

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710136932.9

[51] Int. Cl.

H01F 27/24 (2006.01)

H01F 3/00 (2006.01)

H01F 41/02 (2006.01)

[43] 公开日 2008年2月6日

[11] 公开号 CN 101118801A

[22] 申请日 2007.7.23

[21] 申请号 200710136932.9

[30] 优先权

[32] 2006.7.26 [33] JP [31] 2006-202926

[71] 申请人 胜美达集团株式会社

地址 日本国东京都中央区日本桥人形町3
丁目3番6号

[72] 发明人 佐野完

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 李贵亮

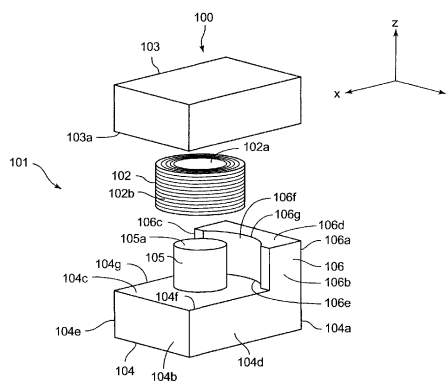
权利要求书2页 说明书25页 附图11页

[54] 发明名称

磁性元件

[57] 摘要

本发明的目的在于提供一种，容易从磁芯体取出线圈的端部的、小型且不易引起磁饱和的磁性元件；该磁性元件(电感元件)(100)设有被卷绕的线圈(102)和磁芯体(101)；磁芯体(101)具有，插通于该线圈(102)内周的中心磁芯(105)、分别配设于该中心磁芯(105)两端侧的板磁芯(103、104)、以及配设于两个板磁芯(103、104)之间且线圈(102)的外周侧的侧部磁芯(106)；侧部磁芯(106)配设为，在线圈(102)的周围、在两个板磁芯(103、104)之间形成开放部(107)，同时，在面向线圈(102)的部分上形成有收容线圈(102)的一部分的凹面部(106g)。



1. 一种磁性元件，设有被卷绕的线圈和磁芯体；该磁芯体具有插通于该线圈内周的中心磁芯、分别配设于该中心磁芯两端侧的板磁芯、以及配设于上述两个板磁芯之间且上述线圈的外周侧的侧部磁芯；其特征在于，

上述侧部磁芯配设为，在上述线圈的周围、在上述两个板磁芯之间形成开放部，同时，在面向上述线圈的部分上形成有收容上述线圈的一部分的凹面部。

2. 如权利要求 1 所述的磁性元件，其特征在于，所说的中心磁芯和所说的侧部磁芯呈整体地形成于上述两个板磁芯中任意一方的板磁芯上。

3. 如权利要求 2 所述的磁性元件，其特征在于，所说的侧部磁芯的剖面面积 S_1 与所说的中心磁芯的剖面面积 S_2 的关系为 $S_2 \leq S_1 \leq 5 \times S_2$ 。

4. 如权利要求 2 所述的磁性元件，其特征在于，所说的中心磁芯的剖面面积 S_2 与所说的板磁芯的剖面面积 S_3 的关系为 $S_2 \leq S_3 \leq 5 \times S_2$ 。

5. 如权利要求 1 所述的磁性元件，其特征在于，所说的侧部磁芯，设置于上述板磁芯的纵向中央；所说的中心磁芯，分别设置于上述侧部磁芯与上述板磁芯的纵向两端之间的两处上。

6. 如权利要求 5 所述的磁性元件，其特征在于，所说的侧部磁芯的剖面面积 S_4 与所说的中心磁芯的剖面面积 S_5 的关系为 $S_5 + S_5 \leq S_4 \leq 5 \times (S_5 + S_5)$ 。

7. 如权利要求 5 所述的磁性元件，其特征在于，所说的中心磁芯的剖面面积 S_5 与所说的板磁芯的剖面面积 S_6 的关系为 $S_5 \leq S_6 \leq 5 \times S_5$ 。

8. 如权利要求 1 所述的磁性元件，其特征在于，所说的侧部磁芯，分别设置于上述板磁芯的纵向两端；所说的中心磁芯，设置于在上述两个侧部磁芯之间相隔有规定距离的两处上。

9. 如权利要求 8 所述的磁性元件，其特征在于，所说的侧部磁芯的

剖面面积 S7 与所说的中心磁芯的剖面面积 S8 的关系为 $S8 \leq S7 \leq 5 \times S8$ 。

10. 如权利要求 8 所述的磁性元件，其特征在于，所说的中心磁芯的剖面面积 S8 与所说的板磁芯的剖面面积 S9 的关系为 $S8 \leq S9 \leq 5 \times S8$ 。

11. 如权利要求 1 所述的磁性元件，其特征在于，所说的侧部磁芯，分别设置于上述板磁芯的横向两端；所说的中心磁芯设置于，在上述两个侧部磁芯之间、沿着上述侧部磁芯的方向上相隔有规定距离的两处上。

12. 如权利要求 11 所述的磁性元件，其特征在于，所说的侧部磁芯的剖面面积 S10 与所说的中心磁芯的剖面面积 S11 的关系为 $S11 + S11 \leq S10 \leq 5 \times (S11 + S11)$ 。

13. 如权利要求 11 所述的磁性元件，其特征在于，所说的中心磁芯的剖面面积 S11 与所说的板磁芯的剖面面积 S12 的关系为 $S11 \leq S12 \leq 5 \times S11$ 。

14. 如权利要求 1 所述的磁性元件，其特征在于，在所说的线圈的周围涂敷有含有磁性材料的粘接剂。

15. 如权利要求 1 或 2 所述的磁性元件，其特征在于，所说的中心磁芯、板磁芯、侧部磁芯中的至少一个磁芯是利用压粉磁芯形成的。

磁性元件

技术领域

本发明涉及磁性元件。

背景技术

现有技术下，为多数人所知的磁性元件是，在卷轴上卷绕有线圈的圆形鼓形磁芯的周围配置矩形或圆筒形状的环形磁芯的构造的磁性元件(例如，参照专利文献1)。但是，如果采用上述构造的磁性元件的话，由于以环形磁芯围绕鼓形磁芯的周围，因此，存在在使端子与线圈连接时难以将卷绕于鼓形磁芯卷轴上的线圈的端部向端子侧拉出的问题。

作为解决该问题的构成，专利文献2中公开有：夹着卷绕于圆柱状磁芯上的线圈，在卷轴方向的两侧、和与卷轴方向垂直相交的方向两侧的四个方向上配设板磁芯，并使与设有上述板磁芯的四个方向垂直相交的方向开放(开口)，从该开放处拉出线圈端部的构成。

图11是表示专利文献2的磁性元件500构成的分解立体图。该磁性元件500，由上侧的第一磁芯501、下侧的第二磁芯502、以及两个线圈503、504构成。

图11(A)所示的第一磁芯501设有，平板部501a、立设于该平板部501a中相对的一对短边及其中间的三个板状的侧脚501b、501b、501b，以及分别立设于被相邻的侧脚501b、501b所围绕的两处凹部501c、501c中央的圆柱状中央脚501d、501d。另外，未设有侧脚501b的相对的一对长边，成为四处开口部501e、501e、501e、501e。

图11(B)所示的两个线圈503、504，分别为卷绕被进行了绝缘层处理的扁平导线而形成的扁带线圈(edge width coil)。线圈503、504的卷绕初端和卷绕末端，绝缘层被剥落、并被镀锡，进而变形为L字状，成为作为进行电连接的端子的端部503a、504a。

图11(C)所示的第二磁芯502呈，短边和长边的长度分别与第一磁芯501的短边和长边大致相同的矩形平板状。

各线圈 503、504，以各中央脚 501d、501d 嵌插于中央的空间 503b、504b 的状态，收容于第一磁芯 501 的各凹部 501c、501c 中。然后，在各线圈 503、504 被收容于第一磁芯 501 的各凹部 501c、501c 的状态下，使第二磁芯 502 和第一磁芯 501 对接，通过第二磁芯 502 将凹部 501c、501c 封闭。

因此，第一磁芯 501 的平板部 501a 和第二磁芯 502 配设于各线圈 503、504 的卷轴方向的两侧上。而且，在与线圈 503 的卷轴垂直相交的方向上，夹着线圈 503 配设有侧脚 501b、501b，另外，在与线圈 504 的卷轴垂直相交的方向上，也夹着线圈 504 配设有侧脚 501b、501b。即，在线圈 503 的四个方向上，通过第一磁芯 501 的平板部 501a、第二磁芯 502、侧脚 501b 及 501b 形成闭合磁路。另外，在线圈 504 的四个方向上，通过第一磁芯 501 的平板部 501a、第二磁芯 502、侧脚 501b 及 501b，也形成闭合磁路。

另一方面，在收容线圈 503 的凹部 501c 中形成有开口部 501e、501e，另外，在收容线圈 504 的凹部 501c 中，也形成有开口部 501e、501e。因此，能够容易地从该开口部 501e、501e、501e、501e 拉出各线圈 503、504 的端部 503a、504a。

专利文献 1：日本公开公报、特开 2006-73847 号

专利文献 2：日本公开公报、特开 204-111754 号(参照图 2 等)

发明内容

发明所要解决的课题

但是，如果采用具有专利文献 2 所公开的构造的磁性元件的话，由于侧脚 501b、501b、501b 是板状的，因此存在侧脚 501b 的剖面面积小、容易发生磁饱和的问题。

在采用使侧脚 501b、501b、501b 的厚度变厚从而使剖面面积变大的构成的情况下，为了不增大磁性元件 500 的安装面积，必须朝向线圈 503、504 侧使侧脚 501b、501b、501b 的厚度变厚。在这样进行的情况下，产生侧脚 501b、501b、501b 和中央脚 501d、501d 之间的间隔变窄、线圈 503、504 的匝数的增加被限制、无法充分增大电感值的问题。另外，该间隔变窄的话，在欲增加线圈 503、504 的匝数时，必须使绕线变细，从

而也会产生无法谋求低 DCR 化(降低直流电阻)的问题。相反地, 朝向线圈 503、504 侧的相反侧使侧脚 501b、501b、501b 的厚度变厚的话, 存在磁性元件 500 大型化的问题。

因此, 为了消除上述那样的问题, 本发明的目的在于提供一种, 容易从磁芯体取出线圈的端部、小型且不易发生磁饱和的磁性元件。另外, 其目的在于提供一种, 能够放宽对线圈匝数的限制从而获得大的电感值的、或者即使在增加了匝数的情况下也能够放宽对所使用的绕线粗细的限制, 从而能够谋求低 DCR 化的磁性元件。

解决课题的手段

为了达到上述目的, 本发明的磁性元件设有被卷绕的线圈和磁芯体, 其中, 磁芯体具有插通于该线圈内周的中心磁芯、分别配设于该中心磁芯两端侧的板磁芯、以及配设于两个板磁芯之间且线圈的外周侧的侧部磁芯; 侧部磁芯配设为, 在线圈的周围, 在两个板磁芯之间形成开放部, 同时, 在面向线圈的部分上形成有收容线圈的一部分的凹面部。

通过这样构成磁性元件, 能够容易地将线圈的端部从开放部向磁芯体的外部拉出。另外, 通过在侧部磁芯的面向线圈的部分上形成收容线圈的一部分的凹面部, 能够不使磁性元件大型化, 而且能够增大侧部磁芯的剖面面积, 能够抑制磁饱和的发生。另外, 因为能够确保中心磁芯和侧部磁芯之间的间隔, 所以匝数的限制被放宽, 能够获得大的电感值。或者, 即使在增加了匝数的情况下, 也能够放宽对所使用的绕线粗细的限制, 能够谋求低 DCR 化。

另外, 其他的发明是在上述发明的基础上, 使中心磁芯和侧部磁芯呈整体地形成于两个板磁芯中任意一方的板磁芯上。

通过这样构成磁性元件, 由于在零部件件数变少的基础上, 中心磁芯和侧部磁芯呈整体地形成于两个板磁芯中任意一方的板磁芯上, 因此这些接合部完全地整体化, 能够减少漏磁通。

另外, 其他的发明是在上述发明的基础上, 侧部磁芯的剖面面积 S_1 与中心磁芯的剖面面积 S_2 的关系为 $S_2 \leq S_1 \leq 5 \times S_2$ 。

通过这样构成磁性元件, 能够抑制磁饱和的发生。

另外, 其他的发明是在上述发明的基础上, 中心磁芯的剖面面积 S_2

与板磁芯的剖面面积 S_3 的关系为 $S_2 \leq S_3 \leq 5 \times S_2$ 。

通过这样构成磁性元件，能够抑制磁饱和的发生。

另外，其他的发明是在上述发明的基础上，侧部磁芯设置于板磁芯的纵向中央；中心磁芯分别设置于侧部磁芯与板磁芯的纵向两端之间的两处上。

通过这样构成磁性元件，能够以一个磁性元件产生两个磁场。

另外，其他的发明是在上述发明的基础上，侧部磁芯的剖面面积 S_4 与中心磁芯的剖面面积 S_5 的关系为 $S_5 + S_5 \leq S_4 \leq 5 \times (S_5 + S_5)$ 。

通过这样构成磁性元件，能够抑制磁饱和的发生。

另外，其他的发明是在上述发明的基础上，中心磁芯的剖面面积 S_5 与板磁芯的剖面面积 S_6 的关系为 $S_5 \leq S_6 \leq 5 \times S_5$ 。

通过这样构成磁性元件，能够抑制磁饱和的发生。

另外，其他的发明是在上述发明的基础上，侧部磁芯分别设置于板磁芯的纵向两端；中心磁芯设置于在两个侧部磁芯之间相隔有规定距离的两处上。

通过这样构成磁性元件，能够以一个磁性元件产生两个磁场。

另外，其他的发明是在上述发明的基础上，侧部磁芯的剖面面积 S_7 与中心磁芯的剖面面积 S_8 的关系为 $S_8 \leq S_7 \leq 5 \times S_8$ 。

通过这样构成磁性元件，能够抑制磁饱和的发生。

另外，其他的发明是在上述发明的基础上，中心磁芯的剖面面积 S_8 与板磁芯的剖面面积 S_9 的关系为 $S_8 \leq S_9 \leq 5 \times S_8$ 。

通过这样构成磁性元件，能够抑制磁饱和的发生。

另外，其他的发明是在上述发明的基础上，侧部磁芯分别设置于板磁芯的横向两端；中心磁芯设置于，在两个侧部磁芯之间、与侧部磁芯平行的方向上相隔有规定距离的两处上。

通过这样构成磁性元件，能够以一个磁性元件产生两个磁场。

另外，其他的发明是在上述发明的基础上，侧部磁芯的剖面面积 S_{10} 与中心磁芯的剖面面积 S_{11} 的关系为 $S_{11} + S_{11} \leq S_{10} \leq 5 \times (S_{11} + S_{11})$ 。

通过这样构成磁性元件，能够抑制磁饱和的发生。

另外，其他的发明是在上述发明的基础上，中心磁芯的剖面面积 S_{11} 与板磁芯的剖面面积 S_{12} 的关系为 $S_{11} \leq S_{12} \leq 5 \times S_{11}$ 。

通过这样构成磁性元件，能够抑制磁饱和的发生。

另外，其他的发明是在上述发明的基础上，在线圈的周围涂敷含有磁性材料的粘接剂。

通过这样构成磁性元件，线圈的周围通过含有磁性材料的粘接剂被覆盖，因此能够减少漏磁通。

另外，其他的发明是在上述发明的基础上，中心磁芯、板磁芯、侧部磁芯中的至少一个磁芯由压粉磁芯形成。

通过这样构成磁性元件，由于能够增大饱和磁通密度，因此能够进一步谋求磁性元件的小型化。

发明效果

如果采用本发明，则能够获得容易从磁芯体取出线圈的端部、小型且不易发生磁饱和的磁性元件。另外，能够获得可放宽对线圈匝数的限制从而获得大的电感值的磁性元件，或者，即使在增加了匝数的情况下也能够放宽对所使用的绕线粗细的限制，从而能够谋求低 DCR 化的磁性元件。

附图说明

图 1 是本发明第一实施形态涉及的电感元件的立体图。

图 2 是图 1 所示的电感元件的分解立体图。

图 3 表示图 1 所示电感元件中的板磁芯边缘部与线圈之间的无效空间，是从上方观察板磁芯的示意图。

图 4 是在图 1 所示的磁芯体中，在一方的板磁芯上仅设置中心磁芯，在另一方的板磁芯上设置侧部磁芯的结构图。

图 5 是本发明第二实施形态涉及的电感元件的立体图。

图 6 是图 5 所示的电感元件的分解立体图。

图 7 是本发明第三实施形态涉及的电感元件的立体图。

图 8 是图 7 所示的电感元件的分解立体图。

图 9 是本发明第四实施形态涉及的电感元件的立体图。

图 10 是图 9 所示的电感元件的分解立体图。

图 11 是现有技术下的构成的示意图。

符号说明

100、200、300、400…电感元件(磁性元件)

101、201、301、401…磁芯体

102、202、203、302、303、402、403…线圈

103、104、204、205、304、305、404、405…板磁芯

105、206、207、306、307、406、407…中心磁芯

106、208、308、309、408、409…侧部磁芯

106g、208g、208h、308g、309g、408e1、408e2、409e1、409e2
…凹面部

具体实施方式

以下，参照附图对用于实施本发明的最佳形态进行说明，但是本发明不限于以下形态。

(第一实施形态)

首先，对本发明涉及的磁性元件的第一实施形态进行说明。

图 1 是本发明第一实施形态涉及的磁性元件的立体图。另外，图 2 是本发明第一实施形态涉及的磁性元件的分解立体图。

作为磁性元件的电感元件 100，设有磁芯体 101 和线圈 102。磁芯体 101 具有板磁芯 103、104、中心磁芯 105 以及侧部磁芯 106。板磁芯 103、104，作为整体在中心磁芯 105 的长度方向上呈薄的扁平的长方体状，且均形成为大致相同的形状。

在以下的说明中，将从板磁芯 104 的短边侧面 104a 朝向短边侧面 104b 的方向作为前方(前侧)、其相反方向作为后方(后侧)进行说明，并且将从后方朝前方观察时的右手方向作为右方(右侧)、左手方向作为左方(左侧)进行说明。另外，将相对于板磁芯 104 配设板磁芯 103 的方向作为上方(上侧)、其相反方向作为下方(下侧)进行说明。即，图中 X 方向为前方，Y 方向为左方，且 Z 方向为上方。

中心磁芯 105 是将长度方向朝向上下方向的圆柱体。

侧部磁芯 106 是，沿着板磁芯 104 的左右及前后方向的面、即沿着 X-Y 平面的面的剖面形状为大致鞍形的柱状体。即，侧部磁芯 106 的后侧面 106a、左右的侧面 106b、106c 以及上端面 106d 均为平面，在前侧

面 106f 上形成有朝向内侧(后方)弯曲成圆弧状的凹面部 106g。而且, 侧部磁芯 106 是柱状体, 剖面的形状从与板磁芯 104 的接合部分 106e 起直至上端面 106d 形成为相同形状。

板磁芯 104、中心磁芯 105 及侧部磁芯 106, 通过烧结铁氧体等的磁性粉体等而被整体化。中心磁芯 105 和侧部磁芯 106, 朝向上方立脚(立柱)而设置于板磁芯 104 的上侧的宽幅面 104c 上。中心磁芯 105 配设于板磁芯 104 的宽幅面 104c 的大致中央位置上。

侧部磁芯 106 配设于中心磁芯 105 的后方。后侧面 106a 配设为, 与板磁芯 104 的短边侧面 104a 形成同一平面。另外, 侧部磁芯 106 的左右方向的宽度与板磁芯 104 的左右方向的宽度相同, 侧部磁芯 106 的左右侧面 106b、106c 配设为, 分别相对于板磁芯 104 的左右长边侧面 104d、104e 形成同一平面。

线圈 102 是将铜线卷绕成圆筒状而构成的绕线线圈, 其内周上形成有中空部 102a。而且, 线圈 102 在使中心磁芯 105 插通于该中空部 102a 后被载置于板磁芯 104 上。

而且, 中心磁芯 105 和侧部磁芯 106 分别配设于, 在将线圈 102 插通于中心磁芯 105 时, 能够确保侧部磁芯 106 和线圈 102 不相干涉的间隔的位置上。

在将中心磁芯 105 插入于线圈 102 后, 通过将板磁芯 103 的宽幅面 103a 相对于中心磁芯 105 的上端面 105a 和侧部磁芯 106 的上端面 106d 进行对接, 并利用粘接剂将对接面进行粘接固定, 使板磁芯 103、104、中心磁芯 105 以及侧部磁芯 106 整体化, 从而形成磁芯体 101。

因此, 在使电流流通于线圈 102 时, 磁芯体 101 中发生通过中心磁芯 105、板磁芯 103、侧部磁芯 106、板磁芯 104 及中心磁芯 105 的磁场(磁通 Φ_A)。即, 中心磁芯 105、板磁芯 103、侧部磁芯 106、板磁芯 104 及中心磁芯 105, 形成闭合磁路。而且, 磁通的方向根据流通于线圈 102 的电流方向而发生变化。

磁芯体 101, 由于侧部磁芯 106 被设置在成为中心磁芯 105 后方的板磁芯 104 的短边侧面 104a 侧上, 因此, 在中心磁芯 105 的前方及左右方向上, 在板磁芯 103 和板磁芯 104 之间形成有开放部 107。因此, 能够容易地将线圈 102 的端部从开放部 107 向磁芯体 101 的外部取出。

但是，相对于载置线圈 102 的板磁芯 104 的宽幅面 104c 左右方向的边缘部 104f、104g 是直线，线圈 102 的外周面是圆筒面。因此，在线圈 102 后侧的左右侧面与边缘部 104f、104g 之间，如图 3 中以虚线所示那样，斜边为圆弧状的大致三角形的区间 108 作为无效空间而形成。而且，图 3 是从上方观察板磁芯 104 的示意图，为便于说明，将侧部磁芯 106 省略而进行描绘。

形成于前侧面 106f 上的凹面部 106g 是，对应于线圈 102 的外周面 102b 的形状而凹陷成曲率大于外周面 102b 的同心圆的圆弧状曲面。即，侧部磁芯 106，形成为随着从左右方向的中央侧朝向侧面 106b、106c 侧而被延伸设置于区间 108 的形状，线圈 102 的一部分被收容于凹面部 106g。因此，侧部磁芯 106 能够在不干涉线圈 102 的情况下，增大剖面面积、即上端面 106d 的面积。

因此，能够抑制从板磁芯 103 通过侧部磁芯 106 后从板磁芯 104 漏出的磁通 Φ_A 的磁饱和的发生。例如，在侧部磁芯 106 的前侧面 106f 上不形成凹面部 106g、而将前侧面 106f 形成为平面、将侧部磁芯 106 形成为长方体时，如果欲增大侧部磁芯 106 的剖面面积，则侧部磁芯 106 的前后方向的厚度整体上变厚，用于配置线圈 102 的空间(所谓的线圈架)减少。

对此，通过在作为与线圈 102 相对面的前侧面 106f 上形成对应于线圈 102 的外周面 102b 的面形状而凹陷的凹面部 106g，能够不减少线圈架而增大侧部磁芯 106 的剖面面积。换言之，能够不减小线圈 102 的大小而增大侧部磁芯 106 的剖面面积。另外，因为能够确保中心磁芯 105 和侧部磁芯 106 之间的间隔，所以能够增加线圈 102 的匝数，从而能够获得大的电感值。或者，即使在增加了匝数的情况下，也能够使线圈 102 的绕线变粗，能够谋求低 DCR 化。

另外，即使增大侧部磁芯 106 的剖面面积，由于侧部磁芯 106 被延伸设置于作为无效空间的区间 108，因此也不会增大电感元件 100 的安装面积。即，在电感元件 100 中，板磁芯 103、104 的宽幅面 103a、104c 的面积成为安装面积。通过将侧部磁芯 106 延伸设置于区间 108，使侧部磁芯 106 的剖面面积变大，因此板磁芯 103、104 的宽幅面 103a、104c 的面积不会变大。

通过将侧部磁芯 106 的剖面面积(上端面 106d 的面积) S_1 相对于中心磁芯 105 的剖面面积、即上端面 105a 的面积 S_2 , 设定为 $S_2 \leq S_1 \leq 5 \times S_2$, 能够有效地抑制侧部磁芯 106 的磁饱和的发生。

另外, 通过将板磁芯 103、104 上下方向的剖面的剖面面积 S_3 相对于中心磁芯 105 的剖面面积 S_2 , 设定为 $S_2 \leq S_3 \leq 5 \times S_2$, 对于板磁芯 103、104 内的磁饱和的发生也能够有效地进行抑制。

进而, 也可以使中心磁芯 105 上下方向的高度稍微低于侧部磁芯 106 上下方向的高度(例如, 低 1mm), 并将板磁芯 103 粘接于侧部磁芯 106 的上端面 106d, 仅通过侧部磁芯 106 来支持板磁芯 103, 从而在中心磁芯 105 的上端面 105a 与宽幅面 103a 之间形成作为磁隙的空隙。通过这样在中心磁芯 105 的上端面 105a 与板磁芯 103 之间形成磁隙, 能够使电感元件 100 的直流叠加特性提高。而且, 中心磁芯 105 的上端面 105a 与宽幅面 103a 之间的磁隙, 也可以作为通过夹持非磁性的绝缘带而形成的、所谓的垫片间隙(spacer gap)。

而且, 也可以使侧部磁芯 106 侧的上下方向的高度稍微低于中心磁芯 105 上下方向的高度, 并将板磁芯 103 粘接于中心磁芯 105 的上端面 105a, 仅通过中心磁芯 105 来支持板磁芯 103, 从而在侧部磁芯 106 的上端面 106d 与宽幅面 103a 之间形成作为磁隙的空隙。侧部磁芯 106 的上端面 106d 与宽幅面 103a 之间的磁隙, 也可以作为垫片间隙。

在图 1 及图 2 所示的构成中, 将中心磁芯 105 和侧部磁芯 106 的双方设置于一方的板磁芯 104 上, 但是, 也可以如图 4 所示那样, 采用在板磁芯 104 上仅设置中心磁芯 105、而将侧部磁芯 106 设置于另一方的板磁芯 103 上的构成。在该情况下, 通过烧结铁氧体等的磁性粉体等将板磁芯 104 和中心磁芯 105 整体化, 另外, 对于侧部磁芯 106 和板磁芯 103 也通过烧结铁氧体等的磁性粉体等而进行整体化。通过利用烧结等整体上将板磁芯 104 和中心磁芯 105 整体形成, 板磁芯 104 和中心磁芯 105 的接合部完全地整体化, 从而能够减少漏磁通。同样地, 通过利用烧结等整体上将侧部磁芯 106 和另一方的板磁芯 103 整体形成, 侧部磁芯 106 和另一方的板磁芯 103 的接合部完全地整体化, 从而能够减少漏磁通。而且, 即使在利用烧结等整体上将中心磁芯 105 和侧部磁芯 106 的双方整体形成于一方的板磁芯 104 的情况下, 也同样由于相对于板磁芯 104

的中心磁芯 105 和侧部磁芯 106 的接合部完全地整体化，因此能够减少漏磁通。

接着，通过利用粘接剂将中心磁芯 105 的上端面 105a 和板磁芯 103 进行粘接，另外，对于侧部磁芯 106 的下端面(在图 1、图 2 中，相当于成为与板磁芯 104 的接合部分 106e 的面)和板磁芯 104 也利用粘接剂进行粘接，形成磁芯体 101。这样，如果采用在板磁芯 104 上仅设置中心磁芯 105 的构成的话，在中心磁芯 105 的周围不存在障碍物，因此能够通过绕线机将铜线直接卷绕于中心磁芯 105 上。

而且，这样，即使在采用板磁芯 104 上仅设置中心磁芯 105、另外将侧部磁芯 106 设置于板磁芯 103 侧的构成的情况下，也可以通过设定中心磁芯 105 和侧部磁芯 106 的高度差，在中心磁芯 105 的上端面 105a 与板磁芯 103 之间、或侧部磁芯 106 的下端面与板磁芯 104 之间形成作为磁隙的空隙。中心磁芯 105 的上端面 105a 与板磁芯 103 之间、或侧部磁芯 106 的下端面与板磁芯 104 之间的磁隙，也可以作为垫片间隙。

另外，在图 1 及图 2、或图 4 所示的构成中，表示了将中心磁芯 105 及侧部磁芯 106 整体成形于任意的板磁芯 103、104 上的例子，但是也可以将中心磁芯 105、板磁芯 103、104 及侧部磁芯 106 各自分别形成。该情况下，通过利用粘接剂分别将中心磁芯 105、板磁芯 103、104 及侧部磁芯 106 相互进行粘接，作为整体使其整体化，从而作为磁芯体 101 而构成。该情况下，也可以通过设定中心磁芯 105 和侧部磁芯 106 的高度差，在中心磁芯 105 的一端面与板磁芯 103、104 的任意一方之间、或侧部磁芯 106 的一端面与板磁芯 103、104 的任意一方之间，形成作为磁隙的空隙。该磁隙也可以作为垫片间隙。

另外，也可以形成为构成磁芯体 101 的各磁芯、即板磁芯 103、104、中心磁芯 105、侧部磁芯 106 中的至少一个磁芯采用压粉磁芯的构成；其中，所谓的压粉磁芯是将坡莫合金粉、铁硅铝磁合金粉等的粉末压缩成形而形成的。在磁芯体 101 的压粉磁芯的部分中，由于能够增大饱和磁通密度，因此能够谋求电感元件 100 的小型化。

特别是，如果利用压粉磁芯形成板磁芯 103、104，则能够减小板磁芯 103、104 的剖面面积 S_3 ，能够使板磁芯 103、104 的厚度变薄。因此，能够降低电感元件 100 上下方向的高度。

(第二实施形态)

接着,对本发明涉及的磁性元件的第二实施形态进行说明。

图5是本发明第二实施形态涉及的磁性元件的立体图。另外,图6是本发明第二实施形态涉及的磁性元件的分解立体图。在以下的说明中,与图1~图3相同地,图中将X方向作为前方(前侧)、Y方向作为左方(左侧)、且将Z方向作为上方(上侧)进行说明。

作为磁性元件的电感元件200,设有磁芯体201和两个线圈202、203。磁芯体201具有板磁芯204、205、中心磁芯206、207及侧部磁芯208。板磁芯204、205作为整体在上下方向上呈扁平的长方体状,且均为大致相同的形状。中心磁芯206、207是将长度方向朝向上下方向的圆柱体,且均形成大致相同的形状。

侧部磁芯208是,沿着X-Y平面的面的剖面形状为大致砧码形的柱状体。即,侧部磁芯208的左右侧面208a、208b以及上端面208c为平面,在前后侧面208e、208f上形成有朝向内侧弯曲成圆弧状的凹面部208g、208h。而且,侧部磁芯208是柱状体。其剖面的形状,从与板磁芯205的接合部分208d起直至上端面208c形成为相同形状。

板磁芯205、中心磁芯206、207及侧部磁芯208,通过烧结铁氧体等的磁性粉体等而整体化。中心磁芯206、207和侧部磁芯208,朝向上方立脚而设置于板磁芯205的上侧的宽幅面205a上。

侧部磁芯208配设于成为板磁芯205纵向的前后方向的中央部。侧部磁芯208左右方向的宽度与板磁芯205左右方向的宽度相同,左右侧面208a、208b配设为,分别相对于板磁芯205的左右长边侧面205b、205c形成同一平面。中心磁芯206、207在侧部磁芯208的前后方向两侧上分别配设于,侧部磁芯208与成为板磁芯205纵向的两端面的短边侧面205d、205e之间的大致中央位置上。

线圈202、203是将铜线卷绕成圆筒状而构成的绕线线圈,其内周上形成有中空部202a、203a。而且,线圈202、203分别将中心磁芯206、207插通于中空部202a、203a后被载置于板磁芯205上。

而且,中心磁芯206、207和侧部磁芯208分别配设于,在中心磁芯206、207插通于线圈202、203时,能够确保侧部磁芯208和线圈202、

203 不相干涉的间隔的位置上。

在分别将中心磁芯 206、207 插入于线圈 202、203 后，通过将板磁芯 204 的宽幅面 204a 相对于中心磁芯 206、207 的上端面 206a、207a 和侧部磁芯 208 的上端面 208c 进行对接，并利用粘接剂将该对接面粘接固定，使板磁芯 204、205、侧部磁芯 208 以及中心磁芯 206、207 整体化，从而形成磁芯体 201。

因此，如果使电流流通于线圈 202 的话，磁芯体 201 中发生通过中心磁芯 206、板磁芯 204、侧部磁芯 208、板磁芯 205 及中心磁芯 206 的磁场(磁通 Φ_B)。另外，如果使电流流通于线圈 203 的话，发生通过中心磁芯 207、板磁芯 204、侧部磁芯 208、板磁芯 205 及中心磁芯 207 的磁场(磁通 Φ_C)。即，中心磁芯 206、板磁芯 204、侧部磁芯 208、板磁芯 205 及中心磁芯 206，形成闭合磁路。另外，中心磁芯 207、板磁芯 204、侧部磁芯 208、板磁芯 205 及中心磁芯 207，也形成闭合磁路。而且，磁通的方向根据流通于线圈 202、203 的电流方向而发生变化。

侧部磁芯 208 配设于，前后方向上所配设的中心磁芯 206 和中心磁芯 207 之间。即，侧部磁芯 208 相对于中心磁芯 206 被配设于后方，另外，相对于中心磁芯 207 被配设于前方。因此，在中心磁芯 206 的前方及左右方向上，在板磁芯 204 和板磁芯 205 之间形成开放部 209a。另外，在中心磁芯 207 的后方及左右方向上，在板磁芯 204 和板磁芯 205 之间形成开放部 209b。因此，能够容易地将线圈 202 的端部从开放部 209a 向磁芯体 201 的外部取出。另外，对于线圈 203 的端部，也能够容易地从开放部 209b 向磁芯体 201 的外部取出。

但是，相对于载置线圈 202、203 的板磁芯 205 的宽幅面 205a 左右方向的边缘部 205f、205g 是直线，线圈 202、203 的外周面是圆筒面。因此，在线圈 202 后侧的左右侧面与边缘部 205f、205g 之间，如图 6 中以虚线所示那样，斜边为圆弧状的大致三角形的区间 210a 作为无效空间而形成。另外，对于线圈 203，在前侧的左右侧面与边缘部 205f、205g 之间，也同样如图 6 中以虚线所示那样，斜边为圆弧状的大致三角形的区间 210b 作为无效空间而形成。

形成于前侧面 208e 上的凹面部 208g 是，对应于线圈 202 的外周面 202b 的形状而凹陷成曲率大于外周面 202b 的同心圆的圆弧状曲面。另外，

形成于后侧面 208f 上的凹面部 208h 是，对应于线圈 203 的外周面 203b 的形状而凹陷成曲率大于外周面 203b 的同心圆的圆弧状曲面。

即，侧部磁芯 208 形成为，随着从左右方向的中央侧朝向侧面 208a、208b 侧面而被延伸设置于区间 210a、210b 的形状。在凹面部 208g 中收容线圈 202 的一部分，另外，在凹面部 208h 中也收容线圈 203 的一部分。

因此，侧部磁芯 208 能够在不减少配置线圈 202、203 用的空间(所谓的线圈架)的情况下，增大剖面面积、即上端面 208c 的面积。换言之，能够不减小线圈 202、203 的大小，而增大侧部磁芯 208 的剖面面积。因此，能够抑制从板磁芯 204 通过侧部磁芯 208 后从板磁芯 205 漏出的磁通 Φ_B 、 Φ_C 的磁饱和的发生。另外，因为能够确保中心磁芯 206、207 和侧部磁芯 208 之间的间隔，所以能够增加线圈 202、203 的匝数，能够获得大的电感值。或者，能够使线圈 202、203 的绕线变粗，能够谋求低 DCR 化。

另外，侧部磁芯 208 通过被延伸设置于作为无效空间的区间 210a、210b，剖面面积变大。因此，电感元件 200 的安装面积不会增大。即，在电感元件 200 中，板磁芯 204、205 的宽幅面 204a、205a 的面积成为安装面积。由于将侧部磁芯 208 延伸设置于区间 210a、210b，从而使侧部磁芯 208 的剖面面积变大，因此板磁芯 204、205 的宽幅面 204a、205a 的面积不会变大。

通过将侧部磁芯 208 的剖面面积(上端面 208c 的面积) S_4 相对于中心磁芯 206 的剖面面积、即上端面 206a 的面积 S_5 ，或相对于中心磁芯 207 的剖面面积、即上端面 207a 的面积 S_5 ，设定为 $S_5 + S_5 \leq S_4 \leq 5 \times (S_5 + S_5)$ ，能够有效地抑制侧部磁芯 208 的磁饱和的发生。即，通过将侧部磁芯 208 的剖面面积设定为中心磁芯 206 剖面面积和中心磁芯 207 剖面面积的合计面积的 1 倍~5 倍，能够有效地抑制侧部磁芯 208 的磁饱和的发生。

另外，通过将板磁芯 204、205 上下方向的剖面面积 S_6 ，相对于中心磁芯 206、207 的剖面面积 S_5 设定为 $S_5 \leq S_6 \leq 5 \times S_5$ ，对于板磁芯 204、205 内的磁饱和的发生也能够有效地进行抑制。

在中心磁芯 206 和中心磁芯 207 的粗细不同的情况下，通过将板磁芯 204、205 的剖面面积 S_6 设定为较粗一方的中心磁芯的剖面面积的 1 倍~5 倍，对于板磁芯 204、205 内的磁饱和的发生也能够有效地进行抑制。

进而，也可以使中心磁芯 206、207 上下方向的高度稍微低于侧部磁芯 208 上下方向的高度(例如，低 1mm)，并将板磁芯 204 粘接于侧部磁芯 208 的上端面 208c，仅通过侧部磁芯 208 来支持板磁芯 204，从而在中心磁芯 206 的上端面 206a 及中心磁芯 207 的上端面 207a 与宽幅面 204a 之间形成作为磁隙的空隙。通过这样在中心磁芯 206、207 的各上端面 206a、207a 与板磁芯 204 之间形成磁隙，能够使电感元件 200 的直流叠加特性提高。而且，中心磁芯 206、207 的各上端面 206a、207a 与板磁芯 204 之间的磁隙，也可以作为垫片间隙。

而且，也可以使侧部磁芯 208 侧的上下方向的高度稍微低于中心磁芯 206、207 上下方向的高度，并将板磁芯 204 粘接于中心磁芯 206、207 的上端面 206a、207a，仅通过中心磁芯 206、207 来支持板磁芯 204，从而在侧部磁芯 208 的上端面 208c 与宽幅面 204a 之间形成作为磁隙的空隙。侧部磁芯 208 的上端面 208c 与宽幅面 204a 之间的磁隙，也可以作为垫片间隙。

在图 5 及图 6 所示的构成中，将中心磁芯 206、207 和侧部磁芯 208 的双方设置于一方的板磁芯 205 上，但是，也可以采用在板磁芯 205 上仅设置中心磁芯 206、207，而将侧部磁芯 208 设置于另一方的板磁芯 204 上的构成。在该情况下，通过烧结铁氧体等的磁性粉体等使板磁芯 205 和中心磁芯 206、207 整体化，另外，对于侧部磁芯 208 和板磁芯 204 也通过烧结铁氧体等的磁性粉体等进行整体化。

接着，通过将中心磁芯 206、207 的上端面 206a、207a 和板磁芯 204 利用粘接剂进行粘接，另外，对于侧部磁芯 208 的下端面(在图 5、图 6 中，相当于成为与板磁芯 205 的接合部分 208d 的面)和板磁芯 205 也利用粘接剂进行粘接，从而作为磁芯体 201 而构成。

而且，这样，即使在采用在板磁芯 205 上仅设置中心磁芯 206、207，另外将侧部磁芯 208 设置于板磁芯 204 侧的构成的情况下，也可以通过设定中心磁芯 206、207 和侧部磁芯 208 的高度差，在中心磁芯 206、207 的上端面 206a、207a 与板磁芯 204 之间、或侧部磁芯 208 的下端面与板磁芯 205 之间形成作为磁隙的空隙。中心磁芯 206、207 的上端面 206a、207a 与板磁芯 204 之间、或侧部磁芯 208 的下端面与板磁芯 205 之间的磁隙，也可以作为垫片间隙。

另外，在图 5 及图 6 所示的构成中，表示了将中心磁芯 206、207、侧部磁芯 208 及板磁芯 205 进行整体化的例子，但是也可以将中心磁芯 206、207、板磁芯 205 及侧部磁芯 208 各自分别形成。在该情况下，通过利用粘接剂分别将中心磁芯 206、207、板磁芯 204、205 及侧部磁芯 208 相互进行粘接，从而形成作为整体被整体化的磁芯体 201。该情况下，也可以通过设定中心磁芯 206、207 和侧部磁芯 208 的高度差，在中心磁芯 206、207 的一端面与板磁芯 204、205 的任意一方之间、或侧部磁芯 208 的一端面与板磁芯 204、205 的任意一方之间，形成作为磁隙的空隙。该磁隙也可以作为垫片间隙。

另外，也可以形成为构成磁芯体 201 的各磁芯、即板磁芯 204、205、中心磁芯 206、207、侧部磁芯 208 中的至少一个磁芯采用压粉磁芯的构成；其中，所谓的压粉磁芯是将坡莫合金粉、铁硅铝磁合金粉等的粉末压缩成形而形成的。在磁芯体 201 的压粉磁芯的部分中，由于能够增大饱和磁通密度，因此能够谋求电感元件 200 的小型化。

特别是，如果利用压粉磁芯形成板磁芯 204、205，则能够减小板磁芯 204、205 的剖面面积 S_6 ，能够使板磁芯 204、205 的厚度变薄。因此，能够形成使电感元件 200 上下方向的高度降低的构成。

(第三实施形态)

接着，对本发明涉及的磁性元件的第三实施形态进行说明。

图 7 是本发明第三实施形态涉及的磁性元件的立体图。另外，图 8 是本发明第三实施形态涉及的磁性元件的分解立体图。在以下的说明中，与图 1~图 3 相同地，图中将 X 方向作为前方(前侧)、Y 方向作为左方(左侧)、且将 Z 方向作为上方(上侧)进行说明。

作为磁性元件的电感元件 300，设有磁芯体 301 和两个线圈 302、303。磁芯体 301 具有板磁芯 304、305、中心磁芯 306、307 及侧部磁芯 308、309。板磁芯 304、305 作为整体在上下方向上呈扁平的长方体状，且均形成为大致相同的形状。中心磁芯 306、307 是将长度方向朝向上下方向的圆柱体，且均形成为大致相同的形状。

侧部磁芯 308、309 设置于成为板磁芯 305 纵向的前后方向的两端。另外，侧部磁芯 308、309 是沿着 X-Y 平面的面的剖面形状为大致鞍形

的柱状体。即，侧部磁芯 308 的前侧面 308a、左右侧面 308b、308c 以及上端面 308d 为平面，在后侧面 308f 上形成有朝向内侧(前方)弯曲成圆弧状的凹面部 308g。另外，侧部磁芯 309 的后侧面 309a、左右侧面 309b、309c 以及上端面 309d 也为平面，在前侧面 309f 上也形成有朝向内侧(后方)弯曲成圆弧状的凹面部 309g。而且，侧部磁芯 308 是柱状体。其剖面的形状，从与板磁芯 305 的接合部分 308e 起直至上端面 308d 形成相同的形状。侧部磁芯 309 也是柱状体。其剖面的形状，从与板磁芯 305 的接合部分 309e 起直至上端面 309d 形成相同的形状。

板磁芯 305、中心磁芯 306、307 及侧部磁芯 308、309，通过烧结铁氧体等的磁性粉体等而整体化。另外，中心磁芯 306、307 和侧部磁芯 308、309，分别朝向上方立脚而设置于板磁芯 305 的上侧的宽幅面 305a 上。

侧部磁芯 308 及中心磁芯 306、与侧部磁芯 309 及中心磁芯 307 被构成为，其配设位置及形状相对于板磁芯 305 的前后方向的中央而对称。

侧部磁芯 308 在板磁芯 305 的宽幅面 305a 的前侧被配设为，前侧面 308a 与成为板磁芯 305 纵向的一端面的短边侧面 305b 形成同一平面。另外，侧部磁芯 308 左右方向的宽度与板磁芯 305 左右方向的宽度相同。侧部磁芯 308 的左右侧面 308b、308c 被配设为，分别相对于板磁芯 305 的左右长边侧面 305c、305d 形成同一平面。

另一方面，侧部磁芯 309 在板磁芯 305 的宽幅面 305a 的后侧被配设为，后侧面 309a 与成为板磁芯 305 纵向的另一端面的短边侧面 305e 形成同一平面。另外，侧部磁芯 309 左右方向的宽度也与板磁芯 305 左右方向的宽度相同。侧部磁芯 309 的左右侧面 309b、309c 被配设为，分别相对于板磁芯 305 的左右长边侧面 305c、305d 形成同一平面。

中心磁芯 306 配设于，板磁芯 305 前后方向的中央与侧部磁芯 308 之间的大致中央位置上。另外，中心磁芯 307 也配设于，板磁芯 305 前后方向的中央与侧部磁芯 309 之间的大致中央位置上。

线圈 302、303 是将铜线卷绕成圆筒状而构成的绕线线圈，其内周上形成有中空部 302a、303a。线圈 302、303 在将中心磁芯 306、307 分别插通于中空部 302a、303a 后被载置于板磁芯 305 上。

而且，中心磁芯 306、307 和侧部磁芯 308、309 分别配设于，在将中心磁芯 306、307 插通于线圈 302、303 时，能够确保侧部磁芯 308、

309 和线圈 302、303 不相干涉、或线圈 302、303 彼此之间互不干涉的间隔的位置上。即，中心磁芯 306 和中心磁芯 307 之间，相隔作为线圈 302、303 彼此之间互不干涉的间隔的规定距离而被设置，另外，中心磁芯 306、307 和侧部磁芯 308、309，也相隔有作为线圈 302、303 不干涉侧部磁芯 308、309 的间隔的规定距离而被设置。

在将中心磁芯 306、307 分别插入于线圈 302、303 后，通过将板磁芯 304 的宽幅面 304a 相对于中心磁芯 306、307 的上端面 306a、307a 和侧部磁芯 308、309 的上端面 308d、309d 进行对接，并利用粘接剂将该对接面粘接固定，使板磁芯 304、305、侧部磁芯 308、309 以及中心磁芯 306、307 整体化，从而形成磁芯体 301。

因此，如果使电流流通于线圈 302 的话，磁芯体 301 中发生通过中心磁芯 306、板磁芯 304、侧部磁芯 308、板磁芯 305 及中心磁芯 306 的磁场(磁通 ΦD)。另外，如果使电流流通于线圈 303 的话，发生通过中心磁芯 307、板磁芯 304、侧部磁芯 309、板磁芯 305 及中心磁芯 307 的磁场(磁通 ΦE)。即，中心磁芯 306、板磁芯 304、侧部磁芯 308、板磁芯 305 及中心磁芯 306，形成闭合磁路。另外，中心磁芯 307、板磁芯 304、侧部磁芯 309、板磁芯 305 及中心磁芯 307，也形成闭合磁路。而且，磁通的方向根据流通于线圈 302、303 的电流方向而发生变化。

侧部磁芯 308、309，夹着中心磁芯 306、307 配设于板磁芯 304、305 的前后方向上。因此，在中心磁芯 306、307 的左右方向上，在板磁芯 304 和板磁芯 305 之间形成开放部 310。因此，能够容易地将线圈 302、303 的端部从该开放部 310 向磁芯体 301 的外部取出。

但是，相对于载置线圈 302、303 的板磁芯 305 的宽幅面 305a 左右方向的边缘部 305f、305g 是直线，线圈 302、303 的外周面是圆筒面。因此，在线圈 302 前侧的左右侧面与边缘部 305f、305g 之间，如图 8 中以虚线所示那样，斜边为圆弧状的大致三角形的区间 311a 作为无效空间而形成。另外，对于线圈 303，在后侧的左右侧面与边缘部 305f、305g 之间，也同样如图 8 中以虚线所示那样，斜边为圆弧状的大致三角形的区间 311b 作为无效空间而形成。

形成于后侧面 308f 上的凹面部 308g 是，对应于线圈 302 的外周面 302b 的形状而凹陷成曲率大于外周面 302b 的同心圆的圆弧状曲面。即，

侧部磁芯 308 形成为, 随着从左右方向的中央侧朝向侧面 308b、308c 侧面而被延伸设置于区间 311a 的形状, 在凹面部 308g 中收容线圈 302 的一部分。因此, 侧部磁芯 308 能够在不减少配置线圈 302 的线圈架的情况下, 增大剖面面积、即上端面 308d 的面积。

另外, 对于侧部磁芯 309 也同样地, 形成于前侧面 309f 上的凹面部 309g 是, 对应于线圈 303 的外周面 303b 的形状而凹陷成曲率大于外周面 303b 的同心圆的圆弧状曲面。即, 侧部磁芯 309 形成为, 随着从左右方向的中央侧朝向侧面 309b、309c 侧面而被延伸设置于区间 311b 的形状, 在凹面部 309g 中收容线圈 303 的一部分。因此, 侧部磁芯 309 也能够在不减少配置线圈 303 的线圈架的情况下, 增大剖面面积、即上端面 309d 的面积。换言之, 能够不减小线圈 302、303 的大小, 而增大侧部磁芯 308、309 的剖面面积。因此, 能够抑制从板磁芯 304 通过侧部磁芯 308 后从板磁芯 305 漏出的磁通 ΦD 的磁饱和的发生。另外, 同样地, 对于从板磁芯 304 通过侧部磁芯 309 后从板磁芯 305 漏出的磁通 ΦE 的磁饱和的发生, 也能够进行抑制。另外, 因为能够确保中心磁芯 306 与侧部磁芯 308 之间的间隔、以及中心磁芯 307 与侧部磁芯 309 之间的间隔, 所以能够增加线圈 302、303 的匝数, 能够获得大的电感值。或者, 能够使线圈 302、303 的绕线变粗, 能够谋求低 DCR 化。

另外, 侧部磁芯 308、309 通过被延伸设置于作为无效空间的区间 311a、311b 上, 剖面面积变大。因此, 电感元件 300 的安装面积不会变大。即, 在电感元件 300 中, 板磁芯 304、305 的宽幅面 304a、305a 的面积成为安装面积。由于将侧部磁芯 308、309 延伸设置于区间 311a、311b, 使侧部磁芯 308、309 的剖面面积变大, 因此板磁芯 304、305 的宽幅面 304a、305a 的面积不会变大。

通过将侧部磁芯 308、309 的剖面面积(上端面 308d、309d 的面积) $S7$ 相对于中心磁芯 306、307 的剖面面积、即上端面 306a、307a 的面积 $S8$, 设定为 $S8 \leq S7 \leq 5 \times S8$, 能够有效地抑制侧部磁芯 308、309 的磁饱和的发生。

另外, 通过将板磁芯 304、305 上下方向的剖面面积 $S9$ 相对于中心磁芯 306、307 的剖面面积 $S8$ 设定为 $S8 \leq S9 \leq 5 \times S8$, 对于板磁芯 304、305 内的磁饱和的发生也能够有效地进行抑制。

在中心磁芯 306 和中心磁芯 307 的粗细不同的情况下，通过将板磁芯 304、305 的剖面面积 S_9 设定为较粗一方的中心磁芯的剖面面积的 1 倍~5 倍，对于板磁芯 304、305 内的磁饱和的发生也能够有效地进行抑制。

进而，也可以使中心磁芯 306、307 上下方向的高度稍微低于侧部磁芯 308、309 上下方向的高度(例如，低 1mm)，并将板磁芯 304 粘接于侧部磁芯 308、309 的上端面 308d、309d，仅通过侧部磁芯 308、309 来支持板磁芯 304，从而在中心磁芯 306、307 的上端面 306a、307a 与宽幅面 304a 之间形成作为磁隙的空隙。通过这样在中心磁芯 306、307 的上端面 306a、307a 与板磁芯 304 之间形成磁隙，能够使电感元件 300 的直流叠加特性提高。而且，中心磁芯 306、307 的上端面 306a、307a 与板磁芯 304 之间的磁隙，也可以作为垫片间隙。

而且，也可以使侧部磁芯 308、309 侧的上下方向的高度稍微低于中心磁芯 306、307 上下方向的高度，并将板磁芯 304 粘接于中心磁芯 306、307 的上端面 306a、307a，仅通过中心磁芯 306、307 来支持板磁芯 304，从而在侧部磁芯 308、309 的上端面 308d、309d 与宽幅面 304a 之间形成作为磁隙的空隙。侧部磁芯 308、309 的上端面 308d、309d 与宽幅面 304a 之间的磁隙，也可以作为垫片间隙。

在图 7 及图 8 所示的构成中，将中心磁芯 306、307 和侧部磁芯 308、309 的双方设置于一方的板磁芯 305 上，但是，也可以采用在板磁芯 305 上仅设置中心磁芯 306、307，而将侧部磁芯 308、309 设置于另一方的板磁芯 304 上的构成。在该情况下，通过烧结铁氧体等的磁性粉体等将板磁芯 305 和中心磁芯 306、307 整体化，另外，对于侧部磁芯 308、309 和板磁芯 304 也通过烧结铁氧体等的磁性粉体等而进行整体化。

接着，通过将中心磁芯 306、307 的上端面 306a、307a 和板磁芯 304 利用粘接剂进行粘接，另外，对于侧部磁芯 308、309 的下端面(在图 7、图 8 中，相当于成为与板磁芯 305 的接合部分 308e、309e 的面)和板磁芯 305 也利用粘接剂进行粘接，从而形成磁芯体 301。

而且，这样，即使在采用在板磁芯 305 上仅设置中心磁芯 306、307，另外将侧部磁芯 308、309 设置于板磁芯 304 侧的构成的情况下，也可以通过设定中心磁芯 306、307 和侧部磁芯 308、309 的高度差，在中心磁

芯 306、307 的上端面 306a、307a 与板磁芯 304 之间、或侧部磁芯 308、309 各自的下端面与板磁芯 305 之间形成作为磁隙的空隙。中心磁芯 306、307 的上端面 306a、307a 与板磁芯 304 之间、或侧部磁芯 308、309 各自的下端面与板磁芯 305 之间的磁隙，也可以作为垫片间隙。

另外，在图 7 及图 8 所示的构成中，表示了将中心磁芯 306、307、侧部磁芯 308、309 及板磁芯 305 进行整体化的例子，但是也可以将中心磁芯 306、307、侧部磁芯 308、309 以及板磁芯 305 各自分别形成。该情况下，通过利用粘接剂分别将中心磁芯 306、307、板磁芯 304、305 及侧部磁芯 308、309 相互进行粘接，形成作为整体而进行了整体化的磁芯体 301。该情况下，也可以通过设定中心磁芯 306、307 和侧部磁芯 308、309 的高度差，在中心磁芯 306、307 的一端面与板磁芯 304、305 的任意一方之间、或侧部磁芯 308、309 的一端面与板磁芯 304、305 的任意一方之间，形成作为磁隙的空隙。该磁隙也可以作为垫片间隙。

另外，也可以形成为构成磁芯体 301 的各磁芯、即板磁芯 304、305、中心磁芯 306、307、侧部磁芯 308、309 中的至少一个磁芯采用压粉磁芯的构成，其中，所谓的压粉磁芯是将坡莫合金粉、铁硅铝磁合金粉等的粉末压缩成形而形成的。在磁芯体 301 的压粉磁芯的部分中，由于能够增大饱和磁通密度，因此能够谋求电感元件 300 的小型化。

特别是，如果利用压粉磁芯形成板磁芯 304、305，则能够减小板磁芯 304、305 的剖面面积 S_9 ，能够使板磁芯 304、305 的厚度变薄。因此，能够形成使电感元件 300 上下方向的高度降低的构成。

(第四实施形态)

接着，对本发明涉及的磁性元件的第四实施形态进行说明。

图 9 是本发明第四实施形态涉及的磁性元件的立体图。另外，图 10 是本发明第四实施形态涉及的磁性元件的分解立体图。在以下的说明中，与图 1~图 3 相同地，图中将 X 方向作为前方(前侧)、Y 方向作为左方(左侧)、且将 Z 方向作为上方(上侧)进行说明。

作为磁性元件的电感元件 400，设有磁芯体 401 和两个线圈 402、403。磁芯体 401 具有板磁芯 404、405、中心磁芯 406、407 及侧部磁芯 408、409。板磁芯 404、405 作为整体在上下方向上呈扁平的长方体状，且均

为大致相同的形状。中心磁芯 406、407 是将长度方向朝向上下方向的圆柱体，且均形成为大致相同的形状。

侧部磁芯 408、409 是，在前后方向上细长的、作为整体呈大致四角柱体状的磁芯。

中心磁芯 406、407、板磁芯 405 及侧部磁芯 408、409，通过烧结铁氧体等的磁性粉体等而整体化。侧部磁芯 408、409 及中心磁芯 406、407，分别朝向上方立脚而设置于板磁芯 405 的上侧的宽幅面 405a 上。

另外，侧部磁芯 408、409 设置于成为板磁芯 405 横向的左右方向的两端。而且，侧部磁芯 408 的左侧面 408a、前后端面 408b、408c，分别与作为板磁芯 405 横向的一端面的左侧面 405b、前后端面 405c、405d 形成同一平面。另外，对于侧部磁芯 409，其右侧面 409a、前后端面 409b、409c，也分别与作为板磁芯 405 横向的另一端面的右侧面 405e、前后端面 405c、405d 形成同一平面。

线圈 402、403 是将铜线卷绕成圆筒状而构成的绕线线圈，其内周上形成有中空部 402a、403a。而且，线圈 402、403 在将中心磁芯 406、407 分别插通于中空部 402a、403a 后被载置于板磁芯 405 上。

中心磁芯 406、407 被配设于沿着侧部磁芯 408、409 的方向上、即与侧部磁芯 408、409 平行的方向上。另外，中心磁芯 406、407 被配设于，在将中心磁芯 406、407 插通于线圈 402、403 时，能够确保侧部磁芯 408、409 和线圈 402、403 不相干涉、或线圈 402、403 互不干涉的间隔的位置上。即，中心磁芯 406 和中心磁芯 407 之间，相隔有作为线圈 402、403 彼此之间互不干涉的间隔的规定距离而被设置，另外，中心磁芯 406、407 和侧部磁芯 408、409，也相隔有作为线圈 402、403 不会干涉到侧部磁芯 408、409 的间隔的规定距离而被设置。

在将中心磁芯 406、407 插入于线圈 402、403 后，通过将板磁芯 404 的宽幅面 404a 相对于中心磁芯 406、407 的上端面 406a、407a 和侧部磁芯 408、409 的上端面 408d、409d 进行对接，并利用粘接剂将该对接面粘接固定，使板磁芯 404、405、侧部磁芯 408、409 以及中心磁芯 406、407 整体化，从而形成磁芯体 401。

因此，如果使电流流通于线圈 402 的话，发生通过中心磁芯 406、板磁芯 404、侧部磁芯 408、板磁芯 405 及中心磁芯 406 的磁场(磁通 $\Phi F1$)，

和通过中心磁芯 406、板磁芯 404、侧部磁芯 409、板磁芯 405 及中心磁芯 406 的磁场(磁通 $\Phi F2$)。

另外,如果使电流流通于线圈 403 的话,发生通过中心磁芯 407、板磁芯 404、侧部磁芯 408、板磁芯 405 及中心磁芯 407 的磁场(磁通 $\Phi G1$),和通过中心磁芯 407、板磁芯 404、侧部磁芯 409、板磁芯 405 及中心磁芯 407 的磁场(磁通 $\Phi G2$)。

即,中心磁芯 406、板磁芯 404、侧部磁芯 408、板磁芯 405 及中心磁芯 406,与中心磁芯 406、板磁芯 404、侧部磁芯 409、板磁芯 405 及中心磁芯 406,均形成闭合磁路。另外,中心磁芯 407、板磁芯 404、侧部磁芯 408、板磁芯 405 及中心磁芯 407,与中心磁芯 407、板磁芯 404、侧部磁芯 409、板磁芯 405 及中心磁芯 407,也均形成闭合磁路。而且,磁通的方向根据流通于线圈 402、403 的电流方向而发生变化。

侧部磁芯 408、409 设置于中心磁芯 406、407 的左右方向上。因此,在中心磁芯 406 的前方,在板磁芯 404 和板磁芯 405 之间形成开放部 410a。另外,在中心磁芯 407 的后方,在板磁芯 404 和板磁芯 405 之间也形成开放部 410b。因此,能够容易地将线圈 402 的端部从开放部 410a 向磁芯体 401 的外部取出;另外,能够容易地将线圈 403 的端部从开放部 410b 向磁芯体 401 的外部取出。

但是,侧部磁芯 408、409 的作为与线圈 402、403 侧相对面的内侧表面 408e、409e 被形成为,在与线圈 402、403 相对的部分上具有凹面部 408e1、408e2、409e1、409e2 的面;其中,凹面部 408e1、408e2、409e1、409e2,沿着线圈 402、403 的外周面 402b、403b 的形状而凹陷成曲率大于外周面 402b、403b 的同心圆的圆弧状。而且,在凹面部 408e1 和凹面部 409e1 中收容线圈 402 的一部分。另外,在凹面部 408e2 和凹面部 409e2 中也收容线圈 403 的一部分。

因此,侧部磁芯 408、409 能够在不干涉线圈 402、403 的情况下,使侧部磁芯 408、409 左右方向的厚度从板磁芯 405 左右方向的侧面 405b、405e 侧朝向线圈 402、403 变厚。即,侧部磁芯 408、409 能够在不减少卷绕线圈 402、403 用的空间(线圈架)的情况下,增大剖面面积、即上端面 408d、409d 的面积。换言之,能够不减小线圈 402、403 的大小,而增大侧部磁芯 408、409 的剖面面积。因此,能够抑制侧部磁芯 408、409

的磁饱和的发生。另外,因为能够确保中心磁芯 406、407 和侧部磁芯 408、409 之间的间隔,所以能够增加线圈 402、403 的匝数,能够获得大的电感值。或者,能够使线圈 402、403 的绕线变粗,能够谋求低 DCR 化。

另外,侧部磁芯 408、409,通过凹面部 408e1、408e2、409e1、409e2 避免了线圈架的减少,同时,在板磁芯 404、405 左右方向的内侧使厚度变厚。因此,即使侧部磁芯 408、409 的剖面面积变大,电感元件 400 的安装面积也不会变大。即,在电感元件 400 中,板磁芯 404、405 的宽幅面 404a、405a 的面积成为安装面积。由于使侧部磁芯 408、409 左右方向的厚度朝向线圈 402、403 变厚,因此板磁芯 404、405 的宽幅面 404a、405a 的面积不会变大。

通过将侧部磁芯 408、409 的剖面面积(上端面 408d、409d 的面积) S_{10} 相对于中心磁芯 406 的剖面面积、即上端面 406a 的面积 S_{11} ,或相对于中心磁芯 407 的剖面面积、即上端面 407a 的面积 S_{11} ,设定为 $S_{10} \leq 5 \times (S_{11} + S_{11})$,能够有效地延迟侧部磁芯 408、409 的磁饱和的发生。

另外,通过将板磁芯 404、405 上下方向的剖面面积 S_{12} 相对于中心磁芯 406、407 的剖面面积 S_{11} 设定为 $S_{11} \leq S_{12} \leq 5 \times S_{11}$,对于板磁芯 404、405 内的磁饱和的发生也能够有效地进行抑制。

在中心磁芯 406 和中心磁芯 407 的粗细不同的情况下,通过将侧部磁芯 408、409 的剖面面积 S_{10} 设定为较粗一方的中心磁芯的剖面面积的 2 倍~10 倍,能够有效地抑制侧部磁芯 408、409 的磁饱和的发生。

另外,对于板磁芯 404、405 的剖面面积 S_{12} ,通过设定为较粗一方的中心磁芯的剖面面积的 1 倍~5 倍,对于板磁芯 404、405 内的磁饱和的发生也能够有效地进行抑制。

进而,也可以使中心磁芯 406、407 上下方向的高度稍微低于侧部磁芯 408、409 上下方向的高度(例如,低 1mm),并将板磁芯 404 粘接于侧部磁芯 408、409 的上端面 408d、409d,仅通过侧部磁芯 408、409 来支持板磁芯 404,从而在中心磁芯 406、407 的上端面 406a、407a 与宽幅面 404a 之间形成作为磁隙的空隙。通过这样在中心磁芯 406、407 的上端面 406a、407a 与板磁芯 404 之间形成磁隙,能够使电感元件 400 的直流叠加特性提高。而且,中心磁芯 406、407 的上端面 406a、407a 与板磁芯

404 之间的磁隙，也可以作为垫片间隙。

而且，也可以使侧部磁芯 408、409 侧的上下方向的高度稍微低于中心磁芯 406、407 上下方向的高度，并将板磁芯 404 粘接于中心磁芯 406、407 的上端面 406a、407a，仅通过中心磁芯 406、407 来支持板磁芯 404，从而在侧部磁芯 408、409 的上端面 408d、409d 与宽幅面 404a 之间形成作为磁隙的空隙。侧部磁芯 408、409 的上端面 408d、409d 与宽幅面 404a 之间的磁隙，也可以作为垫片间隙。

在图 9 及图 10 所示的构成中，将中心磁芯 406、407 和侧部磁芯 408、409 的双方设置于一方的板磁芯 405 上，但是，也可以采用在板磁芯 405 上仅设置中心磁芯 406、407，而将侧部磁芯 408、409 设置于另一方的板磁芯 404 上的构成。在该情况下，通过烧结铁氧体等的磁性粉体等将板磁芯 405 和中心磁芯 406、407 整体化，另外，对于侧部磁芯 408、409 和板磁芯 404，也通过烧结铁氧体等的磁性粉体等进行整体化。

接着，通过将中心磁芯 406、407 的上端面 406a、407a 和板磁芯 404 利用粘接剂进行粘接，另外，对于侧部磁芯 408、409 的下端面(在图 9、图 10 中，成为与板磁芯 405 的接合部分的面)和板磁芯 405 也利用粘接剂进行粘接，从而形成磁芯体 401。

而且，这样，即使在采用板磁芯 405 上仅设置中心磁芯 406、407，另外将侧部磁芯 408、409 设置于板磁芯 404 侧的构成的情况下，也可以通过设定中心磁芯 406、407 和侧部磁芯 408、409 的高度差，在中心磁芯 406、407 的上端面 406a、407a 与板磁芯 404 之间、或侧部磁芯 408、409 的下端面与板磁芯 405 之间，形成作为磁隙的空隙。中心磁芯 406、407 的上端面 406a、407a 与板磁芯 404 之间、或侧部磁芯 408、409 的下端面与板磁芯 405 之间的磁隙，也可以作为垫片间隙。

另外，在图 9 及图 10 所示的构成中，表示了将中心磁芯 406、407、板磁芯 405 及侧部磁芯 408、409 整体化的例子，但是也可以将中心磁芯 406、407、板磁芯 405 以及侧部磁芯 408、409 各自分别形成。该情况下，通过利用粘接剂分别将中心磁芯 406、407、板磁芯 404、405 及侧部磁芯 408、409 相互进行粘接，构成作为整体进行了整体化的磁芯体 401。该情况下，也可以通过设定中心磁芯 406、407 和侧部磁芯 408、409 的高度差，在中心磁芯 406、407 的一端面与板磁芯 404、405 的任意一方之

间、或侧部磁芯 408、409 的一端面与板磁芯 404、405 的任意一方之间，形成作为磁隙的空隙。该磁隙也可以作为垫片间隙。

另外，也可以形成为构成磁芯体 401 的各磁芯、即板磁芯 404、405、中心磁芯 406、407、侧部磁芯 408、409 中的至少一个磁芯采用压粉磁芯的构成，其中，所谓的压粉磁芯是将坡莫合金粉、铁硅铝磁合金粉等的粉末压缩成形而形成的。在磁芯体 401 的压粉磁芯的部分中，由于能够增大饱和磁通密度，因此能够谋求电感元件 400 的小型化。

特别是，如果利用压粉磁芯形成板磁芯 404、405，则能够减小板磁芯 404、405 的剖面面积 S_{12} ，能够使板磁芯 404、405 的厚度变薄。因此，能够形成使电感元件 400 上下方向的高度降低的构成。

上述各实施形态的电感元件 100(200、300、400)中，也可以在线圈 102(202、203、302、303、402、403)的周围涂敷将铁氧体粉末等磁性粉末混合于环氧树脂或丙烯酸树脂等并含有磁性材料的粘接剂，从而形成抑制漏磁通的构成。另外，通过适当地改变该涂敷量，可以改变磁特性。

另外，在电感元件 100(200、300、400)中，也可以通过在线圈 102(202、203、302、303、402、403)与磁芯体 101(201、301、401)内部之间的空间内填充含有磁性材料的粘接剂，从而形成抑制漏磁通的构成。另外，也可以通过适当地改变该填充量，改变磁特性。

使用于上述各实施形态的磁芯体 101(201、301、401)的形成的磁性材料，除了 Ni-Zn 系铁氧体或 Mn-Zn 系铁氧体等的铁氧体之外，也可以采用金属系磁性材料、非结晶形磁性材料等。

这样，将磁芯体 101(201、301、401)形成为压粉磁芯的话，则能够增大饱和磁通密度，能够进一步谋求电感元件 100(200、300、400)的小型化。

而且，电感元件所具有的线圈的数量，不限于如上述实施形态所示那样的一个或两个，也可以为三个或三个以上。

另外，上述各实施形态中的凹面部 106g、208g、208h、308g、309g、408e1、408e2、409e1、409e2 为圆弧状的凹面，但是并不限于圆弧状，可以为椭圆状，也可以为矩形状。但是，通过形成为圆弧状，从而减小与线圈之间的间隙，能够有效地减少漏磁通。

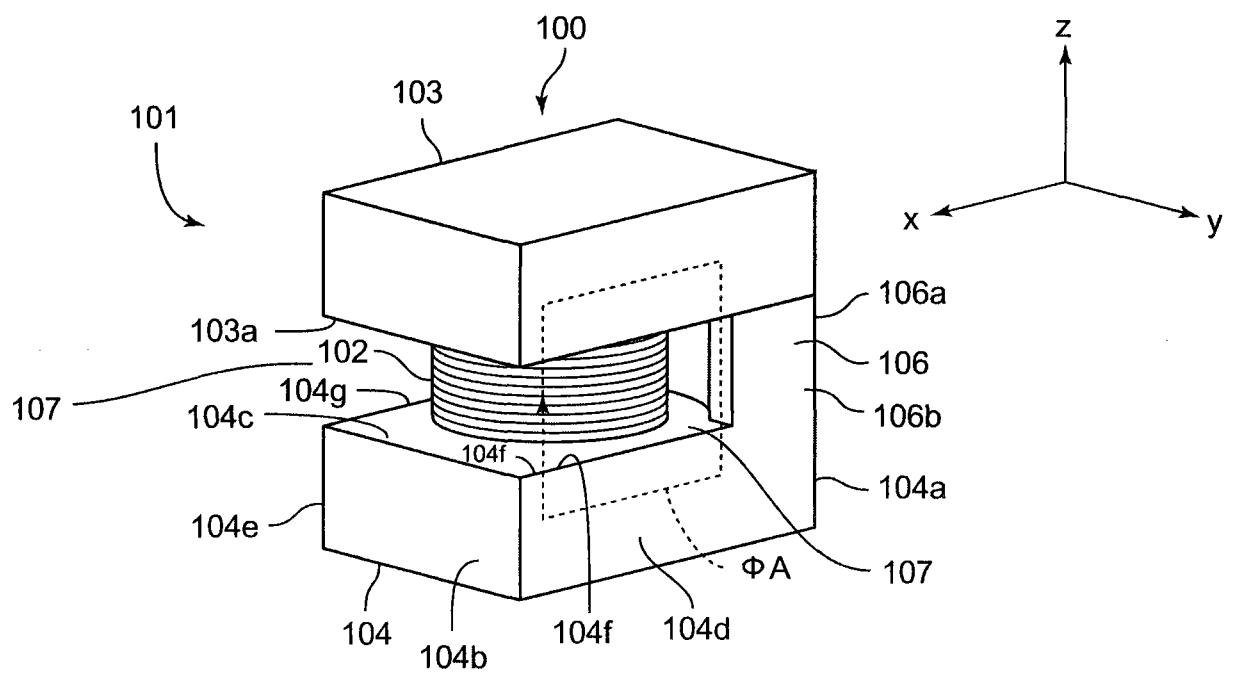


图 1

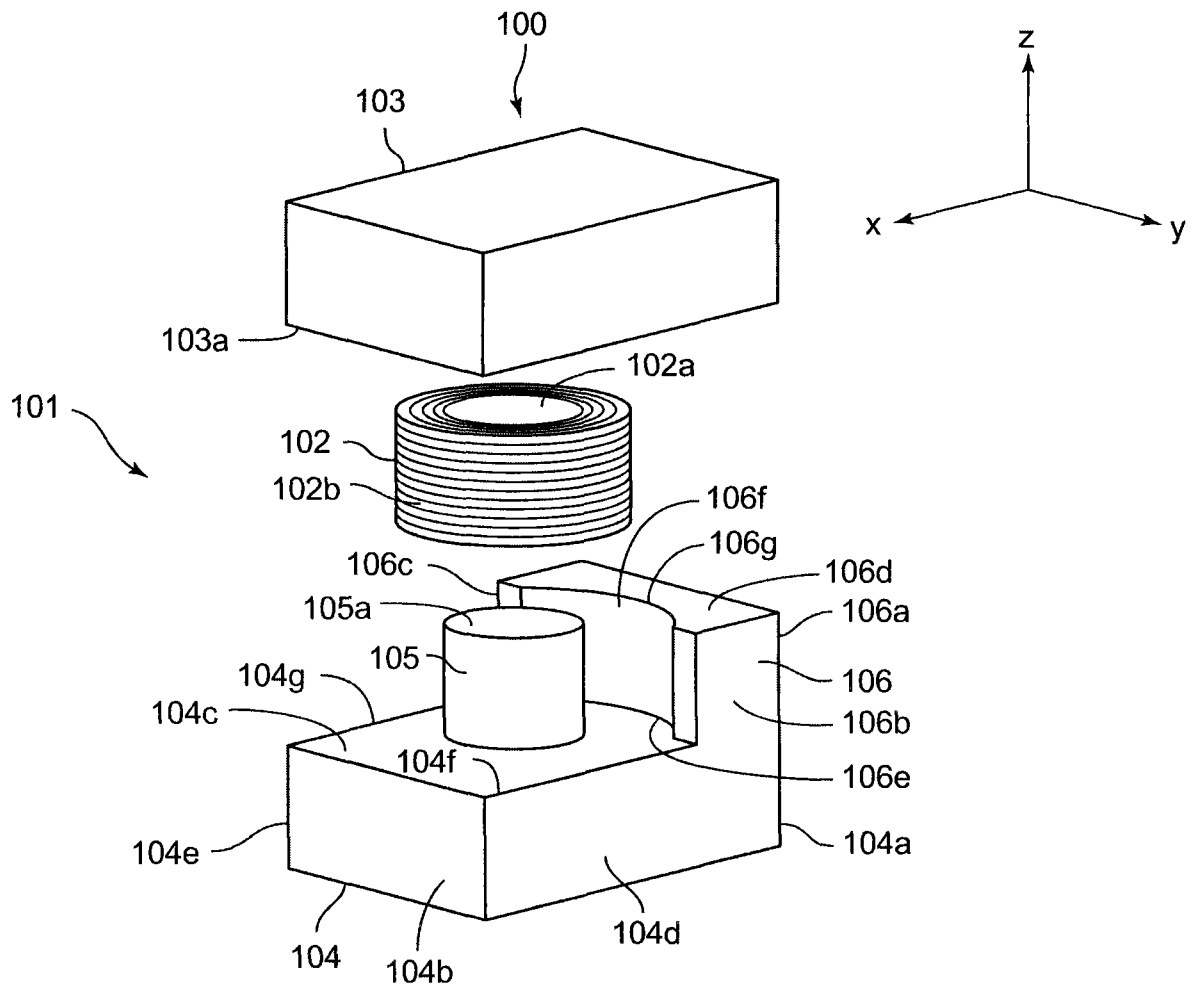


图 2

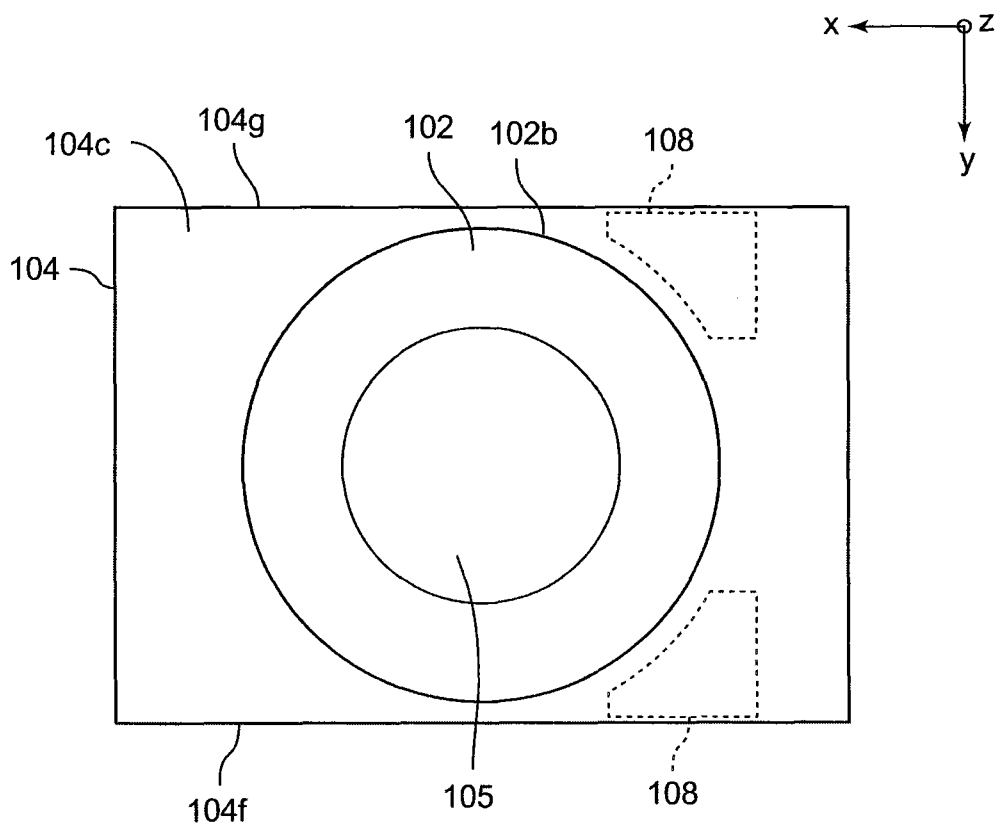


图 3

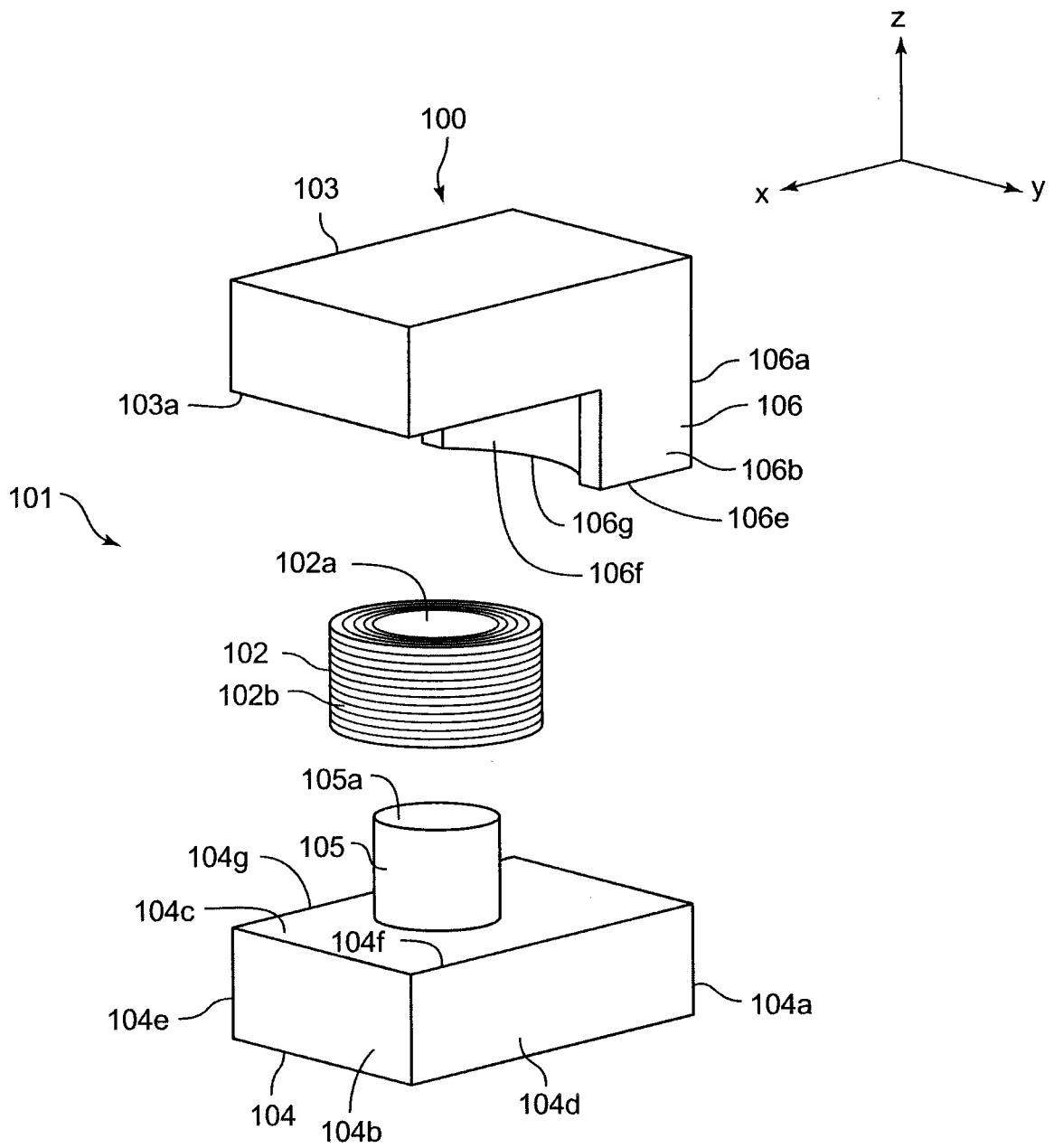


图 4

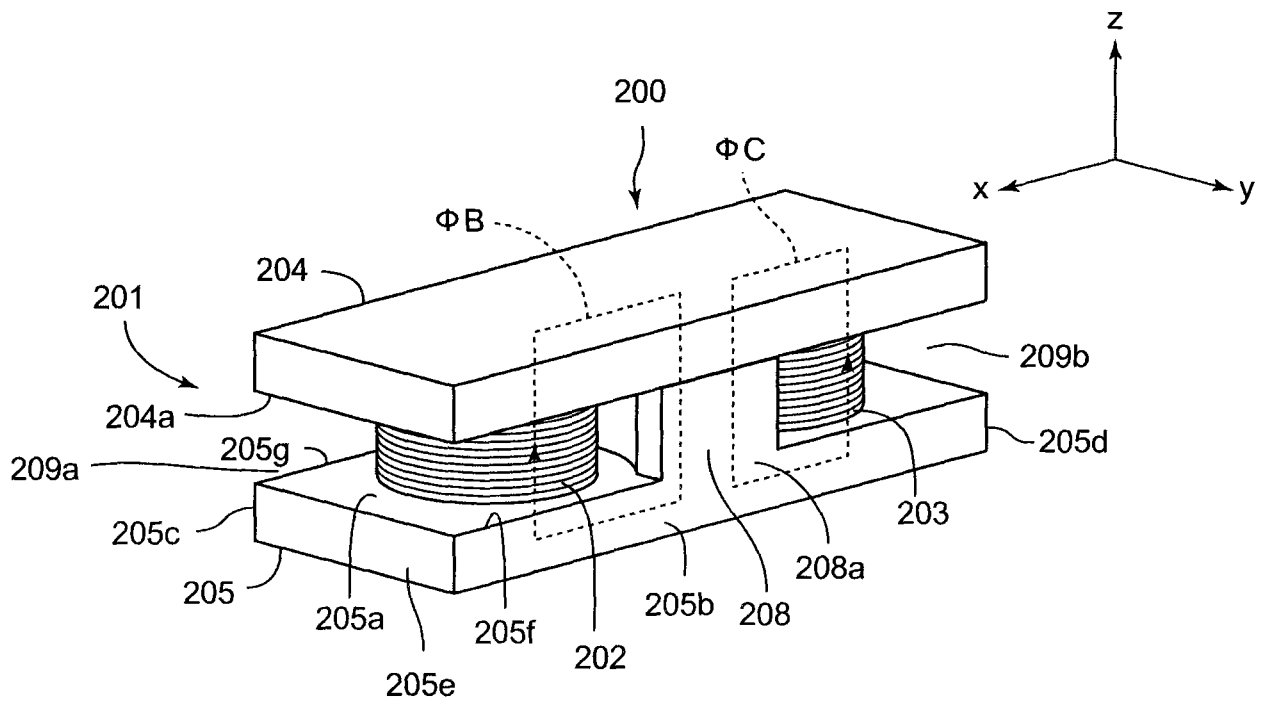


图 5

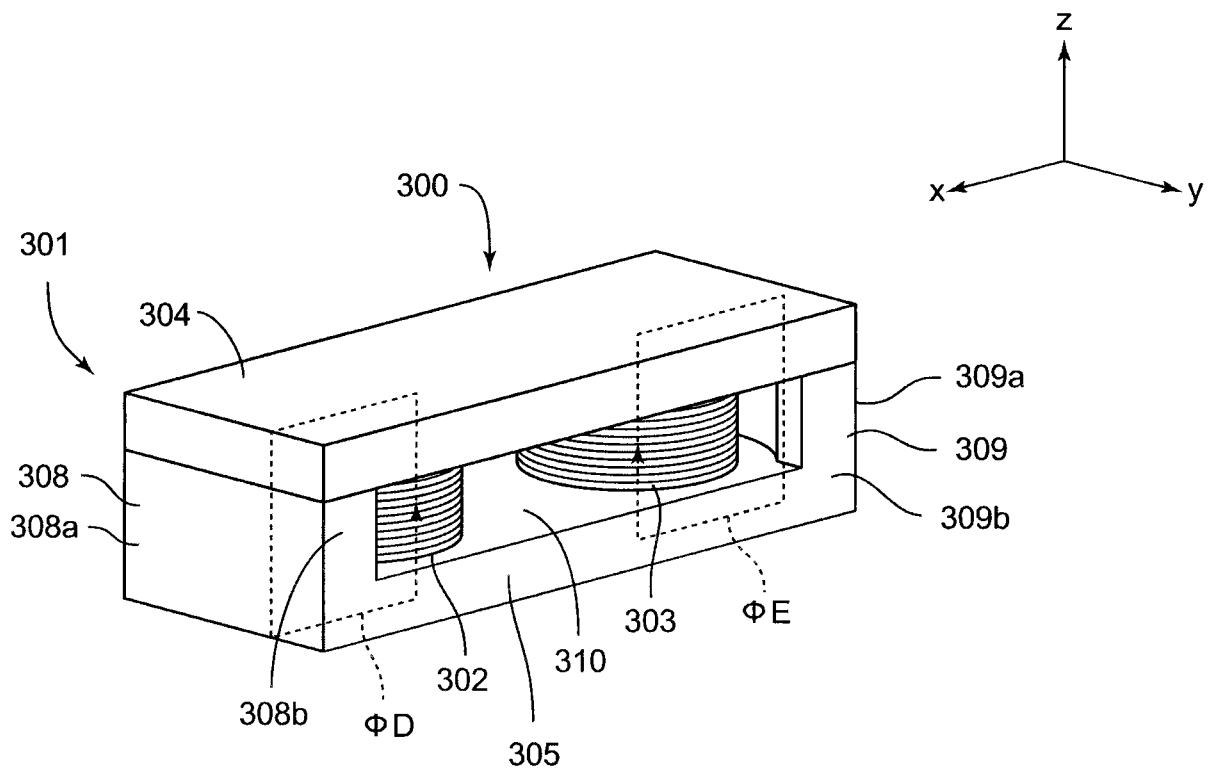


图 7

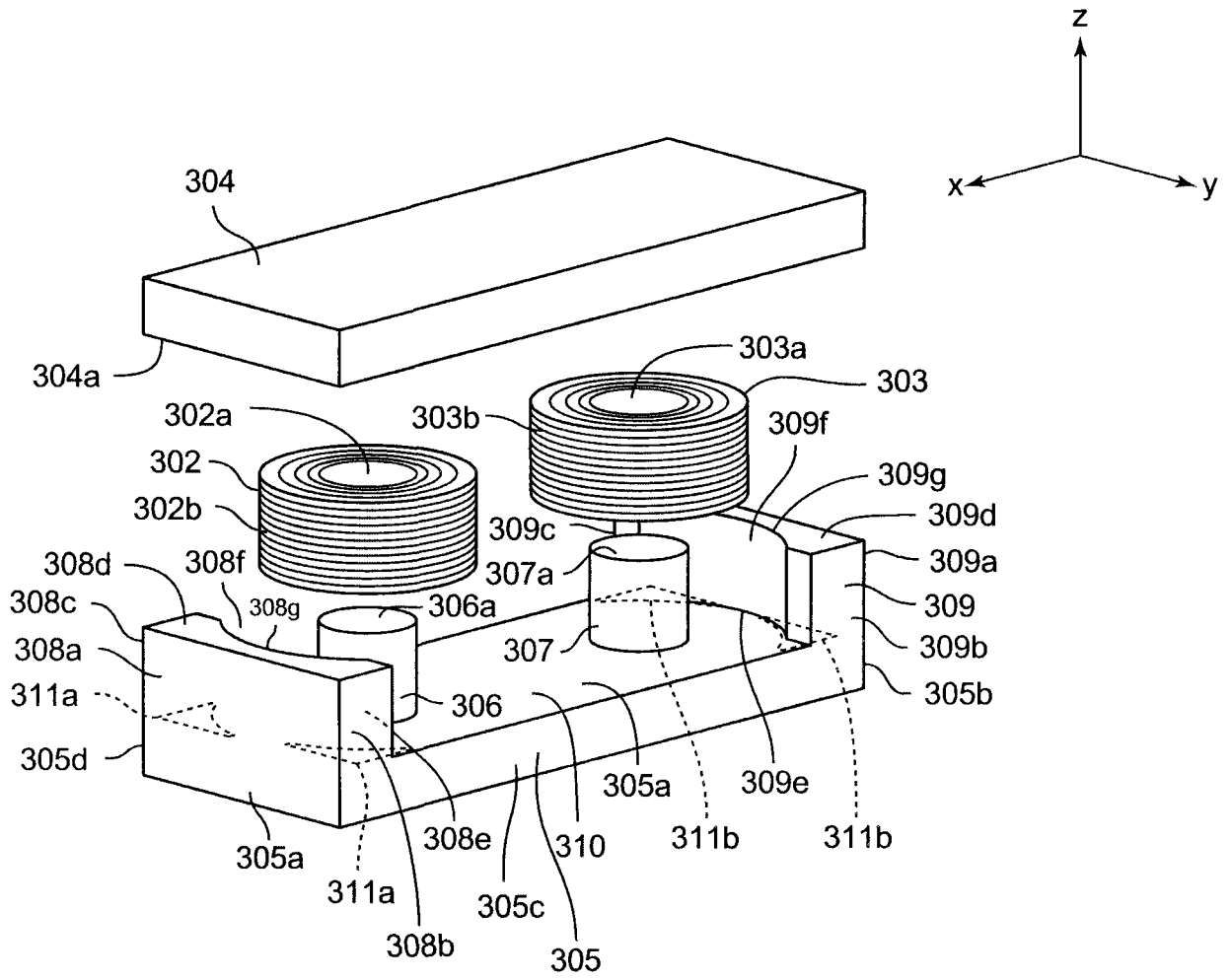


图 8

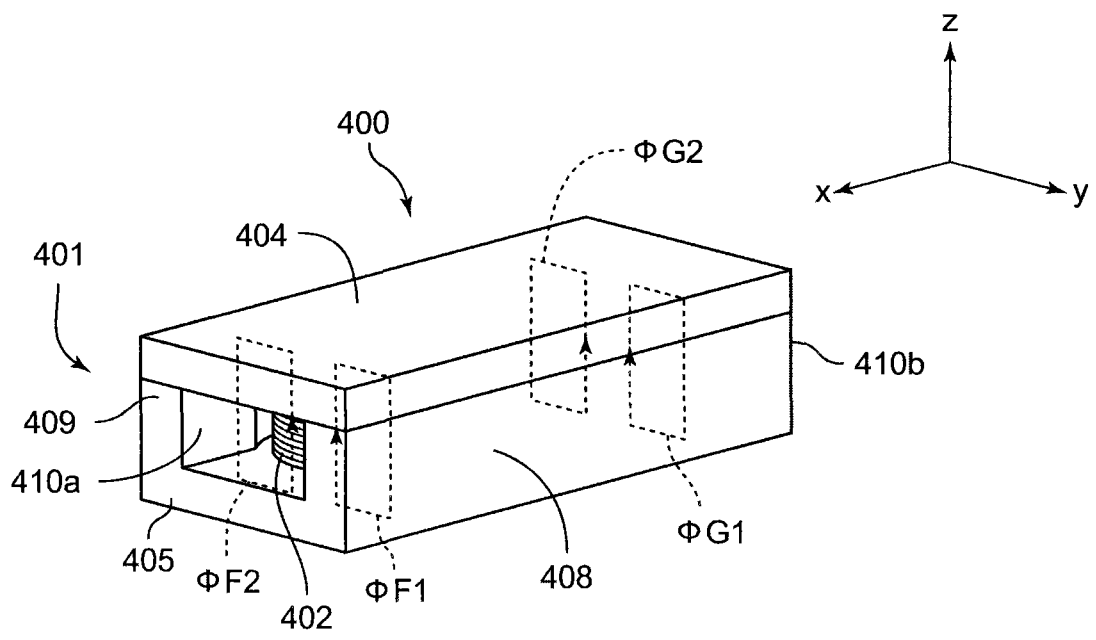


图 9

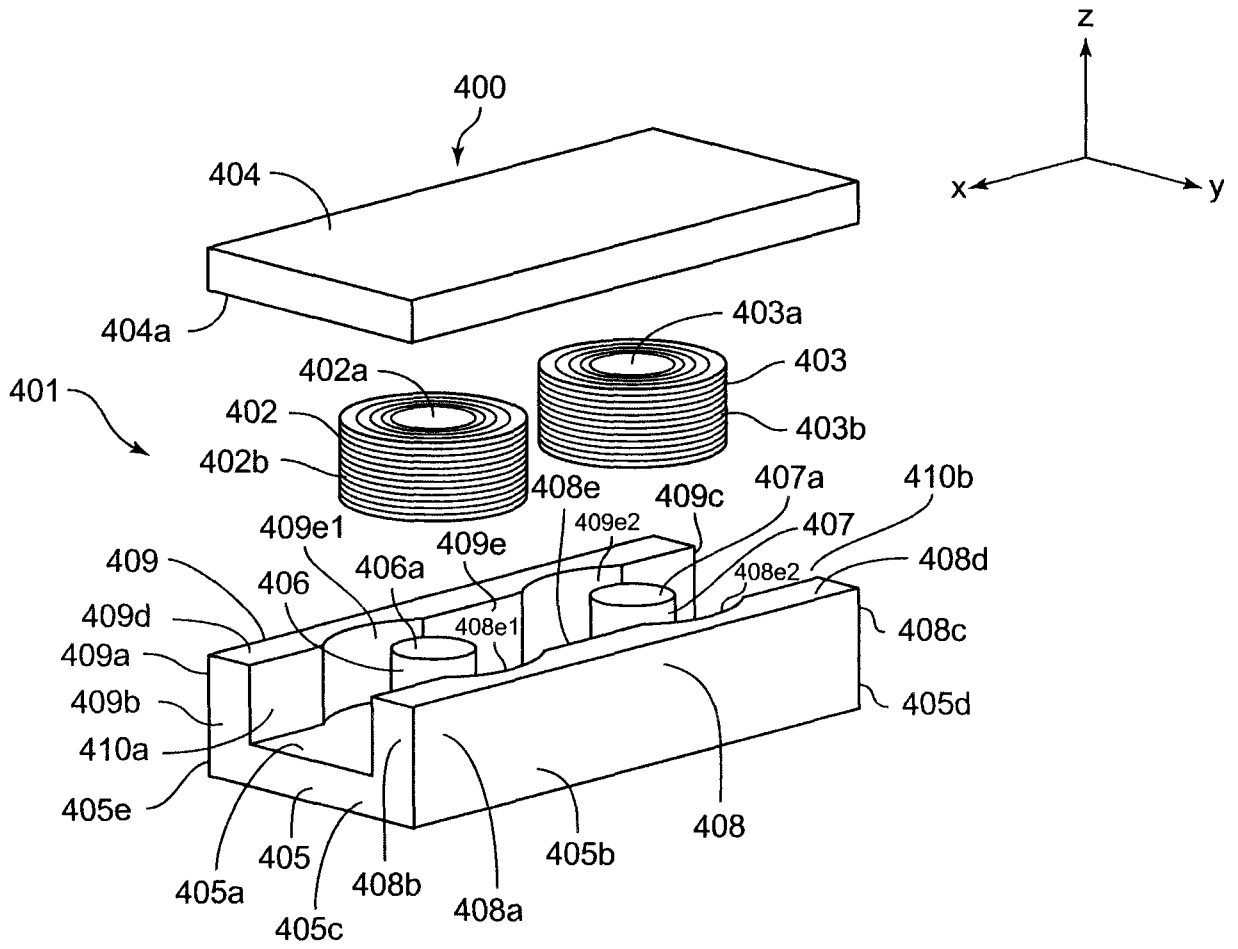


图 10

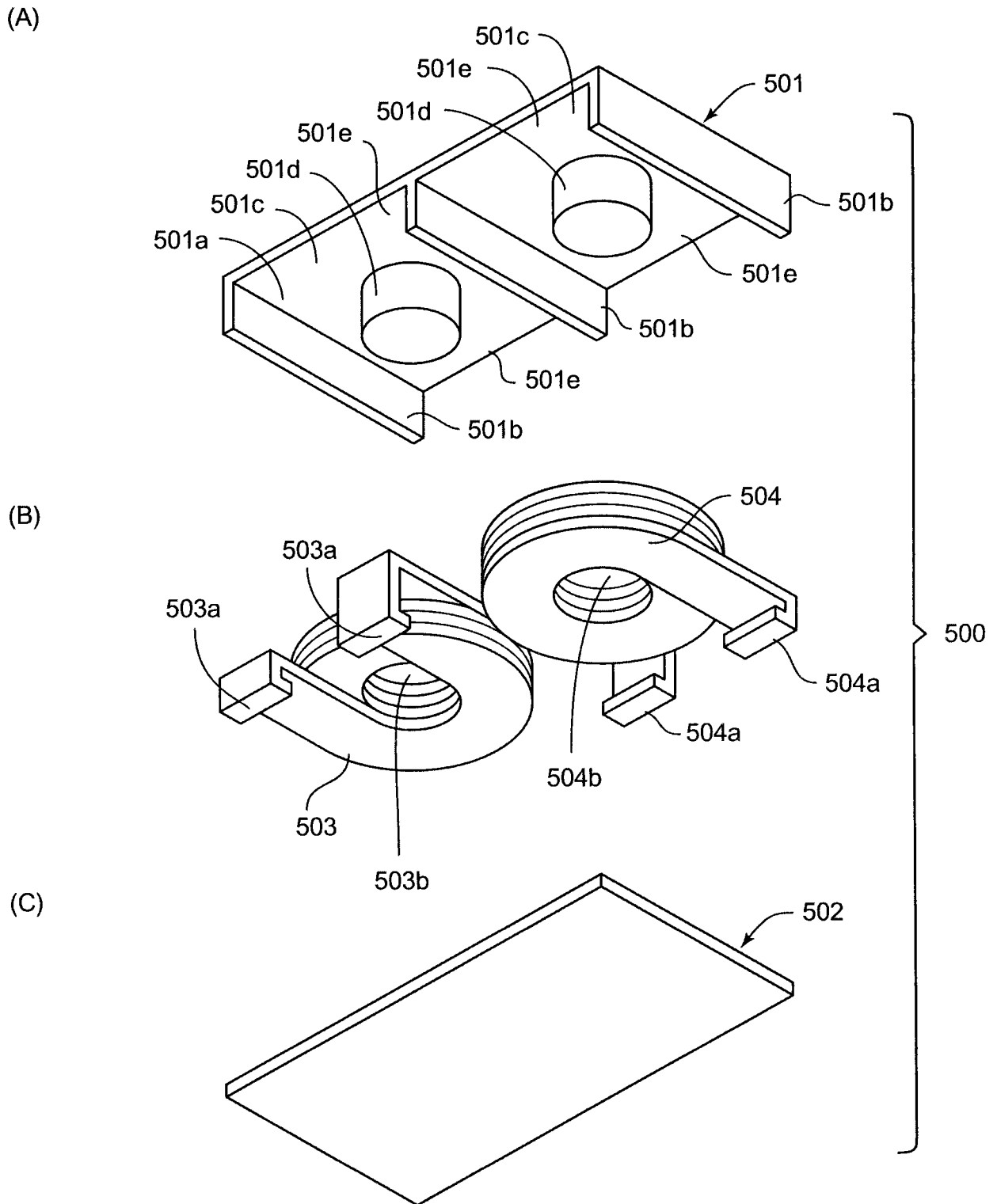


图 11