



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97122285.1

[45] 授权公告日 2003 年 7 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1114964C

[22] 申请日 1997.11.13 [21] 申请号 97122285.1

[30] 优先权

[32] 1996.11.14 [33] JP [31] 303196/1996

[71] 专利权人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

[72] 发明人 长谷川隆 丸泽博

审查员 丰学民

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

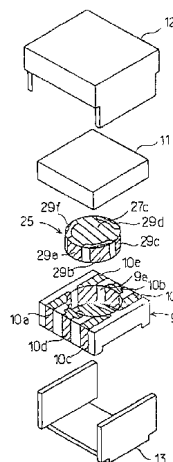
代理人 陈亮

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 8 页

[54] 发明名称 非可逆电路器件

[57] 摘要

一种非可逆电路器件，它可以简化制造工艺，降低制造成本，但不增加匹配电路的磁性材料损失。该非可逆电路器件具有整体烧制的铁磁体，由第一和第二铁磁体组成。在第一铁磁体中，中心导体分布成彼此交叉，但电绝缘。在饱和磁化强度小于第一铁磁体的饱和磁化强度的第二铁磁体中形成电容电极和接地电极以形成匹配电路。



1、一种非可逆电路器件，包含：

第一铁磁体；

多个形成在第一铁磁体上的中心导体，它们彼此电绝缘地交叉分布；

固定到第一铁磁体上的第二铁磁体；以及

形成在第二铁磁体上、并电连接到多个中心导体的匹配电路；

其特征在于，第一和第二铁磁体具有不同的饱和磁化强度。

2、如权利要求1所述的非可逆电路器件，其特征在于，第二铁磁体的饱和磁化强度小于第一铁磁体的饱和磁化强度。

3、如权利要求1所述的非可逆电路器件，其特征在于，第二铁磁体的饱和磁化强度大于第一铁磁体的饱和磁化强度。

4、如权利要求1至3之一所述的非可逆电路器件，其特征在于，还包含磁回路，向第一铁磁体施加直流磁场。

5、如权利要求1至3之一所述的非可逆电路器件，其特征在于，匹配电路具有多对电容电极，多对电容电极把第二铁磁体的磁性材料层保持在它们之间，包含每对电容电极的每个电容器电连接到多个中心导体之一。

6、如权利要求1至3之一所述的非可逆电路器件，其特征在于，第一和第二铁磁体整体同时烧制。

非可逆电路器件

本发明涉及一种用于诸如便携式电话等移动通信装置的非可逆电路器件，尤其涉及一种在诸如微波等高频带内用作循环器或隔离器的非可逆电路器件。

近年来，在移动通信中，高频装置逐渐小型化和普及化，并强烈要求减小这种装置中所用的非可逆电路器件的体积和费用。

一种已知的非可逆电路器件是例如，一种包含彼此以电绝缘状态交叉布置的多个中心电极、设置在多个中心电极的上面和下面的微波磁性材料和向多个中心电极加上直流磁场的永久磁体的器件，即集总参数非可逆电路器件。这种集总参数非可逆电路器件用作例如循环器或隔离器。

图1是传统循环器的一个例子的分解透视图。在该循环器中，为了减小其体积，把多个中心导体布置在铁磁体1内，彼此交叉且处于电绝缘状态。即，如图2的分解透视图所示，铁磁体1具有叠层结构，包含多层铁磁层1a至1e。在铁磁层1b, 1c和1d的上面，分别形成中心导体2a和2b、2c和2d以及2e和2f。换句话说，在每层铁磁层1b至1d的上面布置了一对中心导体。

中心导体2a和2b、中心导体2c和2d以及中心导体2e和2f以层叠方式彼此交叉分布，并且由铁磁层1c和1d进行电绝缘。

在铁磁层1a和1e上分别形成接地电极3a和3b。

在如图1所示的铁磁体1上，外电极4a, 4b和4c形成在其侧面，以把接地电极3a和3b连接在一起，并且每个外电极电连接到中心导体对2a, 至2f中之任一对的端子上。

在图1中，把介电体5固定到铁磁体1的上面。介电体5包括介电陶瓷，并在其中设一电容器以形成匹配电路。即，如图3的分解图所示，介电体5具有层叠结构，包含介电层5a和5b。在介电层5a的上面形成电容电极6a、6b和6c。在介电层5b的上面形成接地电极7。因此，在电容电极6a至6c与接地电极7和接地电极3b分别通过介电层5b和5a重叠的每一部分上均形成电容器。

在图1中，外电极8a、8b和8c形成在介电层5的侧面。这些外电极8a至8c中的每个电极电连接到电容器之一或接地电极之一上。

另一方面，铁磁体 1 和介电体 5 容纳在端板 9 内，在端板 9 的中央具有筒形凹面 9a。在端板 9 上形成有构成输入/输出端的导体图形 10a 至 10c 和连接到接地电位的导电图形 10d, 10e 和 10f。

形成在铁磁体 1 侧面的外电极 4a 至 4c 和形成在介电体 5 侧面的外电极 8a 至 8c 容纳在端板 9 的凹面 9a 内，并适当地连接到导电图形 10a 至 10f。

在图 1 中，设置在永久磁体 11，以把磁场加到铁磁体 1 中中心导体彼此交叉的部分。图 1 所示的非可逆电路器件还包含有金属磁轭 12 和 13。端板 9 和磁体保持在磁轭 12 和 13 之间。磁轭 12 和 13 构成磁回路，与磁体 11 一起施加磁场。

在图 1 至 3 所示的非可逆电路器件中，由于多个中心导体 2a, 2b 至 2e 和 2f 彼此电绝缘交叉的部分是利用铁磁体 1 整体形成的，所以容易制造这种非可逆电路器件，并且可以超小型化。

然而，由于铁磁体 1 和介电体 5 是分开烧制后结合在一起的，所以其侧面上的外电极 4a 至 4c 和外电极 8a 至 8c 必须通过焊接等方式进行电连接。因此，连接点数量增加了，产生了不够可靠的问题。另外，由于铁磁体 1 和介电体 5 分开烧制，所以必须进行多次烧制步骤，需要有麻烦的组装过程，因而难以充分减少制造费用。

因此，同时烧制铁磁体 1 和介电体 5 有可能解决上述问题。即上述问题有可能以这种方法解决，即把制成铁磁体 1 的生片和制成介电体 5 的生片叠在一起，然后同时烧制。

然而，铁磁体 1 和介电体 5 的烧制条件是不同的，因此，在适用其中一种材料的条件下进行烧制将引起不能充分烧制另一种材料的可能。另外，在介于两种材料的条件中间的条件烧制会引起铁磁体 1 和介电体 5 都进行了不适当的烧制的问题。

另外，即使铁磁体 1 和介电体 5 可以同时烧制，在准备厚材料的步骤中仍不可能使用同一条生产线，因而难以降低制造费用。

因此，作为解决上述问题的一种方法，提出了一种方法，在这种方法中，把形成匹配电路的中心导体结构部分和电容形成部分形成在同一铁磁体上。下面参照图 4 和 5 描述这种方法。

图 4 是传统非可逆电路器件的另一个例子的分解透视图。在图 4 所示的铁磁体 15 中，布置有多个中心导体和一匹配电路。图 5 的分解透视图示出了铁磁体 15 中的电极结构。

在铁磁体 15 中，把铁磁性层 15a 至 15e 层叠。与图 2 所示的铁磁体 1 一样，在

铁磁性层 15b 至 15d 的上面形成多个中心导体 16a, 16b 至 16e 和 16f。在这种结构中, 铁磁性层 15b 上面的中心导体 16a 和 16b 的端子连接到电容电极 17a 上。同样, 铁磁性层 15c 上面的中心导体 16c 和 16d 的端子连接到形成在其上的电容电极 17b 上, 铁磁性层 15d 上面的中心导体 16e 和 16f 的端子连接到形成在其上的电容电极 17c 上。

在铁磁性层 15a 和 15e 上面分别形成接地电极 18a 和 18b。因此, 在通过层叠铁磁性层 15a 至 15e 和整体烧制这些层而形成的铁磁体 15 中, 不仅布置了多个中心导体 16a 至 16f, 而且布置了形成匹配电路的电容电极 17a 至 17c。电容电极 17a 至 17c 与接地电极 18a 和 18b 重叠, 形成电容器。

参照图 4, 铁磁体 15 插入到其上设置有永久磁体 11 的端板 9 的凹面 9a 内, 并保持在金属磁轭 12 和 13 之间, 形成非可逆电路器件。

图 4 所示的非可逆电路器件包含利用铁磁体 15 分布多个中心导体的部分和匹配电路。因此, 因为材料准备步骤不需要多条生产线, 因此可以简化组装步骤, 制造费用也可以降低。另外, 由于不需要通过焊接等方式把中心导体与匹配电路结合在一起, 所以可以改善可靠性。

然而, 由于形成匹配电路的电容器是由铁磁体 15 制成的, 所以存在这样一种缺陷, 即由于铁磁体的磁损失引起匹配电路的损失增加, 并增加了非可逆电路器件的插入损失。

本发明能克服已有技术中的上述缺陷, 提供一种极其可靠的非可逆电路器件, 它可以减小体积, 简化制造工艺, 而不会劣化其性能, 例如插入损失等。

根据本发明的一个宽的方面, 提供一种非可逆电路器件, 它包含第一铁磁体、多个形成在第一铁磁体内并布置成彼此交叉且电绝缘的中心导体、固定到第一铁磁体上的第二铁磁体, 以及形成在第二铁磁体内并电连接到多个中心导体上的匹配电路, 其中第一和第二铁磁体具有不同的饱和磁化强度。

在该非可逆电路器件中, 第一铁磁体和第二铁磁体整体形成, 多个中心导体布置在第一铁磁体内, 匹配电路设置在第二铁磁体中。因此, 布置有多个中心导体的部分和形成匹配电路的部分均包含铁磁体, 因此, 在准备厚材料的步骤中可以利用同一生产线。另外, 由于第一和第二铁磁体具有不同的饱和磁化强度, 例如, 当第二铁磁体的饱和磁化强度小于第一铁磁体的饱和磁化强度时, 以及第二铁磁体的饱和磁化强度大于第一铁磁体的饱和磁化强度这二种情况下, 都可以减少磁损失。

此外, 最好在第一铁磁体上设置磁回路, 以施加直流磁场。在这种情况下, 由于

施加直流磁场的磁回路与分布有中心导体的部分结合成一体，所以可以进一步简化组装步骤。

根据本发明的特定方面，匹配电路包含多对电容电极和接地电极，它们把第二铁磁体的磁性层保持在它们之间。在这种情况下，电容电极对分别形成电容器，每个电容器电连接到多个中心导体中任何一个。

另外，第一和第二铁磁体较好地同时烧制成一体。因此，可以省略固定第一和第二铁磁体的步骤，从而提高中心导体与匹配电路之间电连接的可靠性。

图 1 是传统非可逆电路器件的一个例子的分解透视图；

图 2 是图 1 所示的铁磁体的分解透视图；

图 3 是图 1 所示的介电体的内部结构分解透视图；

图 4 是传统非可逆电路器件的另一个例子的分解透视图；

图 5 是图 4 所示的传统非可逆电路器件的铁磁体内部结构的分解透视图；

图 6 是根据本发明实施例的非可逆电路器件的分解透视图；

图 7 是该实施例中使用的铁磁体的分解透视图；

图 8 是该实施例中所用的铁磁体的外形透视图；

图 9 是外磁场与正圆极化波的导磁率的虚部 μ'' 之间的关系图，以示出在该实施例的非可逆电路器件中减少磁损失的理由。

下面描述本发明的非可逆电路器件结构的一个例子。

图 6 是根据本发明一个实施例的非可逆电路器件的分解透视图。除了铁磁体 25 的结构之外，图 6 所示的结构与图 4 所示的传统非可逆电路器件的结构相同。

下面参照图 7 描述形成在铁磁体 25 内的中心导体和匹配电路。图 7 是铁磁体 25 的分解透视图。

铁磁体 25 的结构是铁磁性层 25a 至 25g 层叠，并整体烧制。铁磁性层 25a 至 25d 构成第一铁磁体 25A，铁磁性层 25e 至 25g 构成第二铁磁体 25B。

在磁性层 25b 的上面形成中心导体 26a 和 26b。另外，在磁性层 25c 和 25d 的上面分别形成中心导体 26c 和 26d 以及中心导体 26e 和 26f。中心导体 26a 和 26b 彼此平行。同样，中心导体 26c 和 26d 彼此平行，中心导体 26e 和 26f 也彼此平行。即，在本实施例中，如上述一样，沿给定方向延伸的每个中心导体包含有一对中心导体。

中心导体 26a 和 26b、中心导体 26c 和 26d 以及中心导体 26e 和 26f 布置成在中心附近彼此交叉。另外，中心导体 26a 和 26b、中心导体 26c 和 26d 以及中心导体 26e

和 26f 之间分别布置有铁磁性层 25c 和 25d，因此它们电绝缘。

在铁磁性层 25a、25e 和 25g 的上表面分别形成有接地电极 27a、27b 和 27c。在铁磁性层 25f 的上表面形成有三个电容电极 28a、28b 和 28c。电容电极 28a 至 28c 分别通过铁磁性层 25f 和 25g 与接地电极 27b 和 27c 相对，形成三个电容器。

中心导体 26a 至 26f、接地电极 27a 至 27c 以及电容电极 28a 至 28c 通过在磁性生片的上表面涂覆导电胶、层叠生片然后整体烧制生片来形成。即，铁磁体 25 包含了整体烧制制坯。。

如图 8 所示，在铁磁体 25 的侧面形成有外电极 29a 至 29f。外电极 29a、29c 和 29e 连接到接地电极 27a、27b 和 27c。外电极 29a 还连接到中心导体 26a 和 26b 的端头。外电极 29c 连接到中心导体 26c 和 26d 的端头。外电极 29e 电连接到中心导体 26e 和 26f 的端头上，即这些端头要连接到接地电位。

另一方面，外电极 29b 连接到中心导体 26e 和 26f 的另一端子上。外电极 29d 和 29f 分别连接到中心导体 26a 和 26b 以及中心导体 26c 和 26d 的另一端子上。

此外，外电极 29b、29c 和 29f 分别电连接到电容电极 28c、28b 和 28a 上。

因此，在铁磁体 25 中，外电极 29b、29d 和 29f 构成连接到输入/输出端的部分，外电极 29a、29c 和 29e 构成连接到接地电极的连接端。

外电极 29a 至 29f 通过把导电胶涂覆在整体烧制获得的铁磁体 25 上、然后硬化或烘培来形成。另一种方法，可以通过在烧制之前层叠磁性生片，把导电胶涂覆到叠层侧面上，然后对它进行整体烧制以烧制磁性材料，并烘培外电极 29a 至 29f 来完成外电极 29a 至 29f。

如上所述，本实施例的铁磁体 25 不仅包含了多个中心导体 26a 至 26f 和接地电极 27a 和 27b，还包含形成匹配电路的电容电极 28a 至 28c 和接地电极 27c。因此，不需要进行连结布置了中心导体的部分和形成匹配电路的部分的麻烦工作。而且减少了结合点数量，因此改善了可靠性。

另外，由于形成匹配电路的部分也包含了铁磁体，所以利用同一条生产线就可以准备厚材料，因此可以减少匹配电路费用。

而且，包含磁性层 25e 至 25g 的第二铁磁体 25B 的饱和磁化强度小于包含布置了中心导体的部分的磁性层(即磁性层 25a 至 25d)的第一铁磁体 25A 的饱和磁化强度。因此，可以减少匹配电路的磁材料损失。

这将参照图 9 进行描述。图 9 示出了正圆极化波的导磁率的虚部(μ'')对外磁

场的特性曲线。在图 9 中，实线示出了构成中心导体的磁性材料的 $\mu +$ ”，虚线示出了构成匹配电路的低饱和磁化强度的铁磁体的 $\mu +$ ”。由于负圆极化波的导磁率虚部接近零，因此，铁磁体的磁性材料损失与正圆极化波的导磁率虚部 $\mu +$ ”成正比。

另一方面，按通常情况形成非可逆电路器件，以在图 9 所示的区域 A 中工作。因此，可以发现，由于把形成匹配电路的第二铁磁体的饱和磁化强度做得小于布置有中心导体的部分的第一铁磁体的饱和磁化强度，所以可以减少匹配电路的磁性材料损失。

在本实施例中，每个第一和第二铁磁体 25A 和 25B 包含例如微波铁氧体（例如钇铁石榴石或钙钒石榴石，由 $Y_3Fe_5-zAl_zO_{12}$ 或 $\{Ca_{3-y}Y_y\}[Fe_2](Fe_{1.5+0.5y-z}Al_zV_{1.5-0.5y})O_{12}$ ($0 \leq z \leq 1.0$, $0 \leq y \leq 3.0$ 表示)。在微波铁氧体中相对提高其 AL 量 (Z 值) 可以降低第二铁磁体 25B 的饱和磁化强度。

虽然在本实施例中，第二铁磁体的饱和磁化强度小于第一铁磁体的饱和磁化强度，但第二铁磁体的饱和磁化强度也可以大于第一铁磁体的饱和磁化强度。这也能减少磁性材料的损失。即，非可逆电路器件通常工作在图 9 所示的区域 A 内，但它也可以工作在区域 B 内。在这种情况下，能以与上述实施例相似的方式减少磁性材料损失，即使形成匹配电路的铁磁体的饱和磁化强度大于第一铁磁体的饱和磁化强度，可以减少匹配电路的磁性材料损失。因此可以发现，形成匹配电路的第二铁磁体的“ $\mu +$ ”如图 9 单点链线所示，在区域 B 内使磁性材料损失下降。

如上所述，可以增加第一和第二铁磁体中任一种材料的饱和磁化强度。在这两种情况下，可以有效地减少匹配电路的磁性材料损失。

回到图 6，本实施例的非可逆电路器件包含容纳在端板 9 的凹面 9a 内，并电连接到形成在端板 9 上的导电图形 10a 至 10f 的铁磁体 25。由于本实施例的端板 9 与图 1 所示的端板 9 相同，因此相应部分用相应的标号表示，并省略了对其的描述。

在铁磁体 25 上固定了永久磁体 11。对于永久磁体 11，可以使用适当的包含铁氧体等材料的永久磁体。

金属磁轭 12 和 13 与永久磁体把磁场施加到中心导体彼此交叉的部分。

虽然在图中没有示出，但铁磁体 25 还可以包含磁回路，把磁场加到中心导体相互交叉的部分。例如，可以在铁磁体上整体形成螺线导体图形，这样向螺线形导体图形加电就可以产生磁场。

此外，虽然在本实施例中在给定级上形成的每个中心导体包含一对中心导体，例

如如图 7 所示的中心导体 26a 和 26b，但也可以设置在给定级上的给定方向上延伸的单个中心导体。

由于在第一铁磁体上形成多个中心导体，在第二铁磁体上形成匹配电路，因此，不需要使用在完全不同的烧制条件下烧制的介电体，并且，即使第一和第二铁磁体分开烧制也不需要太大地改变烧制条件。而且，准备的厚材料数量也可以减少，从而降低制造成本。

另外，由于第一和第二铁磁体具有不同的饱和磁化强度，即，第二铁磁体的饱和磁化强度相对减小或相对增加，因此，可以减少匹配电路的磁性材料损失。因此可以提供体积小、价格低、插入损失小的非可逆电路器件。

此外，当整体形成磁回路以把直流磁场加到第一铁磁体上时，也可以整体设置向中心导体施加磁场的装置，因此可以提供具有极佳可靠性的小型非可逆电路器件。

而且，在设置有多对电容电极以形成匹配电路的结构中，电容电极形成在磁性材料生片上，然后烧制。因此通过陶瓷烧制技术可以容易地制成形成第二铁磁体内的匹配电路的每个电容器。

此外，在第一和第二铁磁体通过同时烧制来整体形成的结构中，不需要做固定第一和第二铁磁体的工作，因此可以获得可靠性极佳的非可逆电路器件。而且，由于第一和第二铁磁体不需要分开烧制，所以可以显著地简化制造工艺，在原材料准备步骤中可以使用同一条生产线，因而显著地降低了制造成本。

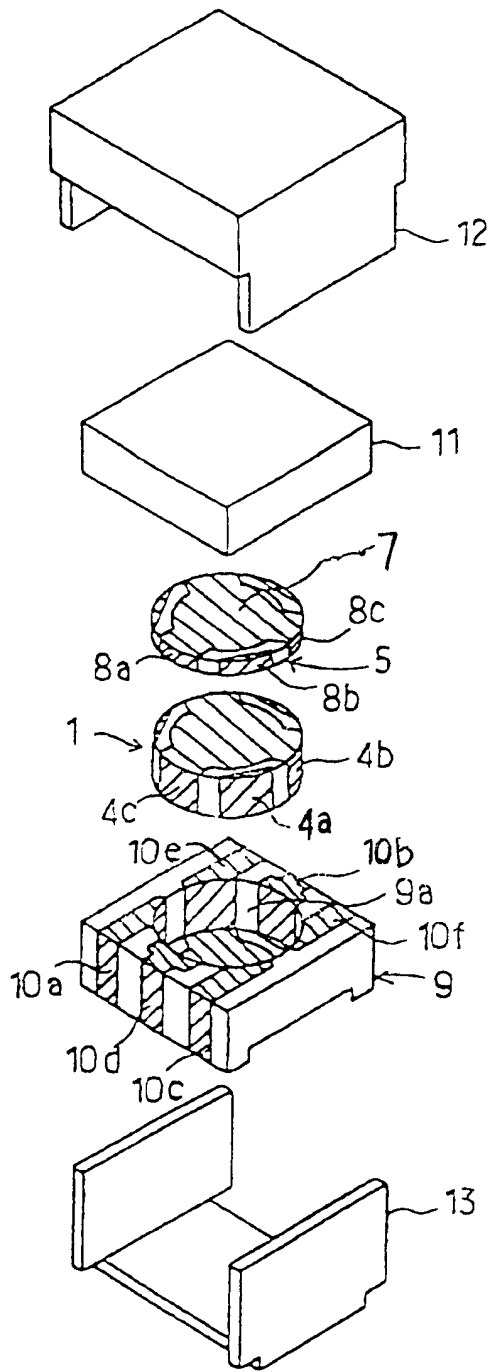


图 1

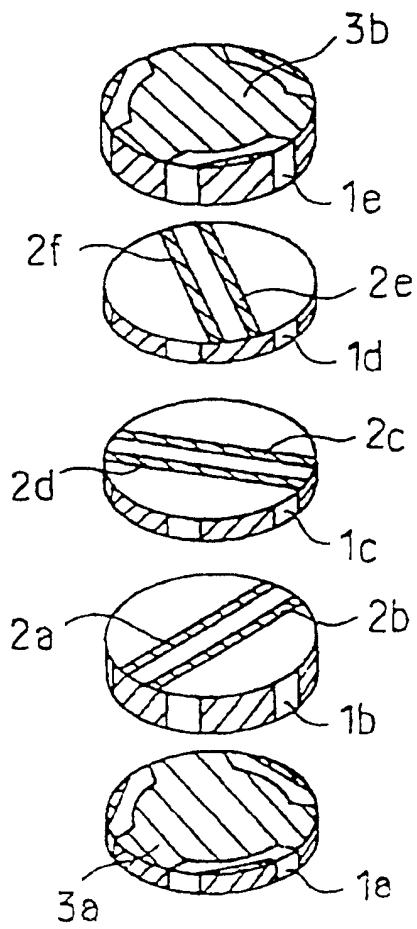


图 2

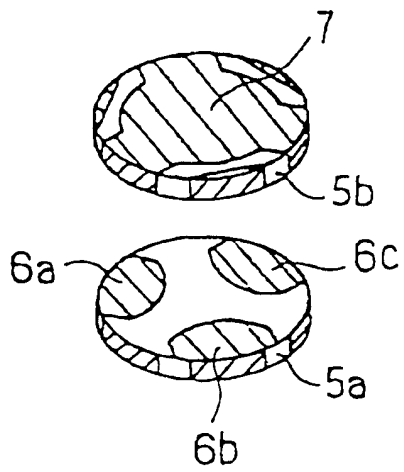


图 3

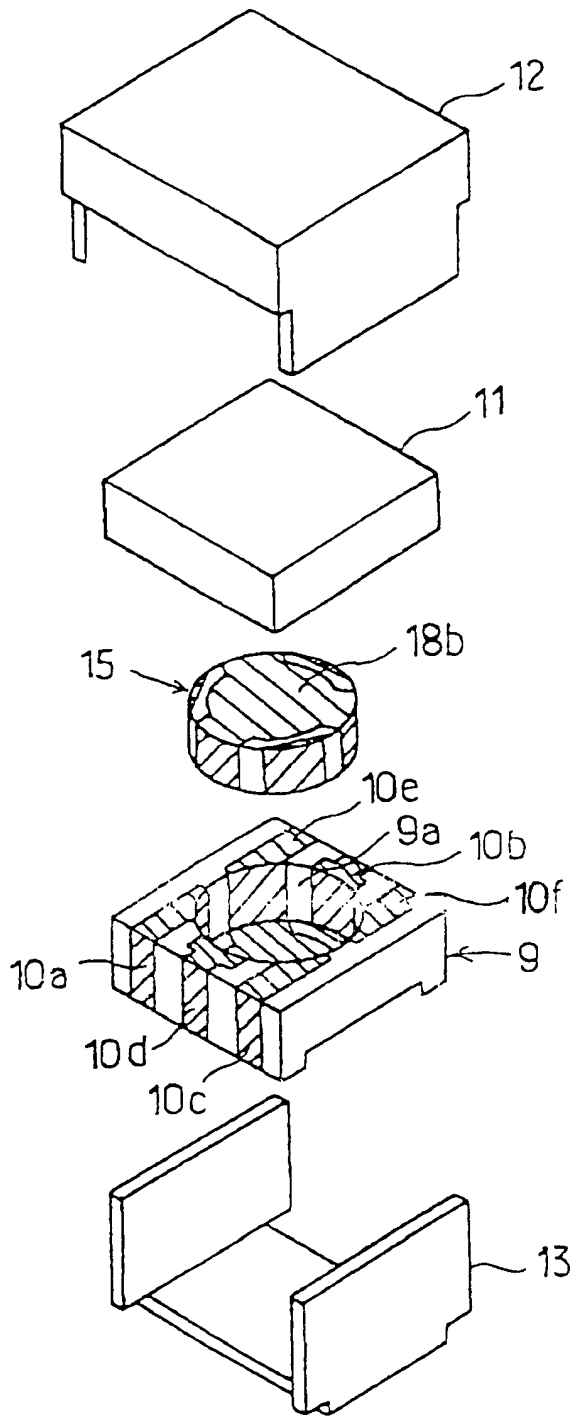


图 4

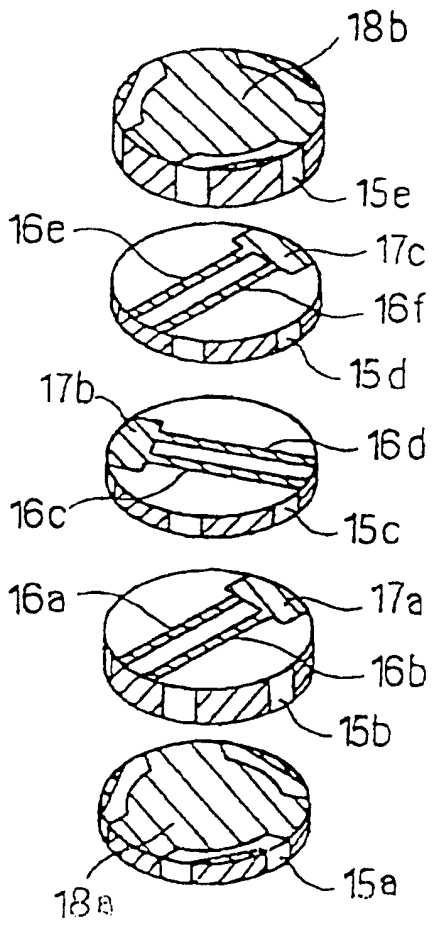


图 5

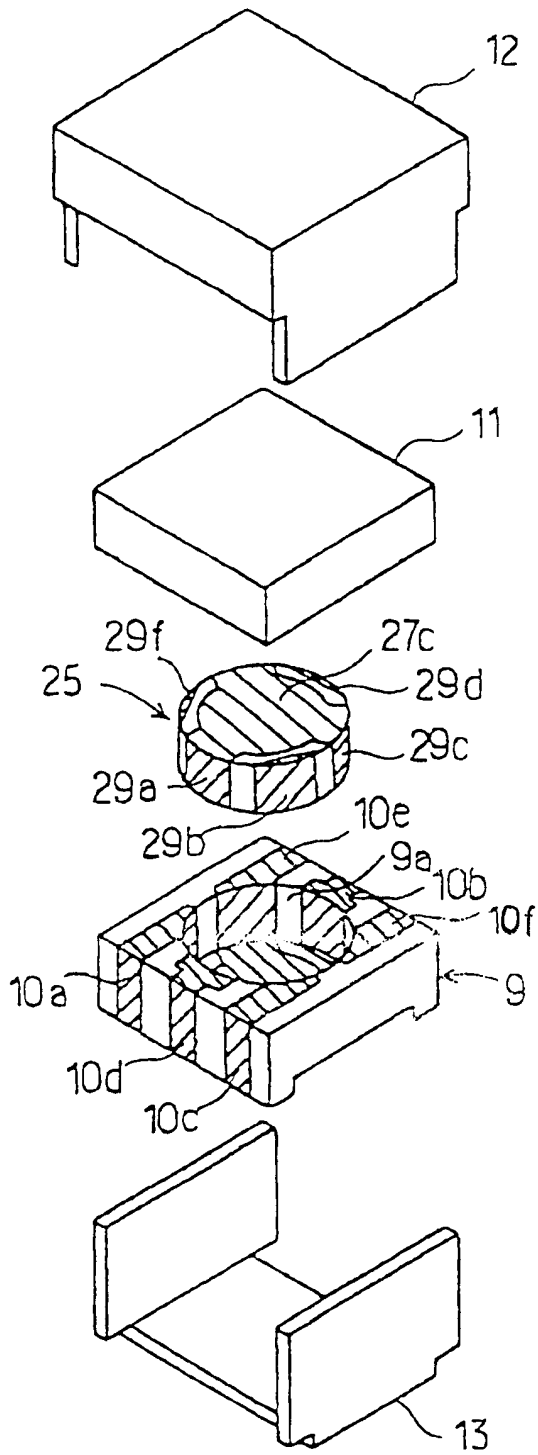


图 6

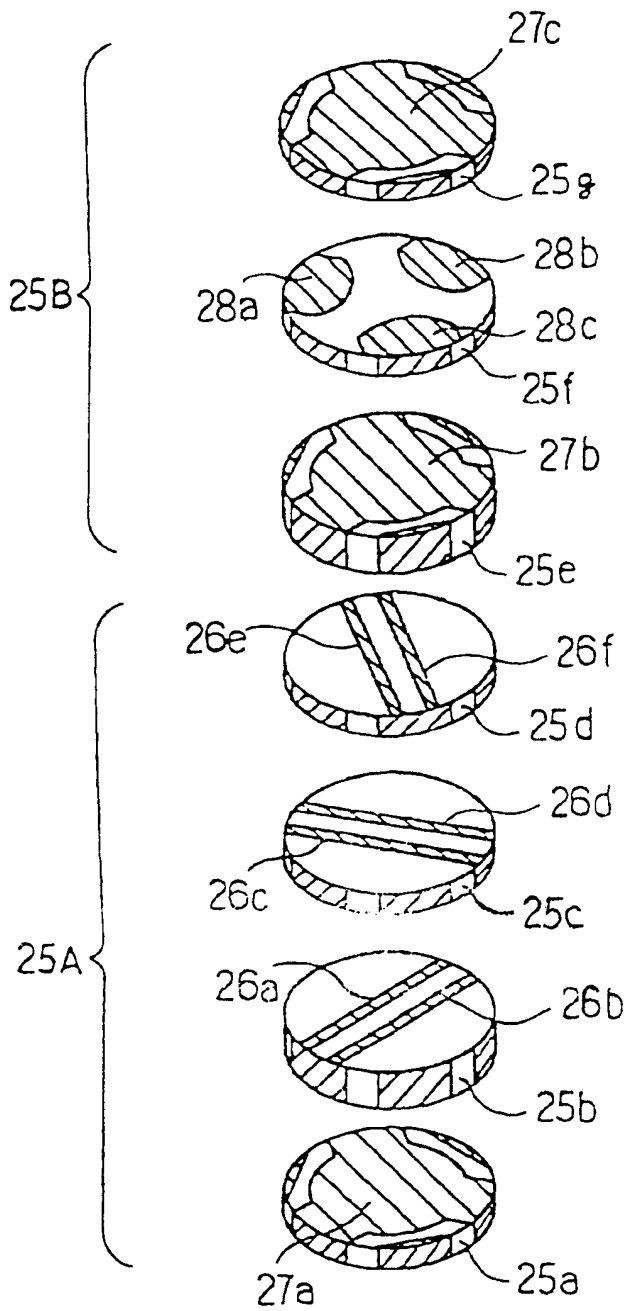


图 7

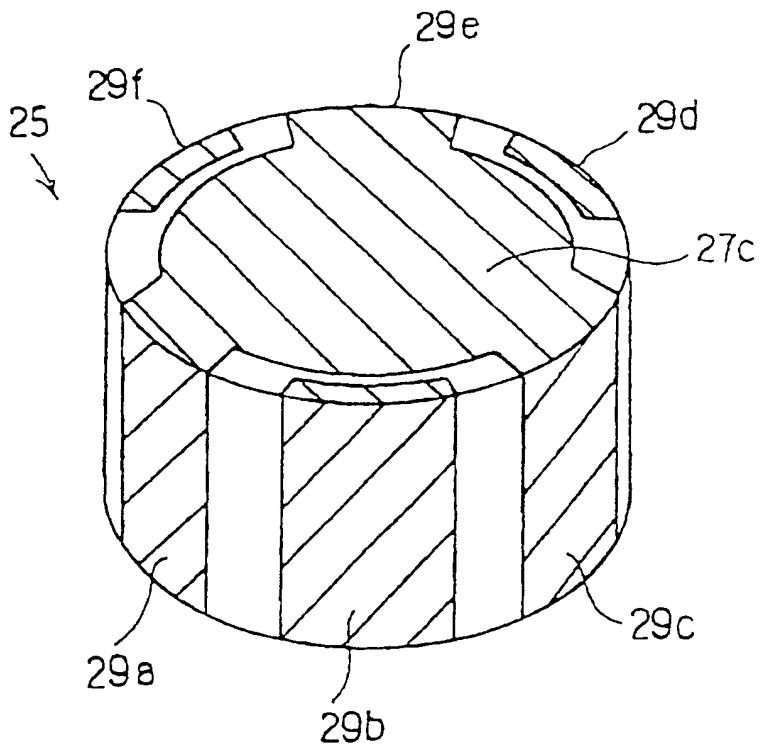
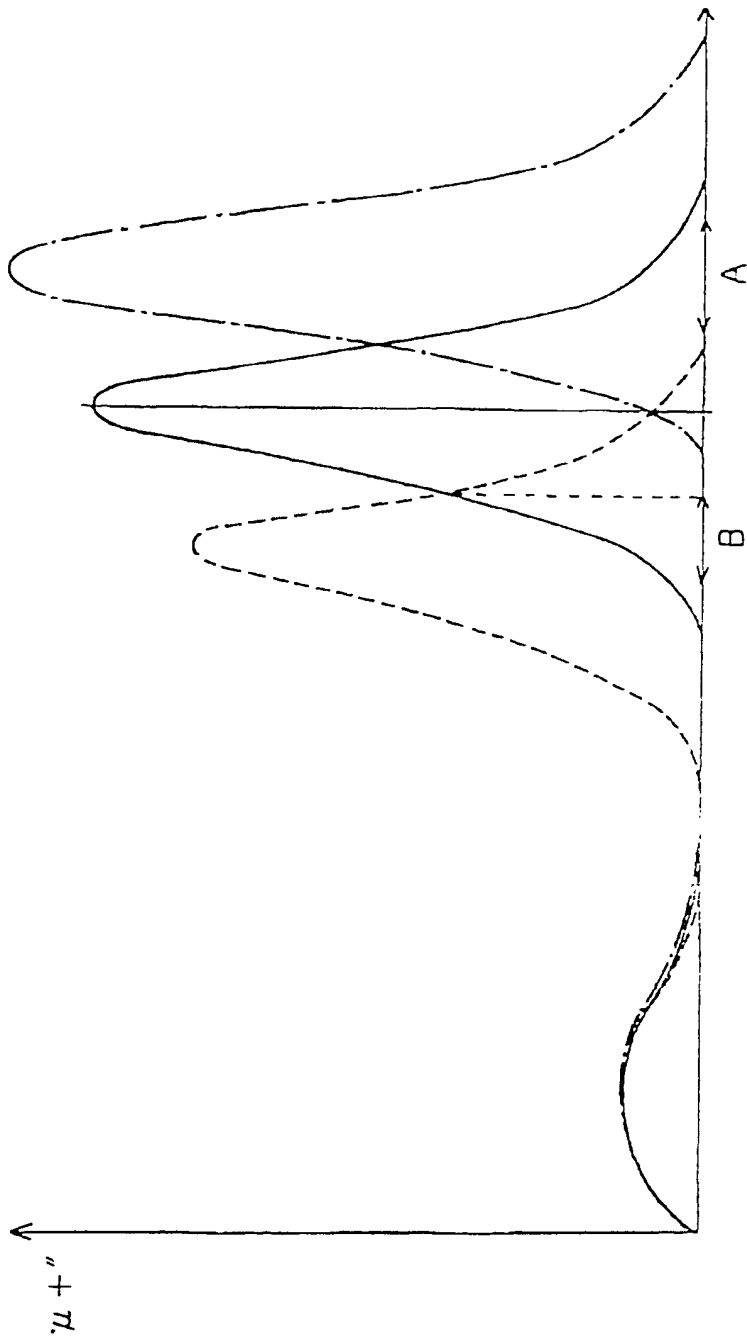


图 8



外部磁场强度
图 9