使宽度 B 为宽度 A 的 92% 以下则更好。

[0142] 宽度 B 较小后,能够有效地抑制基板鸣叫,这是我们所希望的。可是,最好使外部电极 45 的宽度 B 大于露出形成外部电极的层叠体 42 的端面的内部电极 43a ~ 43c 的沿着上述层叠体的宽度方向的尺寸、切实覆盖露出的内部电极 43a ~ 43c。这样地用外部电极 45 切实覆盖露出的内部电极 43a ~ 43c 后,能够提高耐湿性。为了能够更切实地提高耐湿性,最好使其成为露出内部电极的部分的沿着上述宽度方向的尺寸的 1.1 倍以上地设置外部电极 45 的宽度 B。这时,即使内部电极露出层叠体端面的部分的中心和外部电极的宽度方向的中心稍有偏移,也能够用外部电极切实覆盖内部电极露出部分,能够更切实地提高耐湿性。

[0143] 通过具体的试验例可以证明:采用本实施方式后,能够有效地抑制基板鸣叫。

[0144] (试验例 7)

[0145] 和上述试验例 1 ~ 6 同样,制造 1005 尺寸、1068 尺寸、2021 尺寸、3216 尺寸及 3225 尺寸的各层叠电容器。此外,区域 S 中的有效层的占有体积比例及区域 X 中的有效层的占有体积比例,如下列表 8 所示。另外,还如下列表 8 所示,变更外部电极的宽度 B 与层叠电容器的宽度 A 的比例 B/A,对于上述各尺寸的层叠电容器,制造了条件 1 ~ 5 的 $(B/A) \times 100(\%)$ 的层叠电容器。对于这些层叠电容器的取得容量及鸣叫声压,进行了和试验例 1 ~ 5 同样的评价。结果在下列的表 8 中一并示出。

[0146] 此外,在各尺寸的层叠电容器中,在制造条件 1 ~ 5 的层叠电容之际,赋予掩模,以便使外部电极的宽度 B 成为所需地尺寸,涂敷、烧结了外部电极形成用导电膏。

[0147] [表 8]

[0148]

				外部电极的 宽度的比例 (B/A) × 100 (%)	取得 容量 μF	鸣叫 (dB)
尺寸	区域 S 中的有 效层的占有体 积比例 (%)	区域 X 中的有效 层的占有体积 比例 (%)				
1005	10	10	条件 1	100 (通常)	0.47	27
			条件 2	95		27
			条件 3	92		25
			条件 4	75		26
			条件 5	50		28
1608	10	10	条件 1	100 (通常)	1.02	28
			条件 2	95		27
			条件 3	92		26
			条件 4	75		26
			条件 5	50		28
2012	20	20	条件 1	100 (通常)	2.2	26
			条件 2	95		26
			条件 3	92		24

[0149]

			条件 4	75		24
			条件 5	50		27
3216	20	20	条件 1	100 (通常)	10.1	26
			条件 2	95		26
			条件 3	92		25
			条件 4	75		25
			条件 5	50		28
3225	20	20	条件 1	100 (通常)	22.2	25
			条件 2	95		25
			条件 3	92		24
			条件 4	75		24
			条件 5	50		27

[0150] 由表 8 可知：在所有尺寸的层叠电容器中，与 $(B/A) \times 100(\%)$ 为 100% 时相比，随着 $(B/A) \times 100(\%)$ 变小后，鸣叫声压变小。特别是 $(B/A) \times 100(\%)$ 为 92% 以下后，能够切实减小鸣叫声压。

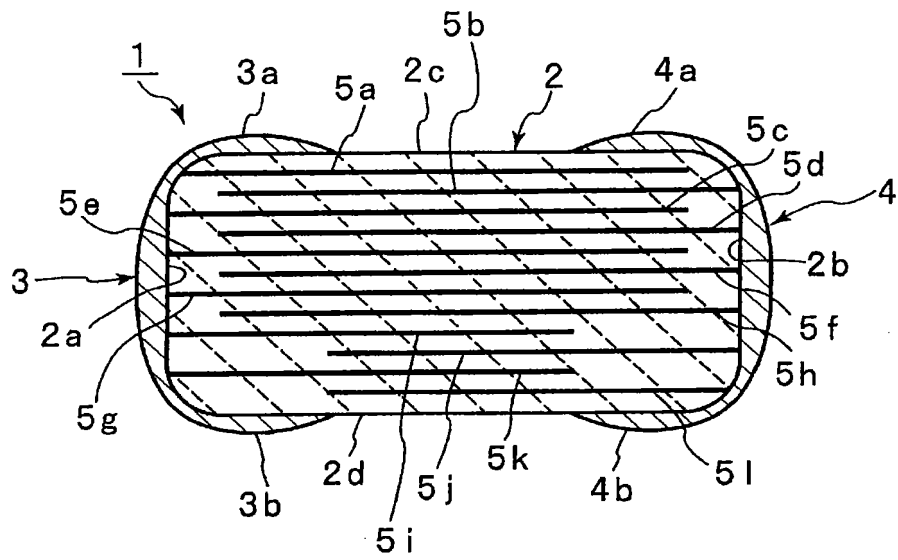


图 1

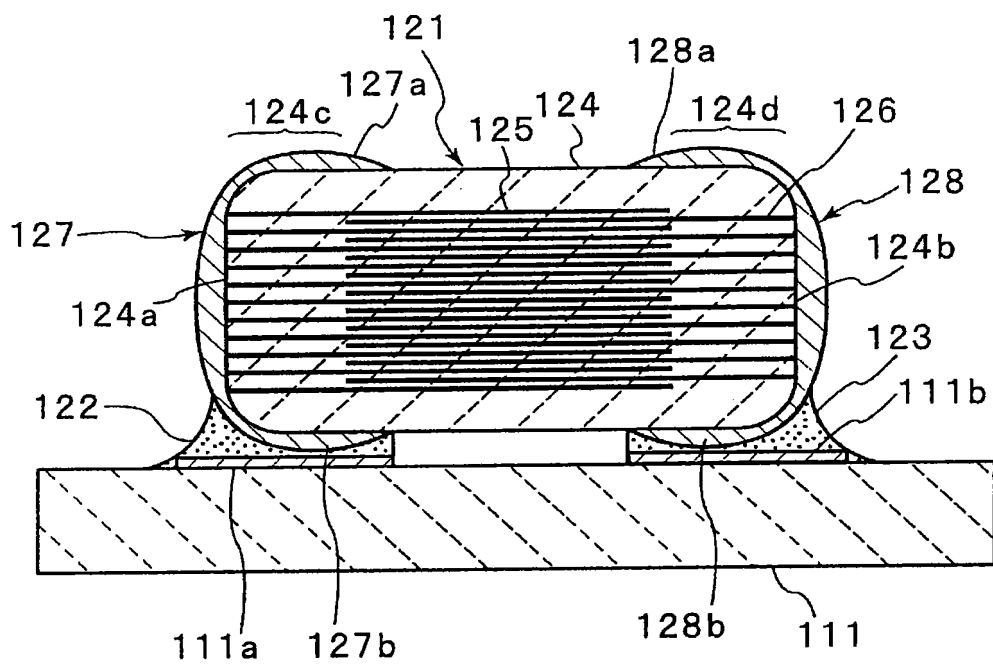


图 2

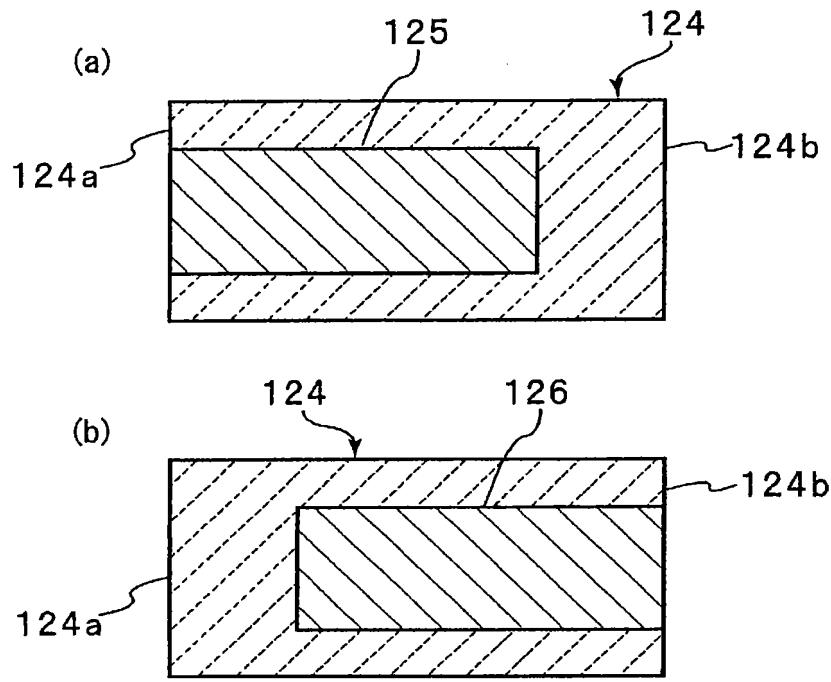


图 3

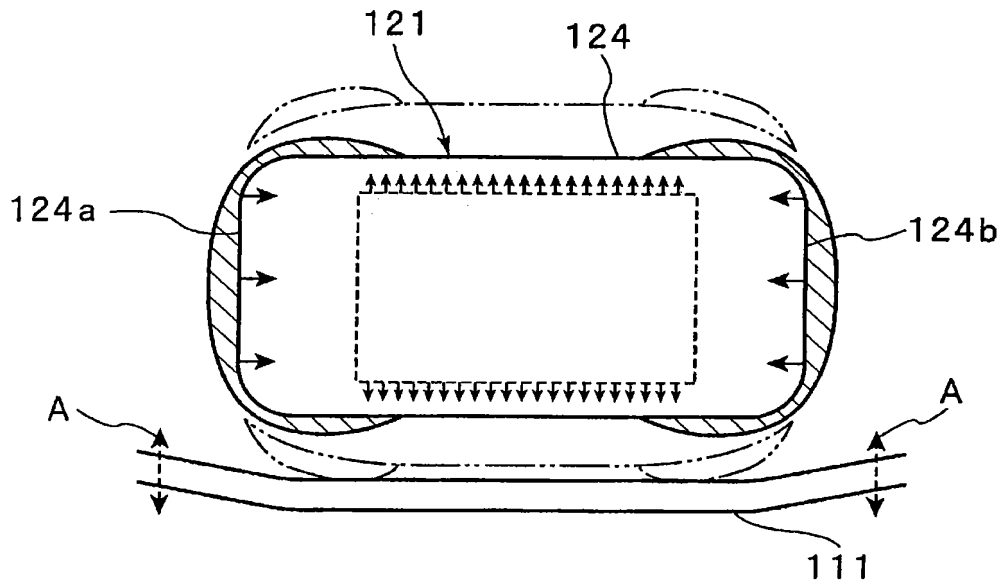


图 4

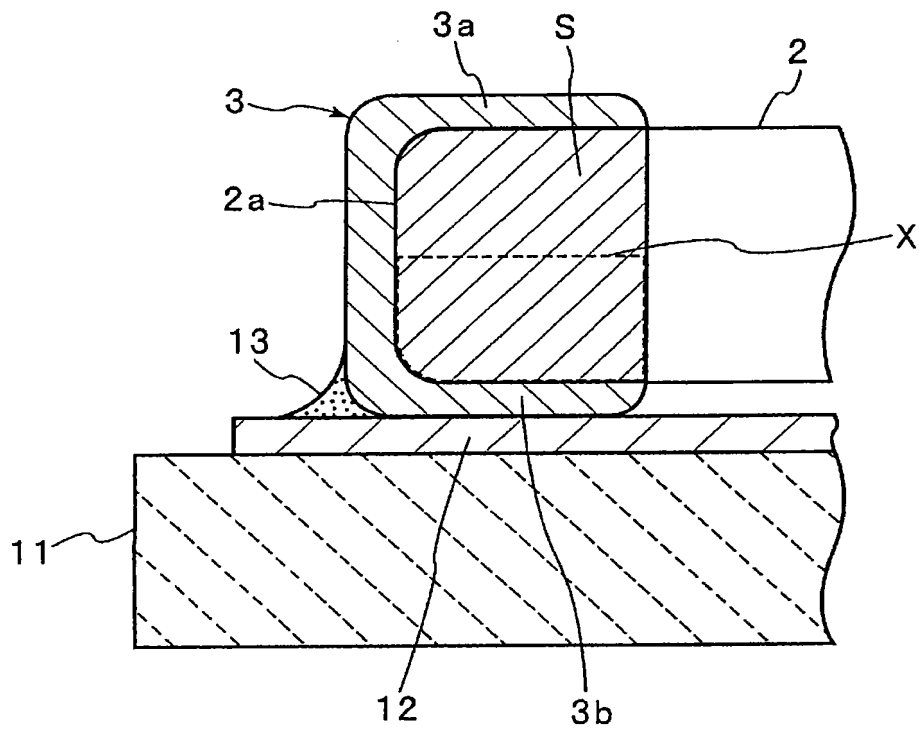


图 5

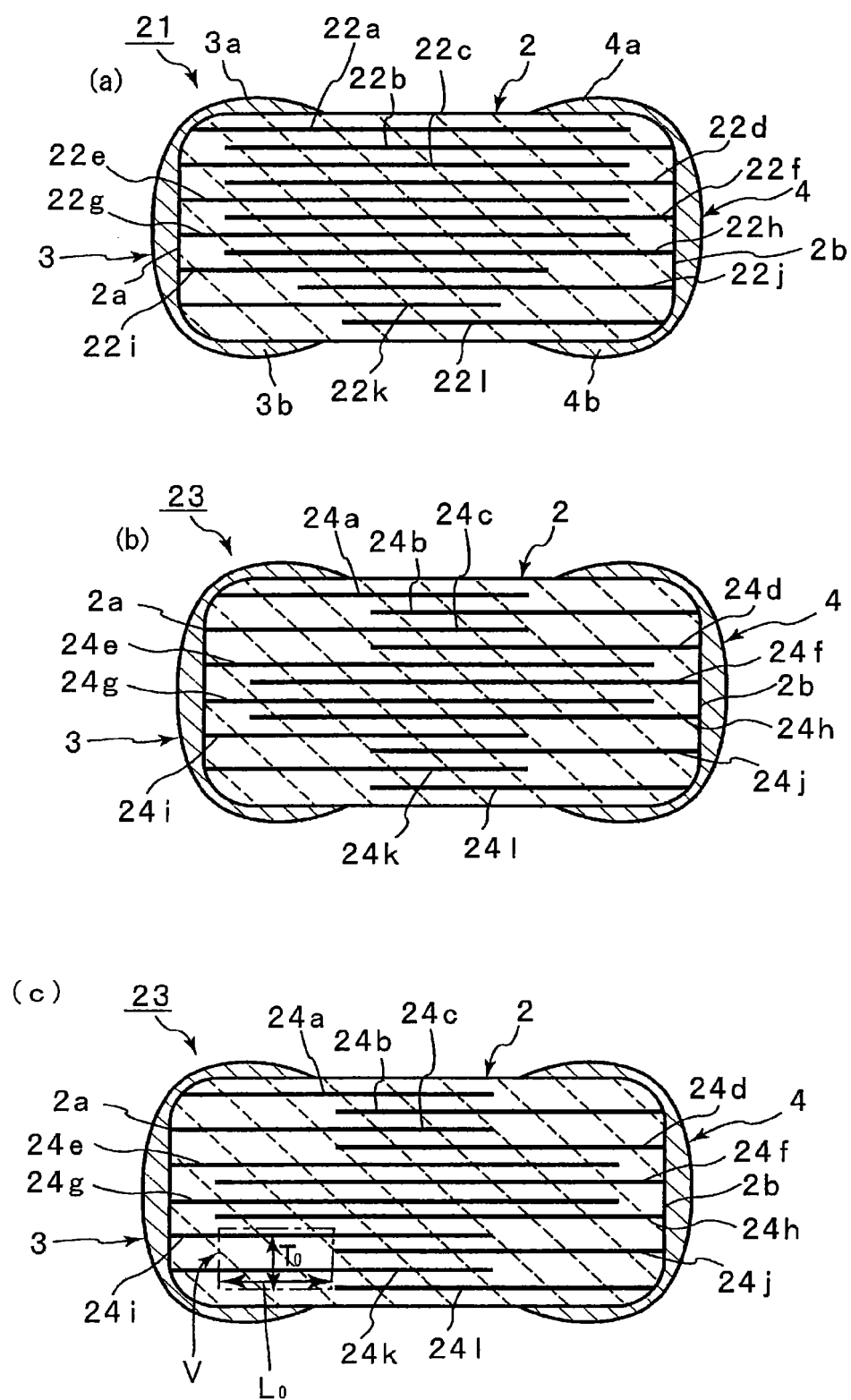


图 6

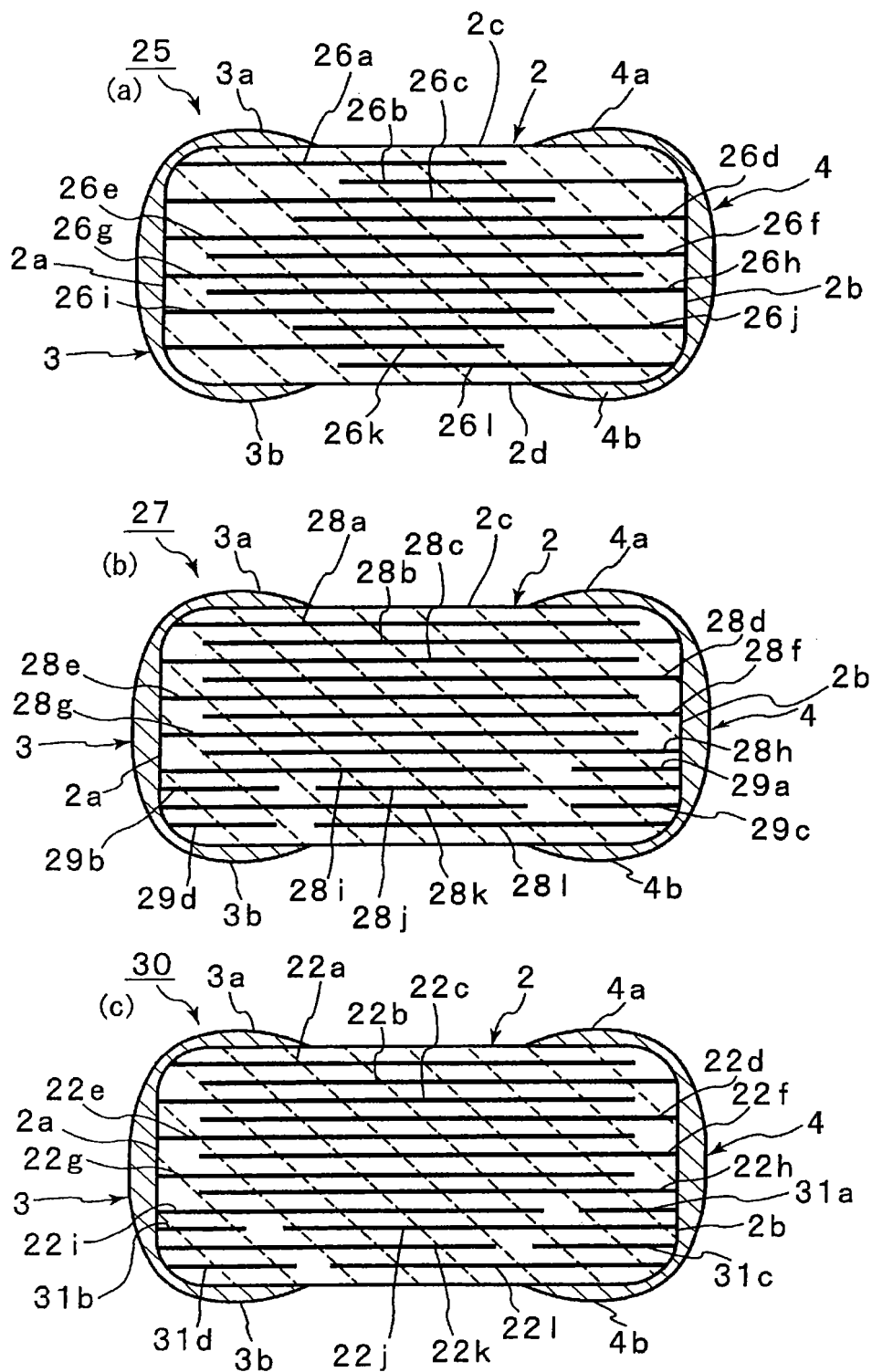


图 7

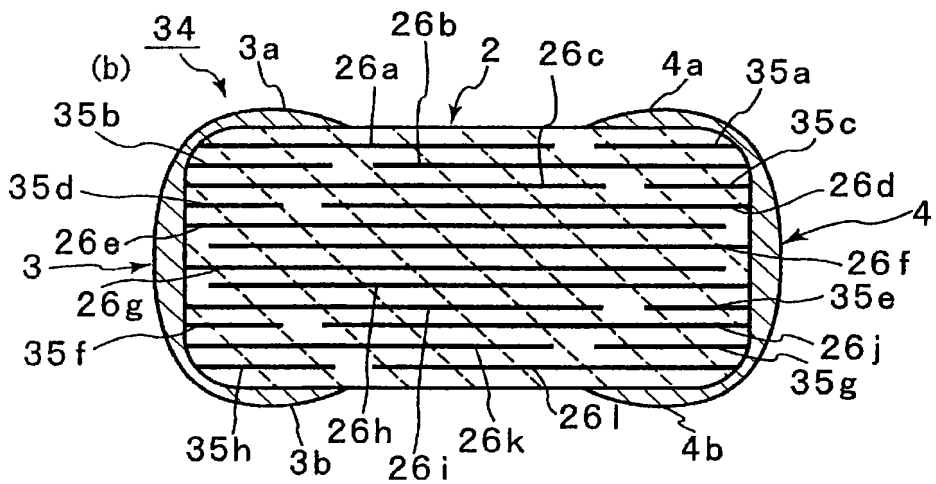
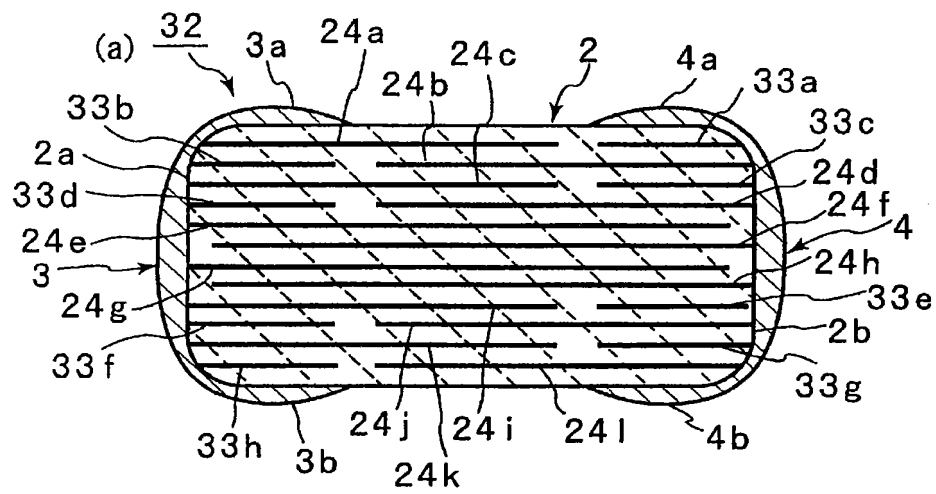


图 8

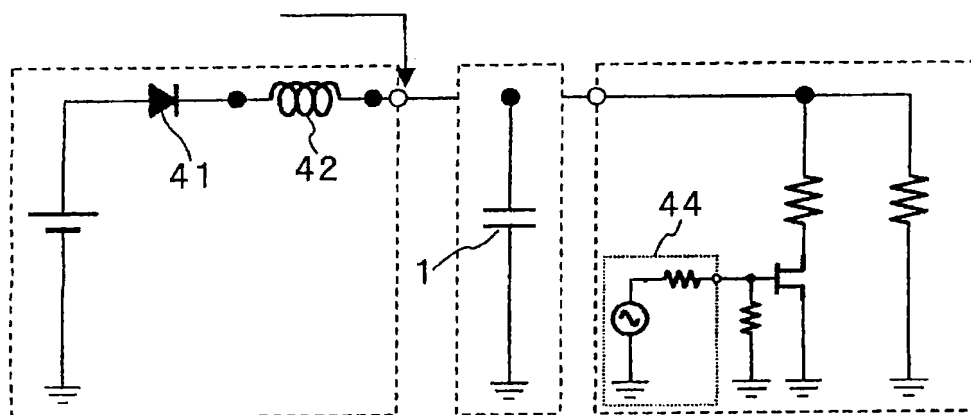


图 9

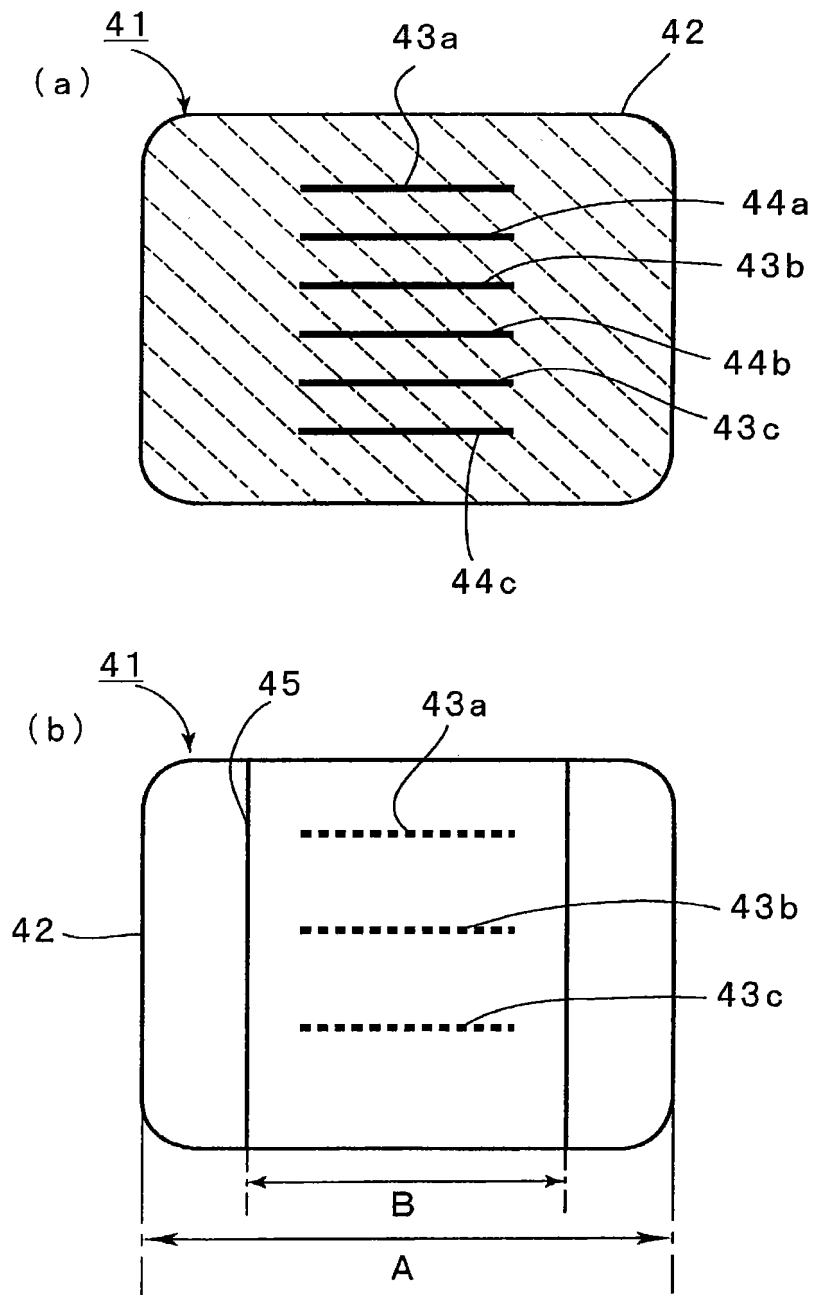


图 10

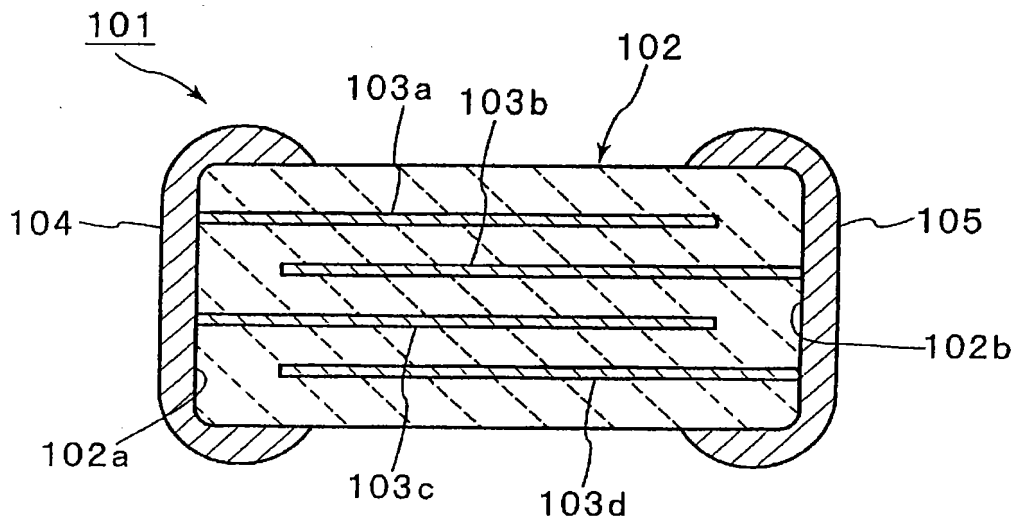


图 11