(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101236833 B
(45)授权公告日 2011.12.28

(21)申请号 200710302255.3

(22)申请日 2007.12.24

(30)优先权数据
2006-347077 2006.12.25 JP

(73)专利权人 株式会社日东电机
地址 日本千叶县

(72)发明人 川合利之

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 李德山 杨生平

(51)Int.Cl.
H01F 41/06(2006.01)

(56)对比文件
JP 特开 2000-69721 A,2000.03.03,
JP 特开 2000-245092 A,2000.09.08,
CN 1518191 A,2004.08.04,
US 6499689 B1,2002.12.31,
JP 特开 2001-196238 A,2001.07.19,

审查员 黄万国

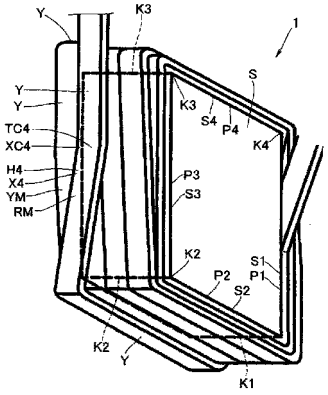
权利要求书 2 页 说明书 23 页 附图 23 页

(54)发明名称

多层对齐缠绕的线圈

(57)摘要

一种宽线平行缠绕线圈，每层具有在横截面限定的虚拟无终点环的一个部分角区域相对于横截面倾斜延伸的斜越缠绕部分，和在其它部分角区域横向延伸的横向缠绕部分，该缠绕线圈包括下列条件的多个连续两层对：第一行缠绕部分包括横向缠绕部分，该横向缠绕部分具有渐进地搭骑在两层中的较低层的斜越缠绕部分上，以到达其上的较高层的渐进搭骑横向缠绕部分；第二行缠绕部分包括搭骑和斜越缠绕部分，该部分具有从渐进搭骑横向缠绕部分的搭骑开始区域倾斜横越过渐进搭骑横向缠绕部分的渐进搭骑区域的骑越区域。至少两个两层对在不同的角区域具有骑越区域部分，以提供多层对齐缠绕的线圈，在该线圈中可以稳定地且以高占空系数多层地和对齐地缠绕宽线。



CN 101236833 B

1. 一种通过以多层管的形式对齐缠绕宽线而形成的多层对齐缠绕的线圈，每层具有

斜越缠绕部分，该斜越缠绕部分在由所述管的横截面限定的虚拟无终点环的一个连续的部分角区域，相对于沿着与所述管的纵轴基本垂直的所述管的横截面延伸的方向倾斜延伸，以及

横向缠绕部分，该横向缠绕部分在所述虚拟无终点环的另一部分角区域中沿着所述横截面横向延伸，

所述多层对齐缠绕的线圈包括满足以下两个条件 (1) 和 (2) 的多个由连续重叠的两层组成的对，

(1) 第一行缠绕部分，包括第一横向缠绕部分，该第一横向缠绕部分具有渐进地搭骑在所述两层中的较低层的斜越缠绕部分的最后一行上，从而从较低层到达位于其上一层处的较高层的渐进搭骑横向缠绕部分，以及

(2) 第二行缠绕部分，包括搭骑和斜越缠绕部分，该搭骑和斜越缠绕部分从所述渐进搭骑横向缠绕部分在斜越缠绕部分上的搭骑开始的搭骑开始区域延伸，斜越过至少部分地重叠在斜越缠绕部分上的所述渐进搭骑横向缠绕部分的渐进搭骑区域，并在较低层的斜越缠绕部分的延伸末端下降，

其特征在于，

所述多层对齐缠绕的线圈还包括 ：

所述多个由所述两层组成的对中的至少两对，包括第二行缠绕部分的搭骑和斜越缠绕部分，该搭骑和斜越缠绕部分具有在无终点环的互相不同的角区域倾斜骑越渐进搭骑横向缠绕部分的渐进搭骑区域的骑越区域部分。

2. 根据权利要求 1 所述的多层对齐缠绕的线圈，其中

所述至少两个由所述两层组成的对中的高于最低对的一个对中的较低层的斜越缠绕部分相对于横截面的倾斜，小于所述至少两个由所述两层组成的对中的最低对中的较低层的斜越缠绕部分相对于横截面的倾斜。

3. 根据权利要求 1 所述的多层对齐缠绕的线圈，其中

所述多个由所述两层组成的对中的三个或更多对的第二行缠绕部分的搭骑和斜越缠绕部分的骑越区域部分位于无终点环的相互不同的角区域。

4. 根据权利要求 1 所述的多层对齐缠绕的线圈，其中

所述多个由所述两层组成的对中的至少两个连续的对的第二行缠绕部分的搭骑和斜越缠绕部分的骑越区域部分位于无终点环的相同的角区域。

5. 根据权利要求 4 所述的多层对齐缠绕的线圈，其中

所述多个由所述两层组成的对中的两个连续的对的第二行缠绕部分的搭骑和斜越缠绕部分的骑越区域部分位于无终点环的相同的角区域。

6. 根据权利要求 1 所述的多层对齐缠绕的线圈，其中

所述无终点环具有不同曲率的多个弯曲部分，所述搭骑和斜越缠绕部分中的至少一个骑越区域部分是小弯曲部分，该小弯曲部分具有所述多个弯曲部分的不同曲率中的小曲率。

7. 根据权利要求 6 所述的多层对齐缠绕的线圈，其中

所述小弯曲部分包括曲率基本上为零的部分。

8. 根据权利要求 6 所述的多层对齐缠绕的线圈，其中

所述无终点环基本上是矩形或椭圆形。

9. 根据权利要求 1 所述的多层对齐缠绕的线圈，其中

所述无终点环具有不同曲率的多个弯曲部分，所述搭骑和斜越缠绕部分中的至少一个骑越区域部分是大弯曲部分，该大弯曲部分具有所述多个弯曲部分的不同曲率中的大曲率。

10. 根据权利要求 1 所述的多层对齐缠绕的线圈，其中

所述第二行缠绕部分包括第二横向缠绕部分，该第二横向缠绕部分在搭骑和斜越缠绕部分的延伸末端转折，以在第二行的一边，沿着横向方向上的第一行横向缠绕部分的侧边，在构成下一层的斜越缠绕部分上延伸。

多层对齐缠绕的线圈

技术领域

[0001] 本发明涉及多层对齐缠绕的线圈，该多层对齐缠绕的线圈是通过以多层管的形式对齐缠绕宽线而形成的。

[0002] 此处“宽线”指的是宽度大于厚度，且在其宽度方向上的中央区域厚度基本上恒定的线。用于多层对齐缠绕的线圈的术语“管状”或“管”指的是线圈具有管的形式或形状。在管内可以有也可没有芯体。当线圈具有芯体时，该芯体可以是实心或空心的。具有多行缠绕部分的多层对齐缠绕的线圈的“对齐缠绕”指的是这样的缠绕：所述多行缠绕部分的多数行中，相邻行的缠绕部分被缠绕成基本上平行布置，且在其相对或面对的侧边彼此充分靠近或几乎接触。更具体地，当在与之前缠绕的部分相同的层中将宽线缠绕成线圈绕组的情况下，“对齐缠绕”指的是通过在较低缠绕层上缠绕（或者在最低层的情况下在绕组芯的外围上缠绕）宽线，将宽线缠绕成与相邻缠绕部分平行，其侧边被压迫向最后缠绕的缠绕部分的相邻侧边，以基本上跟随最后缠绕的缠绕部分，或者指的是这样缠绕的线圈。在宽线形成线圈各层的第一匝的情况下，“对齐缠绕”指的是在较低缠绕层（在最低层的情况下在绕线芯的外围上）上缠绕宽线，其侧边被压迫向一凸缘的相邻支撑面，以跟随该支撑面，或者指的是这样缠绕的线圈。

背景技术

[0003] 传统上多层对齐缠绕的线圈的典型例子是两种矩形线（即具有矩形截面的线）多层对齐角形 (coding) 线圈，该两种线圈由本发明人研究出，并通过在日本专利申请公开文献 No. 2001-196238(A) 中描述来公开，该文献以下称为专利文献 1。

[0004] 两种线圈中最典型的是专利文献 1 中图 1-3 所示的线圈类型，其具有附图 17A、17B 和 17C 所示的结构。

[0005] 在传统上典型的矩形线多层对齐缠绕的线圈 101 中，如图 17A、17B 和 17C 所示，在具有形状为矩形 PS 的横截面 PV（与在线圈 101 的纵向延伸的中心轴 PC1 垂直的横截面）的线圈 101 的三边 PS1、PS2 和 PS3 处的缠绕部分包括沿多层对齐缠绕的线圈 101 的横截面延伸的横向缠绕部分 PY1、PY2 和 PY3（当不区分第一层的多个横向缠绕部分时以附图标记“PY1”示出，当不区分层时又以附图标记“PY”示出），在矩形 PS 的剩余一边 PS4 处的缠绕部分包括斜越的缠绕部分 PR1（当不区分层时以附图标记“PR”示出），该缠绕部分相对于横截面倾斜延伸，以移位一个线 PD1。在该多层对齐缠绕的线圈 101 中，横向缠绕部分 PY1 彼此基本上紧密接触地布置，且线圈 101 的长度基本上是横向缠绕部分 PY 的宽度的整数倍（在所示情况为 5 倍）。在该多层对齐缠绕的线圈 101 中，斜越的缠绕部分 PR1 和横向缠绕部分 PY1、PY3 之间的转折点 PT1、PT3 在拐角 PK1、PK4 处形成。如图 17B 所示，横向缠绕部分 PY2 在多层对齐缠绕的线圈 101 的第一层 PL1 的最后一行处渐进地搭骑 (riding on) 在斜越缠绕部分 PR1F 上。这样就形成渐进搭骑部分 PZ，其中该渐进搭骑部分 PZ 位于边 PS4 靠近拐角 PK4 的区域。如图 17C 所示，斜越的缠绕部分 PR2 的第二层 PL2 包括第一行斜越缠绕部分 PR21，该第一行延伸以在第二行侧面跟随渐进搭骑部分 PZ 和连续的横向缠绕部

分 PY21 的侧面边缘。在这种情况下，第二层的斜越缠绕部分 PR21 位于边 PS3 处，其在线的缠绕方向上比第一层的斜越缠绕部分 PR1 更靠近上游侧一个线。除了上述点之外，以与第一层缠绕相同的方式进行第二层的对齐缠绕。第三和其它层的缠绕以相同方式进行。

[0006] 在这种矩形线多层对齐缠绕的线圈 101 中，如图 17C 所示，例如，在边 PS3 上产生空隙 PG1。在所述侧面 PS3 上，第二层的第一行处的斜越缠绕部分 PR21 和位于其下方的第一层的最后一行处的横向缠绕部分 PY12F 部分地重叠。空隙 PG1 相对较大（具有横向缠绕部分 PR2 一半的体积），因此多层对齐缠绕的线圈 101 的占空系数减小与空隙 PG1 的体积相对应的量。在每个层间区域都产生空隙 PG1。当多层对齐缠绕的线圈 101 具有许多层时，占空系数的减小变得显著。特别地，随着构成多层对齐缠绕的线圈 101 的缠绕行数变得更小，该占空系数的减小变得更大且不可忽视。

[0007] 本发明人在专利文献 1 中提出的另一种多层对齐缠绕的线圈在专利文献 1 的图 10 中公开，且具有附图 18A、18B 和 18C 所示的结构。

[0008] 如图 18A、18B 和 18C 所示，该第二种多层对齐缠绕的线圈 201 在以下两点与图 17A ～ 17C 所示的多层对齐缠绕的线圈 101 相同：宽线 PD1（如矩形线）以多层空心矩形柱体 202 的形式对齐缠绕；以及各层 PL 具有斜越缠绕部分 PR，该缠绕部分在由管 202 的横截面限定的虚拟无终点环 PS（在本例中为矩形）的一个连续角区域 PS4（在本例中为构成矩形 PS 的四个边 PS1、PS2、PS3 和 PS4 中的一个边）处相对于管的横截面 PV（与管的纵轴 PC1 基本垂直的虚拟平面）沿倾斜方向 PB1 延伸，各层 PL 还具有在无终点环 PS 的其余角区域 PS1、PS2 和 PS3 沿横截面 PV 在横向方向 PF 延伸的横向缠绕部分 PY11、PY12 和 PY13。

[0009] 然而，在该第二多层对齐缠绕的线圈 201 中，如图 18A 所示，线圈 201 的长度比彼此基本上紧密接触地布置的各横向缠绕部分 PY 的宽度的整数倍（在所示情况为 5 倍）长出空隙 PG2 的宽度（空隙 PG2 的宽度与矩形线 PD1 的宽度相比很小），并提供了满足以下两个条件 (1) 和 (2) 的多个由两个连续重叠层 PLa、PLb 形成的对。

[0010] 条件 (1)

[0011] 如图 18B 所示，以第一横向缠绕部分 PYA 的形式提供第一行缠绕部分 PW1，包括渐进搭骑横向缠绕部分 PYM，PYM 在两层 PLa、PLb 中的较低层 PLa 处渐进地搭骑在斜越缠绕部分 PRF 的最后一行上，从而从较低层 PLa 到达其上一层的较高层 PLb。

[0012] 条件 (2)

[0013] 如图 18C 所示，提供第二行缠绕部分 PW2，包括搭骑和斜越缠绕部分或渐进搭骑和斜越缠绕部分 PRM，该 PRM 延伸以从第一横向缠绕部分 PYA 的渐进搭骑横向缠绕部分 PYM 在斜越缠绕部分 PRF 上的搭骑开始的搭骑开始区域斜跨过至少部分地重叠在斜越缠绕部分 PRF 上的渐进搭骑区域，并在延伸末端下降到较低层 PLa 的斜越缠绕部分 PR，以及

[0014] 第二横向缠绕部分 PYB，在搭骑和斜越缠绕部分 PRM 的延伸末端处的转折点 PTC 转折为在第二行的一个边处，在所述横向方向 PF 沿着第一行横向缠绕部分 PYA 的侧边 PE2 延伸。

[0015] 在第二种矩形线多层对齐缠绕的线圈 201 中，以与将第二层缠绕线 PL2 缠绕在第一层线 PL1 上相同的方式将第三层缠绕线 PL3（未示出）缠绕在第二层线 PL2 上，且以与将第三层缠绕线 PL3（未示出）缠绕在第二层线 PL2 上相同的方式将第四层缠绕线 PL4（未示出）缠绕在第三层线 PL3（未示出）上，并重复这样的层叠。

[0016] 更具体地，多个所述由两层组成的对中由所述两层 PLa、PLb 组成的至少两对的第二行缠绕部分 PW2 的搭骑和斜越缠绕部分 PRM 具有骑越（ride over）区域部分 PX，该骑越区域部分固定地在就管的横截面所限定的无终点环 PS 的角区域而言的相同角区域（在所示例子中为边 PS4 与拐角 PK1 邻近的区域）倾斜地搭骑在渐进搭骑横向缠绕部分 PYM 的渐进搭骑区域上。

[0017] 在如图 18C 所示的多层对齐缠绕的线圈 201 的类型中，在边 PS4 上第二层 PLb 处的第一行斜越缠绕部分 PRM 与在第一层 PLa 的最后一行处的横向缠绕部分 PYA 重叠处的空隙 PG3 小于第一种多层对齐缠绕的线圈 101 的空隙 PG1，这通过空隙差（尽管也考虑了小空隙 PG2 的体积）提高了多层对齐缠绕的线圈 201 的占空系数。

[0018] 然而，本发明人发现在该种多层对齐缠绕的线圈 201 中在转折点 PTC 的上游不可避免地形成凸起 PH，并在认真研究了多层对齐缠绕的线圈 201 的缠绕线 PD1 的状态之后还发现了以下现象。

[0019] 在多层对齐缠绕的线圈 201 中，渐进搭骑横向缠绕部分 PYM 的一部分（在该部分，搭骑和斜越缠绕部分 PRM 完成斜越）通过渐进搭骑接近较高的层 Lb。因此，搭骑和斜越缠绕部分 PRM 的骑越区域 PX 在从渐进搭骑横向缠绕部分 PYM 下降之前到达更高于较高层 Lb 的位置（当较高的层是第二层时，基本上是第三层）。更具体地，与搭骑在斜越缠绕部分 PR 上的渐进搭骑横向缠绕部分 PYM 重叠的搭骑和斜越缠绕部分 PRM 的骑越区域 PX 到达更高于第二层的位置。另一方面，搭骑和斜越缠绕部分 PRM 的已降到较低层 La 的部分位于与上一层 La 正好一样高的位置。因此，在搭骑和斜越缠绕部分 PRM 和第二横向缠绕部分 PYB 之间的转折点 PTC 之前的骑越区域 PX 中，沿向外方向 PJ 突出的凸起 PH 形成在矩形或正方形 PS 的拐角 PK1 处或其附近（从横截面 PV 的角度看）。

[0020] 通过三个相关联的缠绕部分的重叠，不可避免地在骑越区域 PX 处形成这种凸起或凸出 PH，其中在所述骑越区域 PX 处，搭骑和斜越缠绕部分 PRM 横越过渐进搭骑横向缠绕部分 PYM，PYM 渐进地搭骑在斜越缠绕部分 PR 上，因此在上述关系或条件下在任何两个相邻层处形成该凸起 PH。

[0021] 因此，当重复上述层叠时，从多层对齐缠绕的线圈 201 的横截面的角度看，该凸起 PH 形成在基本上相同的位置处。当这些凸起 PH 重叠时，凸起的尺寸变得更大，这基本上使得不能进行线 PD1 的对齐缠绕。

[0022] 本发明人还改进了第二种多层对齐缠绕的线圈，研究出了一种改进的矩形线多层对齐缠绕的线圈，并生产、销售该改进的矩形线多层对齐缠绕的线圈。该改进的矩形线多层对齐缠绕的线圈 301 以及其缠绕方式的略图在图 19A、19B、19C、19D、19E、19F、19G 和 19H 中示出。在“现有技术”部分中描述了线圈 301，因为线圈 301 自身已经作为产品被销售和使用。然而，缠绕线圈 301 的过程或方法本身并不为公众所知。

[0023] 如图 19A 和 19B 等图所示，多层对齐缠绕的线圈 301 在构成矩形或正方形 PS 的四个边 PS1、PS2、PS3 和 PS4 中的一个边 PS1 的部分角区域 θ1 具有斜越缠绕部分 PR。在下文中，示出了多层对齐缠绕的线圈的各层具有四行，因此可更清楚地理解已经生产并销售的多层对齐线圈中的问题。另外，多层对齐缠绕的线圈 301 的各部分以 L(i ;j ;k) 示出，其中 i ＝ 1,2,3 或 4，j ＝ 1,2,3 或 4，k ＝ 1,2,3 或 4。在该表达式中，“i”表示层。例如，i ＝ 1 对应于第一层（最底下或最低的层）。相似地，“j”表示行。例如，j ＝ 1 对应于第一

行，对于奇数层是右端行，对于偶数层是左端行。此外，“k”表示四边。例如，k = 1 对应于第一边。

[0024] 更具体地，如示出缠绕起点的图 19A，示出完成了第三圈缠绕的状态的图 19B 以及示出完成了第七圈缠绕的状态的图 19E 所示，多层对齐缠绕的线圈 301 在构成边 S1 的缠绕部分 L(i ;j ;1) 的部分角区域 θ1 处具有斜越缠绕部分 PR，在构成边 S1 的缠绕部分 L(i ;j ;1) 的其余角区域 θ2 处具有横向缠绕部分 PY。各自构成各边 PS2、PS3 或 PS4 的各缠绕部分 L(i ;j ;2)、L(i ;j ;3) 和 L(i ;j ;4) 仅包括横向缠绕部分 PY。图 19C、19D、19F、19G 和 19H 分别示出完成第四、第五、第八、第十二和第十三圈且已开始缠绕随后圈的状态。

[0025] 在各层的最后一行处的缠绕部分 L(i ;4 ;k) 具有与该层的其它行的缠绕部分 L(i ;m ;k)（其中 m = 2,3）不同的形状或结构。相似地，在上一层，即正好在上述层之上的层的第一行的缠绕部分 L(i+1 ;1 ;k) 具有与该上一层的其它行的缠绕部分 L(i+1 ;m ;k)（其中 m = 2,3）不同的形状或结构。

[0026] 如图 19C 和示出其放大图的图 20A 所示，第一层的第四行的最后的缠绕部分 L(1 ;4 ;1)，即第四匝线的最后的缠绕部分 Q1f 不采取斜越缠绕部分 PR 的形式，而是采取渐进搭骑横向缠绕部分 PYM1 的形式，其渐进地搭骑在位于从第一层的第三行 L(1 ;3 ;1) 的最后到第四行 L(1 ;4 ;1) 的开头的区域的斜越缠绕部分 PR 上。第二层的第一行 L(2 ;1 ;k) 处的第一缠绕部分，即第五匝的第一缠绕部分 Q2s 一般正好搭骑在作为第一层的第四行 L(1 ;4 ;1) 的第一缠绕部分，且与其它部分相同的横向缠绕部分 PY 上。

[0027] 如图 19D 和示出其放大图的图 20B 所示，第二层的第一行 L(2 ;1 ;1) 的最后缠绕部分，即第五匝的最后缠绕部分具有骑越区域部分 PX2，该骑越区域部分从渐进搭骑横向缠绕部分 PYM1 开始搭骑在斜越缠绕部分 PR 上的搭骑开始区域斜越过部分地重叠在斜越缠绕部分 PR 上的渐进搭骑横向缠绕部分 PYM1 的渐进搭骑区域。该最后缠绕部分采取斜越缠绕部分的第一层上的上乘和斜越缠绕部分或渐进上乘和斜越缠绕部分 PRM1 的形式，以形成第二层第二行处的第一缠绕部分，搭骑和斜越缠绕部分或渐进搭骑和斜越缠绕部分 PRM1 在其延伸端部降到第一层斜越缠绕部分，在该延伸端部，最后缠绕部分转折以跟随第二层的第一行的第一缠绕部分处的侧边 PE2 的形状。

[0028] 在多层对齐缠绕的线圈 301 中，由于渐进搭骑的过程，搭骑和斜越缠绕部分 PRM1 的骑越区域部分 PX2 在完成渐进搭骑横向缠绕部分 PYM1 上的斜越之前基本上位于第三层。更具体地，重叠在渐进搭骑横向缠绕部分 PYM 上的搭骑和斜越缠绕部分 PRM1 的骑越区域 PX2 到达远高于（更靠外）第二层的位置，其中 PYM 搭骑在斜越缠绕部分 PR 上。另一方面，搭骑和斜越部分 PRM1 的已降到较低层 PL1 上的位置或部分正位于第二层 PL2 处。因此，在搭骑和斜越缠绕部分 PRM1 和第二行横向缠绕部分 PY 之间的转折点 PTC2 之前的骑越区域 PX2 处形成从横截面 PV 的矩形 PS 向外 PJ 突出的凸起 PH2。如图 21A 的侧视图所示，不可避免地在转折点 PTC2 之前的区域 PX2 或多或少地在矩形 PS 的向外方向 PJ 上作为凸起 PH2 而突出。图 21B 是与图 20B 相似的斜视图。

[0029] 例如在第三层的第一行（第九匝）处的最后缠绕部分和该层的第二行（第十匝）处的第一缠绕部分之间的区域产生相似的凸起。然而，该凸起位于在线圈 301 的纵向上靠近相对端的区域。

[0030] 此外，如图 19G 和 19H 以及示出其放大图的图 22A 和 22B 所示，相似的现象出现在

第四层的第一行（第十三匝）处的最后缠绕部分和该层的第二行（第十四匝）处的第一缠绕部分之间的区域。

[0031] 更具体地，如图 19G 和图 22A 所示，第三层的第四行 L(3 ;4 ;1) 或第十二匝处的最后缠绕部分 Q3f 不采取斜越缠绕部分 PR 的形式，而是采取渐进地搭骑在斜越缠绕部分上的渐进搭骑横向缠绕部分 PYM3 的形式，所述斜越缠绕部分位于第三层的第三行 L(3 ;3 ;1) 处的最后区域和该层的第四行的第一区域之间。另外，如图 19H 和图 23B 所示，第四层的第一行 L(4 ;1 ;1) 处的最后缠绕部分，即第十三匝的最后缠绕部分采取搭骑和斜越缠绕部分 PRM3 的形式，其具有从渐进搭骑横向缠绕部分 PYM3 的搭骑开始区域斜越该渐进搭骑横向缠绕部分 PYM3 的骑越区域部分 PX4，该搭骑开始区域开始搭骑在斜越缠绕部分 PR 上，横过与斜越部分 PR 部分重叠的渐进搭骑区域，PX4 在斜越缠绕部分的延伸末端降到该斜越缠绕部分的第三层上。此外，最后的缠绕部分在延伸末端转折，以跟随第四层的第一行处的第一缠绕部分的侧边 PE4，并形成第四层的第二行处的第一缠绕部分。

[0032] 相似地，恰好位于部分 PRM3 完成在渐进搭骑横向缠绕部分 PYM3 上的斜越的位置之前的搭骑和斜越缠绕部分 PRM3 的骑越区域 PX4 继续搭骑以达到基本上和第五层一样高。更具体地，重叠在渐进搭骑横向缠绕部分 PYM3 上的搭骑和斜越缠绕部分 PRM3 的骑越区域 PX4 位于高于第四层的位置且达到基本上与第五层一样高，其中 PYM3 搭骑在斜越缠绕部分 PR 上。另一方面，搭骑和斜越缠绕部分 PRM3 的已经降到较低层 PL3 上的位置位于第四层。因此，在骑越区域 PX4 产生从横截面 PV 的角度看，以向外方向 PJ 突出的凸起 PH。如图 23A 的侧视图所示，外表面在向外的方向 PJ 突出，作为凸起 PH4。

[0033] 第四层的具有凸起 PH4 的骑越区域 PX4 基本上正好重叠在第二层的具有凸起 PH2 的骑越区域 PX2 上。结果，由于在区域 PX2 上重叠区域 PX4，骑越区域 PX4 在向外方向 PJ 上更显著地从矩形 PS 突出。

[0034] 因此，多层对齐缠绕的线圈相对矩形 PS 的偏离变得更大。凸起所导致的该偏离或变形随着多层对齐缠绕的线圈 301 的层数变大而变得更大，这会导致不能以对齐方式缠绕线圈 301 的线。或者，即使在可避免多层对齐缠绕的线圈 301 的恶化 (corruption) 或者不能对齐缠绕的情况下，由于缠绕线的密度减小，占空系数可能减小，或者无法制作多层对齐缠绕的线圈的预定匝以布置在限定的横截面区域内。

发明内容

[0035] 考虑到以上情况作出本发明，且本发明的目的是提供一种多层对齐缠绕的线圈，其中可牢固地且以高占空系数以多层的形式对齐缠绕宽线。

[0036] 根据本发明可通过以多层管的形式对齐缠绕宽线而形成的多层对齐缠绕的线圈来实现上述目的，该线圈包括以下三个特征 1、2 和 3 ;

[0037] <特征 1>

[0038] 各层具有 :

[0039] 斜越缠绕部分，其在管的横截面所限定的虚拟无终点环的一个连续部分角区域，相对于沿着基本上与管的纵轴垂直的管横截面延伸的方向倾斜地延伸，以及

[0040] 横向缠绕部分，其在虚拟无终点环的其它部分角区域沿着横截面横向延伸。

[0041] <特征 2>

[0042] 所述多层对齐缠绕的线圈包括满足以下两个条件 (1) 和 (2) 的多个由连续重叠的两层组成的对，

[0043] (1) 第一行缠绕部分，包括第一横向缠绕部分，该第一横向缠绕部分具有渐进地搭骑在所述两层中的较低层的斜越缠绕部分的最后一行上，从而从较低层到达位于其上一层处的较高层的渐进搭骑横向缠绕部分，以及

[0044] (2) 第二行缠绕部分，包括搭骑和斜越缠绕部分，该搭骑和斜越缠绕部分从在斜越缠绕部分上的搭骑开始的所述渐进上乘横向缠绕部分的搭骑开始区域，延伸越过至少部分地重叠在斜越缠绕部分上的所述渐进搭骑横向缠绕部分的渐进搭骑区域，并在较低层的斜越缠绕部分的延伸末端下降，以及

[0045] <特征 3>

[0046] 所述多层对齐缠绕的线圈还包括：

[0047] 所述多个由所述两层组成的对中的至少两对包括第二行缠绕部分的搭骑和斜越缠绕部分，该搭骑和斜越缠绕部分具有在无终点环的互相不同的角区域倾斜骑越渐进搭骑横向缠绕部分的渐进搭骑区域的骑越区域部分。

[0048] 在本发明的多层对齐缠绕的线圈中，由于提供了上述特征 1 和 2，在层间空隙最小化的条件下可实现高占空系数。另外，在本发明的管状多层对齐缠绕的线圈中，尽管由于提供了上述特征 1 和 2，搭骑和斜越缠绕部分的骑越区域部分变成向外突出的凸起（该骑越区域部分进行延伸以从开始其在斜越缠绕部分上的搭骑的、渐进搭骑横向缠绕部分的搭骑开始区域，斜越过至少部分地与斜越缠绕部分重叠的渐进搭骑横向缠绕部分的渐进搭骑区域，并且在延伸末端下降到较低层的斜越缠绕部分上），然而，由于进一步提供了特征 3，即“所述多个由两层组成的对中的至少两对包括第二行缠绕部分的搭骑和斜越缠绕部分，该搭骑和斜越缠绕部分具有在无终点环的互相不同的角区域倾斜搭骑在渐进搭骑横向缠绕部分的渐进搭骑区域上的骑越区域部分”，在骑越区域部分的凸起可分布在不同的角区域，从而可避免凸起仅在特定或限定区域的重叠。因此，几乎不可能由于凸起仅在线圈的特定区域或位置集中而妨碍在限定的空间布置线圈，且在最高效利用空间（尽管空间是有限的）的同时可设置线圈的预定性能。另外，几乎不可能由于凸起在线圈的特定区域集中而妨碍对齐缠绕。结果，无疑确保了能制成多层对齐缠绕的线圈。因此，总的说来，可以以提高的占空系数制成多层对齐缠绕的线圈。

[0049] 正是由于缠绕线是宽线的形式，因此在骑越区域形成凸起，且避免了在骑越区域之外的区域形成凸起。此处，如本说明书的技术领域部分所述，宽线是宽度大于厚度且在其宽度方向上的中央部分区域厚度基本上恒定的线。应注意，在缠绕线是具有圆形横截面的所谓的“圆线”时，不能进行此处所述的凸起的分布或散布，因为在这样的没有“在宽度方向中央部分的恒定厚度区域”的线中，在圆线部分彼此交叉的每个位置都生成小凸起。相对于在圆线采取普通对齐状态的情况下的位置或高度，在圆线交叉或搭骑到其下面的层的对齐圆线的情况下，凸起的幅度大约为圆金属线的半径的 $(2-3^{1/2})$，这小于在与线的厚度一样大的宽线的情况下的凸起，其中在所述普通对齐状态中圆线位于较低层的两个对齐圆线之间的凹入部分。

[0050] 宽线一般是矩形线。矩形线理论上或者一般是具有矩形横截面的线。宽线可以具有横截面中的短边或多或少向外凸出的椭圆横截面。矩形线的侧边尽管理论上与线的纵轴

平行，然而可或多或少地弯曲。

[0051] 在根据本发明的典型实施例的对齐缠绕线圈中，所述至少两个由两层组成的对中的高于最低对的一个对中的较低层的斜越缠绕部分相对于横截面的倾斜小于所述至少两个由两层组成的对中的最低对中的较低层的斜越缠绕部分相对于横截面的倾斜。

[0052] 相对于横截面的倾斜较小的斜越缠绕部分以下也可以称作“准斜越缠绕部分”。准斜越缠绕部分形成为在就无终点环的角区域而言与较低层的角区域不同的角区域处生成渐进搭骑横向缠绕部分和搭骑和斜越搭骑部分。更具体地，在不同的角区域形成准斜越缠绕部分使得能够在最小化占空系数的减小的同时分布凸起。在不同的角区域形成准斜越缠绕部分一方面在一定程度上减小了缠绕线圈的匝数，另一方面在最小化占空系数的减小的同时使得能够实现稳定的对齐缠绕，这总的来说使得能够增加占据预定形状或结构的体积区域的线圈的匝数。

[0053] 在根据本发明典型实施例的多层对齐缠绕的线圈中，多个由两层组成的对中的三个或更多对的第二行缠绕部分的搭骑和斜越缠绕部分的骑越区域部分位于无终点环的互相不同的角区域。

[0054] 在这样的情况下，凸起可分布在三个或更多个角区域中，这有助于防止仅线圈的一个角区域过度突出，并产生线圈的对齐缠绕，从而使得能够最小化占空系数的减小。

[0055] 在根据本发明另一典型实施例的多层对齐缠绕的线圈中，多个由两层组成的对中的至少两个连续的对的第二行缠绕部分的搭骑和斜越缠绕部分的骑越区域部分位于无终点环的相同的角区域。

[0056] 例如，在线圈的横截面包括长边和短边（包括曲线部分），如矩形或椭圆形的情况，只要线圈分配区域不受特别限制，则由于容易布置，骑越区域集中在长边。

[0057] 在根据本发明一个典型实施例的多层对齐缠绕的线圈中，多个由两层组成的对中的两个连续的对的第二行缠绕部分的搭骑和斜越缠绕部分的骑越区域部分位于无终点环的相同角区域。

[0058] 在这种情况下，可最小化占空系数的减小。更具体地，在不同的角区域分布骑越区域部分不可避免地涉及占空系数或多或少的减小。存在相当多的情况，优选地对于骑越区域部分使用相同的角区域，以在线圈外形的允许变形程度内和能够避免重叠骑越区域所导致的会造成不能对齐缠绕的凸起的过度突出的水平内最大化占空系数和匝数。当然，骑越区域被部分地分布到不同的角区域以避免对齐缠绕的困难和线圈外形的过度变形。

[0059] 在根据本发明一个典型实施例的多层对齐缠绕的线圈中，无终点环具有不同曲率的多个弯曲部分，多个搭骑和斜越缠绕部分的至少一个骑越区域部分是小弯曲部分，具有多个弯曲部分的不同曲率中的小曲率，例如在线圈具有矩形或椭圆形的横截面形状的情况下，矩形或椭圆形的长边。小弯曲部分的曲率可基本上为零。

[0060] 在这种情况下，容易布置骑越区域部分，且突出部分的突出影响线圈的外部形状以及难以按照对齐方式缠绕线圈的可能性相对地很小。

[0061] 然而，在根据本发明一个典型实施例的管状多层对齐缠绕的线圈中，无终点环具有不同曲率的多个弯曲部分，如果需要，多个搭骑和斜越缠绕部分中的至少一个骑越区域部分可以是具有多个弯曲部分的不同曲率中的大曲率的大弯曲部分。

[0062] 在根据本发明实施例的多层对齐缠绕的线圈中，无终点环基本上是矩形或椭圆形

的。然而，无终点环的形状，即线圈横截面的形状可以是正方形、三角形或圆形的。当无终点环是三角形或多边形时，一般使拐角或多或少平滑弯曲。

[0063] 在根据本发明一个典型实施例的多层对齐缠绕的线圈中，第二行缠绕部分包括第二横向缠绕部分，该第二横向缠绕部分在搭骑和斜越缠绕部分的延伸末端转折，以在构成较低层的斜越缠绕部分上以横向方向在第二行的一边沿着侧边延伸。

[0064] 在这种情况，可以以相似模式缠绕线圈的线来制成多层对齐缠绕的线圈。

附图说明

[0065] 通过以下参照附图对本发明的优选实施例进行详细说明，本发明的以上和其它目的以及特征将更清楚，在附图中：

[0066] 图 1A ～ 1D 是示出制作矩形线多层对齐缠绕的矩形线圈作为根据本发明一个优选实施例的多层对齐缠绕的线圈的过程的说明图，其中图 1A、1B、1C 和 1D 是示出一些初始步骤或阶段的斜视图；

[0067] 图 2A ～ 2D 是示出制作矩形线多层对齐缠绕的矩形线圈作为根据本发明一个优选实施例的多层对齐缠绕的线圈的过程的说明图，其中图 2A、2B、2C 和 2D 是示出跟随图 1A ～ 1D 的步骤或阶段之后的一些步骤或阶段的斜视图；

[0068] 图 3A ～ 3D 是示出制作矩形线多层对齐缠绕的矩形线圈作为根据本发明一个优选实施例的多层对齐缠绕的线圈的过程的说明图，其中图 3A、3B、3C 和 3D 是示出跟随图 2A ～ 2D 的步骤或阶段之后的一些步骤或阶段的斜视图；

[0069] 图 4A ～ 4B 是图 1D 所示的线圈的缠绕状态的放大图，其中图 4A 是图 4B 的侧视图，图 4B 是图 1D 的放大斜视图；

[0070] 图 5A ～ 5B 是更详细示出图 2A ～ 2D 中制作矩形线多层对齐缠绕的矩形线圈作为根据本发明一个优选实施例的多层对齐缠绕的线圈的过程中的部分过程的说明图，其中图 5A 和 5B 是示出图 2C 和图 2D 的状态之间的斜视图；

[0071] 图 6A ～ 6B 是图 3C 所示的线圈的缠绕状态的放大图，其中图 6A 是图 6B 的侧视图并与图 3D 的放大图相对应，图 6B 是图 3C 的放大斜视图；

[0072] 图 7A ～ 7B 示出在根据本发明的一个优选实施例的多层对齐缠绕的线圈中形成凸起的情况，其中图 7A 是示出形成凸起 H2 的情况的平面说明图，从图 10C 和 10E 所示的横截面的角度看，各缠绕线两侧的小宽度部分对应于圆化侧边，其中线的厚度逐渐改变，图 7B 是示出形成凸起 H4 的情况的平面说明图，在图 7B 中省略了图 7A 所示的具有逐渐改变的厚度的侧边的图示；

[0073] 图 8A ～ 8F 示出根据本发明优选实施例的几个多层对齐缠绕的线圈，其中图 8A 是缠绕到第四层且在相同边的稍微偏离或不同的角位置处具有凸起的线圈的侧视图，图 8B 是概略示出图 8A 的凸起的概略侧视图，图 8C ～ 8F 以与图 8B 相同的方式概略示出凸起的位置，其中图 8C 是凸起分布在两个不同的角区域的多层对齐缠绕的线圈的侧视图，图 8D 是凸起分布在两个不同的角区域且其中一个是矩形的短边的多层对齐缠绕的线圈的侧视图，图 8E 是凸起分布在四个不同的角区域的多层对齐缠绕的线圈的侧视图，且图 8F 是凸起分布在两个不同的角区域的多层对齐缠绕的线圈的侧视图，其中在相同的角区域形成两个角区域之一的两个连续凸起；

[0074] 图 9A ～ 9F 以与图 8B ～ 8F 相同的方式示出根据本发明优选实施例的其它几个多层对齐缠绕的线圈，其中图 9A、9B、9C、9D、9E 和 9F 是各种变形的概略侧视图；

[0075] 图 10A ～ 10F 示出作为宽线的矩形线，其中图 10A 和 10B 分别是理想矩形线的说明横截面图及其说明平面图；图 10C 和 10D 分别是具有椭圆形横截面形状的矩形线的说明横截面图及其具有与线性形状稍微不同的短边的说明平面图，图 10E 和 10F 分别是具有变形椭圆形横截面形状的矩形线的说明横截面图及其具有弯曲侧边的说明平面图；

[0076] 图 11A ～ 11C 概略示出根据本发明优选实施例的几个多层对齐缠绕的线圈，其中图 11A 是具有圆形横截面的多层对齐缠绕的线圈的概略图，图 11B 是具有三角形横截面的多层对齐缠绕的线圈的概略图，且图 11C 是具有椭圆形横截面的多层对齐缠绕的线圈的概略图；

[0077] 图 12A ～ 12B 示出具有根据本发明实施例的多层对齐缠绕的线圈的位置控制机构，其中图 12A 是图 12B 沿线 XIIA-XIIA 的横截面图，图 12B 是图 12A 的侧视图；

[0078] 图 13A ～ 13C 示出具有根据本发明实施例的多层对齐缠绕的线圈的另一位置控制机构，其中图 13A 是图 13B 沿 XIIIA-XIIIA 的横截面图，且图 13B 是图 13A 的正视图，图 13C 是图 13B 沿线 XIIIC-XIIIC 的横截面图；

[0079] 图 14 是用于制作根据本发明实施例的多层对齐缠绕的线圈的多层对齐缠绕的线圈制造设备的概略正视图；

[0080] 图 15 是图 14 的设备的概略平面图；

[0081] 图 16A、16B 和 16C 示出线圈缠绕机构的绕线芯部分，其中图 16A 是示出最初安装缠绕线的状态的侧视图，图 16B 是沿图 16A 的箭头线 XVIB-XVIB 所示的图，且图 16C 是示出在缠绕时的状态的侧视图；

[0082] 图 17A ～ 17C 示出形成传统矩形线多层对齐缠绕的线圈的过程，其中图 17A、17B 和 17C 是示出其三个阶段的斜视图；

[0083] 图 18A ～ 18C 示出形成另一传统矩形线多层对齐缠绕的线圈的过程，其中图 18A、18B 和 18C 是示出其三个阶段的斜视图；

[0084] 图 19A ～ 19H 示出形成另一个传统矩形线多层对齐缠绕的线圈的过程，其中图 19A、19B、19C、19D、19E、19F、19G 和 19H 是示出其八个阶段的斜视图；

[0085] 图 20A ～ 20B 以放大图的形式示出图 19A ～ 19H 的一部分，其中图 20A 是图 19C 的放大图，图 20B 是图 19D 的放大图；

[0086] 图 21A ～ 21B 是用于解释图 19D 的状态的图，其中图 21A 是图 21B 的侧视图，图 21B 是在与图 21A 不同的角度示出的斜视图且与图 21A 并排放置，以与图 21A 进行比较，尽管与图 20B 相同；

[0087] 图 22A ～ 22B 以放大图的形式示出图 19A ～ 19H 的部分，其中图 22A 是图 19G 的放大图，且图 22B 是图 19H 的放大图；

[0088] 图 23A ～ 23B 是用于说明图 19H 的状态的图，其中图 23A 是图 23B 的侧视图，图 23B 是在与图 23A 不同的角度示出的斜视图，且与图 23A 并排布置，以与图 23A 比较，尽管与图 22B 相同。

具体实施方式

[0089] 现在，参照图 1A ～ 1D，2A ～ 2D，3A ～ 3D 以及 4A ～ 4B 说明根据本发明的优选实施例的多层对齐缠绕的线圈。

[0090] 根据多层对齐缠绕的线圈的多层对齐缠绕的矩形线圈 1 具有例如图 8C、8D、8E 和 8F（稍后说明其区别）以及图 12A 和 12B 所示的形式或结构。通过以多层多行对齐的方式缠绕作为宽线的矩形线 D 形成多层对齐缠绕的矩形管线圈 1。图 12A 和 12B 所示的多层对齐缠绕的线圈 1 通过将矩形线 D 缠绕 6 个 5 行构成的层而形成，从而其匝数为 90 匝。更严格地说，匝数根据上述以及稍后详细示出的本发明的多层对齐缠绕的线圈中的层而不同。图 8C、8D、8E 和 8F 各自所示的多层对齐缠绕的线圈 1 由 10 层缠绕线形成，但没有示出行数。

[0091] 多层对齐缠绕的线圈 1 中的行数可多于或少于 15，且多层对齐缠绕的线圈 1 中的层数可多于或少于 6。尽管在该例子中多层对齐缠绕的线圈 1 的横截面形状是正方形或矩形中的矩形，但线圈可具有其它横截面形状，如图 11A、11B 和 11C 所示的圆形、三角形或椭圆形。在多层对齐缠绕的线圈的横截面形状为三角形或多边形（如正方形）的情况下，与顶点相对应的拐角或多或少地形成为圆形，从而可以缠绕线 D，而不会因折断而需要切除。然而，为了便于图示和说明，以下将其作为简单拐角进行说明，除非在解释所必须的情况下。

[0092] 多层对齐缠绕的线圈中的术语“管状”指的是线所形成的形状为管或空心棒的形式。该管可使其横截面的最大尺寸，即所谓的大直径的长度与管的长度一样长，比管的长度长或短。可存在或可不存在如支撑物这样的东西，如支撑缠绕线的铁芯或绕线架。在提供如铁芯或绕线架的支撑物时，该支撑物可以是空心或实心的。在提供铁芯的情况下，该铁心可由磁性材料或非磁性材料制成。多层对齐缠绕的线圈 1 可以在其两个端面或在其一个端面通过凸缘类的一个或多个支撑物支撑，也可以不进行这样的支撑。

[0093] 构成多层对齐缠绕的线圈 1 的矩形线 D 一般具有如图 10 所示的矩形横截面形状，其中矩形的长（主）边对应于线 D 的宽度 Da，且矩形的短或窄边对应于线 D 的厚度 Db。矩形线由覆盖有绝缘涂层的铜线制成。然而，该线可以是铜之外的其它导体材料的线。矩形线 D 的宽度 Da 和厚度 Db 一般分别大约为 0.05 ～ 0.2 毫米和 0.02 ～ 0.05 毫米。纵横比 Da/Db 一般在 2-5 的范围内，一般大约为 3。然而，只要 Da ＞ Db，宽度 Da 可大于约 0.2 毫米或小于约 0.05 毫米，厚度 Db 可大于约 0.05 毫米或小于 0.02 毫米，且 Da/Db 可大于 5 或小于 2。以下说明中假定矩形线具有理想矩形横截面，除非另外特别说明。然而，实际矩形线 D 的横截面形状在大部分情况下是椭圆形的，其任一宽度方向的端部 Dc 或多或少被圆化，如图 10C 或 10E 所示，而不是图 10A 所示的理想矩形。图中示出侧边 Dc 为半圆形或类似形状，但是可具有或多或少更加变形或不规则的形状。实际矩形线 D 的侧边 Dc 或多或少偏离线性地弯曲，具有不恒定、变化的宽度，如图 10D 所示，或者如图 10F 夸大地示出，而不是如图 10B 所示呈理想线性以具有恒定的宽度。另外，即使在矩形线 D 的中心线性延伸的情况下，构成矩形线 D 的宽度的两个主要面 Dd 可具有不平坦面，如图 10C 所示，而不是图 10A 所示的理想平面。如图 10E 所示，主要面 Dd 可以是通过线性切割圆形侧边 Dc 产生的面的形式。因此矩形线 D 意欲包括或多或少变形的上述线。

[0094] 如上所述，严格地说，线部分的相邻行的侧边不是彼此紧密接触，而是部分接触，且彼此之间有空隙地面对，这是因为矩形线 D 的侧边 Dc 或多或少地弯曲，或因为宽度 Da 本身或多或少地变化或侧边 Dc 周围的区域像椭圆弧一样弯曲。更具体地，尽管在下文为了简化说明在相同层上延伸的相邻线部分彼此紧密接触，然而在相邻缠绕部分之间可存在一些

空隙。该空隙的大小一般等于或小于缠绕线 D 的宽度 Da 的百分之几。

[0095] 现在，参照图 1A ～ 1D，2A ～ 2D 以及 3A ～ 3D 说明由矩形线 D 形成矩形管状多层对齐缠绕的线圈的实施例。在图 1A ～ 1D，2A ～ 2D 以及 3A ～ 3D 中，为了简化说明，假定多层对齐缠绕的线圈 1 具有四行。另外，将详细说明缠绕或重叠多层对齐缠绕的线圈直到第四层的一部分的过程。为了避免重复，省略对更多叠层的说明。

[0096] 如图 1A 所示，假定多层对齐缠绕的线圈 1 的线 D 围绕虚拟绕线芯体 10a 缠绕。绕线芯 10a 是矩形平行六面体的形状，其横截面为正方形。更具体地，绕线芯体 10a 的横截面具有四个边 S1、S2、S3 和 S4，该四个边形成正方形形状的无终点环 S。该正方形无终点环 S 的各边的长度为 Sa。绕线芯体 10a 的长度是 Sb，该长度比线 D 的宽度 Da 的整数倍（对应于每层的最大圈数或行数）稍大一些。穿过绕线芯 10a 的正方形横截面 S 的重心并与该横截面垂直的中心轴用“C”表示。该中心轴 C 与多层对齐缠绕的线圈 1 的中心轴 C 一致。与正方形 S 的顶点相对应的拐角由 K1、K2、K3 和 K4 表示。实际上拐角 K1、K2、K3 和 K4 形成为圆形。

[0097] 存在在绕线芯体 10a 的一个端面 11 处基本上沿着该端面 11 向外延伸的类似凸缘的支撑面 13，如虚线 13 所示。存在与绕线芯体 10a 的另一个端面 12 平行的、在该另一个端面 12 向外延伸的类似凸缘的支撑面 14。与绕线芯 10 的边 S1、S2、S3 和 S4 相对应的侧面分别由附图标记 P1、P2、P3 和 P4 表示。

[0098] 以下将矩形线 D 的缠绕线部分在与中心轴 C 垂直的（与端面 11、12 平行的）平面上延伸的部分，即在横向方向 F 上延伸的部分称为横向缠绕部分 Y。相似地，将矩形线 D 的缠绕线部分中在相对于与中心轴 C 垂直的平面（与端面 11、12 平行）的倾斜方向或交叉方向 B 上延伸的部分称为斜越缠绕部分 R。横向缠绕部分 Y 是在特定行延伸的缠绕部分，斜越缠绕部分 R 是从一行过渡到或横越到与之相邻的另一行的缠绕部分。从多层对齐缠绕的线圈 1 的一层过渡到其上的层的缠绕部分被称为搭骑缠绕部分，由附图标记 M 表示（见图 1C 等）。搭骑缠绕部分 M 是从多层对齐缠绕的线圈的一层过渡到其上的层的缠绕部分。

[0099] 在下文的说明中，在图 1A ～ 1D，图 2A ～ 2D，图 3A ～ 3D 的实施例中，多层对齐缠绕的线圈 1 的各缠绕部分由 L(i ;j ;k) 表示，其中 i ＝ 1,2,3,4，j ＝ 1,2,3,4，k ＝ 1,2,3,4。然而，为了简化，多层对齐缠绕的线圈 1 的上述表示 L(i ;j ;k) 没有在图中示出。此处，“i”表示层（例如 i ＝ 1 对应于第一层（最底下或最低的层）），“j”表示行（例如，j ＝ 1 对应于第一行，即奇数层的端面 11 一边处的右端行，偶数层的端面 12 一边处的左端行，j ＝ 4 对应于最后一行），“k”对应于四边（k ＝ 1 对应于第一边）。在需要表示多层对齐缠绕的线圈 1 中涉及到行的过渡和 / 或层的过渡的缠绕线部分时，即斜越缠绕部分 R 或搭骑缠绕部分 M，则多层对齐缠绕的线圈 1 的缠绕线部分表示为 L(i1, i2 ;j1, j2 ;k1, k2)，其中“j1”表示斜越缠绕部分 R 的开始点的行，“j2”表示斜越缠绕部分 R 的结束点的行，而 k1 ＝ k，且对于斜越缠绕部分 R “k2”为 5，对于横向缠绕部分 F “k2”为 6。另外，“i1”表示搭骑之前的层，“i2”表示搭骑之后的层。在不发生搭骑的缠绕线部分，不需要区分“i1”和“i2”，二者由“i”和 L(i ;j1, j2 ;k1, k2) 共同表示。类似地，当仅涉及到横向缠绕部分 F 时，没有行的过渡，因此不区分“j1”和“j2”，仅由 L(i1, i2 ;j ;k1, k2)、L(i1, i2 ;j ;k)、L(i ;j ;k1, k2) 或 L(i ;j ;k) 表示。

[0100] 现在，详细说明通过围绕绕线芯 10 缠绕矩形线 D 来形成或制作多层对齐缠绕的线

圈 1。然而，稍后再详细说明使能够形成多层对齐缠绕的线圈 1 的缠绕机器。

[0101] 首先，如图 1A 所示，通过位于类似凸缘的支撑面 13（稍后参照图 16B 进行说明）的外侧（图 1A 的右手侧）的夹持部分（未示出）沿着相对于绕线芯 10 的端面 11 倾斜的方向 B 夹持矩形线 D 的远端 Dt。然后，在与第一边 S1 相对应的侧面 P1 的中间位置处，矩形线 D 的方向改为沿类似凸缘的支撑面 13 延伸。从而，在第一层的第一行的第一侧面 P1（第一边 S1）上，形成斜越缠绕部分 R 和横向缠绕部分 Y，在斜越缠绕部分 R 和横向缠绕部分 Y 之间的边界处形成转折点或转折点 T（此处为 T1）。根据上述表示，斜越部分 R 由例如 L(1 ;0,1 ;1,5) 表示，而横向缠绕部分 Y 由例如 L(1 ;1 ;1,6) 或 L(1 ;1 ;1) 表示。

[0102] 然后，如图 1B 所示，沿着绕线芯 10 的无终点环 S 的其它边 S2、S3 和 S4，或侧面 P2、P3 和 P4 缠绕矩形线 D。从而，在侧面 P2、P3 和 P4 形成第一行横向缠绕部分 Y、Y 和 Y。各横向缠绕部分 Y、Y 和 Y 由例如 L(1 ;1 ;2)、L(1 ;1 ;3) 和 L(1 ;1 ;4) 表示。

[0103] 在上述矩形线 D 的缠绕中，实际上绕线芯 10 围绕中心轴 C 在方向 C1 上转动。然而，主要在固定绕线芯 10 的坐标中示出和描绘了缠绕矩形线 D 的方式，以说明如何缠绕矩形线 D。

[0104] 然后，返回侧面 P1 的边 S1，形成斜越缠绕部分 R 或 L(1 ;1,2 ;1,5) 以从第一行的拐角 K4 延伸到转折点 T1 的外侧边 T1e。进一步沿着转折点 T1 的外侧边 T1e 缠绕线 D，以形成横向缠绕部分 Y 或 L(1 ;2 ;1,6)，该横向缠绕部分在下一行或第二行的边与侧面 P1 上的第一行横向缠绕部分 Y 的侧边基本上接触且与之平行。

[0105] 此外，以与上述相同的方式在侧面 P2、P3 和 P4 上形成第二行横向缠绕部分 Y、Y 和 Y，但在图 1B 中没有示出侧面 P2 和 P3 上的第二行横向缠绕部分 Y 和 Y。在以下说明中，在附图中没有示出的部分也以相同方式进行说明。在侧面 P1 上类似地形成从第二行延伸到第三行的斜越缠绕部分 R(L(1 ;2,3 ;1,5)) 和在第三行的横向缠绕部分 Y(L(1 ;3 ;1,6))。类似地，在侧面 P2、P3 和 P4 上形成第三行横向缠绕部分 Y、Y 和 Y，在侧面 P1 上相似地形成从第三行延伸到第四行的斜越缠绕部分 R(L(1 ;3,4 ;1,5)) 和第四行的横向缠绕部分 Y(L(1 ;4 ;1,6))。此处，第四行处的横向缠绕部分 Y 的左手侧边与绕线芯 10a 的端面 12 位于相同的平面。换句话说，绕线芯 10a 的长度 Sb 与四个缠绕线 D 的宽度 4Db 基本上相同。

[0106] 然后，在侧面 P2、P3 和 P4 上形成第四行横向缠绕部分 Y、Y 和 Y。

[0107] 然后，如图 1C 所示，从拐角 K4 起在侧面 P1 的整个表面形成横向缠绕部分 Y。缠绕部分 Y 包括渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(1,2 ;4 ;1))，该部分在拐角 K4 处位于第一层，然后渐进搭骑在斜越缠绕部分 R(L(1 ;3,4 ;1,5)) 上以到达转折点 T 的区域，还包括第二层的第一行处的横向延伸的横向缠绕部分 Y(L(2 ;1 ;1,6))，其重叠在第一层的第四行的横向缠绕部分 Y(L(1 ;4 ;1,6)) 上。重叠在第一层 L1 的第四行（最后一行）上的第二层 L2 的部分是第一行（初始行）。

[0108] 在图 1A ～ 1D，2A ～ 2D 和 3A ～ 3D 中，将拐角 K1、K2、K3 和 K4 表示为像是直角。然而，拐角 K1、K2、K3 和 K4 实际上是类似圆弧的圆形，图 8A 所示，以避免对于多层对齐缠绕的线圈 1 的缠绕线 D 的过度弯曲。该圆弧具有例如大约 0.3 ～ 0.5mm 的曲率半径。绕线芯 10 的体 10a 的长度 Sb 稍大于缠绕线 D 的宽度 Db 的整数倍（行数），因此可以这样的方式围绕绕线芯 10 缠绕渐进搭骑和横向缠绕部分 YM(L(1,2 ;4 ;1))，使得其左侧边沿类似凸缘的支撑面 14 延伸。因此，缠绕线 D 在绕过圆角 K4 之后渐进搭骑在斜越缠绕部分 R(L(1 ;3,4 ;

1,5)) 上。换句话说，渐进搭骑和横向缠绕部分 YM(L(1,2 ;4 ;1)) 的已绕过圆角 K4 的部分一般位于第一层或位于应当视作在第一层的高度位置，向斜越缠绕部分 R(L(1 ;3,4 ;1,5)) 上的搭骑基本上还没有开始。

[0109] 矩形线 D 具有如图 10A 所示的矩形形状的理想横截面。然而，在通过辊轧圆线（具有基本上圆形横截面的线）以将其变成平坦形状（宽线的形式）而形成的实际矩形线中，其横截面形状一般为椭圆形或与椭圆形相似，如图 10C 或 10E 所示。因此，矩形线 D 的宽度方向边或侧边 Dc 具有或多或少弯曲呈圆弧状的外表面，且越接近宽度方向端部 Dc，其厚度变得越薄。因此，在渐进搭骑横向缠绕部分 YM 搭骑到斜越缠绕部分 R(L(1 ;3,4 ;1,5)) 上的情况下，渐进搭骑横向缠绕部分 YM 并不在搭骑开始后马上就从第一层上升到第二层，而是从第一层渐进地上升到第二层，因为渐进搭骑横向缠绕部分 YM 的圆弧侧边 Dc 渐进地搭骑到斜越缠绕部分 R(L(1 ;3,4 ;1,5)) 的圆弧侧边 Dc 上。然而，矩形线 D 可具有如图 10A 所示的理想矩形横截面形状。在这样的情况下，渐进搭骑横向缠绕部分 YM 作为整体从第一层或多或少渐进地上升到第二层，因为渐进搭骑横向缠绕部分 YM 倾斜地搭骑到斜越缠绕部分 R 上。

[0110] 然后，如图 1D 等所示，以与上述相似的方式在侧面 P2、P3 和 P4 上形成第二层的第一行的横向缠绕部分 Y、Y 和 Y。

[0111] 然后，如图 1D 和示出其放大图的图 4B 所示，该线进一步围绕第一行的拐角 K4 缠绕，并返回边 S1 或侧面 P1，以形成搭骑和斜越缠绕部分或渐进搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(2 ;1,2 ;1,5)) 和第二层的第二行的横向缠绕部分 Y(L(2 ;2 ;1,6))，该 RM 部分延伸以倾斜地越过渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(1,2 ;4 ;1)) 的外表面以到达接近第一层的第三转折点 T 并下降到第一层 L1 的缠绕部分，所述横向缠绕部分 Y 在搭骑和斜越缠绕部分 RM 的延伸末端转折以沿着第二层的第一行的横向缠绕部分 Y(L(2 ;1 ;1,6)) 的侧边在第一层的横向缠绕部分 Y 上沿横向方向 F 延伸。

[0112] 此处，搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(2 ;1,2 ;1,5)) 和横向缠绕部分 Y(L(2 ;2 ;1,6)) 之间的边界处形成的转折点 TC2 一般位于第一层的转折点 T 的正上方。然而，转折点 TC2 可位于比转折点 T 更靠近拐角 K4 的位置，或比转折点 T 更靠近拐角 K1 的位置。

[0113] 当形成转折点 T 时，如图 4B 所示，一次牵拉缠绕线 D 以在比搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(2 ;1,2 ;1,5)) 的延伸方向 B 更靠近端面 11 的方向（图 1A）上延伸，如虚线 Di 所示，然后在拉紧的状态下在方向 E1 上摆动缠绕线 Di，以使其侧边靠向渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(1,2 ;4 ;1)) 的侧边和横向缠绕部分 Y(L(2 ;1 ;1,6)) 的侧边，从而形成转折点 TC2。当缠绕了缠绕线 D 时，如稍后参照图 14 和 15 所述，实际上当在方向 C1 转动绕线芯或在方向 C1 的预定转动位置放置绕线芯的同时，通过横向机构 40（见图 15）在方向 E1 上摆动缠绕线 D 的延伸部分，从而进行上述转折并制成所期望类型的缠绕线 D。

[0114] 如图 7A 所示，该图是部分放大的说明平面图，在矩形线 D 的多层对齐缠绕的线圈 1 中，搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(2 ;1,2 ;1,5)) 延伸以从渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(1,2 ;4 ;1)) 的搭骑开始区域 YB2 斜越，开始在越过部分地重叠在斜越缠绕部分 R(L(1 ;3,4 ;1,5)) 上的渐进搭骑区域 YB2 的斜越缠绕部分 R(L(1 ;3,4 ;1,5)) 上。由于渐进搭骑的进展，搭骑和斜越缠绕部分 RM 的完成渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(1,2 ;4 ;1)) 的斜越的部分 XC2 基本上位于第三层 L3。更具体地，搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(2 ;1,2 ;1,5)) 的重叠在已经

搭骑在斜越缠绕部分 R(L(1 ;3,4 ;1,5)) 上的渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(1,2 ;4 ;1)) 上的区域 X2,即用黑点“●”填充的骑越区域 X2 到达比第二层 L2 显著高的位置。另一方面,搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(2 ;1,2 ;1,5)) 的已经降到第一层 (下一层)L1 的部分位于与第二层 (上一层)L2 一样高的位置。因此,除了图 4A 之外还如图 4B 所示,在搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(2 ;1,2 ;1,5)) 和第二行的横向缠绕部分 Y(L(2 ;2 ;1,6)) 之间的转折点 TC2 的上游侧的骑越区域 X2 处不可避免地形成从与横截面 V 平行的平面中的正方形 S 向外方向 J 突出的凸起 H2。

[0115] 应注意,上述凸起 H2 是宽线 D,例如在宽度方向的主要区域具有基本上恒定的厚度部分的矩形线 D 所特有的。更具体地,已知在通过缠绕具有圆形横截面的圆线形式的线而制作的多层对齐缠绕的线圈中产生叫做“彩虹线”(rainbow line) 的凸起阵列。然而,当圆线彼此交叉或相交时,该彩虹线不可避免地在相交部分形成,这与在线圈 1 中形成的凸起 H 在其起因或原因以及性质或属性上具有本质的不同。如下所述,在通过缠绕如矩形线的宽线 D 而形成的多层对齐缠绕的线圈 1 中,可以分布或分散多层对齐缠绕的线圈 1 中由凸起 H 所导致的结构的变形。然而,在圆线的多层对齐缠绕的线圈中,凸起 H 仅仅分布到相交部分的区域,因为凸起的形成起因不同。导致不同的原因的背景如下 :在宽线 D 的多层对齐缠绕的线圈 1 中,形成上一对齐缠绕层的缠绕线部分通常在形成下一层的缠绕线部分的平面上在所期望方向上延伸,而在圆线的多层对齐缠绕的线圈中,形成上一对齐缠绕层的缠绕线部分在凹入区域与形成下一层的缠绕线部分平行地延伸,各凹入区域由构成下一层的一对相邻缠绕线形成,其中圆线的交叉或相交所导致的凸起量为圆线的半径的大约 $(2-3^{1/2})$ 倍。

[0116] 然后,如图 2A 所示,形成第六匝横向缠绕部分 Y、Y 和 Y 和斜越缠绕部分 R(L(2 ;2,3 ;1,5)) 以及第七匝的第一横向缠绕部分 Y(L(2 ;3 ;1,6)) 以跟随第五匝横向缠绕部分 Y、Y 和 Y,和搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(2 ;1,2 ;1,5)) 以及第六匝的第一横向缠绕部分 Y(L(2 ;2 ;1,6) 的侧边。另外,进一步形成第七匝的横向缠绕部分 Y、Y 和 Y,和斜越缠绕部分 R(L(2 ;3,4 ;1,5)) 和第八匝的第一横向缠绕部分 Y(L(2 ;4 ;1,6)) 以跟随其侧边。通过缠绕线 D 形成这些缠绕部分 Y、R 的过程与形成图 1B 所示的缠绕部分 Y、R 的过程基本相同,除了线 D 所形成的缠绕部分 Y、R 的层从第一层变成第二层,且通过线 D 形成缠绕部分 Y、R 的方向从方向 Z1(从端面 11 到端面 12) 变成方向 Z2(从端面 12 到端面 11)。

[0117] 然后,如图 2B 所示,当在侧面 P2、P3 和 P4 上形成第八匝的横向缠绕部分 Y、Y 和 Y 之后,从拐角 K4 起在侧面 P1 的整个表面上形成横向缠绕部分 Y。与构成图 1C 所示的第四匝的最后部分和第五匝的第一部分的横向缠绕部分 Y 相似,该横向缠绕部分 Y 在拐角 K4 周围的区域位于下一层 (在该例子中为第二层),并包括渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(2,3 ;4 ;1)),该渐进搭骑横向缠绕部分 YM 从第二层部分渐进地搭骑在斜越缠绕部分 R(L(2 ;3,4 ;1,5)) 上以延伸到转折点 T 的区域,并在转折点 T 完全到达上一层 (在该例子中为第三层),还包括位于上一层 (第三层) 的第一行的横向缠绕部分 Y(L(3 ;1 ;1,6)),该部分横向延伸,重叠在下一层 (第二层) 的第四行的横向缠绕部分 Y(L(2 ;4 ;1,6)) 上。重叠在第二层的第四行 (最后一行) 上的第三层的缠绕线圈的部分是第一行。

[0118] 与前述相同,横向缠绕部分 Y 的渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(2,3 ;4 ;1)) 在转过圆角 K4 之后渐进搭骑在斜越缠绕部分 R(L(2 ;3,4 ;1,5)) 上。

[0119] 然后，如图 2C 所示，第三层第一行的横向缠绕部分 Y 以与上述相同的方式在侧面 P2 上形成并到达拐角 K2。图 2C 与图 2B 等不同，因为其是从较低位置倾斜观看侧面 P3 而不是侧面 P1 的斜视说明图。

[0120] 在多层对齐缠绕的线圈 1 中，以与图 19A ～ 23B 所示的传统线圈本质不同的方式进行第 8.5 匝（或者，如果假定缠绕的初始位置在侧面 P1 的横向方向的中心，则为 8.375 匝）和此后的线 D 的缠绕。尽管以上参照图 1A ～ 1D 和 2A ～ 2B 所述的线 D 的缠绕与传统线圈 301 大致相似，但其包括与传统线圈 301 不同的各种细节。

[0121] 如图 2C 所示，在第三层已经到达拐角 K2 的矩形缠绕线部分 D 采取在侧面 P3 上倾斜延伸的准斜越缠绕部分 Ra 的形式。该准斜越缠绕部分 Ra 处于由 L(3 ;1,1+α ;3,5) 表示的状态，在上述表达式中 0 ＜＜ α ＜ 0.5。更具体地，准斜越缠绕部分 Ra 具有比上述斜越缠绕部分 R 小的倾斜度或移位量（在从侧面的开始拐角延伸到侧面的结束拐角的情况下在轴 C 的延伸方向上的偏离量），且在进行延伸以从作为侧面 P3 的开始点的拐角 K2 缠绕到作为其结束点的拐角 K3 期间，在轴 C 的延伸方向 Z1 上偏离或移位一个小于 Db/2（矩形线 D 的宽度 Db 的一半）的长度。

[0122] 如图 5A 所示，已经到达拐角 K3 的矩形线 D 形成类似的准斜越缠绕部分 Ra(L(3 ;1+α ;1+2α ;4,5))，然后在稍微比第二行靠前的位置到达拐角 K4。然后，如图 5B 所示，已经在第九匝形成准斜越缠绕部分 Ra(L(3 ;1+α ,2 ;4,5)) 的矩形线 D 采取横向缠绕部分 Y(L(3 ;2 ;1,6)) 的形式。准斜越缠绕部分 Ra 在渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(2,3 ;4 ;1)) 基本保持在第二层的范围内完成在渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(2,3 ;4 ;1) 上的倾斜延伸（斜越），且其方向稍微改变或转向以延伸到横向缠绕部分 Y(L(3 ;2 ;1,6))。横向缠绕部分 Y(L(3 ;2 ;1,6)) 沿着渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(2,3 ;4 ;1)) 的侧边和第一行的横向缠绕部分 Y(L(3 ;1 ;1,6)) 的侧边在横向方向 F 上延伸。如图 2D 所示，已经到达拐角 K1 的矩形线 D 在第 9.25 匝的侧面 P2 也采取 Y(L(3 ;2 ;2,6)) 的形式。所产生的转折点 T3 以与转折点 T1 相似的方式在与侧面 P1 平行的平面上延伸。

[0123] 此外，如图 2D 所示，第 9.5 到 10.25 匝的缠绕部分 Ra ;Ra ;Ra，Y ;Y 沿着侧面 P3 ;P4 ;P1 ;P2 上的第 8.5 到 9.2 5 匝的缠绕部分形成在侧面 P3 ;P4 ;P1 ;P2 上。而且，如图 3A 所示，第 10.5 到 11.25 匝的缠绕部分 Ra ;Ra ;Ra,Y ;Y 以相同的方式形成在侧面 P3 ;P4 ;P1 ;P2 上。

[0124] 在上述缠绕中，选择 α ＜ 0.5，使得侧面 P3、P4 和侧面 P1 的开始区域上采取准斜越缠绕部分 Ra、Ra、Ra 形式的缠绕部分 D 在拐角 K4 部分地保持在第三层的第一行，其中拐角 K4 处于比进入第九匝稍靠前的位置。因此，确保了缠绕线 D 部分地保持在第三层的第一行。另外，选择移位量 α ～ 0.5（一般 0.4 ≤ α ＜ 0.5）以基本上避免采取了侧面 P3、P4 和侧面 P1 的开始区域上的准斜越缠绕部分 Ra、Ra、Ra 的形式的缠绕线 D 重叠在渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(2,3 ;4 ;1)) 的（已到达第三层）的部分上，从而基本上在高于第二层的位置开始其渐进搭骑并进行缠绕。

[0125] 选择 α 的值以在正方形横截面 S 的情况下将形成凸起 H 的区域从侧面 P1 改变或转移到相对的侧面 P3。因此，尽管横截面是正方形，但在凸起要被移动或转移到的侧面的相对位置有所不同的情况下，α 的值不同。类似地，在横截面不同于正方形 S 的情况下和在可定义 α 的值的情况下，对 α 所采取的值不同。

[0126] 在上述说明中，假定在侧面 P3、P4 和 P1 上准斜越缠绕部分 Ra 以相同的方式倾斜。然而，在 P3、P4 和 P1 处的倾斜可彼此不同。在这样的情况下，当假定侧面 P3、P4 和 P1 处的移位或偏离量为 α3、α4 和 α1 时，需要其和，即（α3+α4+β*α1）应等于“1”，其中 β＝1/2，例如假定允许渐进搭骑越过侧面 P1 的一半，而如果需要也可采取其它条件，如 β＜1/2。

[0127] 应注意，当在第二层的缠绕线部分上形成上述准斜越缠绕部分 Ra 时，基本上不产生凸起。在多层对齐缠绕的线圈 1 中，已可以改变或转移形成凸起 H 的侧面或区域，因为缠绕线由宽线 D，例如矩形线制成。相反，如果假定缠绕线是圆线的形式，当准斜越缠绕部分由圆线形成时，该准斜越缠绕部分不可避免地跨过在其下形成第二层的缠绕线部分，并且不可避免地在相交或交叉的部分，即在最大直径部分彼此交叉的部分，产生凸起。换句话说，如果在通过缠绕圆线制成的多层对齐缠绕的线圈中故意形成该准斜越缠绕部分，则凸起的位置改变，且产生过度突出。

[0128] 当缠绕线部分 Y 的第 11.25 匝到达拐角 K2 时，如图 3B 所示，在侧面 P3 上形成第 11.5 匝的横向缠绕部分 Y。第 11.5 匝的横向缠绕部分 Y 包括渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(3,4;4;3,6))，与图 2D 相似，该部分渐进地搭骑在图 3A 所示的准斜越缠绕部分 Ra(L(3;3,3+α;3,5)) 的前半部分上；还包括第四层第一行的的横向缠绕部分 Y(L(4;1;3))，该部分在准斜越缠绕部分 Ra(L(3;3,3+α;3,5)) 的后半部分上在横向方向延伸。然而，横向缠绕部分 Y 位于拐角 K3 的位置，该位置相对于准斜越缠绕部分 Ra(L(3;3,3+α;3,5))，在方向 Z1 上偏离（1-α）个行单位的位置。渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(3,4;4;3,6)) 基本上形成与第二层的缠绕线部分紧密接触的第三层的缠绕线部分，而在绕过实际圆化的角 K3 后在拐角 K3 附近不重叠在准斜越缠绕部分 Ra(L(3;3,3+α;3,5)) 上，而在离开拐角 K3 一定程度之后开始搭骑在准斜越缠绕部分 Ra(L(3;3,3+α;3,5)) 上。

[0129] 从以上说明可看到，在多层对齐缠绕的线圈 1 中，第一和第二层每层在所有侧面上具有四行缠绕线部分（四匝缠绕线部分），而第三层在两个侧面上（侧面 P1 的一半，侧面 P2 和侧面 P3 的一半）具有四行缠绕线部分，在其余侧面部分具有三行缠绕线部分，这对应于 3.5 匝缠绕线部分。因而，第三层的匝数比第一和第二层各层的匝数少 0.5 匝。在多层对齐缠绕的线圈 1 中，可抑制缠绕线的外形形状的变形，例如抑制仅一部分的过度突出，并最大化置于例如矩形的预定横截面空间中的多层对齐缠绕的线圈 1 的匝数，从而整体上提高占空系数。而且，可避免过大的凸起阻碍对齐缠绕。

[0130] 然后，如图 3C 所示，在侧面 P4、P1 和 P2 上形成第四层的第一行的横向缠绕部分 Y(L(4;1;4))、Y(L(4;1;1)) 和 Y(L(4;1;2))。

[0131] 缠绕线部分的第 11.5 匝到 12.25 匝基本上采取与图 1D 所示的缠绕线部分的第 4 匝到第 4.75 匝（在从第一层过渡到第二层之后形成在第二层的第一行）相同的形式，除了该部分在从第三层过渡到第四层之后形成在第四层的第一行之外。

[0132] 因此，图 3C 和图 3D 所示的随后的缠绕线部分，即缠绕线部分的第 12.5 匝基本上采取与图 1D 和图 4A 和图 4B 所示的缠绕线部分的第 5 匝相同的形式。

[0133] 如图 3C 和 3D 以及对应于其放大图的图 6B 和 6A 所示，形成搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(4;1,2;3,5)) 和第四层第二行处的横向缠绕部分 Y(L(4;2;3,6))，其中搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(4;1,2;3,5)) 延伸以在绕过第一行的拐角 K2 并返回边 S3 或侧面 P3 之后斜

越在渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(3,4 ;4 ;3,6)) 上，横向缠绕部分 Y(L(4 ;2 ;3,6)) 在搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(4 ;1,2 ;3,5)) 的延伸末端处转折之后，沿着第四层第一行的横向缠绕部分 Y(L(4 ;1 ;3,6)) 的侧边在横向方向 F 上延伸。

[0134] 在搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(4 ;1,2 ;3,5)) 和横向缠绕部分 Y(L(4 ;2 ;3,6)) 之间的边界处形成的转折点 TC 一般位于拐角 K2 和 K3 之间的中心部分。然而，转折点 TC4 可位于更靠近拐角 K2 而不是拐角 K3 的位置，或更靠近拐角 K3 而不是拐角 K2 的位置。形成转折点 TC4 的方式与形成转折点 TC2 的方式相同。

[0135] 如与上述情况相似的图 7B 的部分放大平面图所示，在矩形线 D 的多层对齐缠绕的线圈 1 中，搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(4 ;1,2 ;3,5)) 延伸以从渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(3,4 ;4 ;3,6)) 的搭骑开始区域 YA4 斜越，跨过渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(3,4 ;4 ;3,6)) 的部分重叠在准斜越缠绕部分 Ra(L(3 ;3,3+α ;3,5)) 上的渐进搭骑区域 YB4，开始搭骑在准斜越缠绕部分 Ra(L(3 ;3,3+α ;3,5)) 上。搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(4 ;1,2 ;3,5)) 完成渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(3,4 ;4 ;3,6)) 的斜越的部分 XC4 基本上位于第五层 L5。搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(4 ;1,2 ;3,5)) 的重叠在位于准斜越缠绕部分 Ra(L(3 ;3,3+α ;3,5)) 上的渐进搭骑横向缠绕部分 YM(L(3,4 ;4 ;3,6)) 上的区域 X4（图 7B 中用黑圈或实心圆“●”填充）到达显著高于第四层 L4 的位置。另一方面，搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(4 ;1,2 ;3,5)) 的已降到第三层（下一层）L3 的部分正位于第四层（上一层）L4。因此，如图 6A 和 6B 所示，在与横截面 V 平行的平面观察，与凸起 H2 一样，不可避免地在搭骑和斜越缠绕部分 RM(L(4 ;1,2 ;3,5)) 和第二行的横向缠绕部分 Y(L(4 ;2 ;1,6)) 之间的转折点 TC4 之前的骑越区域 X4 形成凸起 H4，该凸起 H4 从正方形 S 在向外方向 J 上突出。

[0136] 如从图 3D 和示出其放大图的图 6A 可见，在 TC4 之前的区域 X4 产生的凸起 H4 位于侧面 P3，这与在转折点 TC2 之前的骑越区域 X2 产生凸起 H2 的侧面 P1 不同。换句话说，在与凸起 H2 完全不同的区域（地点）产生凸起 H4，因此多层对齐缠绕的线圈 1 的一个外表面的各区域在线圈具有高达四层的状态下，保持具有最多对应于一个凸起 H 的凸起。此外，如图 3D 和图 6A 所示，第三和第四层的缠绕线部分在第二层产生的凸起 H2 上形成，从而平滑凸起 H2 周围的区域，以使之整体上平坦。更具体地，由于在第二层的外表面上在凸起 H2 的区域存在局部凸出或凸起，缠绕在其上的缠绕线部分可能变形或紊乱。然而，在多层对齐缠绕的线圈 1 的第四层的外表面上凸起 H2 的区域周围的凸出或凸起变得更均匀平坦，确保了减小缠绕在其上的缠绕线紊乱或变形的可能性。

[0137] 这样，在凸起 H 的区域被分布或分散的多层对齐缠绕的线圈 1 中，可避免仅线圈 1 的一个部分或有限部分向外突出。因此，确保了可在有限空隙尺寸（宽度、厚度或长度）容纳多层对齐缠绕的线圈 1，从而确保了最大化能够在有限空隙尺寸内容纳的多层对齐缠绕的线圈 1 的匝数。换句话说，可最大化在有限空隙尺寸内容纳的多层对齐缠绕的线圈 1 的匝数或占空系数。

[0138] 因为通过分布凸起 H 的区域，可避免在多层对齐缠绕的线圈 1 中线圈 1 的仅一个或有限部位向外突出，在最小化缠绕线 D 被损坏的可能性的同时可最大化缠绕线的重叠层数。因此，可在最小化缠绕线 D 的损坏的可能性的同时制成多层线圈。

[0139] 在第四层第二行的横向缠绕部分 Y(L(4 ;2 ;3,6)) 到达拐角 K3 之后，在侧面 P4 ;P1 ;P2 和 P3 上沿缠绕线部分的相邻行形成第 12.75 到 13.5 匝和第 13.75 到 14.5 匝的横

向缠绕部分 Y ;Y ;Y ;R, Y。然后,在侧面 P4、P1 和 P2 上形成第 14.75 匝到 15.25 匝的缠绕线部分 Y、Y 和 Y,其中第 14.75 匝和第 15 匝的横向缠绕部分 Y 在拐角 K3 和 K4 部分地搭骑在第三层第一行的准斜越缠绕部分上。这可通过上述 α ＜ 0.5 来实现。

[0140] 现在,在说明第五和其它层的重叠之前,参照图 8A 和 8B 简要说明简化表达方式。在图 8A 中,当第四层重叠时,在一位置处形成第四层的凸起 H4,该位置关于重叠的方向稍微偏离开与对应于最高搭骑部分的骑越区域 X 相关联的第二层的凸起 H2 的位置。在图 8B 中由“V”形标记(形成形状“V”的一对边以钝角布置)在相对于层的重叠方向彼此稍微偏离开的第二和第四层的位置,示出在与最高搭骑区域相对应的骑越区域 X 处产生的这些凸起 H2、H4。尽管实际缠绕线 D 是连续线,但以简化的附图示出层,好像它们仅是简单重叠的层。

[0141] 现在,参照以简化形式示出缠绕线的重叠状态的图 8C 说明具有多于五层的线圈。在图 8C 的多层对齐缠绕的线圈 1 中,第一和第二层形成为使得第二层在侧面 P1 上具有包括转折点 TC2 附近的凸起 H2 的骑越区域或最高搭骑区域 X2,而第三和第四层形成为使得第四层在与侧面 P1 相对的侧面 P3 上具有包括转折点 TC4 附近的凸起 H4 的骑越区域或最高搭骑区域 X4。因此,当在多层对齐缠绕的线圈 1 中以相同方式形成第五或进一步的层时,第五和第六层形成为使得第六层在与侧面 P3 相对的侧面 P1 上具有包括凸起 H6 的骑越区域。类似地,按照需要重复第七和第八层两层以及第九和第十层两层的形成。第三和第四层相对于第二层的位置关系与第五和第六层相对于第四层的位置关系相同。对其它层采取相似的关系。

[0142] 当多层对齐缠绕的线圈 1 的横截面形状不是正方形,而是矩形或椭圆形时,一般选择对应于矩形或椭圆形的长边或主要边的侧面作为图 8C 的侧面 P1、P3。

[0143] 用于每隔两层分布或散布凸起 H 的侧面可以不是与第一侧面 P1 相对的侧面 P3,而是图 8D 所示的侧面 P2 或与其基本上对等的侧面 P4。当多层对齐缠绕的线圈 1 的横截面形状是矩形或椭圆形时,如果侧面 P1、P3 对应于长边,则侧面 P2、P4 对应于短边或弧形边。

[0144] 可以不采取两个侧面依次作为设置凸起 H 的侧面,而是如图 8E 所示选择逐渐变化的侧面,如 P1 → P2 → P3 → P4 → P1 → (重复),或可以以基本上随机的顺序选择侧面。

[0145] 尽管应排除以这样的方式重叠多层使得在相同侧面的相同区域形成凸起 H 的情况,然而不能绝对排除在相同侧面(例如侧面 P1)的相同区域连续形成凸起 H 若干次(例如第二层,第四层和第六层)的情况。如上所述,考虑到占空系数,优选地以这样的方式缠绕,使得在相同侧面重叠凸起 H。因此,在可允许或可容忍在多层对齐缠绕的线圈 1 的外表面上形成相对大的凸起的情况下,只要凸起的累积不会产生使得难以进行对齐缠绕的过大凸起,可在相同侧面形成凸起 H,而当难以进行对齐缠绕时,改变侧面以将凸起 H 形成到其它侧面以分布形成凸起 H 的区域。尽管凸起 H 被重叠,一般在一层的凸起 H 的尖端或多或少偏离其下面的较低层的凸起 H 的尖端,因此可选择重复重叠突出若干次,以最大化匝数。

[0146] 即使在相同侧面连续形成凸起 H,仍可在一定程度移位形成凸起 H 的区域。通常,当使得缠绕线 D 的张力有些高时,转折点 T 在某种程度上在多层对齐缠绕的线圈的前向缠绕方向上(在缠绕线前进的方向上)移位,而当使得缠绕线 D 的张力较低时,转折点 T 在逆向缠绕方向上移位。在形成凸起的侧面从横截面的角度看是矩形的长边的情况和长边相对长的情况下,可将长边视为由多个角区域(等效于稍后参照图 11A ～ 11C 描述的角区域

Φ1、Φ2）构成，以在多个不同的区域分布凸起。

[0147] 当形成由远多于十层的层构成的多层平行缠绕线时，可以以这样的方式重复形成相同类型的两层若干次（例如2到3次），使得在相同的侧面的相似区域形成凸起H。例如，在图8F所示的多层对齐缠绕的线圈1中，尽管在侧面P1上连续形成凸起H2、H4，但凸起H6改变到与形成凸起H4的侧面P1相对的侧面P3，从而平均由累积连续凸起H2、H4所导致的增大的凸起。在变化的侧面P1、P3、P1和P3上形成凸起H4、H6、H8和H10，以抑制凸起H的累积。

[0148] 例如如图9A、9B、9C、9D、9E和9F所示，可改变或分布具有凸起H的区域。在图9A～9F的各图中，示出线圈具有正方形横截面。在图9A的例子中，线圈在相同侧面（在该例中为P2）上的彼此稍微偏移的位置处具有凸起H，即H2、H4、H6、H8和H10。在图9B的线圈中，在相同侧面上凸起H的位置偏离和侧面的改变相结合。在图9C的线圈中，在相同侧面上凸起H的位置偏离和侧面的改变之外还结合利用了拐角（拐角应是或多或少圆形的，且随着层变得更靠外，其曲率半径增加）。在图9D的线圈中，相同的拐角多次用于凸起H，而在不同的拐角形成某些凸起（在该例中为H8）以避免在相同拐角过多重叠凸起。图9D～9F示出所有凸起H都在拐角形成的例子。在图9E的线圈中，分布凸起H以避免过多连续重叠凸起H，该图是连续重叠不多于两次的例子。在图9F的线圈中，凸起形成在大致相同的拐角，但是分布在弧形区域。

[0149] 如上所述，可以对齐缠绕的线圈的形式制作以分布方式在侧面和拐角具有凸起H的线圈，而不会损坏，其外层可视为空间伸展区域。

[0150] 在具有较少层数的多层对齐缠绕的线圈1中，分布或分散凸起H也是有用的。更具体地，在需要使多层对齐缠绕的线圈1的外表面的凸起尽量小的情况，尽管层数相对少，但至少分布一次（一层）凸起H的部分，以抑制多层对齐缠绕的线圈1的厚度变化，并最小化其紊乱。

[0151] 而且，例如如图11A所示，在具有例如圆形的曲线外形或轮廓的形式的横截面的多层对齐缠绕的线圈1中，将凸起H2、H4和H6等的区域分布到不同的中心角区域或角区域Φ1、Φ2和Φ3等（当不加区分或统称时由Φ表示）。中心角区域Φ是充分大于山形凸起H的宽度的区域，且在山形凸起H的尾部处或尾部外侧具有边界。尽管在图11A中没有明确示出缠绕线层，但是假定凸起H2、H4和H6属于位于第二、第四和第六层的转折点TC2、TC4和TC6之前的骑越区域X2、X4和X6。

[0152] 如图11C所示，上述中心角区域或角区域Φ的概念适用于具有线性部分和弯曲部分的椭圆横截面的多层对齐缠绕的线圈。当线性部分足够长时，该部分可视为由多个中心角区域或角区域Φ1、Φ2等构成，在这些区域形成凸起H2、H4。类似地，这还可应用于图8A～8D所示的具有矩形横截面的多层对齐缠绕的线圈的长边。更具体地，可以分布方式在相同侧面的不同中心角区域或角区域Φ中形成不同层的凸起H，而不是在不同的侧面上形成。

[0153] 尽管以上说明了将两层构成一组用于在相同侧面（在相同中心角区域）形成凸起H，该组可以不由多层对齐缠绕的线圈1中的每两层构成。尽管第二层的凸起H2和第三层的凸起H3位于相同的侧面P1，但第三层的凸起H3也可位于与第二层的凸起不同的侧面P2、P3或P4，这可与其它层相似，如第四层和第五层。更具体地，例如，由于凸起H2和凸起

H3 在轴 C 的延伸方向上位于多层对齐缠绕的线圈 1 的不同位置，在集中凸起和损坏方面几乎没有相互影响，因此可彼此无关地设置凸起 H2、H3。然而，必须敢于形成上述准斜越缠绕部分 YM 以使凸起 H3 位于不同于凸起 H2 的侧面上，但是上述准斜越缠绕部分 YM 的形成使得缠绕线的匝数减少一匝的一部分或一小部分。因此，不可避免地减小了占空系数以及匝数。因此通常优选地由两层组成的组在相同侧面或中心角区域具有凸起，而不是在各层中将凸起设置在不同的侧面或中心角区域。

[0154] 如此构造的多层对齐缠绕的线圈 1 可应用于例如物品的位置控制。

[0155] 图 12A 和 12B 所示的位置控制机构 50 包括具有矩形横截面的矩形线多层对齐缠绕的线圈 1 和 U 形可移动部件 51。多层对齐缠绕的线圈 1 通过与其横截面的矩形的一个长边 52 相对应的外侧面 53 固定到线圈单元固定基座 54 的平坦表面 55 上。固定基座 54 例如固定到照相机的外壳（未示出）并相对于该外壳静止。表面 55 的取向准确度和平坦度高。形成多层对齐缠绕的线圈 1，使得分布最高搭骑部分 X，以分布凸起 H，从而最小化与长边 52、56 相对应的外表面 53、57 上的凸起。因此，多层对齐缠绕的线圈 1 的所有外表面 53 基本上都在与固定基座 54 的表面 55 紧密接触的状态下固定到固定基座 54。在这种状态下，多层对齐缠绕的线圈 1 的中心轴 C 与固定基座 54 的表面 55 平行。

[0156] 可移动部件 51 例如固定到在相对于照相机外壳（未示出）的方向 ZC 上由照相机的外壳可移动地支撑的镜头结构（未示出）上。方向 AC 与多层对齐缠绕的线圈 1 的中心轴 C 的延伸方向平行。可移动部件 51 包括 U 形轭板 60 和一对板状磁体 58、59。各板状磁体 58、59 在厚度方向上被磁化。构成轭板 60 的一对臂部分 61、62 中的一个臂部分 62 以矩形柱形式插入洞 63，以在方向 ZC 上延伸。

[0157] 磁体 58、59 在方向 VM 上对位于磁体 58、59 之间的多层对齐缠绕的线圈 1 的部分，即多层对齐缠绕的线圈 1 的矩形横截面的长边 56 侧的缠绕线部分 64 施加均匀磁场。方向 VM 是与多层对齐缠绕的线圈 1 的矩形的长边 56 的延伸方向，即与线圈 1 的中心轴 C 垂直的平面内的缠绕部分 64 的缠绕线 D 的延伸方向成直角的方向。

[0158] 当电流在方向 I1、I2 上流过多层对齐缠绕的线圈 1 的缠绕部分 64 的缠绕线 D 时，线圈的缠绕线部分 64 受到 ZC2、ZC1 方向上的力，且可移动部件 51 响应于力的反作用分别在方向 ZC1、ZC2 上移动。因而，可通过改变通过多层对齐缠绕的线圈 1 的缠绕线 D 的电流 I 的方向和时间在方向 ZC 上改变照相机的镜头结构（未示出）的位置，从而控制镜头结构的聚焦。

[0159] 在这样构造的位置控制机构 50 中，当多层对齐缠绕的线圈 1 的长度是大约 1cm 时，多层对齐缠绕的线圈 1 和可移动部件 51 之间的空隙 G5、G6 和 G7 的量一般是 0.2 ～ 0.3mm。

[0160] 在位置控制机构 50 中，如果在矩形横截面的多层对齐缠绕的线圈 1 的侧面 57 的一侧存在由于在缠绕线部分 64 上的凸起 H 的累积而导致的过度突出，则可移动部件 51 的磁体 58 可靠向或擦到多层对齐缠绕的线圈 1 的缠绕线部分 64 的外表面 57，或可移动部件 51 的磁体 59 可靠向或擦到多层对齐缠绕的线圈 1 的缠绕线部分 64 的内表面 65。另外，在位置控制机构 50 中，如果在矩形横截面的多层对齐缠绕的线圈 1 的侧面 53 的一侧存在由于在缠绕线部分 66 上的凸起 H 的累积所导致的过度突出，则可移动部件 51 的轭板 60 的臂部分 62 或磁体 59 可靠向或擦到多层对齐缠绕的线圈 1 的矩形柱状的洞 63 的内表面 67、

65，这是因为多层对齐缠绕的线圈 1 相对于支撑部件 54 的表面 55 倾斜。而且，在这样的情况下，尽管没发生上述机械紧邻或接触，基于单个产品的多层对齐缠绕的线圈 1 施加到可移动部件 51 的力的变化可能太大，从而降低产品的可靠性。

[0161] 在多层对齐缠绕的线圈 1 中，由于可最小化在线圈 1 的外表面 53、57 上的凸起且可以以相对高的精度均匀化多层对齐缠绕的线圈 1 的外表面的形状和尺寸，几乎不用担心或几乎不可能出现上述问题。因此，可进一步减小多层对齐缠绕的线圈 1 的尺寸。另外，因为可最小化不规则凸起 H 的产生，可最小化空隙 G5、G6 和 G7，从而使得可最大化位于磁体 58 和 59 之间的空隙中的缠绕线部分 64 的匝数。因此，位于磁体 58 和 59 之间的空隙的缠绕线部分 D 的有效占空系数可被最大化。

[0162] 图 13A 和 13B 所示的位置控制机构 70 包括矩形横截面的矩形线多层对齐缠绕的线圈 1，以及以“U”形状延伸包围线圈 1 的可移动部件 71。位置控制机构 70 构成音圈，且可应用于例如磁盘驱动器中的磁头臂的位置控制等。

[0163] 多层对齐缠绕的线圈 1 固定到未示出的支撑体，且可移动部件 71 由该支撑体（未示出）在方向 ZA 上可移动地支撑。

[0164] 可移动部件 71 包括相对于方向 ZA 具有 U 形横截面的轭板 72，固定到轭板 72 的一对臂部分 73、74 的两对板状磁体 75、76 和 77、78。各板状磁体在厚度方向上被磁化，且磁体对 75、76 在方向 VM1 生成磁场，而磁体对 77、78 在方向 VM2，即 -VM1 生成磁场。

[0165] 多层对齐缠绕的线圈 1 以这样的方式位于 U 形可移动部件 71 的臂部分 73、74 以及磁体 75、76 和 77、78 之间的空间 79 中，使得线圈 1 的中心轴 C 与磁铁对 75、76 和 77、78 的面垂直且与磁场的方向 VM1、VM2 平行地延伸，且线圈 1 的横截面中的矩形的长边 81、82 与方向 ZA 平行地延伸。

[0166] 当电流在一个方向 I3 流过多层对齐缠绕的线圈 1 的缠绕线 D 时，可移动部件 71 在方向 ZA2 上移向一个位置，在该位置，多层对齐缠绕的线圈 1 的中心轴 C 朝向磁体对 75、76 的中心，而当电流在另一方向 I4 流过多层对齐缠绕的线圈 1 的缠绕线 D 时，可移动部件 71 在方向 ZA1 上移向一个位置，在该位置，多层对齐缠绕的线圈 1 的中心轴 C 朝向磁体对 77、78 的中心。因此，在位置控制设备 70 中，可通过控制流过线圈 1 的缠绕线 D 的电流的方向和时间在方向 ZA 上控制可移动部件 71 的位置。

[0167] 当在位置控制设备 70 中多层对齐缠绕的线圈 1 的横截面的矩形的长边的长度大约为 1cm 时，多层对齐缠绕的线圈 1 和可移动部件 71 之间的空隙 G8、G9 也是例如大约 0.2 ～ 0.3mm。

[0168] 如果在位置控制设备 70 的多层对齐缠绕的线圈 1 的长边的外表面存在过度突出，则不易在矩形平行六面体洞 79 中移动多层对齐缠绕的线圈 1 的位置。另外，由于需要将多层对齐缠绕的线圈 1 置于矩形平行六面体洞 79 中的深处，因而需要考虑到多层对齐缠绕的线圈 1 的凸起的最大突出量和最大变形来确定多层对齐缠绕的线圈 1 的位置，这导致需要准备或多或少更大的空隙 G8。

[0169] 现在，参照图 14、15 和 16A ～ 16C 说明用于制作上述多层对齐缠绕的线圈 1 的矩形多层对齐缠绕的线圈制造设备 20 的例子。

[0170] 如图 14 和 15 所示，多层对齐缠绕的线圈制造设备 20 包括置于地 21 上的台 22，置于地 21 上的绕线架 23，圆线 Dr 缠绕在该绕线架 23 周围，导线机构 24，用于制作矩形线 D

的轧压机构 25、张力机构或张力施加和调整机构 26 以及线圈缠绕机构 30。在该例子中，导线机构 24、矩形线轧压机构 25、张力机构或张力施加和调整机构 26 和线圈缠绕机构 30 置于台 22 上。圆线 Dr 包括圆形横截面的圆铜线和绝缘涂覆在铜线外表面的绝缘层，还具有绝缘层外表面上的热融着层。然而，可省略热融着层。圆线 Dr 的铜部分的直径例如是大约 0.02 ～ 0.2mm，一般是 0.04 ～ 0.1mm。然而，该直径可小于 0.02mm 或大于 0.2mm。最后制成的矩形线 D 在矩形横截面具有一般大约为 3 的纵横比（长边与短边的比），其中宽度（长边）大约是 0.05 ～ 0.2mm，而厚度（短边）大约是 0.02 ～ 0.05mm。

[0171] 导线机构 24 包括多个辊 24a、24b 和 24c，通过台 22 的端部的圆形导线部分 22a 沿向上方向 W1 从绕线架 23 拉出圆线 Dr，并将圆线 Dr 的方向变为大致水平方向 W2，以将其导向轧压机构 25。圆形导线部分 22a 对拉出圆线 Dr 给予一定的摩擦阻力。矩形线轧压机构 25 包括一对轧辊 25a、25b，并进行碾压以将张力机构 26 在方向 W3 拉动的圆线 Dr 变成矩形线 D。如上所述由轧压机构 25 形成的矩形线 D 一般具有与椭圆形而不是矩形相似的横截面形状。然而，当圆线 Dr 厚，且当矩形线 D 的尺寸或横截面大时，可将轧压机构设计成进行多次碾压处理。张力机构 26 在辊对 26a、26b 之外还包括拉动或悬垂辊 26c，并给予矩形线 D 期望量的张力，从而从轧压机构 25 输出的矩形线 D 可以被线圈缠绕机构 30 以预定张力拉出。张力机构 26 可具有多个张力调整部件，不仅调整在输出侧到线圈缠绕机构 30 的矩形线 D 的张力，而且还调整从轧压机构 25 拉出的矩形线 D 的张力。

[0172] 线圈缠绕机械 30 包括壳 31、绕线芯 10、支撑绕线芯 10 的旋转轴主体 33 和 34、用于驱动以转动旋转轴主体 34 的旋转芯转动电机 35，旋转轴 33 的轴承 36 以及用于控制电机 35 的转动的转动控制机构 37。尽管图中为了便于说明，在该例子中将旋转轴主体 34 描述为由电机 35 驱动，但是与绕线芯 10 一体化安装的旋转轴主体 33（而不是旋转轴主体 34）可由电机 35 驱动以转动。线圈缠绕机构 30 还包括用于控制围绕绕线芯 10 缠绕的矩形金属线 D 在轴线方向 C 上的位置的横向机构 40。附图标记 38（图 14）表示用于软化或熔融矩形线 D 表面上的热融着层的加热器。

[0173] 横向机构 40 包括用于沿着其外周处的周向槽引导矩形线 D 的辊 41，用于调整辊 41 在轴线方向 Z 的位置的如滚珠螺杆的位置调整轴 42，用于正向 / 反向转动位置调整轴 42 的横向电机 43，以及用于控制横向电机 43 的转动的横向位置控制机构 44。由包括控制台的中央控制单元 45 调整或控制控制机构 37、44 的操作。中央控制单元 45 同步控制用于驱动轧压机构 25 的辊的电机（未示出）的转动驱动力。

[0174] 如图 16A ～ 16C 所示，绕线芯 10 在远端具有啮合突起 91，而旋转轴主体 34 在其类似凸缘的面 13 中具有凹部 92，突起 91 可分开地配合在该凹部中。在绕线芯 10 和啮合突起 91 内形成槽 93，多层对齐缠绕的线圈 1 的矩形线 D 的远端 Dt 可插入并固定在该槽中。另一方面，在旋转轴主体 34 的远端面形成用于与槽 93 可协作地固定矩形线 D 的远端的槽 94、具有用于引导矩形线 D 的开始部分以围绕绕线芯 10 缠绕的引导面 95 的引导凹部 96。

[0175] 在形成多层对齐缠绕的线圈 1 时，矩形线 D 的远端 Dt 插入槽 93 中，然后旋转轴主体 33 的突起 91 配合到旋转轴主体 34 的凹部 92 中，且线 D 靠近远端 Dt 的部分沿着引导凹部 96 延伸。这样，如图 16C 所示，缠绕线 D 沿着绕线芯 10 的侧面 P1 延伸并被设置到与图 1A 所示相似的状态。线圈缠绕机械 30 的绕线芯 10 在形状或结构上与图 1A 等所示的绕线芯不同，因为线圈缠绕机械 30 的绕线芯 10 的横截面不是正方形，而是矩形的。

[0176] 然后，在中央控制单元 45 的控制下，通过控制轧压机构 25 的轧辊对 25a、25b 的驱动力从圆线 Dr 形成矩形线 D，通过控制机构 37 驱动以转动绕线芯电机 35 以在方向 C1 转动绕线芯 10，通过控制机构 44 驱动以转动横向电机 43，从而在正向或反向转动位置控制轴 42 以在方向 Z1、Z2 移动横向辊 41 的位置，从而围绕绕线芯 10 缠绕线 D。例如，在转折点 T，如参照图 4B 所述，首先在远离已经缠绕的缠绕线部分的方向上拉缠绕线 D，然后在方向 E1 上摆动缠绕线，以碰在已经缠绕的缠绕线的侧边上，缠绕线 D 可通过横向装置或机构 40 在方向 E1 上横越。如上所述，可在调整缠绕线的张力的同时对其进行缠绕，从而可在缠绕时根据需要调整缠绕力和 / 或转折点。因为矩形线 D 基本由铜线制成，且一般具有约 0.05-0.2mm 数量级的窄宽度 Da 和约 0.02-0.05mm 数量级的薄厚度，因此仅通过在缠绕线 D 的期望张力下由横向装置 40 进行横越控制以及在方向 C1 上同步地转动绕线芯 10 即可形成所期望的转折点。宽度 Da 和 / 或厚度 Db 可更大。在宽度 Da 和 / 或厚度 Db 更大或矩形线 D 由比铜刚性更大的材料制成的情况下，可设置用于将线材料压到绕线芯 10 的表面和 / 或已经缠绕的缠绕线的一部分上的缠绕辅助工具，且可与缠绕同步地控制该辅助工具。

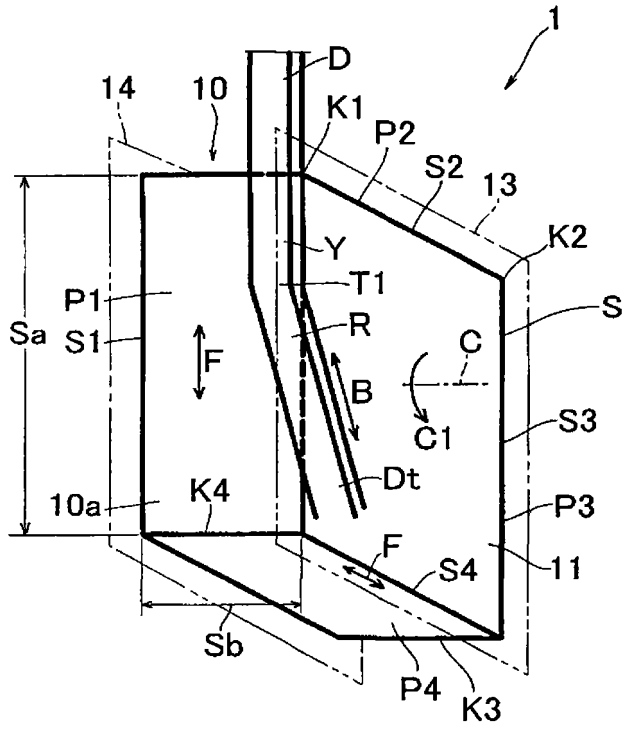


图1A

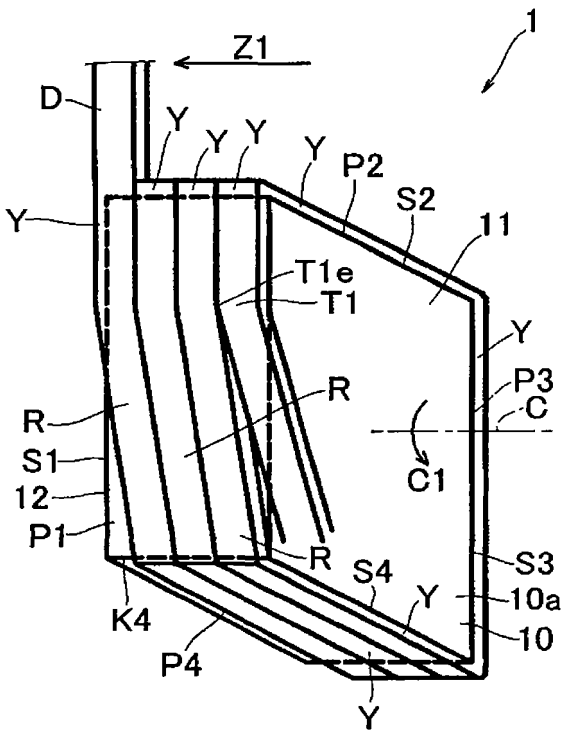


图1B

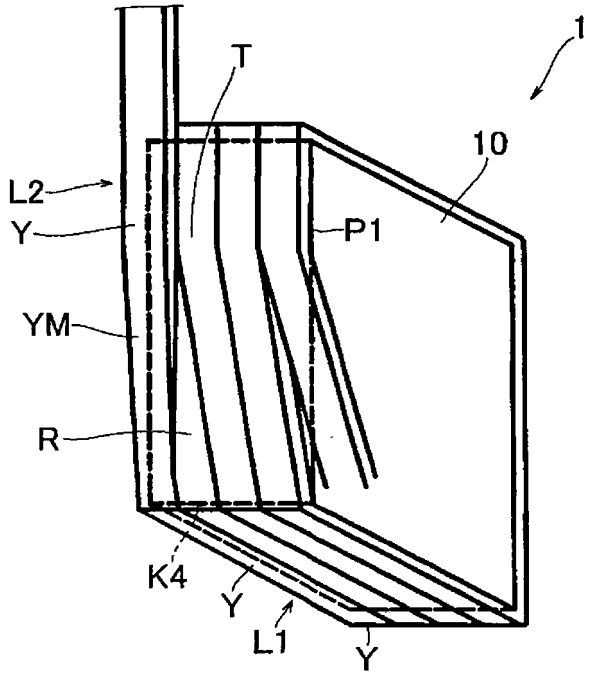


图1C

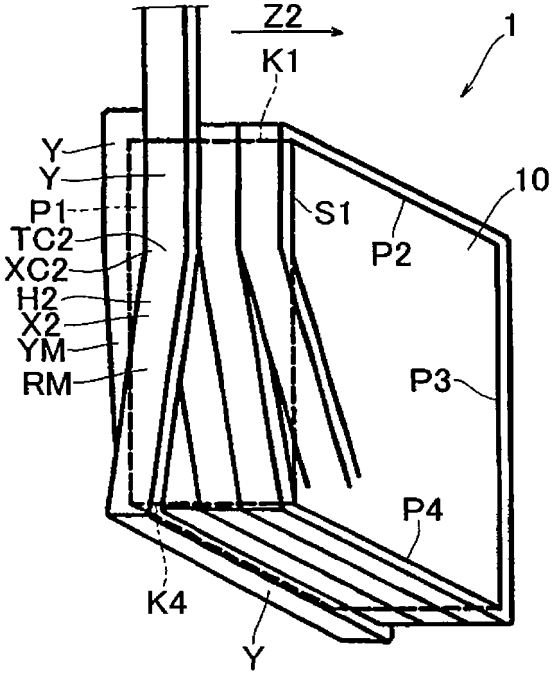


图1D

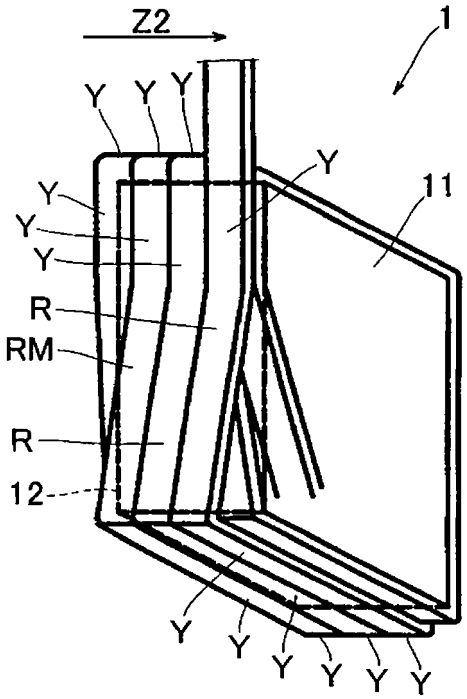


图 2A

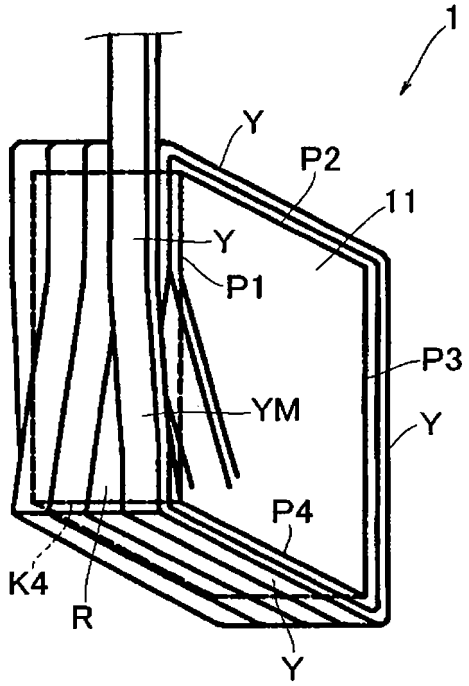


图 2B

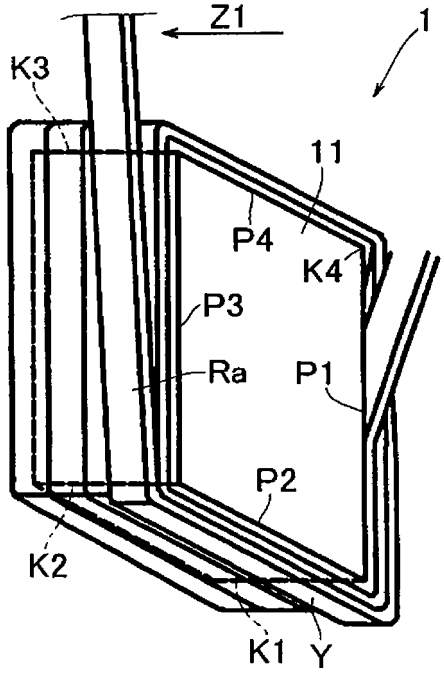


图 2C

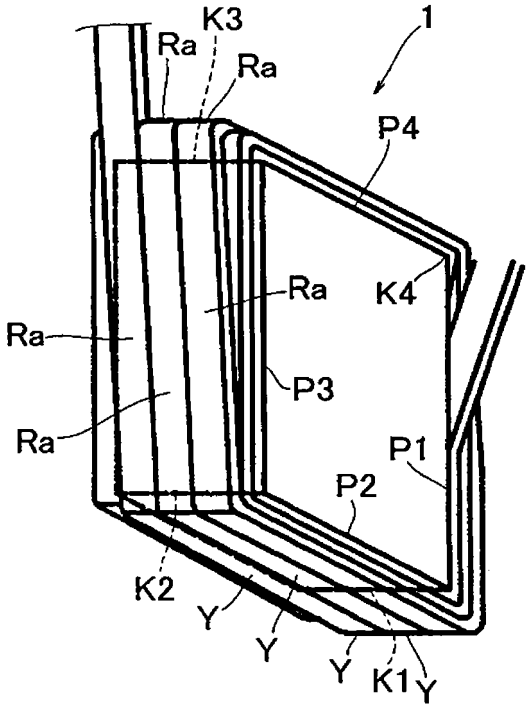


图 2D

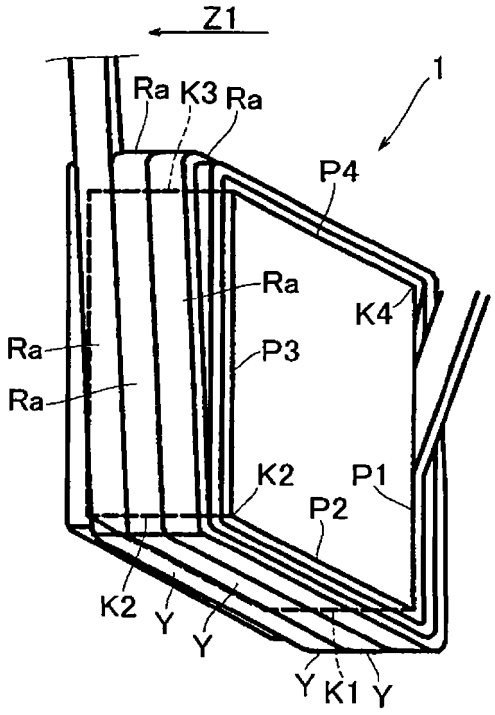


图 3A

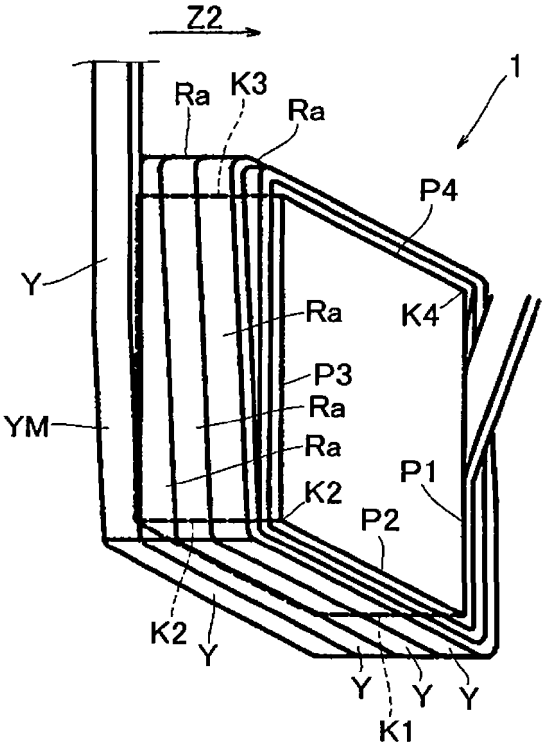


图 3B

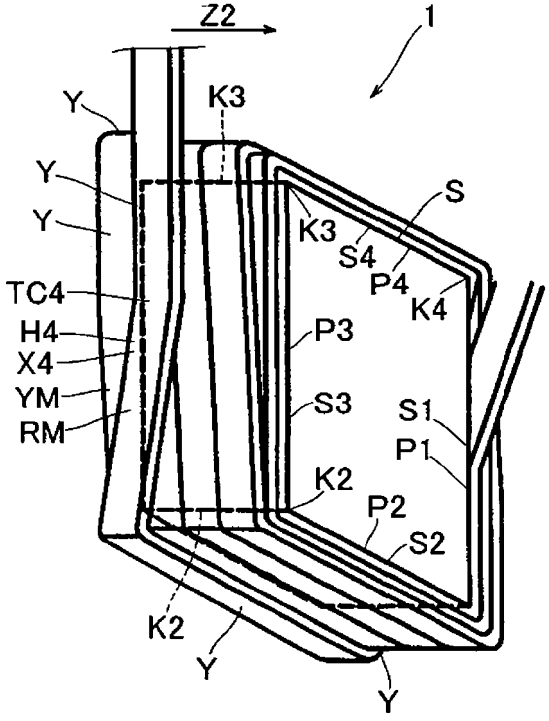


图 3C

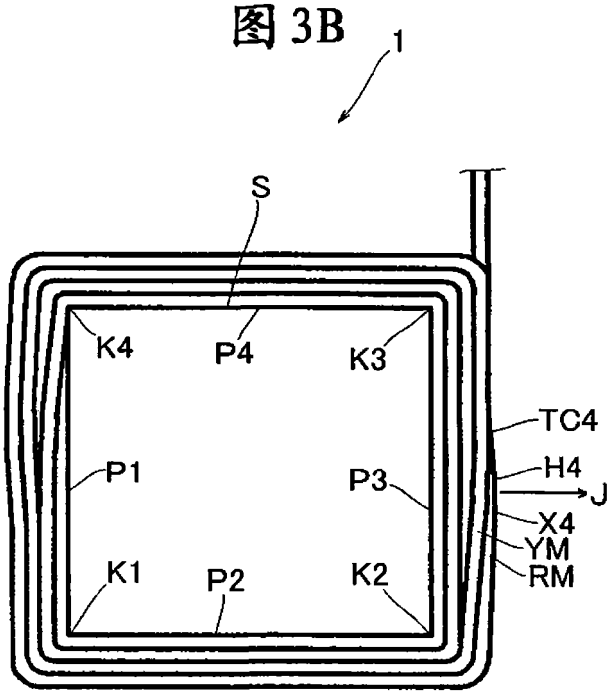


图 3D

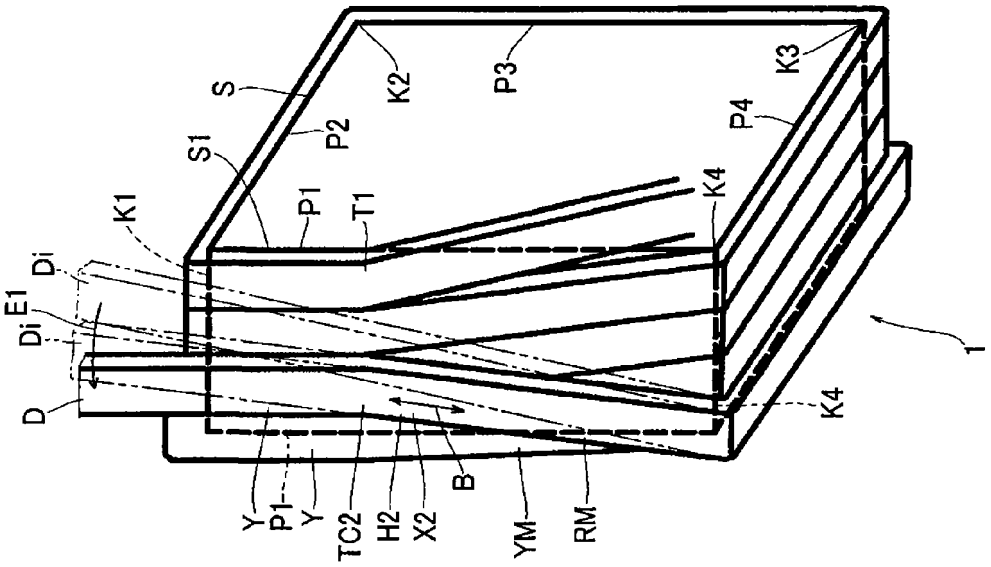

S
K2
P3
K3
P4
S1
P2
K1
P1
T1
K4
Di
E1
Di
D
K4
1
Y
P1
Y
TC2
H2
X2
B
YM
RM

图 4B

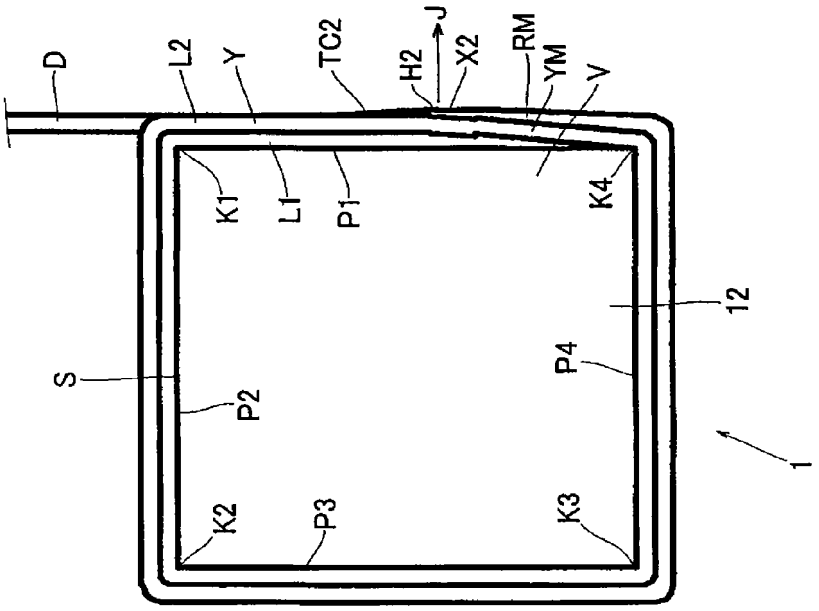

D
L2
Y
TC2
H2
J
X2
RM
YM
V
K1
L1
P1
K4
12
S
P2
P4
1
K2
P3
K3

图 4A

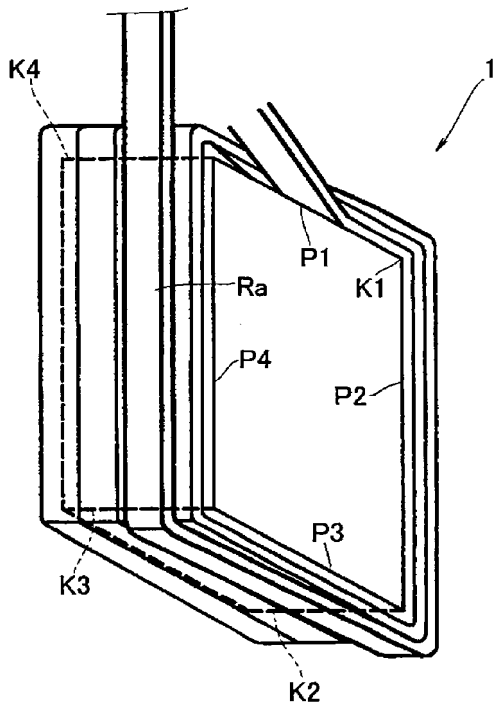


图 5A

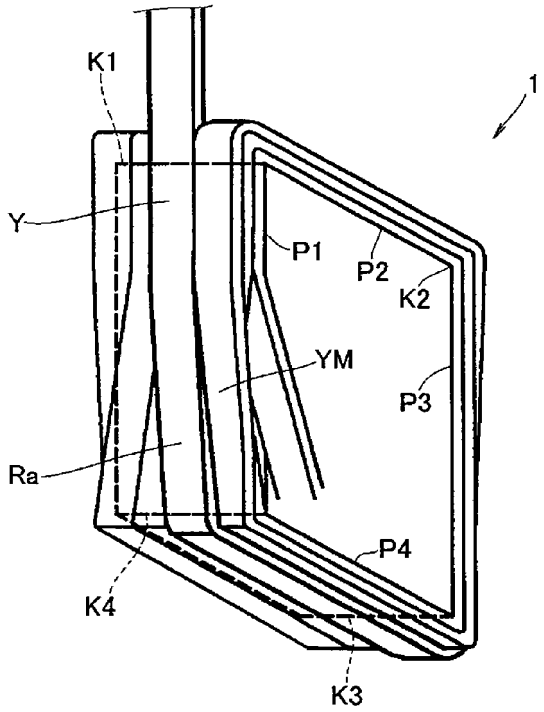


图 5B

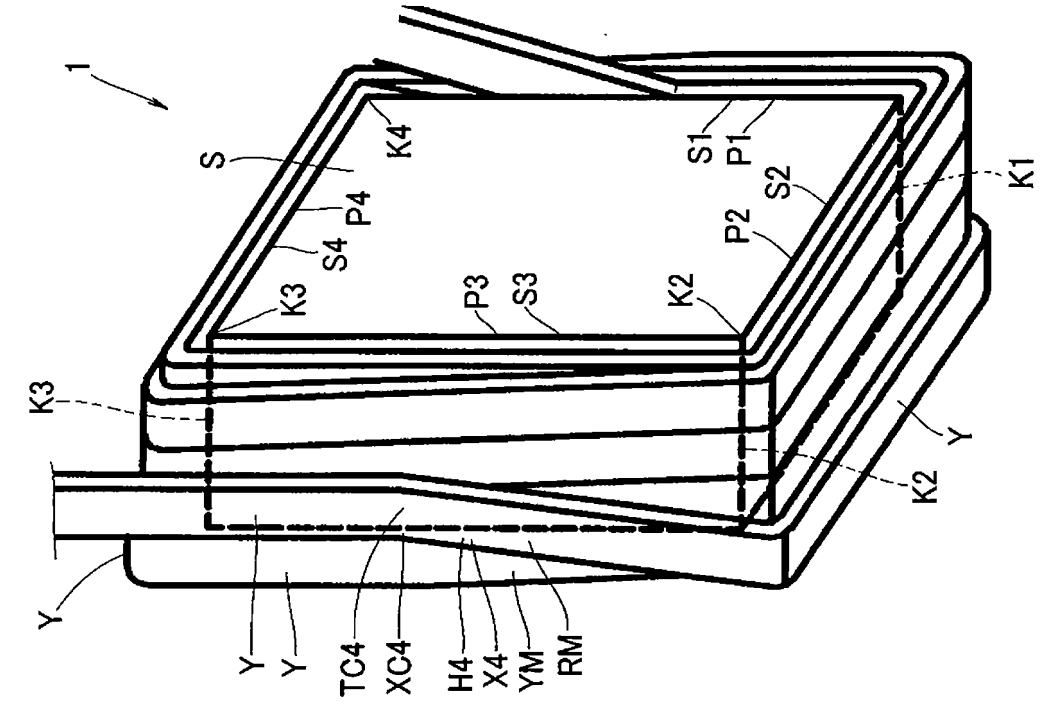

1
S
K4
S1
P1
K1
S2
P4
P2
S4
K3
P3
S3
K2
K3
Y
K2
Y
Y
Y
TC4
XC4
H4
X4
YM
RM

图6B

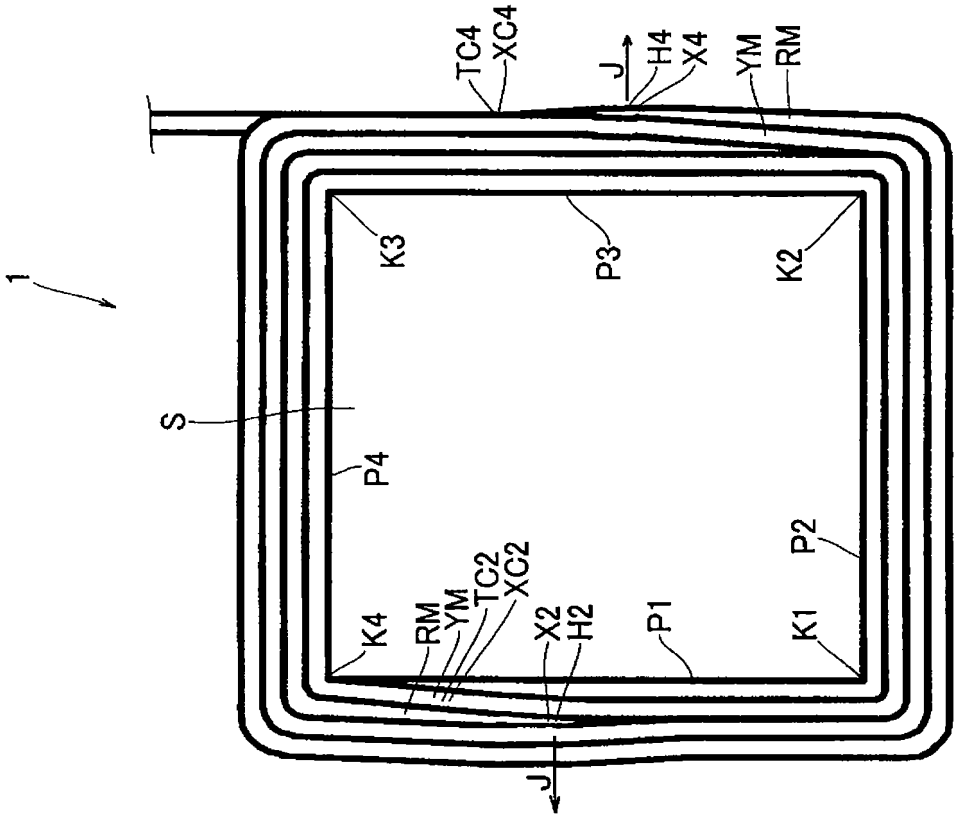

TC4
XC4
J
H4
X4
YM
RM
1
K3
P3
K2
S
P4
P2
K4
RM
YM
TC2
XC2
X2
H2
P1
K1
J

图6A

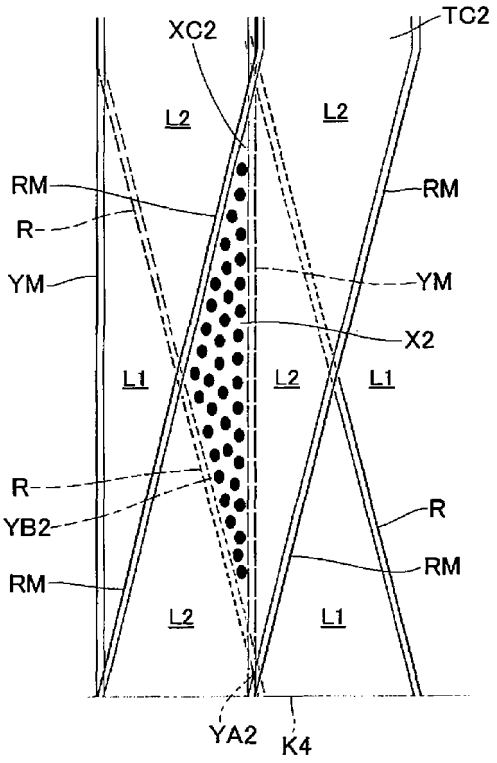

XC2
TC2
L2
L2
RM
RM
R
YM
YM
X2
L1
L2
L1
R
YB2
R
RM
RM
L2
L1
YA2
K4

图7A

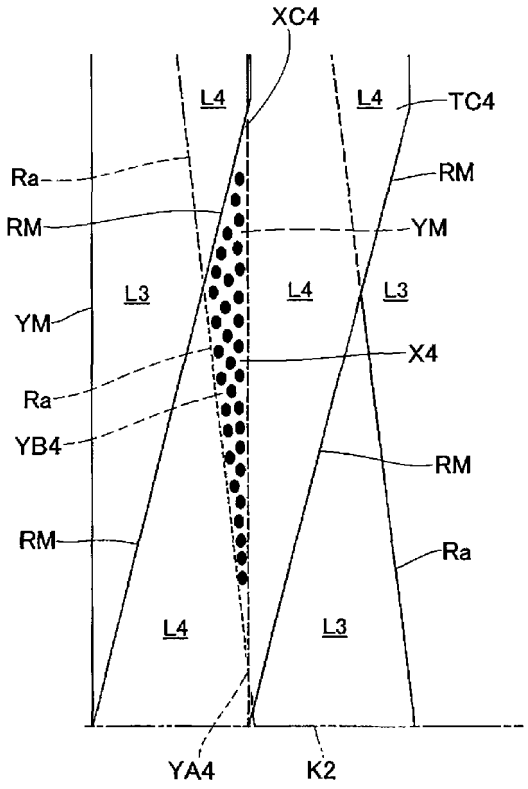

XC4
L4
L4
TC4
Ra
RM
RM
YM
L3
L4
L3
YM
X4
Ra
YB4
RM
RM
Ra
L4
L3
YA4
K2

图7B

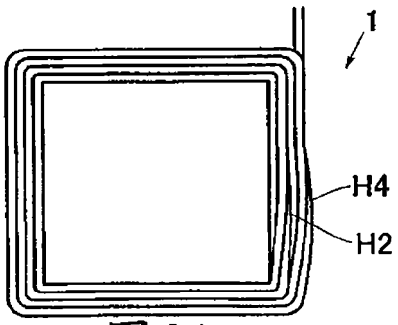


图 8A

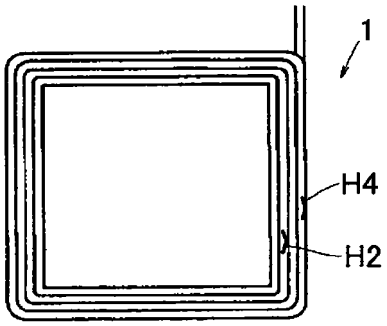


图 8B

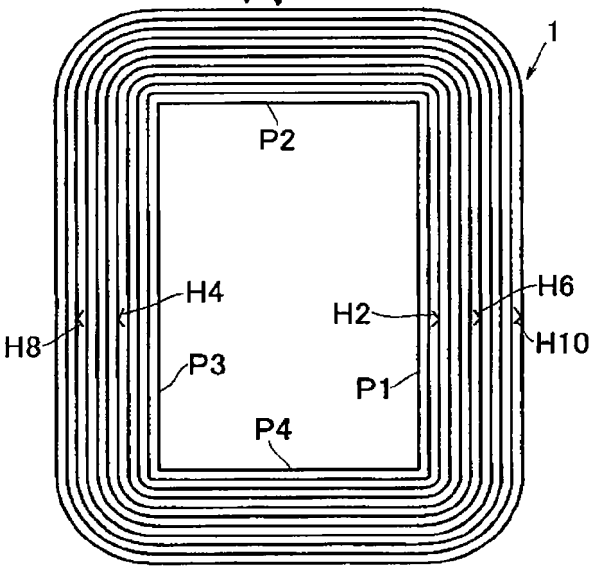


图 8C

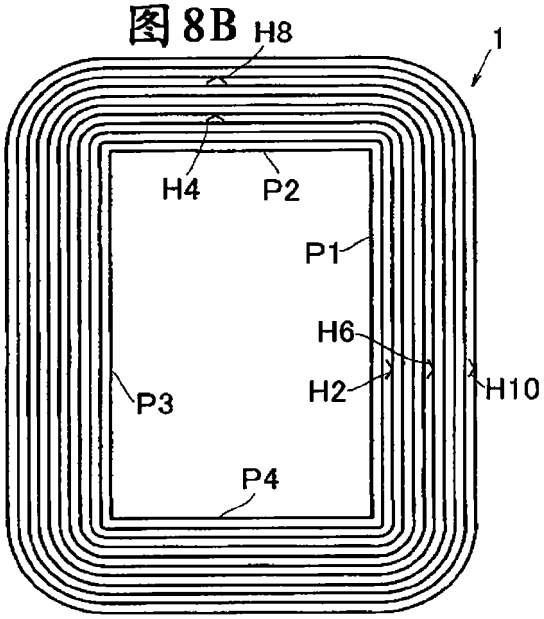


图 8D

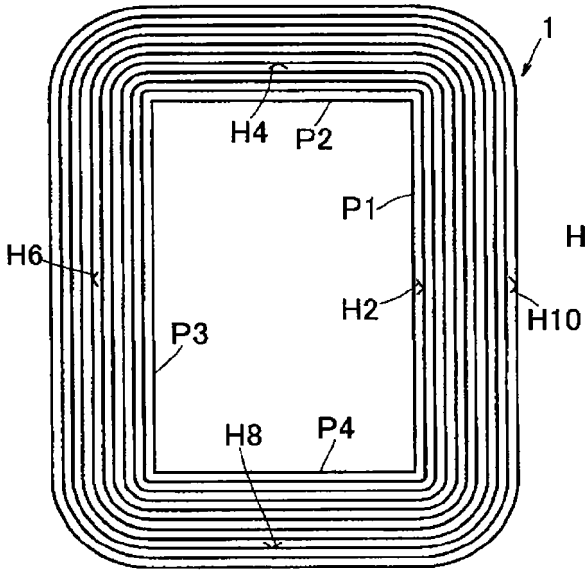


图 8E

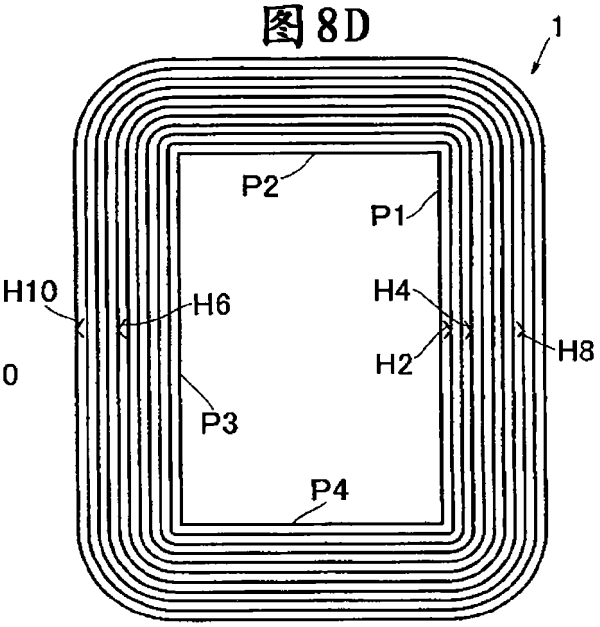


图 8F

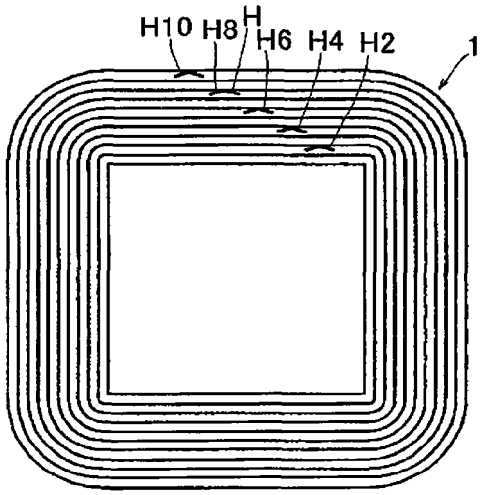


图 9A

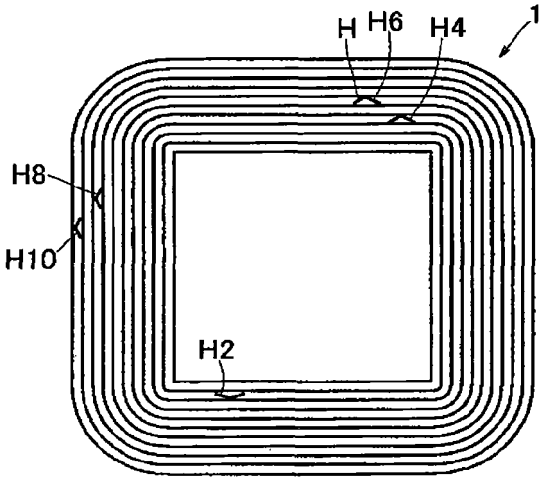


图 9B

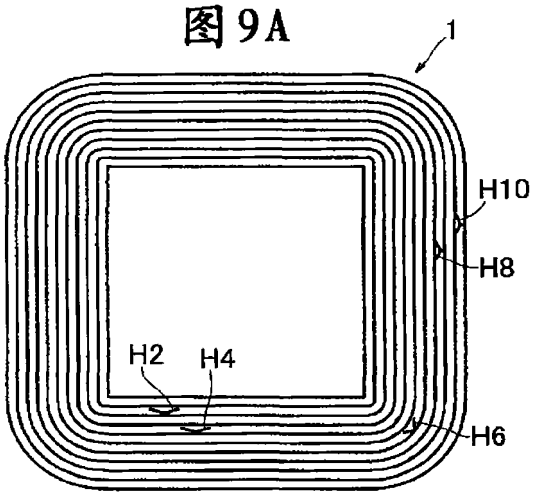


图 9C

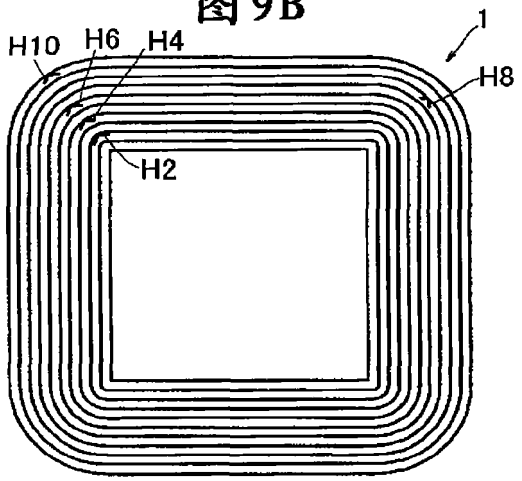


图 9D

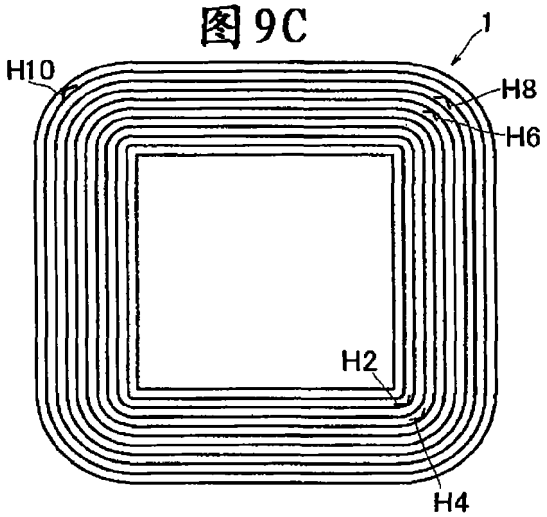


图 9E

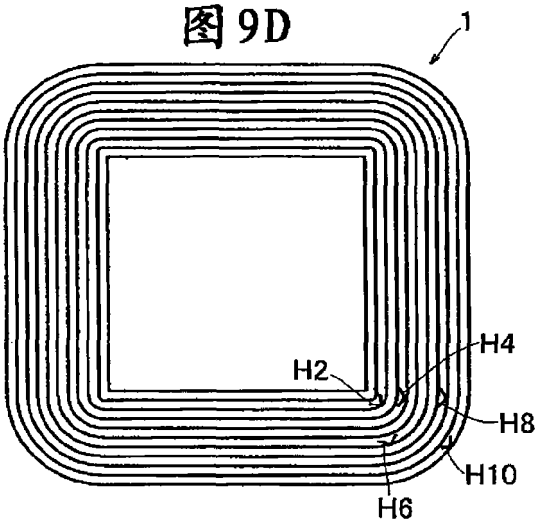


图 9F

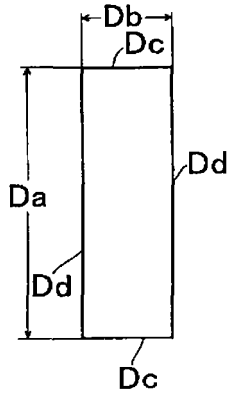


图10A

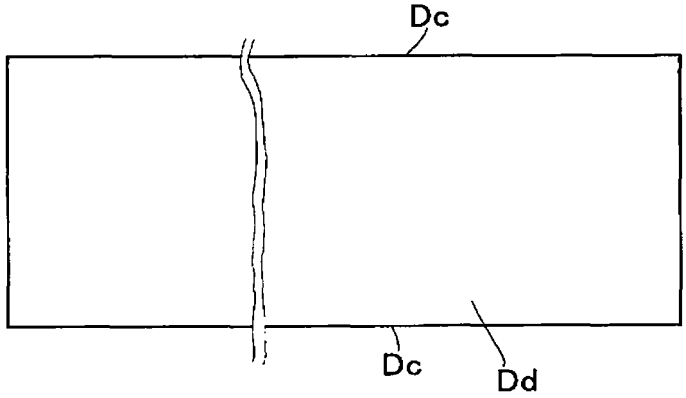


图10B

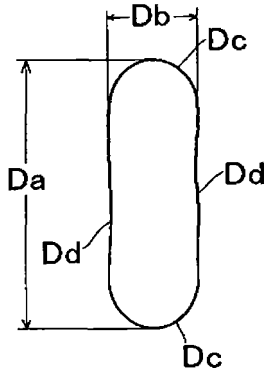


图10C

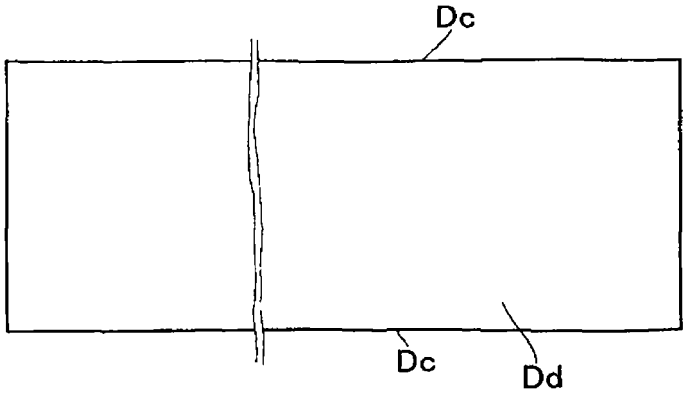


图10D

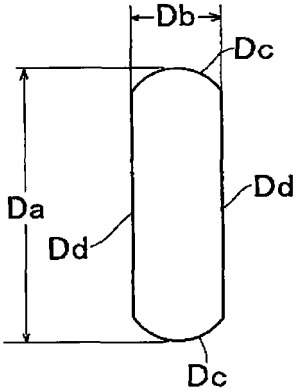


图10E

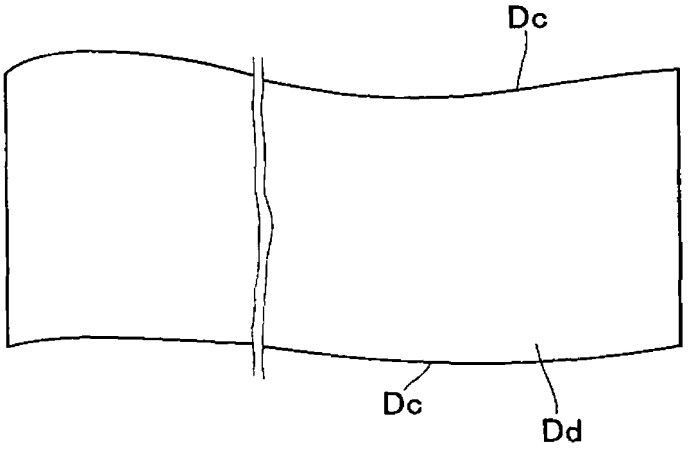


图10F

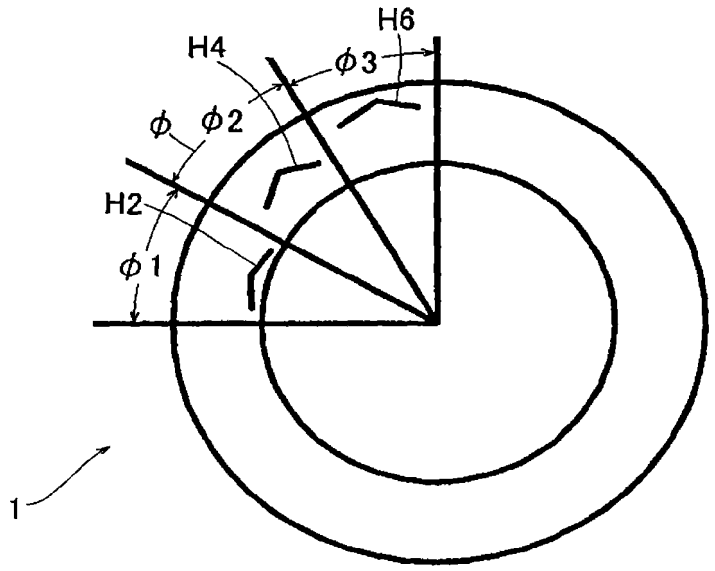


图11A

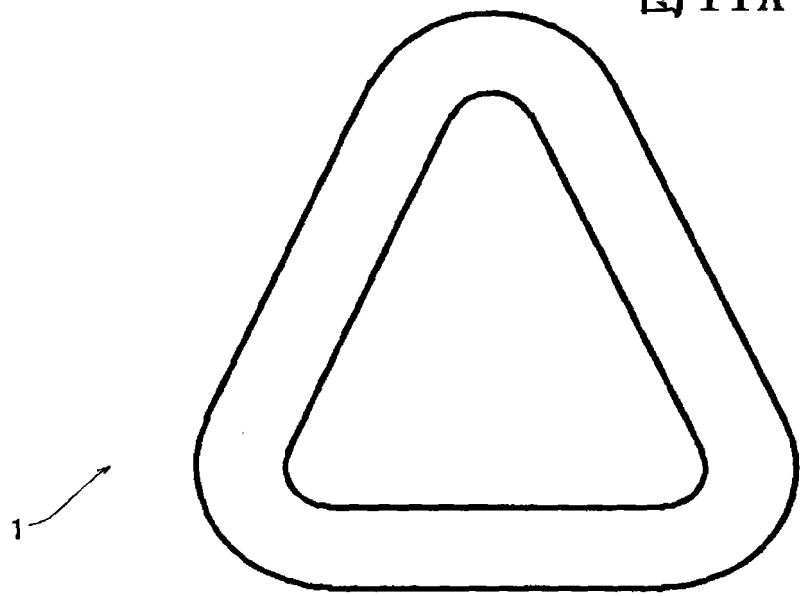


图11B

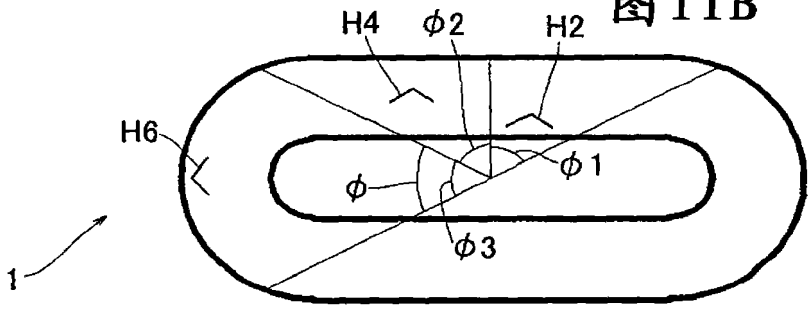


图11C

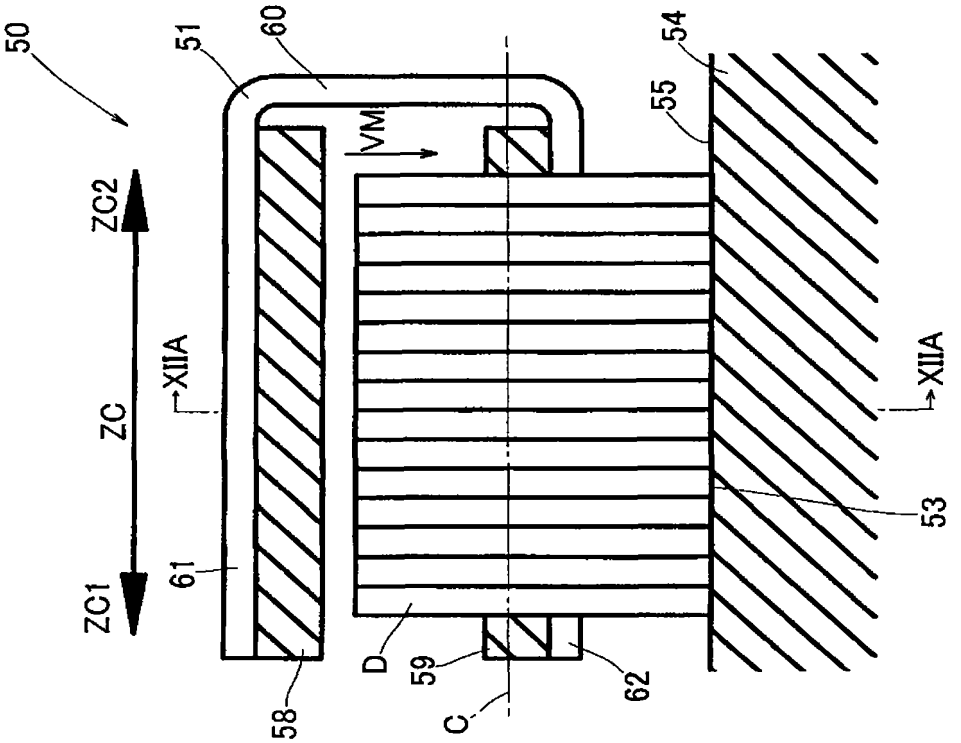

50
51
60
54
55
VM
ZC2
ZC
ZC1
XIIA
XIIA
61
53
D
59
62
58
C

图 12B

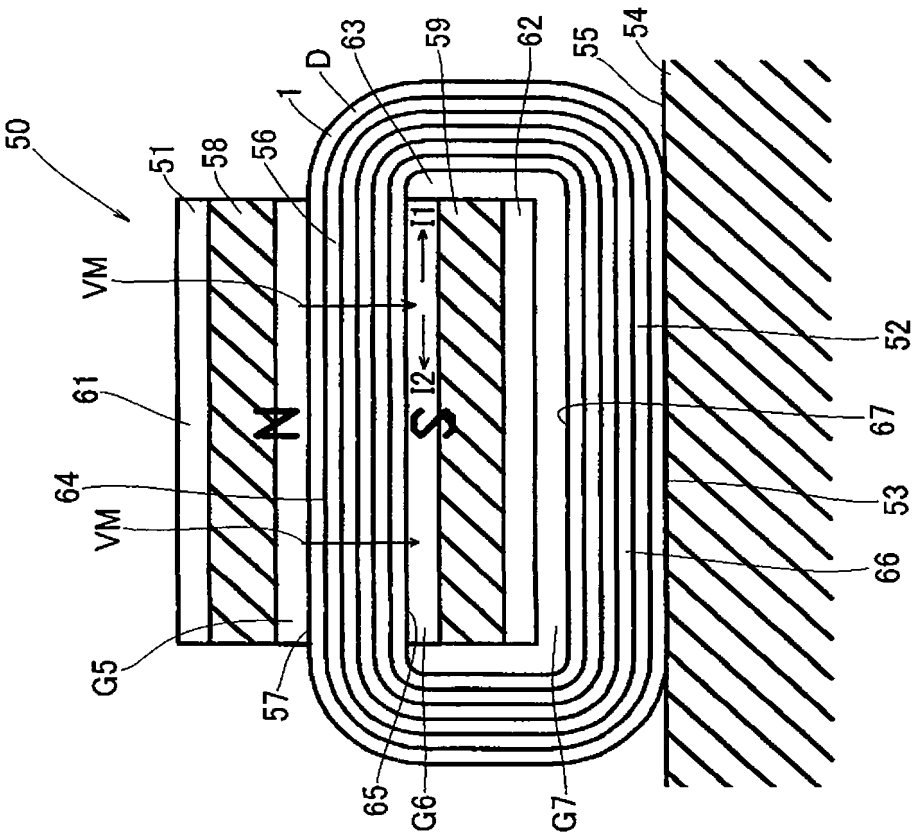

50
51
58
56
1
D
63
59
62
55
54
VM
I1
I2
N
S
52
61
67
64
53
VM
66
G5
57
65
G6
G7

图 12A

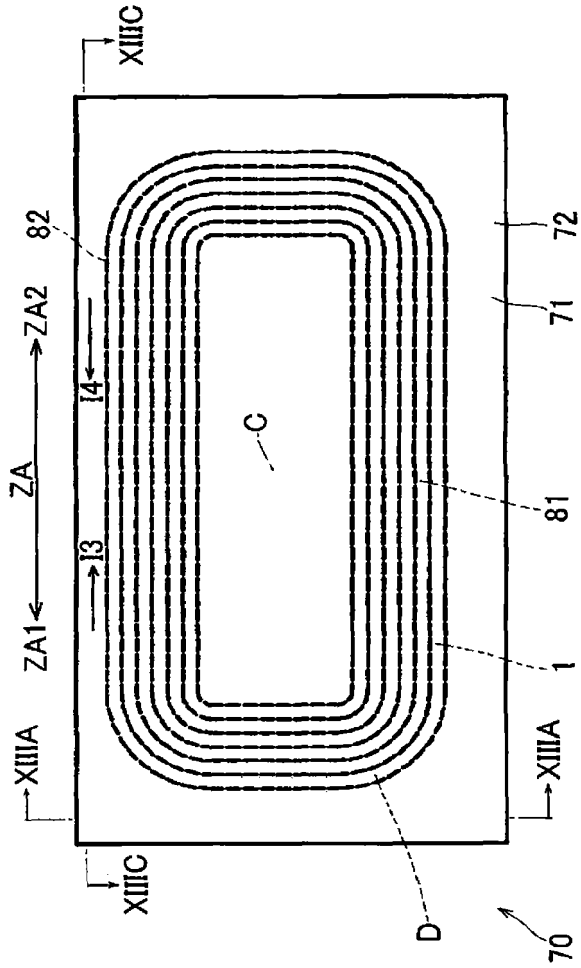


图13B

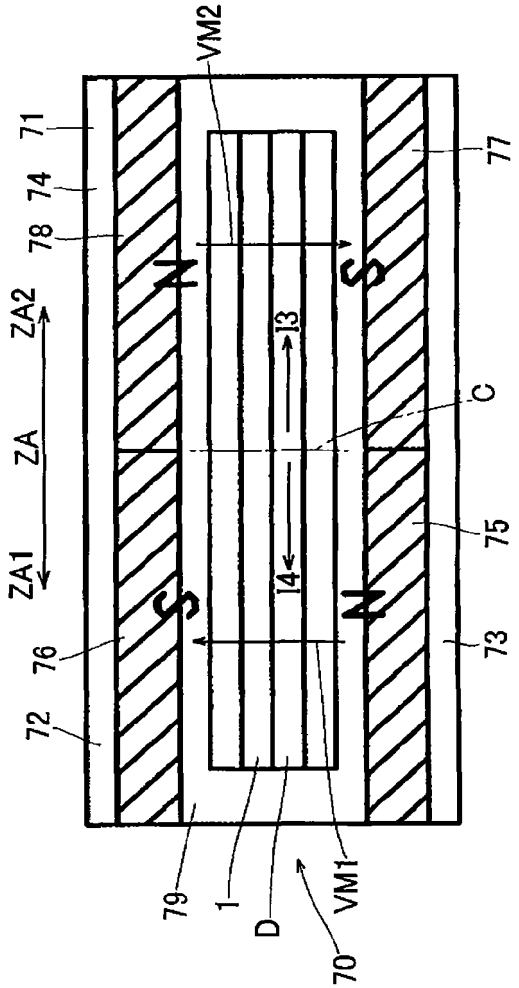


图13C

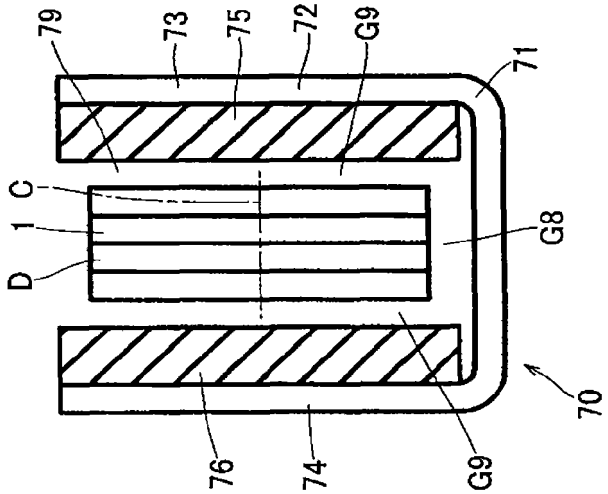


图13A

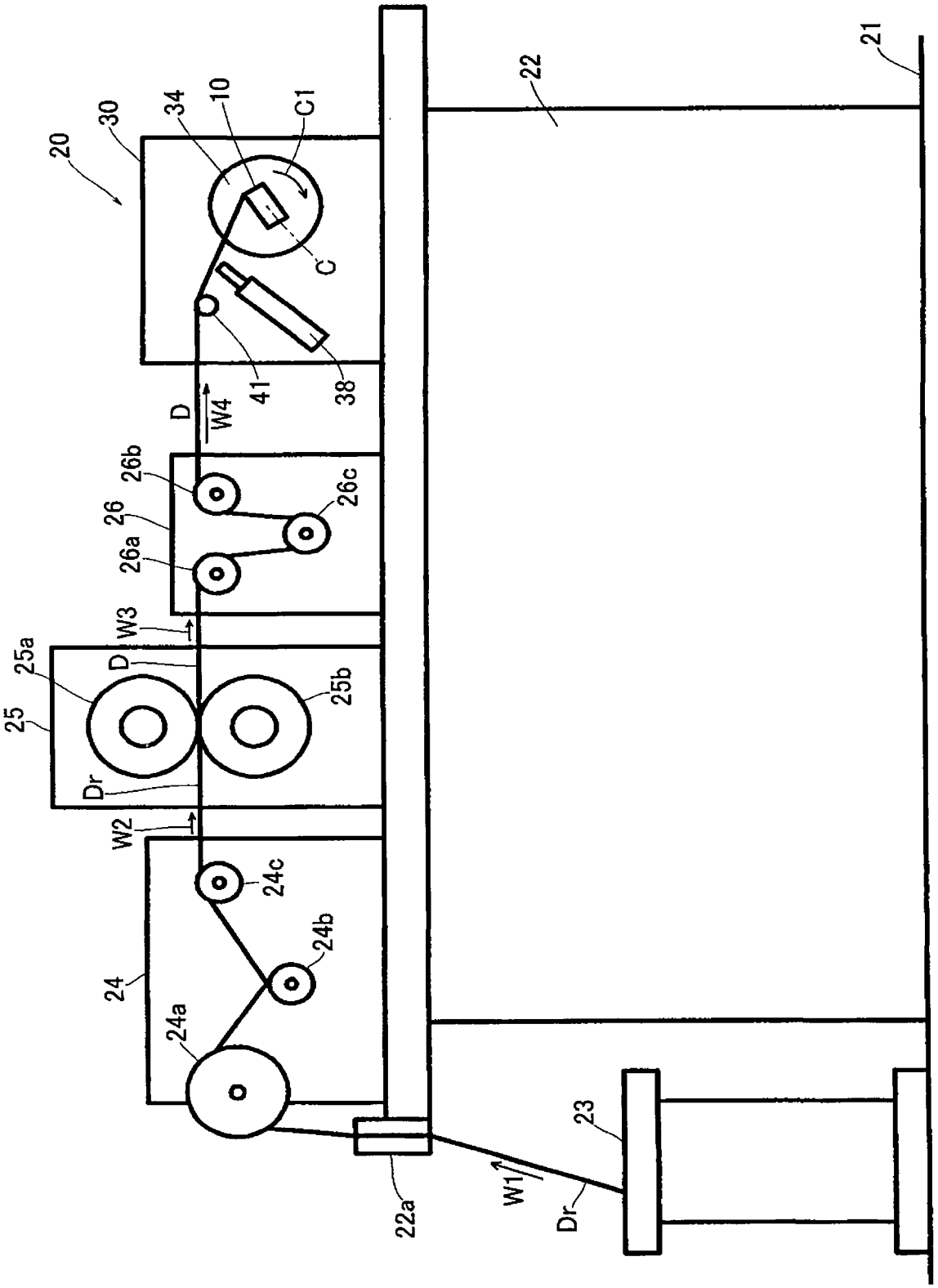

20
30
34
10
C1
C
41
38
D
W4
26b
26c
26
26a
W3
D
25a
25
25b
Dr
W2
24c
24b
24
24a
22a
W1
Dr
23
22
21

图14

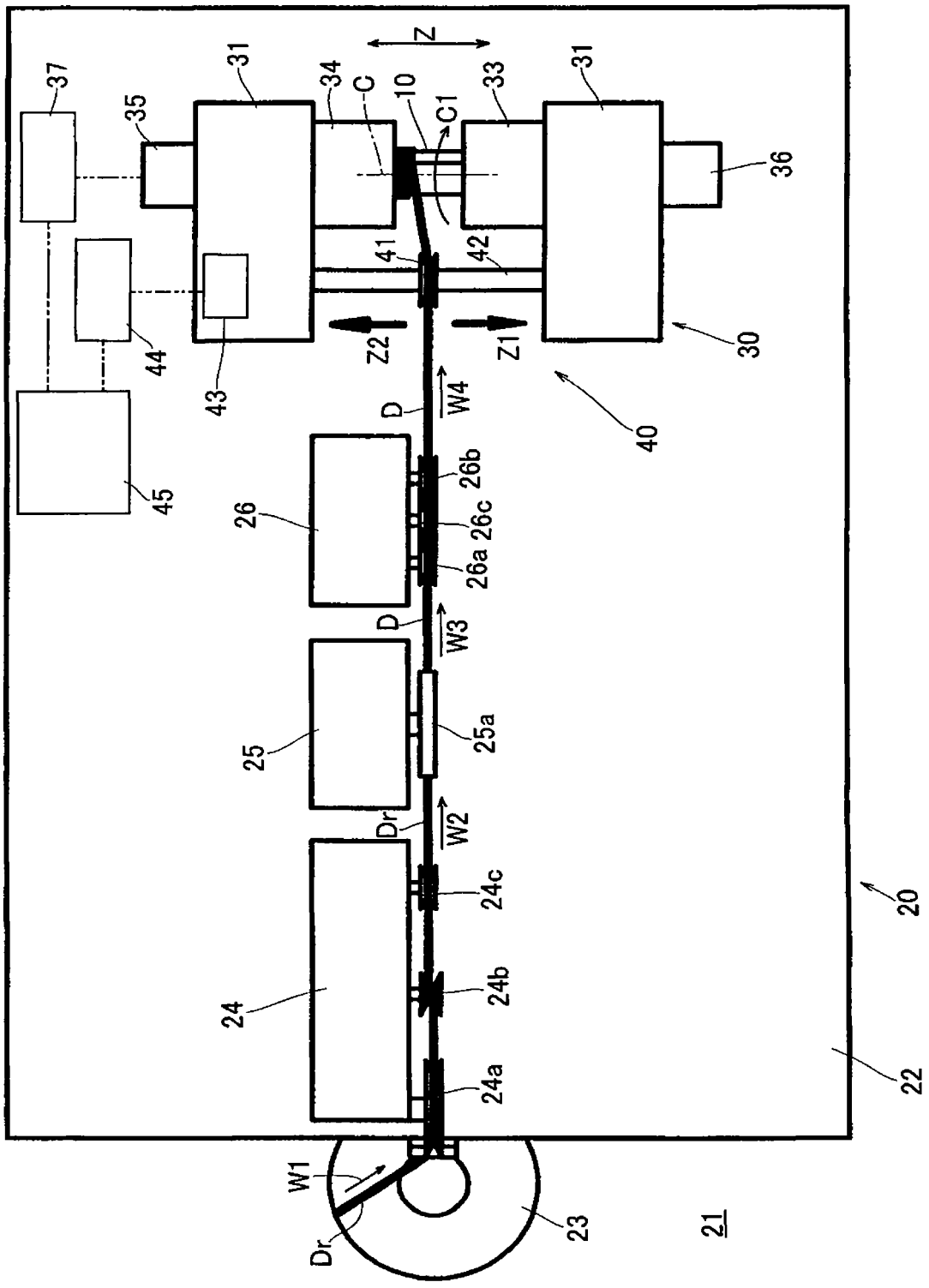

Z
37
35
31
34
C
10
C1
33
31
36
41
42
44
43
Z2
Z1
30
D
W4
40
45
26
26b
26c
26a
D
W3
25
25a
Dr
W2
24c
24
24b
24a
22
20
W1
Dr
23
21

图 15

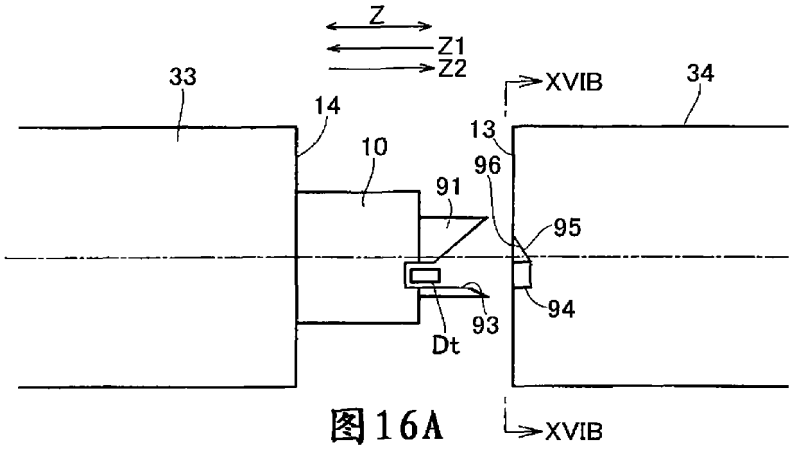


图16A

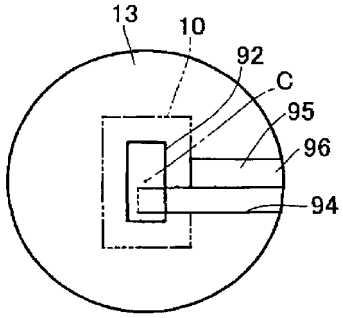


图16B

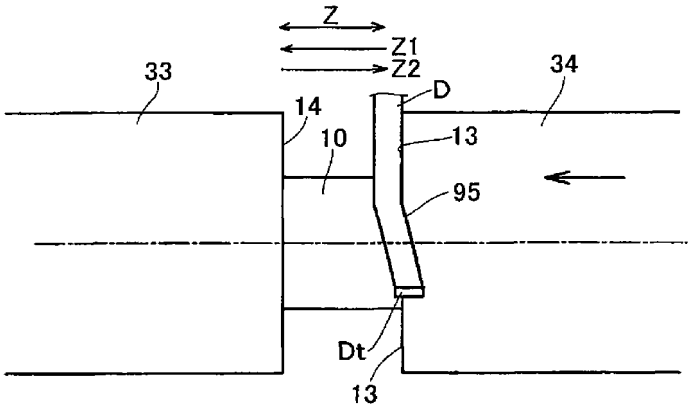


图16C

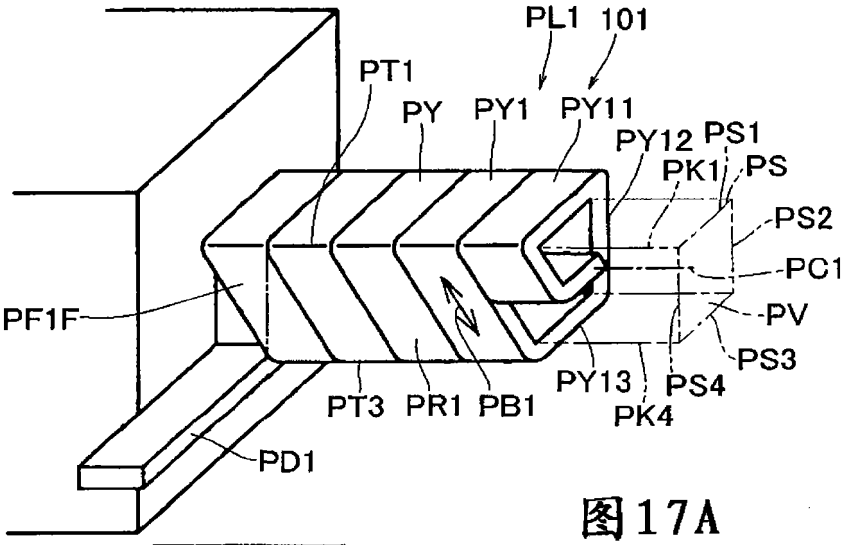


图17A

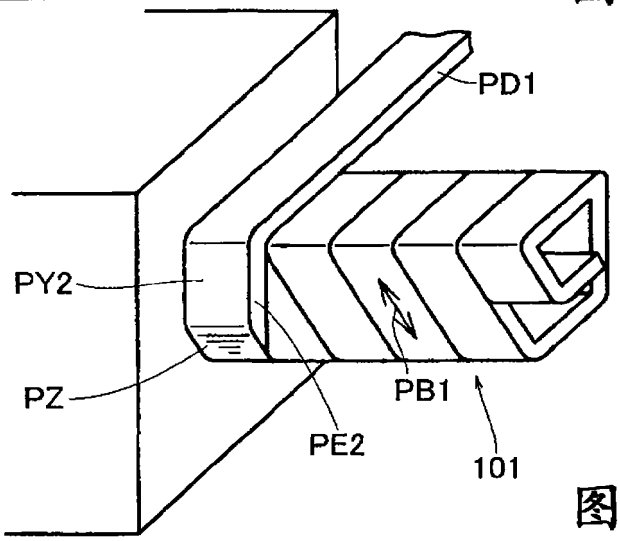


图17B

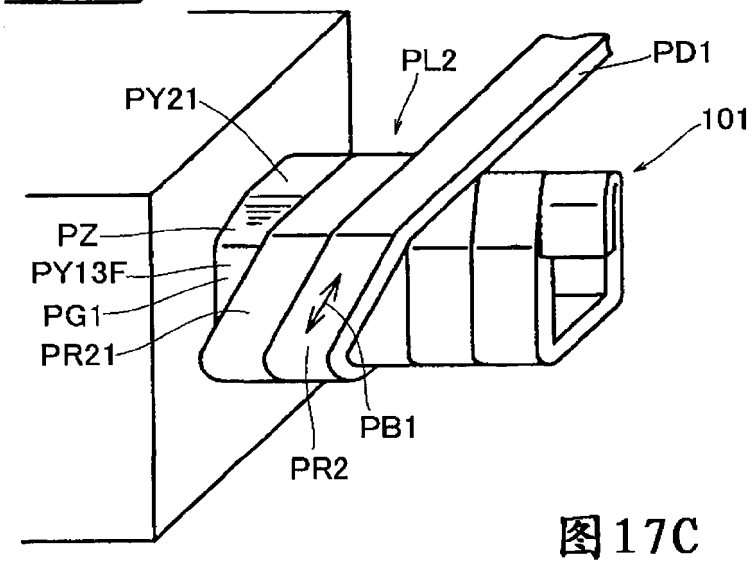


图17C

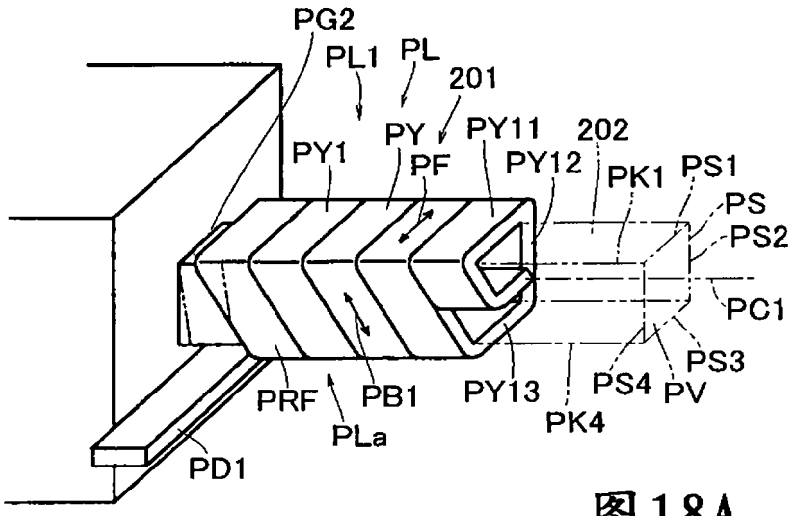


图18A

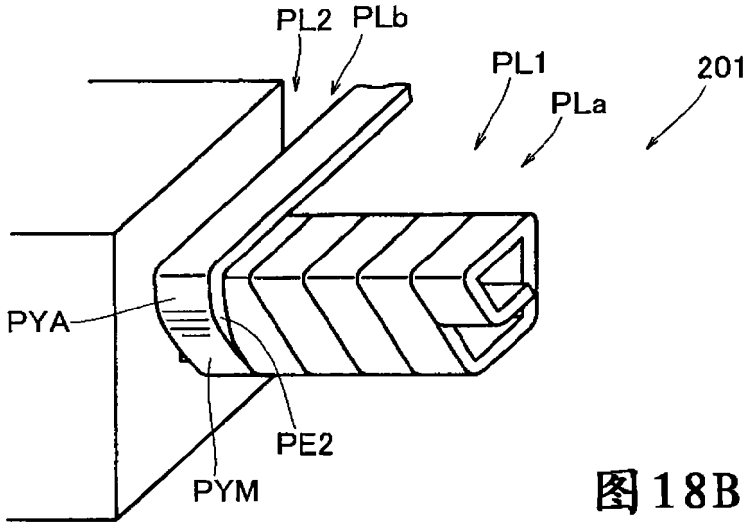


图18B

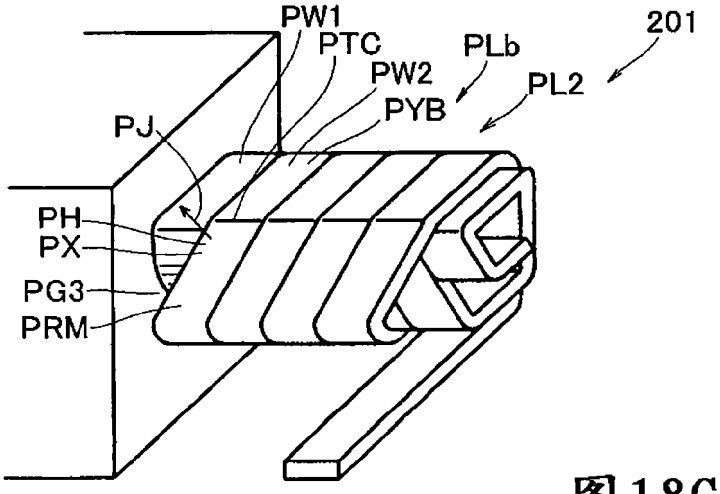
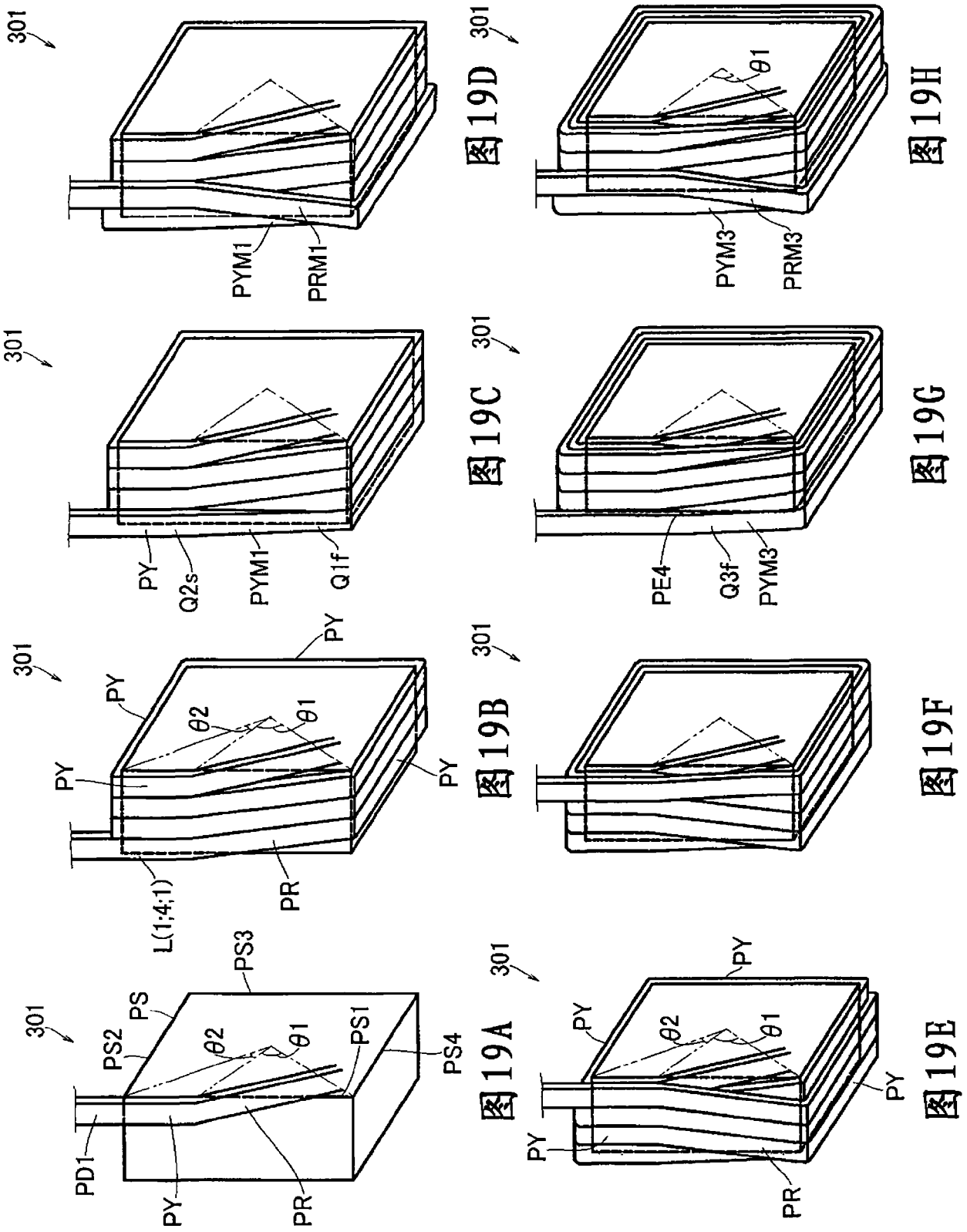


图18C


301
PYM1
PRM1
图19D
301
θ1
PYM3
PRM3
图19H
301
PY
Q2s
PYM1
Q1f
图19C
301
PE4
Q3f
PYM3
图19G
301
PY
PY
θ2
θ1
PY
PY
L(1;4;1)
PR
图19B
301
图19F
301
PS3
PS
PS2
θ2
θ1
PS1
PS4
PD1
PY
PR
图19A
301
PY
PY
θ2
θ1
PY
PY
PR
图19E

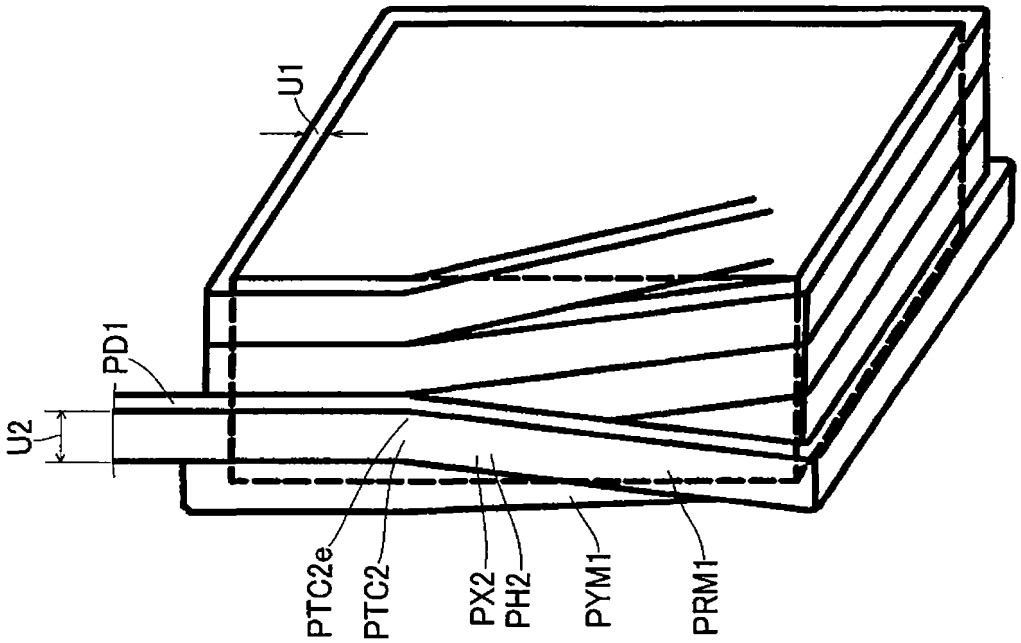


图20B

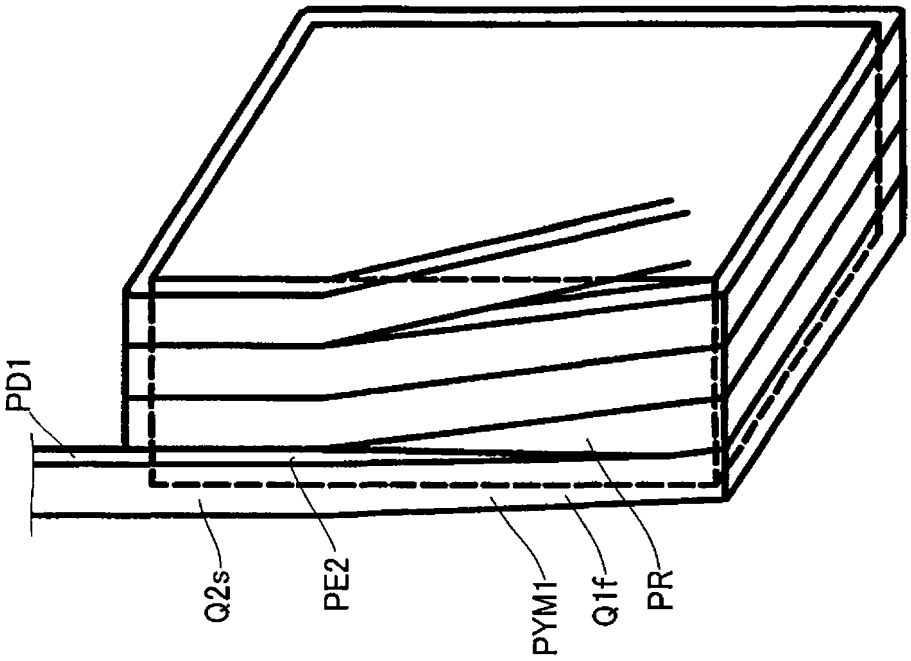


图20A

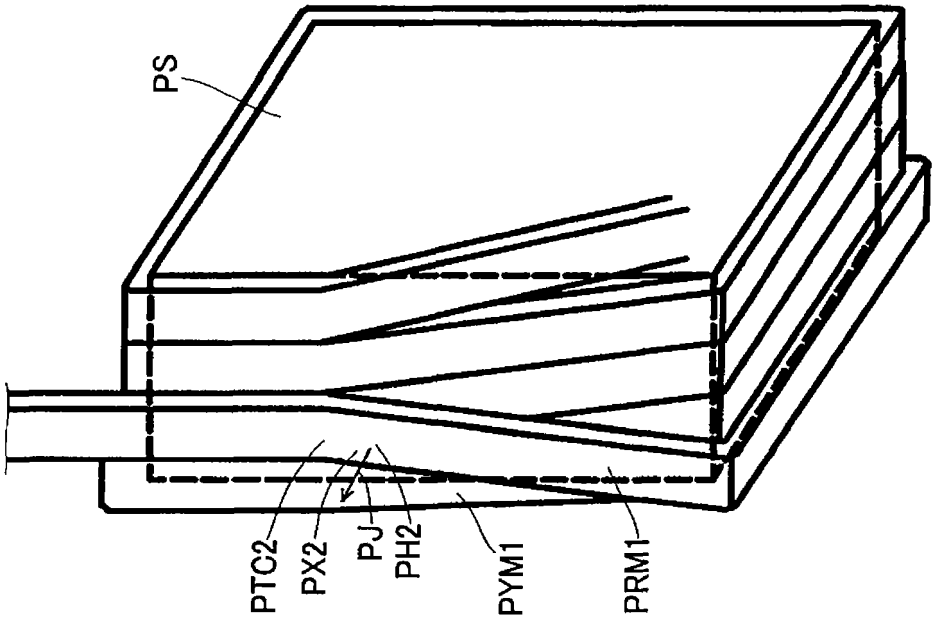


图21B

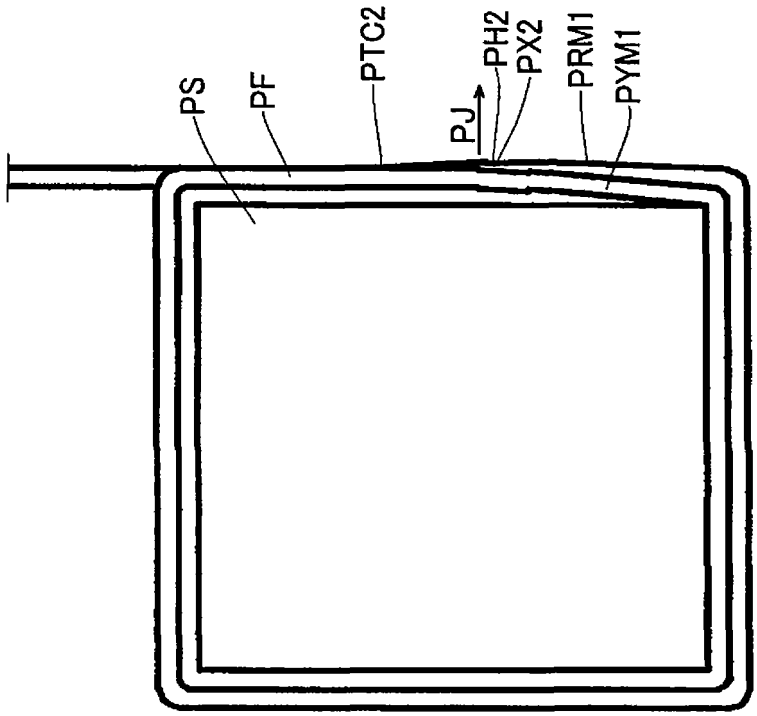


图21A

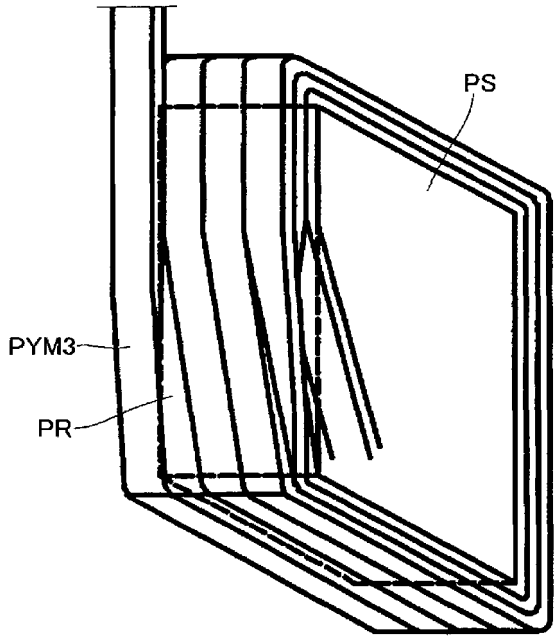


图22A

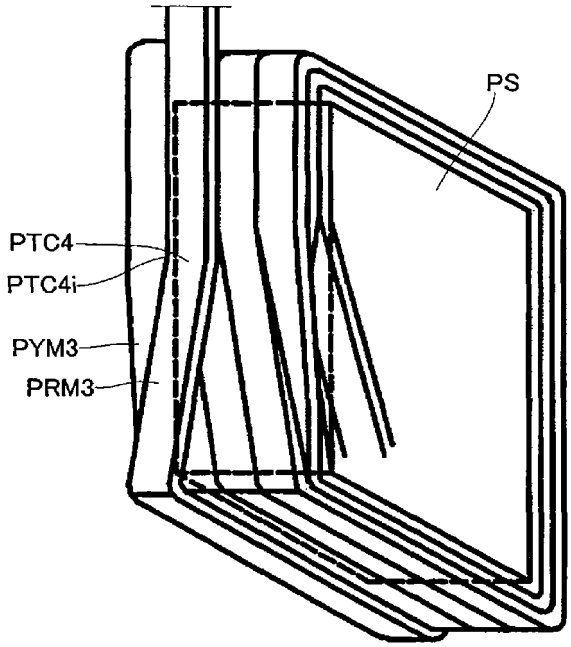


图22B

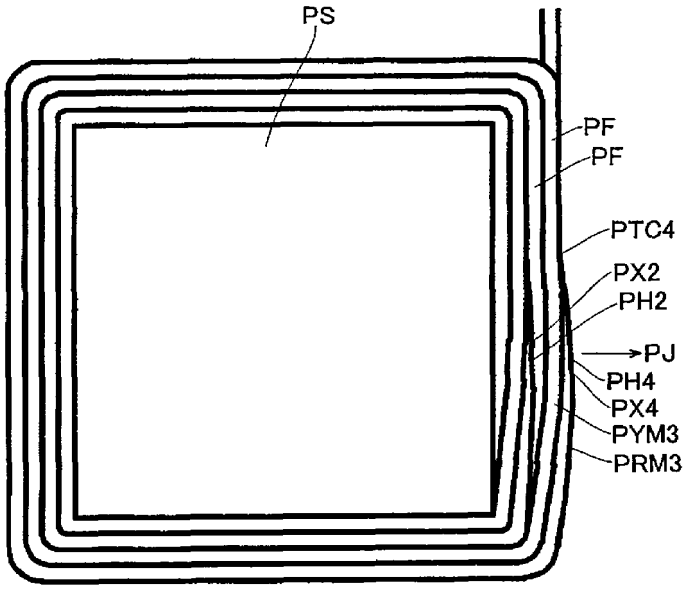

PS
PF
PF
PTC4
PX2
PH2
PJ
PH4
PX4
PYM3
PRM3

图23A

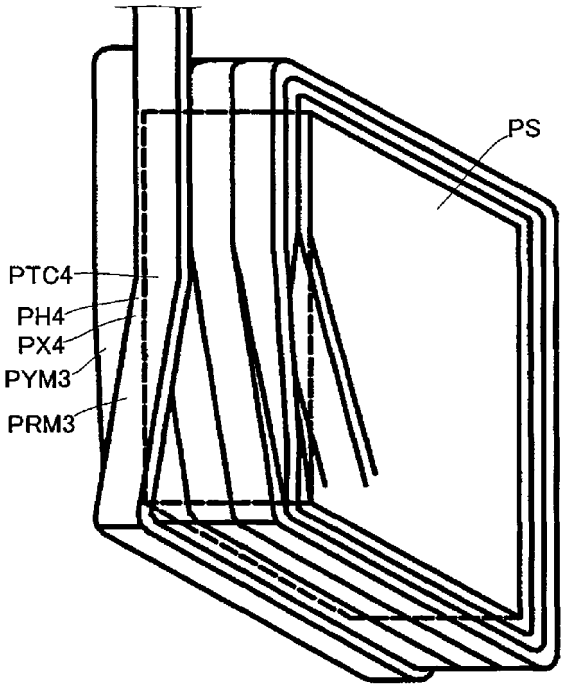

PS
PTC4
PH4
PX4
PYM3
PRM3

图23B