

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00806004.5

[43] 公开日 2002 年 5 月 8 日

[11] 公开号 CN 1348595A

[22] 申请日 2000.3.31 [21] 申请号 00806004.5

[30] 优先权

[32]1999.4.1 [33]US [31]09/283,713

[86] 国际申请 PCT/US00/08819 2000.3.31

[87] 国际公布 WO00/60619 英 2000.10.12

[85] 进入国家阶段日期 2001.10.8

[71] 申请人 密德康姆股份有限公司

地址 美国南达科他州

[72] 发明人 D·A·埃布尔

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

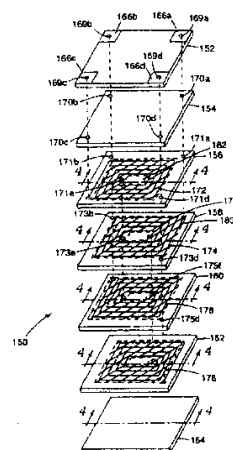
代理人 李 玲

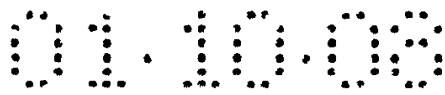
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图页数 5 页

[54] 发明名称 多层变压器器件和方法

[57] 摘要

多层变压器包括了多个带,带上具有设置在至少一层薄层上的磁芯区域,以形成变压器的磁芯。初级绕组设置在至少一层薄层上。次级绕组设置在至少一层薄层上。低磁导率的介质材料所制成的薄层设置在至少一个绕组附近。第一组多个互连通孔连接带之间的初级绕组。第二组多个互连通孔连接带之间的次级绕组。将磁通量感应从初级引入到磁芯区域。绕组之间的磁耦合和介质击穿得到改善。能够获得低成本和小体积的变压器。





权 利 要 求 书

1. 一种具有多层带状结构的变压器，其特征在于所述变压器包括：
以一个重叠一个方式重叠的多个带，其磁芯区域在接近变压器的带的中心；

初级绕组设置在至少一个带上；

次级绕组设置在至少一个带上；

连接着带之间初级绕组的第一组多个互连通孔，连接着带之间次级绕组的第二组多个互连通孔；以及

设置在带之间初级绕组和次级绕组中至少一个附近的层，所述层采用磁导率比带的低的介质材料制成，因此，在绕组之间形成磁通量的磁阻通路，引导磁通量通过磁芯区域。

2. 根据权利要求 1 的变压器，其特征在于，初级绕组和次级绕组以交错的关系设置在带上。

3. 根据权利要求 1 的变压器，其特征在于，初级绕组和次级绕组设置在相邻的带上。

4. 根据权利要求 1 的变压器，其特征在于，初级绕组和次级绕组设置在同一带上。

5. 根据权利要求 1 的变压器，其特征在于，表征初级绕组和次级绕组之间耦合的耦合系数接近于 0.95。

6. 根据权利要求 1 的变压器，其特征在于，薄层在机械和化学特性上与带相兼容。

7. 根据权利要求 1 的变压器，其特征在于，薄层被丝网印刷在初级和次级绕组上。

8. 根据权利要求 1 的变压器，其特征在于，薄层被胶涂在初级和次级绕组上。

9. 根据权利要求 1 的变压器，其特征在于，薄层是以带的形式。

10. 根据权利要求 1 的变压器，其特征在于，薄层设置在带之间的初级和次级绕组中至少一个的顶层上。

11. 根据权利要求 1 的变压器，其特征在于，薄层设置在带之间的初级

和次级绕组中至少一个的底层上。

12. 根据权利要求 1 的变压器，其特征在于，薄层是设置在带之间的初级和次级绕组中至少一个之间。

13. 一种具有多层带结构的变压器，其特征在于所述变压器包括：
以多层带形式的磁性材料；
设置在多层带形式的薄层中至少一层上的导电绕组；
设置在薄层中的多个互连通孔，以连接层之间的导电绕组；以及
设置在绕组中至少一个上的非磁性材料，非磁性材料形成在导电绕组之间流通的磁通量的磁阻路径，以致于磁通量在磁性材料的磁芯区域中流通。

14. 根据权利要求 13 的变压器，其特征在于，导电绕组以交错的关系设置在多层带形式的薄层上。

15. 根据权利要求 13 的变压器，其特征在于，导电绕组设置在相邻的带上。

16. 根据权利要求 13 的变压器，其特征在于，导电绕组设置在同一个带上。

17. 根据权利要求 13 的变压器，其特征在于，表征导电绕组之间耦合的磁耦合系数接近于 0.95。

18. 根据权利要求 13 的变压器，其特征在于，非磁性材料在机械和化学性能上与多层带的形式相兼容。

19. 根据权利要求 13 的变压器，其特征在于，非磁性材料被丝网印刷在导电绕组上。

20. 根据权利要求 13 的变压器，其特征在于，非磁性材料被胶涂在导电绕组上。

21. 根据权利要求 13 的变压器，其特征在于，非磁性材料是带形式的。

22. 一种制造多层变压器的方法，其特征在于所述方法包括：

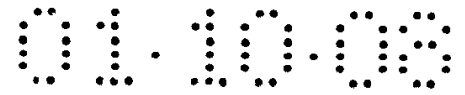
准备多层带形式的磁性材料；

将导电绕组设置在多层带形式的薄层中至少一层上；

在薄层中制作多个通孔，用于可选择性地连接导电绕组；

将非磁性材料设置在导电绕组中至少一个附近上；

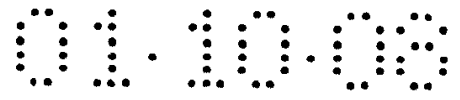
23. 权利要求 22 的方法，其特征在于，导电绕组中有一个是初级绕组，



导电绕组中有一个是次级绕组，初级和次级绕组以交错的关系设置在薄层上。

24. 权利要求 22 的方法，其特征在于，导电绕组中有一个是初级绕组，导电绕组中有一个是次级绕组，初级和次级绕组设置在同一薄层上。

25. 权利要求 22 的方法，其特征在于，非磁性材料是带的形式。



说明书

多层变压器器件和方法

发明背景

1. 发明领域

本发明涉及到多层变压器，更确切地说，涉及到能提高多层变压器内部绕组之间的磁耦合和介质击穿电压的多层变压器。

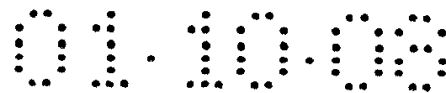
2. 相关技术的描述

多层变压器的使用是众所周知的。一般来说，多层变压器可采用以下工艺来构成。将磁性材料(如铁氧体)铸造成带。随后，将铸造的带切成薄片或薄层，并且在每个带状薄层的所要求位置上制作通孔，以便于形成导电的通路。将导电胶依次设置在带状薄层的表面上并制成端头连接通孔的螺旋线绕组。随后，经适当调整对齐，将一些具有相同导电绕组的带状薄层通过通孔重叠在一起，以制成多绕组变压器的结构。经检验后，通过加热和加压力将这些薄层结合在一起。接着，把这种结构送入烧结炉烧结，制成结构相同的叠片式铁氧体变压器。采用上述工艺，可以通过在铁氧体薄层表面上制作一组通孔和导电绕组方法来同时制作许多变压器。在烧结的前后，变压器都是单个的。图 1-2 显示了采用上述工艺制成的传统铁氧体变压器的例子。

然而，采用上述工艺所制成的变压器结构，其磁导率在整个多层结构中都是均匀的。由导电绕组所产生的一部分磁通量贯穿相邻的绕组。例如，在初级绕组和次级绕组是以交错关系设置在不同薄层上的结构中，不是所有的由初级绕组所产生的磁通量都贯穿次级绕组。这就在初级绕组和次级绕组之间产生了无效的磁链。在初级绕组和次级绕组之间的磁链的效率可以由磁耦合系数来确定。一般来说，初级和次级绕组之间的磁耦合系数定义为：

$$\sqrt{\frac{L_{pri} - L_{leak}}{L_{pri}}}$$

式中 L_{pri} 表示为初级磁感应系数， L_{leak} 表示为当次级绕组短路时在初级绕组上所测得的磁感应系数。经验已经确定该耦合系数是绕组之间相互接近距离



的函数。具有均匀磁导率的变压器(如图 1 和 2 所示)的磁耦合系数为 0.83。

尽管相邻薄层的绕组之间的空间越小就可以得到越高的磁耦合系数，但是，铁氧体薄层的厚度必须满足能承受在绕组之间不发生介质击穿的最低电压。例如，典型的 NiZn 铁氧体材料的厚度需要大于 7 密耳才能承受 2400V 的交流电压。

为了得到高的磁耦合系数，另一种方法已在美国专利 5,349,743 中提出。专利'743 报导了制作器件的方法以及为了确定好提高磁耦合的磁芯区域而使用两种不同材料来限制磁通量通路的方法。然而，由于需要制作器件以及采用与带材料不相同的材料来填充器件，因此这种方法就显得非常昂贵并且限制了变压器的小型化。

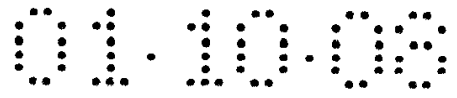
于是，在改进的多层变压器的技术方面就提出了绕组间具有较高磁耦合的要求。同样，在低成本和小体积，在自动加工中的可靠的批量生产，以及在满足规定的安全要求等方面，对改进的多层变压器也提出了类似的要求。

发明概要

为了克服上述所讨论的现有技术的限制，以及克服在阅读和理解目前的技术规范时会变得十分突出的一些其他限制，本发明提供了在不影响电绝缘特性下提高磁耦合的多层变压器的方法和器件。

本发明提供了一种比具有较高磁导率的带更薄、但是能可以与其在机械和化学性能上相兼容，且具有低磁导率的介质材料的薄层。这种薄层可以设置在导电绕组上面、下面或在绕组之间。可以理解到，这种薄层可以丝网印刷或涂胶在带上。这种薄层在结构中会产生不同磁导率的区域。为了能在丝网区域中选择较低的铁氧体磁导率，薄层中的介质材料在烧结过程中也与铁氧体的带产生化学反应。低的磁导率介质材料可为绕组间的磁通量提供高的磁阻路径，于是，就增加了在所要求的磁芯体积中产生的磁通量能以更短的距离在绕组之间通过。因此，在所有的初级和次级绕组之间就会产生更多的磁链，也就更明显地提高了磁耦合系数。

在本发明的一个实施例中，具有多层带状结构的变压器包括由一层重叠一层的多个带，其中，磁芯区域接近于变压器的带的中心，初级绕组设置在带中至少一个上，次级绕组也是设置在带中至少一个上，连接着带之间的初级绕组



的第一组多个互连通孔，连接着带之间的次级绕组的第二组多个互连通孔，以及设置在带之间的初级和次级绕组中至少一个附近的薄层，所述薄层是由磁导率比带的磁导率更低的介质材料制成，对绕组之间磁通量形成高的磁阻路径，使得磁通量流动在磁芯区域中最大。

此外，在本发明的一个实施例中，初级绕组和次级绕组是以交错的关系设置在带上。

还有，在本发明的一个实施例中，初级绕组和次级绕组是设置在相邻的带上。

还有，在本发明的一个实施例中，初级绕组和次级绕组是设置在同一个带上。

同样，在本发明的一个实施例中，薄层与带在机械和化学性能上相兼容。

此外，在本发明的一个实施例中，薄层被丝网印刷在初级和次级绕组上。

此外，在本发明的一个实施例中，薄层被涂在初级和次级绕组上。

还有，在本发明的一个实施例中，薄层是带状形式。

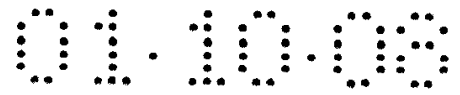
本发明的优点之一是初级绕组和次级绕组之间的磁耦合得到了明显的提高。本发明中的磁耦合系数能够接近达到 0.95。

在本发明中，配制低磁导率的介质材料（即薄层），比传统铁氧体材料（如，NiZn 铁氧体材料）具有更高的介电电压/密耳比，用于制作带状薄层。因此，本发明的另一个优点是允许在带的厚度上整体缩小到要求满足的介质测试电压，由此使每个变压器尽可能少地使用整体材料。

本发明的第三个优点是制造的低成本。在批量生产中，丝网印刷工艺要比制作器件的其它工艺快得多。丝网一般也比制作器件的其它工具的成本要低得多。除之以外，小的器件的加工尺寸和速度的限制实际上是带状薄层，相反，具有良好精细的丝网的制造并不是十分昂贵。较薄的铁氧体带状薄层也降低了整个变压器的高度和/或宽度。

本发明也提供了构造多层变压器的方法，它包含的步骤有：制作多层带状形式的磁性材料，在多层带状薄层中至少一个上设置导电绕组，在薄层上制作多个通孔，用于选择性地连接导电绕组，以及在导电绕组中至少一个附近设置非磁性材料。

在本文件所附的权利要求以及其它部分中将详细地描述本发明的上述以



及其它各种具有新颖性的优点和性能。然而，为了较好地理解本发明、本发明的优点以及它的使用所能得到的目的，可以从本文件其它部分的附图以及所讨论的材料中得到参考，在这些附图和材料中都有用来说明和讨论本发明的器件的具体例子。

附图的简述

现在参照附图，在整套附图中，用同一参考数字来表示所对应的部分。

图 1 是说明一个常规多层变压器的分解图。

图 2 是说明沿着图 1 中 2-2 线的常规多层变压器的剖面图。

图 3 是说明依据本发明一个实施例的多层变压器的分解图。

图 4 是说明沿着图 3 中 4-4 线的多层变压器的剖面图。

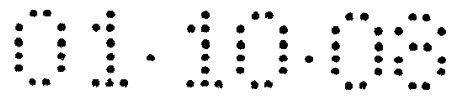
图 5 是说明依据本发明另一个实施例的多层变压器的剖面图。

较佳实施例的详细描述

本发明提供了一种在不影响变压器的介质绝缘性能的条件下提高其磁耦合的多层变压器的方法和器件。

本发明提供了一种比具有较高磁导率的带更薄，并能与其在机械和化学性能上相兼容，具有低磁导率的介质材料的薄层。这种薄层可以设置在导电绕组上面，下面，或在绕组之间。薄层在结构中可产生具有不同磁导率的区域。薄层中的介质材料在烧结过程中也与铁氧体的带产生化学反应，以便于在丝网区域中选择较低的铁氧体磁导率。低的磁导率的介质材料为绕组之间的磁通量形成高的磁阻路径，于是，增加了所要求的磁芯体积中产生的磁通量能以短的距离在绕组之间通过。因此，在所有的初级和次级绕组之间就产生了更多的磁链，也就更明显地提高了磁耦合系数。

在图 3-5 所示的较佳实施例中，显示了具有多层带状结构的变压器。变压器具有将设置在带中至少一些上的绕组重叠在一起的带。绕组采用互连通孔在带之间连接。变压器还包括丝印或涂胶在绕组中至少一些上的薄层。这种薄层由磁导率比带的磁导率更低的介质材料所制成，因此，对在相邻带的绕组之间的磁通量形成了高的磁阻路径。从而，提高了初级绕组和次级绕组之间的磁链，也能获得更高磁耦合系数。



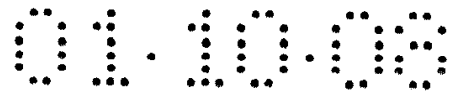
在随后的较佳实施例的描述中，可以参照本文中的附图。这些附图都说明了本发明可以实现的具体实施例。应该理解到：可以利用其它实施例和结构上的变化都没有离开本发明的范围。

在图 1 中，传统的多层变压器是由盖帽(顶层)102，薄层 104，分别具有初级绕组 110, 122 和 126 的初级绕组层 106，分别具有次级绕组 112, 124 和 128 的次级绕组层 108，低罩(底层)114，以及导电通孔 119a, 119b, 119c, 119d, 120a, 120b, 120c, 120d, 121a, 121b, 121c, 121d, 121e, 123b, 123d, 123e, 123f, 125d 和 125f。多层变压器 100 的顶层 102 包括了四个端头焊点 116a-d 和四个导电通孔 119a-d。两个端头焊点 116b, c 分别连接初级绕组的起始引线和初级绕组的结束引线。另外两个端头焊点 116a, d 分别连接次级绕组的起始引线和次级绕组的结束引线。

初级绕组层 106, 110 和次级绕组层 108, 112 以交错的关系相互重叠。初级绕组 122 通过通孔 119c 和 120c 与端头焊点 116c 相连, 通过通孔 121e 和 123e 与初级绕组 126 相连。初级绕组 126 通过通孔 123b, 121b, 120b 和 119b 与端头焊点 116b 相连。同样，次级绕组 124 通过通孔 119a, 120a 和 121a 与端头焊点 116a 相连，通过通孔 123f 和 125f 与次级绕组 128 相连。次级绕组 128 通过通孔 125d, 123d, 121d, 120d 和 119d 与端头焊点 116d 相连。

图 2 是说明图 1 中沿着 2-2 线的局部剖面图。在该结构中，影线方框表示初级绕组 122 和 126 的匝数，而空白方框则表示次级绕组 124 和 128 的匝数。在整个多层变压器 100 中，铁氧体的磁导率都是相同的。一些磁力线 129a-f 贯穿在绕组之间。铁氧体薄层的厚度必须足以防止绕组之间的介质击穿。

在图 3 中，显示了依据本发明所较佳实施例的多层变压器 150。本发明的结构组成有：盖帽(顶层)152，薄层 154，分别具有初级绕组的 160, 172 和 176 的初级绕组层 156，分别具有次级绕组的 162, 174 和 178 的次级绕组层 158，低罩(底层)164，以及导电通孔 169a, 169b, 169c, 169d, 170a, 170b, 170c, 170d, 171a, 171b, 171d, 171e, 173b, 173d, 173e, 173f, 175d 和 175f。多层变压器 150 的顶层 152 可以包括四个端头焊点 166a-d 和四个导电通孔 169a-d。两个端头焊点 166b、c 分别连接初级绕组的起始引线和初级绕组的结束引线。另两个端头焊点 166a、d 分别连接次级绕组的起始引线和次级绕组的结束引线。初级绕组层 156, 160 和次级绕组层 158, 162 以交错的关系相互重

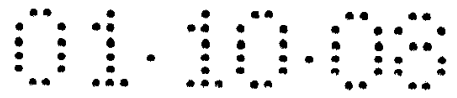


叠。初级绕组 172 通过通孔 169c 和 170c 与端头焊点 166c 相连,通过通孔 171e 和 173e 与初级绕组 176 相连。初级绕组 176 通过通孔 173b, 171b, 170b 和 169b 与端头焊点 166b 相连。同样, 次级绕组 174 通过通孔 169a, 170a 和 171a 与端头焊点 166a 相连, 通过通孔 173f 和 175f 与次级绕组 178 相连。次级绕组 178 通过通孔 175d, 173d, 171d, 170d 和 169d 与端头焊点 166d 相连。在初级绕组和次级绕组 172, 174, 176 和 178 上, 将低磁导率介质材料制成的薄层丝印或胶涂在绕组上的。(如图 3 所示的影线区域)。薄层可以设置在初级和次级绕组的上面, 或在初级和次级绕组的下面, 或在初级和次级绕组之间。这种低磁导率介质材料在机械和化学性能上与较高磁导率的铁氧体带是相互兼容的。在烧结的过程中, 低磁导率介质材料也与铁氧体带产生化学反应, 选择性地降低丝印区域中的铁氧体磁导率。因此, 在每个绕组带上可以获得不同磁导率的区域。薄层 180 为相邻的初级和次级绕组 172, 174, 176 和 178 的磁通量构成了高的磁阻路径, 从而增加了所要求的磁芯区域 182 中的磁通量, 该区域在变压器的带的中心位置附近。在初级绕组匝数和次级绕组匝数之间产生更多的磁链。从而, 磁耦合系数得到明显提高。变压器 150 的磁耦合系数能够接近达到 0.95。此外, 用于制成薄层 180 的低磁导率介质材料可配制成具有比形成带状层所使用的 NiZn 铁氧体更高的介电伏特/密耳比率。从而, 能够减小满足电压所要求的带厚度。

图 4 说明了图 3 中沿着 4-4 线的局部剖面图。在图 4 中, 影线方块表示初级绕组 172 和 76 的匝数, 空白方块表示次级绕组 174 和 178 的匝数, 薄层 180 采用虚线来表示。阻止磁通量 184 泄漏到绕组之间的区域, 而通过所需的磁芯区域 182。可以理解到, 绕组的匝数可以根据需要而变化的。也可以理解到, 在本发明中, 绕组的形状和尺寸也是可以变化的。

图 5 显示了根据本发明另一个实施例的变压器 190。在图 5 中, 初级绕组和次级绕组都是设置在每个绕组薄层 192 上。如图 5 所示, 影线方块 194 表示初级绕组的匝数, 空白方块 196 表示次级绕组的匝数。由虚线所包围的区域 198 是采用低磁导率介质材料制成的薄层。迫使磁通量 200(简化为单根磁力线)进入所需的磁芯区域 202。阻止磁通量 200 泄漏到绕组之间的区域。变压器 190 已经提高了磁耦合和绕组之间的介质击穿电压。

当制作多层变压器, 如图 3 和 4 所示的 150 时, 首先制备多层带状形式的



磁性材料。将导电绕组印在一些带上。为了带之间的初级绕组和次级绕组的互连，制作一些导电通孔。将低磁导率介质材料的薄层丝网印刷或胶涂在具有导电绕组的带中至少一个上。利用加热和加压力，经过适当的调整后使带结合在一起，形成一个多层变压器。

这里所使用的术语非磁性材料是指其磁性导磁率要比在器件中所使用的磁性材料的磁性导磁率低得多的材料。

在上述变压器中，磁性耦合系数能够接近达到 0.95。可以意识到：磁耦合可以进一步地提高，在本发明的范围中，这主要取决于所要求材料的指标。

变压器的顶层和依次各层都可采用带状形式的铁氧体材料制成。例如，带的材料可以是低温烧结的陶瓷(LTCC)或高温烧结的陶瓷(HTCC)。

可以意识到：可以同时生产大量的变压器。为了大量的变压器的批量生产可以采用制作一系列通孔，导电绕组，和在磁性材料(如铁氧体材料)薄片上的低磁导率的薄层来迅速实现。在烧结的前后，每个的变压器都可以是单独的。

也可以意识到：当对本专业熟悉后，会对本生产过程和结构产生许多不脱离本发明精神的改进。例如，薄的低磁导率薄层可以设置在每个绕组上面。

以上所述的讨论，阐明了本发明较佳实施例，但它只是用以说明和描述的目的。而不是试图作详尽的论述或将本发明限制在所揭示的准确形式中。鉴于以上讨论，许多改进和变化都是可能的。本发明的范围并没有受到上述详细描述的限制以及本文件所附的权利要求的限制。

说明书附图

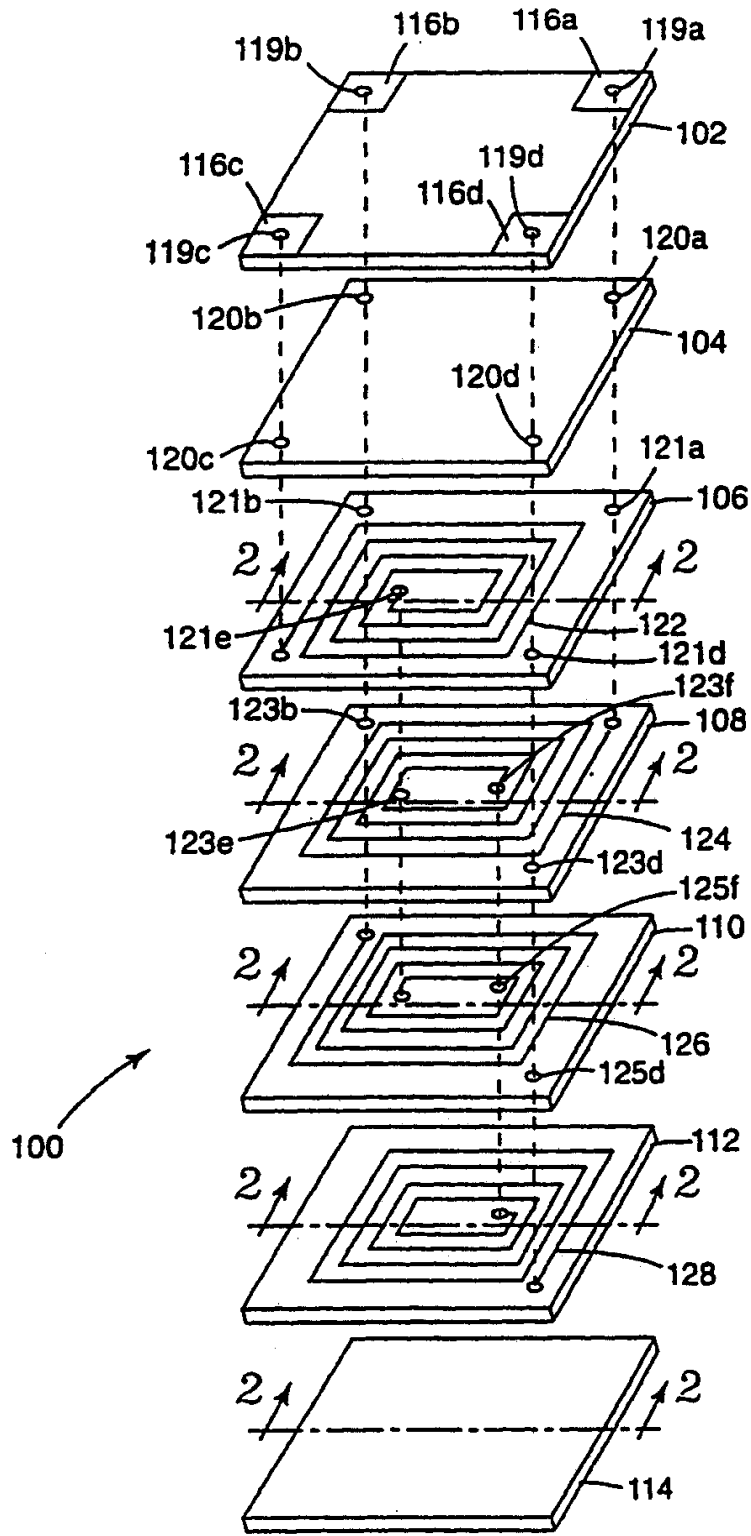
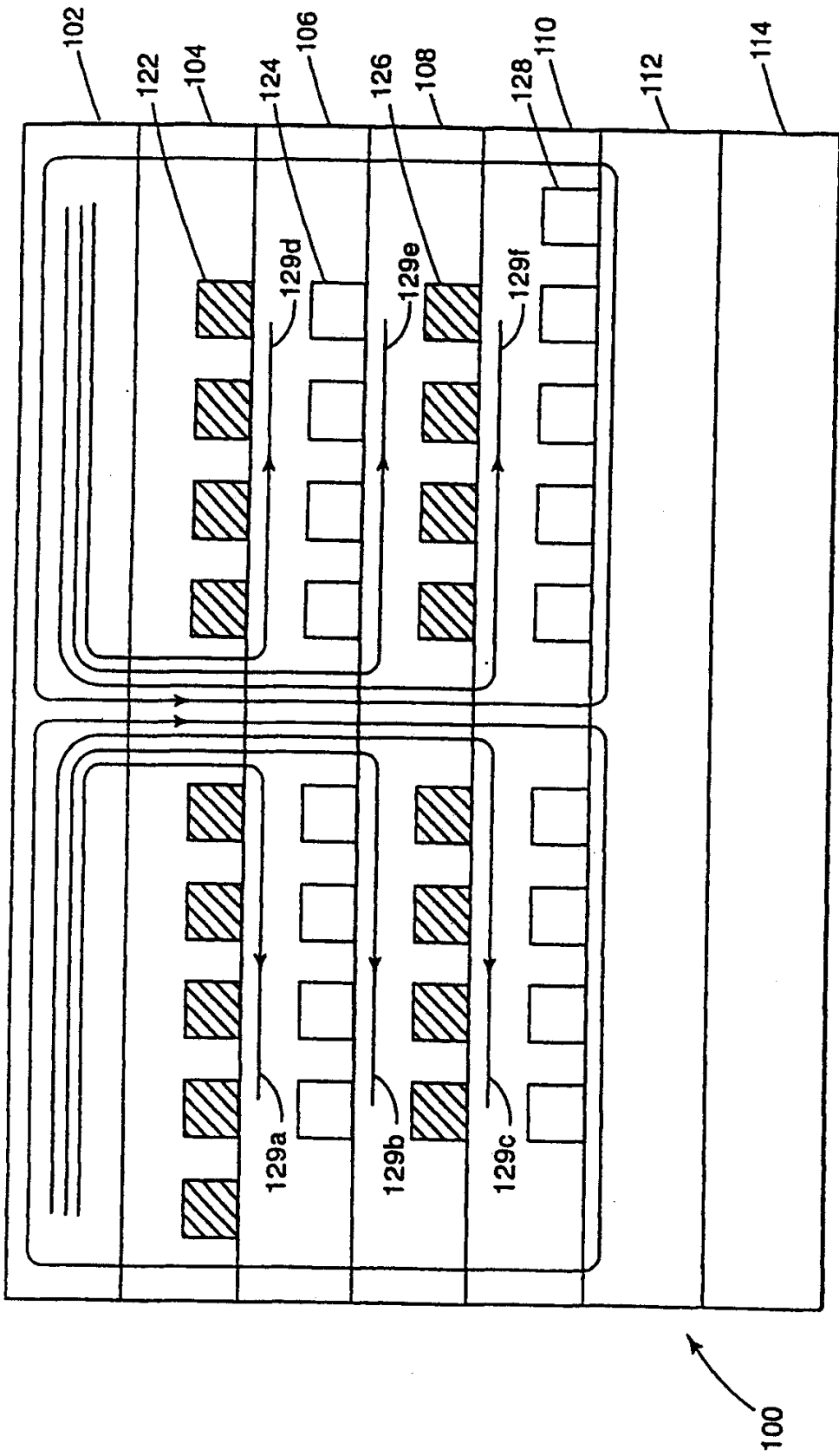


图 1



2

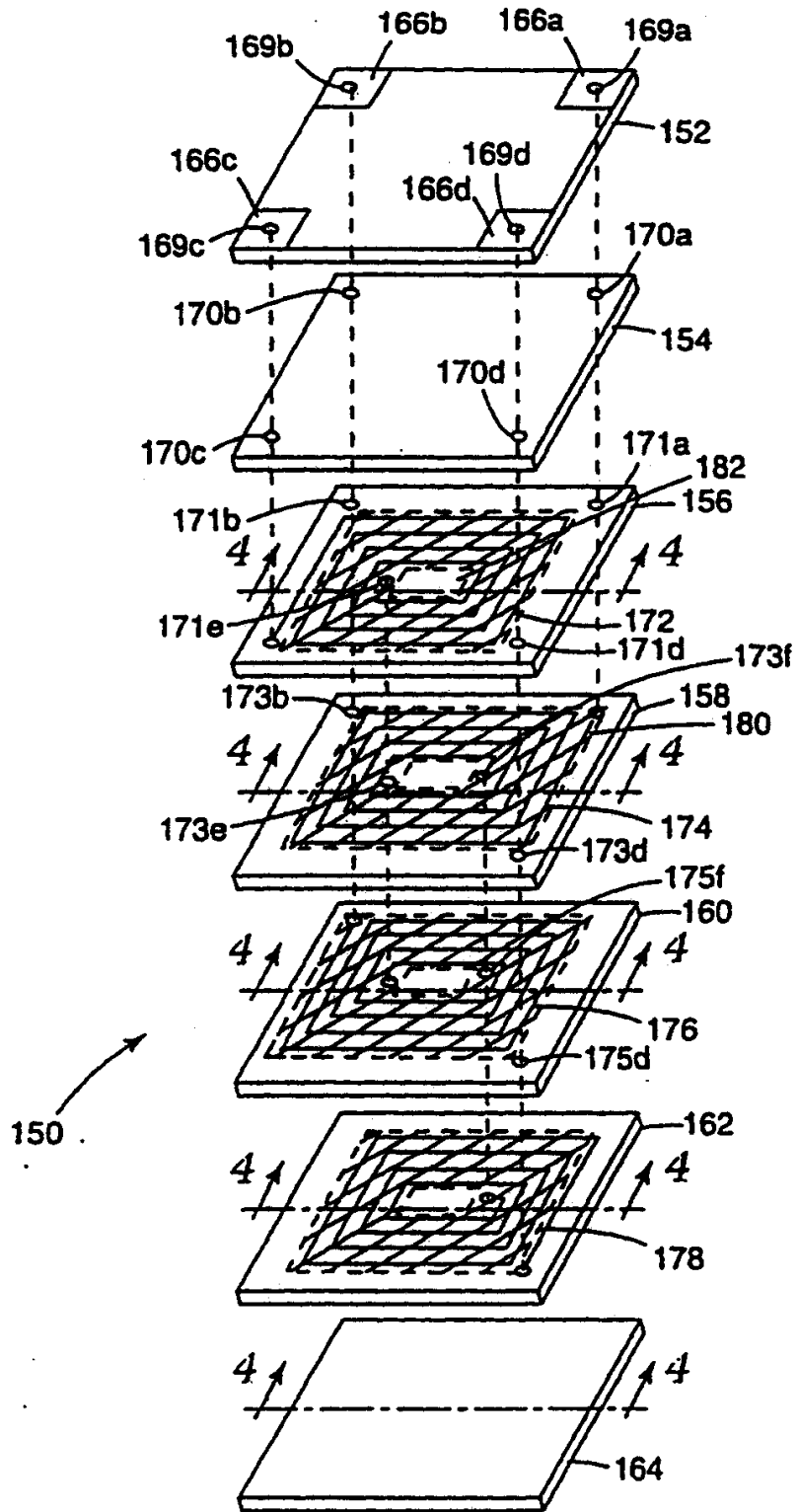
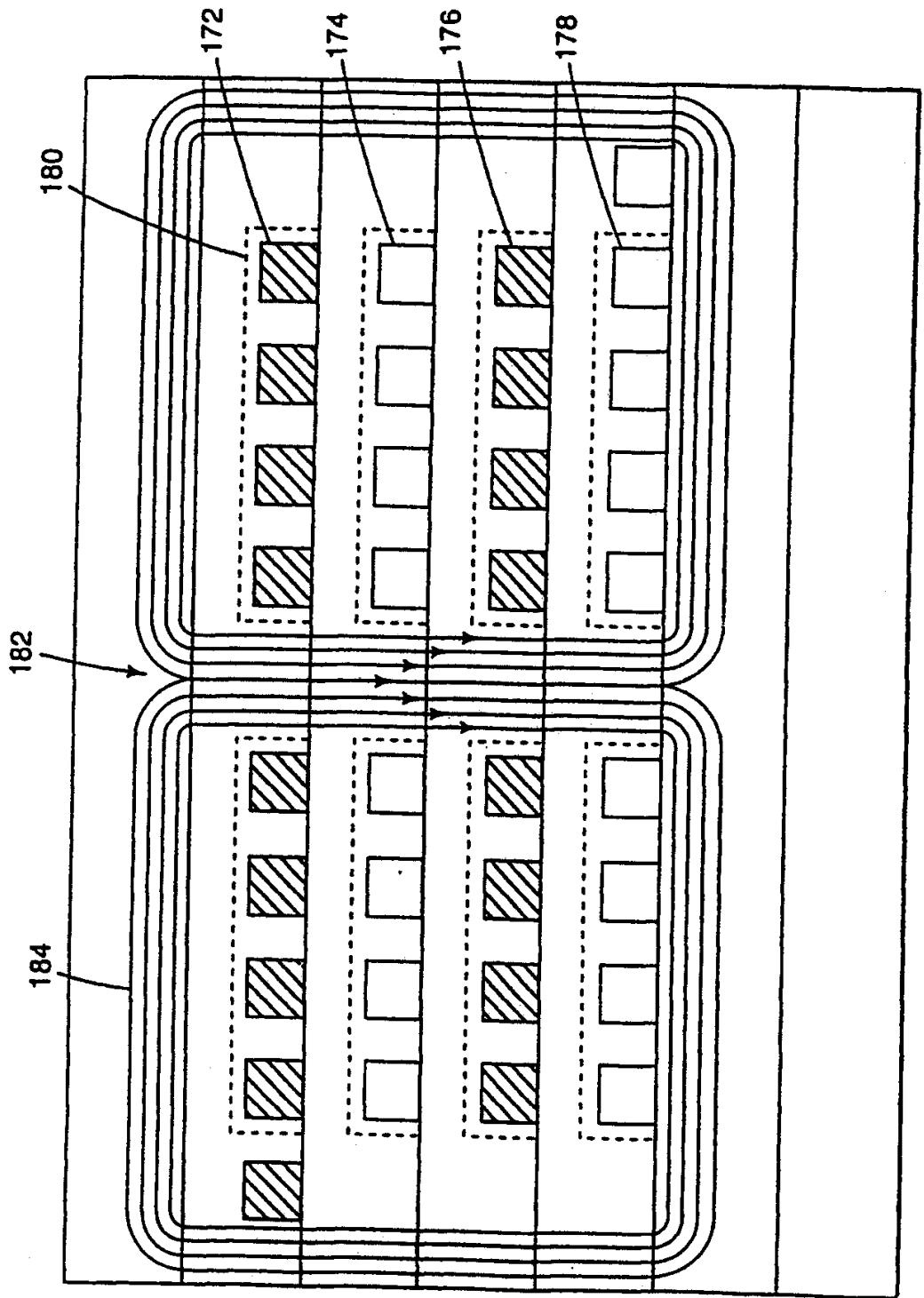


图 3



4

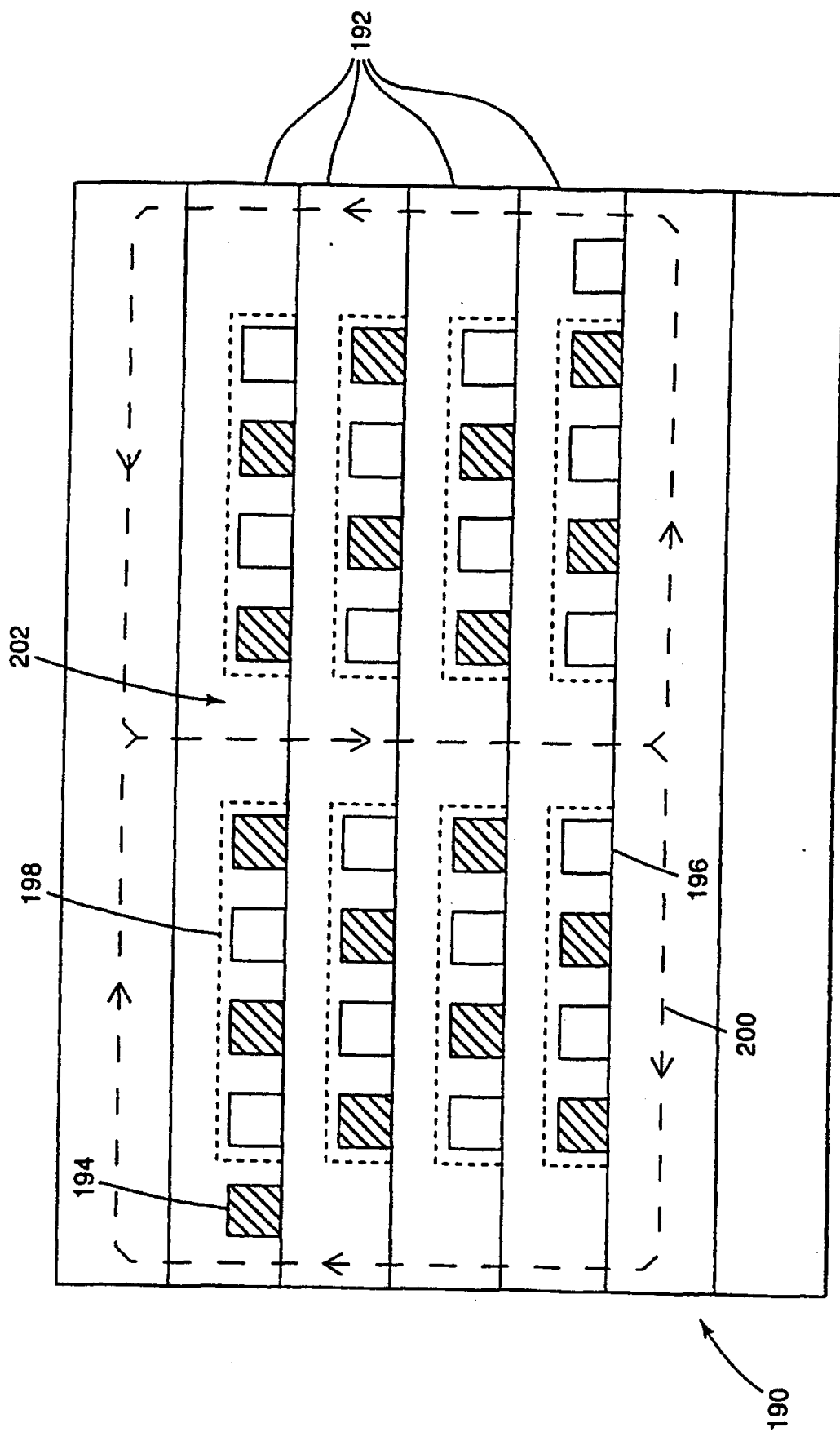


图 5