

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

H01F 27/00 (2006.01)

H01F 27/24 (2006.01)

H01F 27/28 (2006.01)

专利号 ZL 200510125786.0

[45] 授权公告日 2009年7月8日

[11] 授权公告号 CN 100511503C

[22] 申请日 2001.9.24

[21] 申请号 200510125786.0

分案原申请号 01816181.2

[30] 优先权

[32] 2000.9.22 [33] US [31] 60/234,636

[32] 2000.9.27 [33] US [31] 60/237,356

[73] 专利权人 M - 福来克斯多精线电子学公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 P·A·哈丁

[56] 参考文献

EP0756298A2 1997.1.29

US5126714A 1992.6.30

US5532667A 1996.7.2

US5392020A 1995.2.21

审查员 李 莉

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 赵蓉民

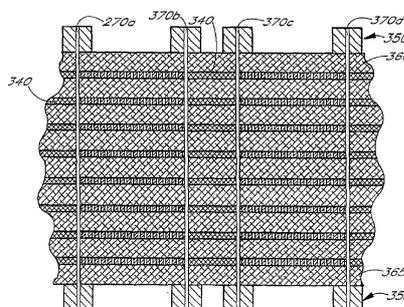
权利要求书5页 说明书12页 附图17页

[54] 发明名称

电子变压器/电感器器件及其制造方法

[57] 摘要

本发明涉及优选由铁磁材料构成电感元件的方法，如用作制造 PCB 或 FLEX 的集成部分的电感器、扼流器和变压器。在一个优选实施例中，贯穿铁磁基底(50)形成孔(56, 58)并用导电材料镀覆。这些孔的设置以及后面的设计将在其中形成该器件的介质平面内形成电感元件；该基底(50)用于磁芯(90)。通过采用这种方案，电感元件可以最小化到与用于集成电路(IC)的现代表面安装技术(SMT)的需求相容的物理尺寸。这种工艺还允许这些元件采用大批量生产技术制造，由此避免在制造工艺期间需要操纵单个器件。在另一优选实施例中，在基底(330)上刻蚀一系列薄的、同心的高导磁率的环(315)，以便提供具有最小涡流效应的高导磁率变压器和电感器。



1、一种具有最小涡流效应的小型电感器，其包括：

在一个绝缘基底上形成的、具有共同中心的多个铁磁金属环，每个所述环具有一个闭合路径，并在所述基底上形成紧密排列的、窄的连续磁芯段的图形；

多个所述基底的各层一个一个地堆叠在一起，且每层上的磁芯图形对准，所述磁芯图形由绝缘材料分开。

2、根据权利要求 1 所述的小型电感器，其中所述基底是印制电路板。

3、根据权利要求 1 所述的小型电感器，其中所述基底是柔性电路板。

4、根据权利要求 1 所述的小型电感器，进一步包括靠近所述环的导电穿孔，以提供所述电感器的绕组。

5、根据权利要求 4 所述的小型电感器，其中所述穿孔位于所述环的中心内以及所述环之外。

6、根据权利要求 1—5 中任一项所述的小型电感器，其中所述环被形成在所述基底的两侧上。

7、根据权利要求 1 所述的小型电感器，其中所述环是正方形的。

8、根据权利要求 1 所述的小型电感器，其中所述环是矩形的。

9、根据权利要求 1 所述的小型电感器，其中被用来刻蚀所述环的所述基底的厚度为 0.0005 英寸到 0.010 英寸。

10、根据权利要求 1 所述的小型电感器，其中所述环的宽度为 0.002 英寸到 0.003 英寸。

11、一种具有最小涡流效应的变压器，其包括：

在一个绝缘基底上形成的、具有共同中心的多个铁磁金属环，每个所述环具有一个闭合路径，并在所述基底上形成紧密排列的、窄的连续磁芯段的图形；

多个所述基底的各层一个一个地堆叠在一起，且每层上的磁芯图形对准，所述磁芯图形由绝缘材料分开。

12、根据权利要求 11 所述的变压器，其中所述基底是印制电路板。

13、根据权利要求 11 所述的变压器，其中所述基底是柔性电路板。

14、根据权利要求 11 所述的变压器，进一步包括靠近所述环的导电穿孔，以提供所述变压器的绕组。

15、根据权利要求 14 所述的变压器，其中所述穿孔位于所述环的中心内以及所述环之外。

16、根据权利要求 11—15 中任一项所述的变压器，其中所述环被形成在所述基底的两侧上。

17、根据权利要求 11 所述的变压器，其中所述环是正方形的。

18、根据权利要求 11 所述的变压器，其中所述环是矩形的。

19、根据权利要求 11 所述的变压器，其中被用来刻蚀所述环的所述基底的厚度为 0.0005 英寸到 0.010 英寸。

20、根据权利要求 11 所述的变压器，其中所述环的宽度为 0.002 英寸到 0.003 英寸。

21、一种制造权利要求 1 所述的、具有最小涡流效应的小型电感器的方法，其包括：

在一个绝缘基底上提供一个铁磁金属片；

将所述铁磁片的一些部分刻蚀掉，以在所述绝缘基底上形成多个具有共同中心的铁磁金属环，所述环具有一个闭合路径，并在所述绝缘基底上形成紧密排列的、窄的连续磁芯段的图形；

将多个所述绝缘基底一个一个地堆叠在一起，并使每个绝缘基底上的磁芯图形对准，所述磁芯图形由绝缘材料分开。

22、根据权利要求 21 所述的方法，其中所述基底是印制电路板。

23、根据权利要求 21 所述的方法，其中所述基底是柔性电路板。

24、根据权利要求 21 所述的方法，进一步包括在所述多个绝缘基底的顶部和底部上提供导体。

25、根据权利要求 21 所述的方法，进一步包括形成靠近所述环的

导电穿孔，以提供所述电感器的绕组。

26、根据权利要求 25 所述的方法，其中所述穿孔被定位在所述环的中心内以及所述环之外。

27、根据权利要求 21—26 中任一项所述的方法，其中所述环被形成在所述基底的两侧上。

28、根据权利要求 21 所述的方法，其中所述环是正方形的。

29、根据权利要求 21 所述的方法，其中所述环是矩形的。

30、根据权利要求 21 所述的方法，其中被用来刻蚀所述环的所述基底的厚度为 0.0005 英寸到 0.010 英寸。

31、根据权利要求 21 所述的方法，其中所述环的宽度为 0.002 英寸到 0.003 英寸。

32、一种制造权利要求 11 所述的、具有最小涡流效应的变压器的方法，其包括：

在一个绝缘基底上提供一个铁磁金属片；

将所述铁磁片的一些部分刻蚀掉，以在所述绝缘基底上形成多个具有共同中心的铁磁金属环，所述环具有一个闭合路径，并在所述绝缘基底上形成紧密排列的、窄的连续磁芯段的图形；

将多个所述绝缘基底一个一个地堆叠在一起，并使每个绝缘基底上的磁芯图形对准，所述磁芯图形由绝缘材料分开。

33、根据权利要求 32 所述的方法，其中所述基底是印制电路板。

34、根据权利要求 32 所述的方法，其中所述基底是柔性电路板。

35、根据权利要求 32 所述的方法，进一步包括在所述多个绝缘基底的顶部和底部上提供导体。

36、根据权利要求 32 所述的方法，进一步包括形成靠近所述环的导电穿孔，以提供所述变压器的绕组。

37、根据权利要求 36 所述的方法，其中所述穿孔被定位在所述环的中心内以及所述环之外。

38、根据权利要求 32—37 中任一项所述的方法，其中所述环被形成在所述基底的两侧上。

39、根据权利要求 32 所述的方法，其中所述环是正方形的。

40、根据权利要求 32 所述的方法，其中所述环是矩形的。

41、根据权利要求 32 所述的方法，其中被用来刻蚀所述环的所述基底的厚度为 0.0005 英寸到 0.010 英寸。

42、根据权利要求 32 所述的方法，其中所述环的宽度为 0.002 英寸到 0.003 英寸。

电子变压器/电感器器件及其制造方法

发明领域

本发明涉及电感元件及这些部件的制造方法。

发明背景

电感元件通常是采用铁磁芯和绝缘电线的线圈制造的。铁磁芯通常是环形芯、棒状芯、或由 E 下部形状的铁磁部分和连接 E 的三个腿的铁磁帽构成的组件，如图 1 所示。

环形和棒状芯被绝缘铜线手动或自动缠绕，形成变压器的大量多匝线圈或电感器的单线圈。然后通常将该组件封装以保护铜线。电路接点按照应用需要而通过电线的焊接端形成。这个方案由于操作单个部件而具有高的劳动力成本。还有电子参数的很大的可变性，如漏电感、分布和绕组间电容、和由于很难实现铜线的准确定位而造成的线圈之间的共态失衡。

图 1 的 E 形和包封盖组件按照需要通过围绕 E 的腿手动或自动缠绕铜绝缘线制成为电感元件。在原位粘接或夹住帽并最后封状完成这个子组件。同样，电路接点借助电线的焊接端按照应用的需要而制成。不仅这种器件具有环形和棒状芯的限制，如上所述，而且一般是体积较大的器件。由于帽是分离器件，因此磁通路具有在 E 和帽之间的非铁磁间隙电阻，因而减小了变压器的效率。

如图所示构成的功率变压器还具有以下缺点：由线圈中的电阻损失产生的热量不容易散去，因为 E 芯和帽将这些线圈和散热片分隔开了。

发明概述

本发明的优选实施例提供电感器和变压器以及制造这些器件的方法，本发明提供了优于现有技术状态的显著优点。根据本发明连接的这些电感器和变压器在电子、无线电通信和计算机领域具有大量应用。在下述一个优选实施例中，矩形铁磁材料片被封闭在印制电路之间。在制造期间从片的顶面到片的底面钻成或形成多个穿孔（通路），孔的数量对应所希望的绕线的匝数。本实施例利用安培定律以非常新颖的方式在电路板内形成变压器、电感器等而不是采用或组装与电路板分立的电感器件。这样，绕线不是绝缘的电线。而且，穿过片的孔通过孔镀或类似技术而获得电导性并与封装该片的印制电路电连接。镀覆穿孔的图形和印制电路形成电感器和变压器绕线，并且电感器和变压器的芯是被钻孔或形成的铁磁材料片。这个实施例提供相当大的改进，特别是在制造高频电感器和变压器时。

在下述另一优选实施例中，电感器或变压器的芯包括由支撑在合适基底如柔性电路（FLEX）或印制电路板（PCB）上的薄同心铁磁金属环的多层系列形成。靠近这些同心环芯的穿孔提供与印制电路的电连接以提供电感器和变压器绕线。这个实施例使得可以制造具有最小涡流效应的高导磁率电感器和变压器。如此构成的电感器和变压器在微小低频电源供应方面有特殊应用。

除了上述优点之外，优选实施例具有大量附加的显著优点。这些优点包括：优异的散热性能，更易实现的外部连接以简化电连接，较短的磁通路径以提高磁性能，更简单的制造，更高度集成的互连，较小的电感器件，良好的性能和优异的可重复制造性。

附图简要说明

总之，通过参照附图的详细说明，对于本领域普通技术人员来说很

容易理解本发明的一般原理和基本特征以及优点、某些优选实施例及其改型，其中：

图 1 是具有匹配铁磁帽的现有技术铁磁 E 芯的概念性的示意图；

图 2A 是传统环形变压器的顶视图；

图 2B 是传统变压器的侧视图；

图 3A 是表示“虚拟”环形变压器的顶视图；

图 3B 是图 3 的虚拟变压器的侧视图；

图 4 表示虚拟变压器的另一优选实施例的顶视图；

图 5 表示层叠到 FLEX 的大面片上的 70 个磁芯阵列的示意图，其中为显示单个磁芯而除去了顶部 FLEX 层；

图 6 是表示层叠到单个磁芯片的顶部和底部 FLEX 的放大侧视图；

图 7 表示单个片中的一个穿孔的剖面图；

图 8 表示具有安装了 25 个芯的 25 个孔的阵列的 PCB 胶片 (prepreg) 的例子；

图 9 是表示层叠到磁芯的顶部和底部 PCB 的单个磁芯的放大的侧视图；

图 10 表示单个铁磁片中的一个穿孔的放大剖面图；

图 11 是用丝网印刷导电膏填充的穿孔的放大剖面图；

图 12 表示通过提高的表面积与体积比的本发明的散热特性；

图 13 是显示了一个金属环形芯，其说明其中涡流的产生方式；

图 14 表示通过刻蚀铁磁金属的同心环而形成的多个磁芯叠层；

图 15 是图 14 的磁芯叠层之一的放大示意图；

图 16A 是表示多个堆叠磁芯叠层的剖面图；

图 16B 是图 16A 的磁芯叠置体之一的放大示意图；

图 17A 是表示在已经添加顶部和底部印制电路之后的图 16A 的叠置体的剖面图；

图 17B 是图 17A 的磁芯叠置体之一的放大示意图；

图 18A 是图 17A 中的层叠结构在钻成镀覆穿孔之后的剖面图；和

图 18B 是图 18A 的磁芯叠置体之一的放大图。

优选实施例的详细说明

图 2 表示具有环形磁芯 30 的现有技术的典型变压器。为简化起见，这个变压器具有两个绝缘线绕线：两匝绕线 32 和四匝绕线 34。每匝 36 环绕磁芯 30 的材料，以便当电流通过一个绕线时，在磁芯 30 内部流动环形磁通路 38。图 2A 表示通过磁芯 30 的中心并围绕磁芯 30 的外部的绕线 32、34。

本发明的优选实施例具有非常不同的磁芯和绕线设置。在这些优选实施例的一个中，通常示于图 3 中，铁磁材料片 50 具有顶表面 52 和底表面 54，并以剖面图示出，两个外孔（穿孔）56 和在片 50 内的一个内孔 64。如下所述，对于微型电感器和变压器，片 50 有利地是具有相对高电阻率的铁氧体薄层。

图 3A 和 3B 表示根据本发明的一个优选实施例采用具有 8 个外穿孔 56 和 6 个内穿孔 68（图 3B 中没有都示出）的片 50 构成的“虚拟”环形变压器。导体 58 形成在片的顶表面 52 和底表面 54 上。导体具有用于连接到其它器件或电路的焊盘 60。如下所述，这些外穿孔和内穿孔 56、68 从顶部到底部镀覆而成并与导体 58 电接触，以便完成的电路在例如焊盘 60 和 60' 之间延伸。如下所述，由此形成具有环形通路 62 的虚拟环形变压器 62。

图 4 表示具有位于同一片 70 上的两个独立虚拟磁芯 72、74 的铁磁片 70。第二变压器 74 说明本发明的另一实施例，其中穿孔重新设置为特殊图形。这个重新设置形成具有内矩形 76 和外矩形 77 的矩形虚拟环 75。

如图 2 所示的绕线 32、34 借助磁芯 30 感应耦合在一起。磁芯 30 提供将第一绕线 32 耦合到第二绕线 34 的磁通路，由此当在第一绕线上存在电压时在第二绕线上产生电压。这是变压器的基本原理，从一个绕线向另一绕线转换能量。磁通的主要部分被限制在磁芯的内径 40 和外径 42 之间。

安培定律限制磁通路而与磁芯的形状无关；因此，如下面详细所述，不必实际上制造环的环形形状以构成同样运行的器件。

作为 FLEX 部件的制造

一种制造方法是在 FLEX92 电路的顶和底层内部埋置多个铁磁片（磁芯 90），如图 5，6 和 7 所示。在通过粘接剂粘接到片的顶表面和底表面 112、114 的环氧树脂板 110 上形成对应所需绕线的铜电路图形 92。由此通过层叠工艺将磁芯 90 包含在电路 92 中。通过 FLEX92 的复合层和磁芯形成穿孔，以便形成顶部 FLEX116 电路到底部 FLEX117 电路的连接，如图 6 和 7 所示。用导电墨水和标准工业镀覆工艺填充穿孔是用于同时连接大量虚拟磁芯的最佳方法。这个结构的剖面图示于图 6 和 7 中。

作为 PCB 部件的的制造

示于图 8，9 和 10 中的另一制造方法是在 PCB 电路的顶层 170 和底层 172 之间埋置多个铁磁片 150。图 8 表示 PCB 粘接剂中的孔阵列 154 或胶片阵列 156。这个胶片 156 面盘形成得能容纳每个磁芯片 150。如图 9 所示，将片 150 插入孔 154 中之后，PCB 的顶部 170 和底部 172 层叠到阵列 156 上。由此通过层叠工艺包含片 150，在两个环氧树脂板之间夹住片 150。穿孔 190 通过 PCB192 的复合层和片 150 而形成，并形成顶部 PCB194 和底部 PCB196 电路之间的连接。用导电墨水 198 或标准工业镀覆工艺填充的穿孔 190 有利地用于同时连接大量磁芯。这种结构的剖面类似于图 6 和 7 中所示的 FLEX117 结构。主要差别是

由于 PCB 材料的非柔性造成的，这不符合单个片 150。

没有 FLEX 或 PCB 的制造

图 11 中示出了另一种制造方法，其中多个磁芯 210 保持在载体 212 上。每个磁芯 210 用合适的孔 214 模制而成。然后采用标准工业导电墨水丝网印刷工艺以在磁芯 210 的底部 215 和底部 216 上形成电路，同时填充孔 214，在顶部 215 和底部 216 两侧之间形成所需连接。

安培定律的新应用

具有通过磁片的导电穿孔的上述本发明实施例以非常新颖的方式利用安培定律。形成穿孔的方式允许形成在基底上的两个绕线之间存在磁通路。这样，如图 3A 所示，在内穿孔 68 内的任何封闭路径将包围零净电流，因此这种路径没有磁通。包围外穿孔 56 的任何路径也包围零净电流，因为内穿孔 68 具有与外穿孔 56 中流动的电流相等但相反的电，因而在包围外穿孔 56 的区域中产生零净磁通。然而，内穿孔和外穿孔 68、56 之间的封闭路径由于内穿孔 68 的封闭而具有净磁通。部分地封闭内穿孔或外穿孔 68、56 的别的路径将不具有显著的磁通，因为磁通将选择最短物理路径，与电流相同。这样，这种结构的行为与图 2 的环相同，并且作为虚拟环 62 示出。

很显然穿孔的合适选择可以形成很多不同形状的磁芯和在基底上的磁芯设置。这样，将在同一基底上构成很多独立的磁电路。因此，通过在图 3 所示的铁磁片 50 的顶表面和底表面 52、54 上适当设置穿孔和电路导体，可以构成比简单电感器和变压器更复杂的电路。例如，采用在常规 PCB 和 FLEX（柔性电路板）工业中使用的工艺（光学沉积、刻蚀和镀覆）可以在同一基底上设置多个元件如电阻器、电容器和集成电路，以便形成微观小型电路组件。

可以根据前述实施例构成的电感器和变压器适用于高频电路，通常是在 100KHz 到 100MHz 范围内的射频电路。有利的是铁磁片 50 由薄

层铁氧体材料形成，该材料具有在 100—10000 范围内的典型导磁率和在 1000 欧姆/cm— 10^9 欧姆/cm 的电阻率。典型的铁氧体成分包括氧化铁和磁钢。这种铁氧体材料具有足够高的电阻率以致通过磁片的镀覆穿孔互相绝缘。如此构成的变压器和电感器适于微型化。它们不再需要复杂的管脚或引线框架。这样，一个长 1.5 英寸、宽 1 英寸和厚 0.05 英寸并具有直径为 0.03 英寸穿孔的片可提供用于两个或更多个变压器的磁芯。铁磁片可以非常小。顶表面和底表面上的表面焊盘形成接点，并且可以是直接安装到 PCB 上，由此减少了器件的着脚点 (footprint) 并给其它元件留下更多的空间。设计的绕线基本上处于两个平行平面内。因此通常使用的十 (10) 层平面变压器件的绕线可以在总高度上减少五 (5) 倍。铁磁片可以非常薄，例如 0.05 英寸，因此本发明的电感器和变压器可以基本上在一个非常薄的平面内构成而不是三维 E 磁芯结构，这又进一步大大减少了总高度。

具有高磁通密度和最小涡流的变压器 / 电感器器件的进一步优选实施例

很多电感器件如低频功率变压器需要具有通常在 10000—100000 范围内的相对高的相对导磁率的磁芯。然而，由优选实施例提供的改进可用于更低和更高值，例如 1000—1000000 范围内。某些金属和金属合金提供这些高磁通密度，包括钢、铁、硅钢 (silica Iron)、78 导磁合金 (permalloy)、阿姆科铁 (Mumetal)、精炼铁和超导磁合金 (supermalloy)。虽然这些高磁通密度在构成变压器和电感器上可提供显著的优点，但是金属的低电阻率允许感应涡流流动，这抵消了较高磁通密度的优点。由在金属磁芯中流动的磁通产生的感应涡流 300 示于图 13 中。通过在层叠金属 E 条外部构成环形或 E 形磁芯，并且每个条由某种类型的绝缘粘合材料分离，减少了目前用金属作磁芯的变压器 / 电感器的这些涡流。整个 E 芯包含很多这种条以形成整个磁芯。借

助这种结构，将涡流限制到每个条的横截面区域。如上所述，本发明的明显优点是进一步减少了磁芯截面面积。

采用铁磁金属用于磁芯材料的本发明的一个实施例的制造示于图 14—18 中，其中柔性电路或印制电路板 290 支撑形成在 FLEX 或 PCB 上并由绝缘层分开的一系列层叠薄金属圆环。圆环的中心和外部的镀覆穿孔和镀覆完成围绕磁芯的电气绕线。如下所述，通过显著减小每个叠层磁芯截面的横截面面积，这个实施例显著地最小化了涡流。

通过首先在 PCB 或 FLEX290 上层叠铁磁金属片，然后刻蚀掉部分铁磁片以形成多个紧密排列的、窄的连续磁芯段的图形，形成多个磁芯叠层。这样，图 14 示出了具有 16 个被刻蚀磁芯阵列的 PCB 或 FLEX 310 的单个层。应该理解本领域中公知的层叠和刻蚀工艺一般允许制造 16 个以上的这种阵列，这取决于阵列和图形的尺寸。有利地，采用公知的双面工艺刻蚀磁芯阵列 315，以便在片 310 的顶部和底部形成相同的阵列。

单个磁芯阵列 315 的放大图示于图 15 中，该图示出了具有 16 个同心铁磁导电金属环 320a—320p 的阵列，这些金属环通过各个被刻蚀的间隔或空隙 325a-325o 而互相绝缘。同样，阵列 315 外部的区域 330 和最内部环 320 内部的区域 335 没有磁性材料。然而，本发明不限于同心环阵列，对于本领域技术人员来说很显然可以构成其它磁芯阵列，如互相绝缘的一系列连续更大的正方形或矩形形状。

下一制造步骤是将多个 PCB 和 FLEX 层 310 基本上对准地与阵列 315 堆叠起来。如图 16A 中所示，同心环 315a-315h 的磁芯阵列安装每层上的磁芯图形对准的方式一个一个堆叠在一起。结果是制造了具有非常小的涡流面积的多个高磁通承载金属磁芯。这样，用于刻蚀阵列 315 的原片可以是非常薄的，通常在 0.0005”到 0.010”英寸范围内。可以采用传统的 PCB 或 FLEX(FPC)刻蚀技术将同心环刻蚀到在

0.002”-0.003”量级上的非常窄的宽度。结果是，关于磁芯的横截面涡流产生的区域，大大减小了尺寸。

作为部分堆叠工艺，薄层绝缘材料 340 与每个被刻蚀同心环阵列 315 的顶表面相邻设置。通常，采用环氧树脂材料。这种绝缘片和支撑被刻蚀铁磁环的绝缘片可以是不同材料的。代表性材料包括由 Dupont 和 Rogers Corp 制造的用于制造 PCB 板和 FLEX 的环氧树脂和丙烯酸 (acrylics)。环氧树脂和胶片（具有玻璃的环氧树脂）一般用于构成 PCB 板，丙烯酸一般用于制造 FLEX。在层叠工艺期间，图 15 中所示的间隙 325、间隙 330 和间隙 335 用绝缘材料 340 填充，如图 18A 和 18B 所示。

如上所述，通过与磁芯结构两侧上与印制电路接触的导电穿孔，有利地提供本发明的优选实施例电气绕线。用于图 14—18 的实施例的绕线的制造步骤示于图 17A、17B、18A 和 18B 中。

参见图 17A 和 17B，附加铜层 350、355 分别层叠在顶表面和底表面上，而两个附加绝缘层 360、365 将铜表面与被刻蚀金属表面分开。

图 18A 和 18B 中示出了具有通过整个层叠阵列钻成的穿孔 370 的完成结构。这些穿孔位于低电阻率铁磁环附近但不与其接触，以便电绝缘由镀覆穿孔提供的绕线匝。然后用导电材料、（通常为铜）镀覆这些孔 370。也可以采用在穿孔内的导电墨水和导电膏。然后刻蚀铜层 350、355 以便形成与镀覆穿孔 370 电接触的电路图形，用于形成围绕同心环磁芯阵列 315 的绕线。

为了清楚示出，图 18A 和 18B 中所示的实施例表示每个变压器的少量穿孔 370a, 370b, 370c,和 370d。对于本领域普通技术人员来说很显然图 14—18 的实施例可以通过添加附加穿孔而具有多个绕线。如果需要，附加铜层可以叠置在层 350、355 上以提供到附加穿孔的所需连接。

可通过“冲模”(die)切割或从阵列选择部件的常用方法从图 18A 和 18B 中的层叠阵列中抽取单个变压器和电感器器件。每个这种器件可用于替代图 1—13 中所示的传统电感器件。而且,由于刻蚀金属磁芯是阵列的一部分,如图 16 中所示,因此可以互连到其它元件。

优选实施例的优点

一片磁芯:

在 E 形磁芯结构中,如图 1 所示,不可避免地在 E 形磁芯和帽之间形成间隙。大多数变压器采用要求采用例如环氧树脂和夹子将一半磁芯连接到其它磁芯上的 E 型磁芯。这些工艺是耗时的、造成损失和由于 E 形磁芯和帽之间形成的间隙而使器件参数变化。相比较而言,本发明的优选实施例的磁芯是连续片的,由此提供改进的变压器效率。一片设计不再需要在分离处理步骤中将两个分立片连接在一起。

如果希望在图 14—18 的实施例中有意形成间隙以避免磁饱和,可以在图 15 中所示的同心环中刻蚀形成间隔。这种被刻蚀间隙环消除了 E 形芯的传统机械分隔的大变化。

减少了涡流:

按照图 14—18 的方式构成的电感器和变压器通过在两个方向分隔金属叠层可提供具有很少涡流的优异性能。产生这个结果是因为所示优选实施例借助 (a) 由其刻蚀环 320 的金属片可以是比采用 PCB 或 FLEX 制造材料更薄 (b) 单个绝缘环 320 可以制成为非常窄而具有比传统层叠磁芯薄的磁芯。由于涡流与段的横截面面积的平方成正比,因此与制造变压器或电感器的传统方法相比优选实施例显著地减少了涡流。例如,参照图 1 中所示的传统 E 形磁芯,这种磁芯的金属叠层不能在两个方向分开,因为条会散开或简单地说不具有机械整体性。

表面安装:

根据本发明优选实施例形成的绕线可以在不需要分开的引线框架

结构、复杂管脚或最终镀覆的情况下形成为表面安装引线。

互连:

由于刻蚀变压器 / 电感器是采用与制造 PCB 或 FPC 的相同工艺制造的, 因此变压器可以有利地成为电源或电路组件的集成部件, 由此减小物理尺寸, 减少接点, 和通常使组件更紧凑和更小。电路元件可以直接设置在被刻蚀变压器的上面或下面, 用变压器的区域作为用于平衡电路的载体, 以便整个电路的面积将与变压器面积一样小。

磁性噪声:

根据优选实施例构成的磁芯提供具有损失比传统变压器少的更有效的磁通路径。这些特性在设计和功能上更类似于环。磁通路径短于采用传统磁芯如 E-磁芯和 PQ 磁芯的可比变压器。

尺寸:

优选实施例可以做得更小, 因为它们不需要复杂的管脚或引线框架。顶表面和底表面上的表面焊盘形成它们自己的接点, 并且它们可以直接表面安装到 PCB 上, 由此减少器件着脚点和给其它元件留出更多的空间。绕线处于 2 个平面内, 因此通常使用的十 (10) 层平面变压器器件的绕线可在总高度上减少五 (5) 倍。“磁芯”处于一个平面内代替三维 E 形磁芯结构, 进一步大大减少了总高度。

成本:

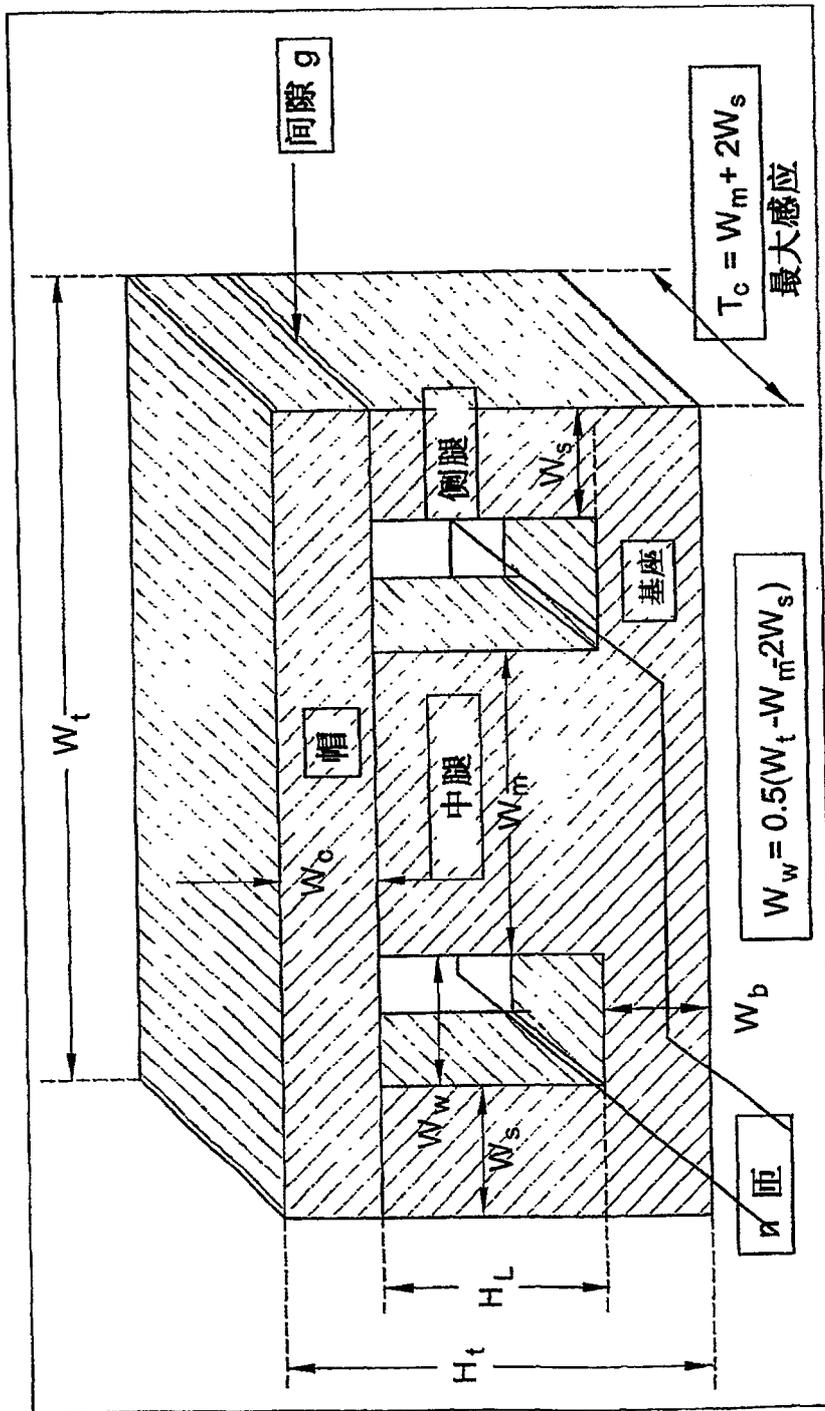
优选实施例可以由柔性电路制成并可以比多层平面绕线更便宜地制造。而且不再需要引线框架、封装、和帽粘接, 由此使器件更容易制造。

散热性能:

根据本发明优选实施例构成的电感器和变压器的显著优点是产热绕线不埋置在组件内或互相缠绕在每个绕线的顶部, 如传统变压器那样, 而且它们不需要像平面变压器那样叠置在一起。代替地, 镀覆绕

线基本上位于变压器或电感器器件的顶面和底面。这种布置提供优异的散热性能而不会将热量收集掩埋在绕线内。只通过通常只有 0.005 英寸厚的薄焊接掩膜，将绕线的一半放置成与散热片热接触，可以将 PCB 有利地固定到散热片上，由此提供优异的表面面积与热量比。图 12 示出了用于优异散热性能的安装到如铜和铝的散热片 232 上的大表面面积 230 的一个例子。

前面已经参照一些优选实施例介绍了本发明，这些实施例仅是借助例子提供的，并不限制本发明的范围。因而，本发明的范围应该只根据所附权利要求书界定。



具有铁磁帽的铁磁E芯

图1

环形变压器 顶视图

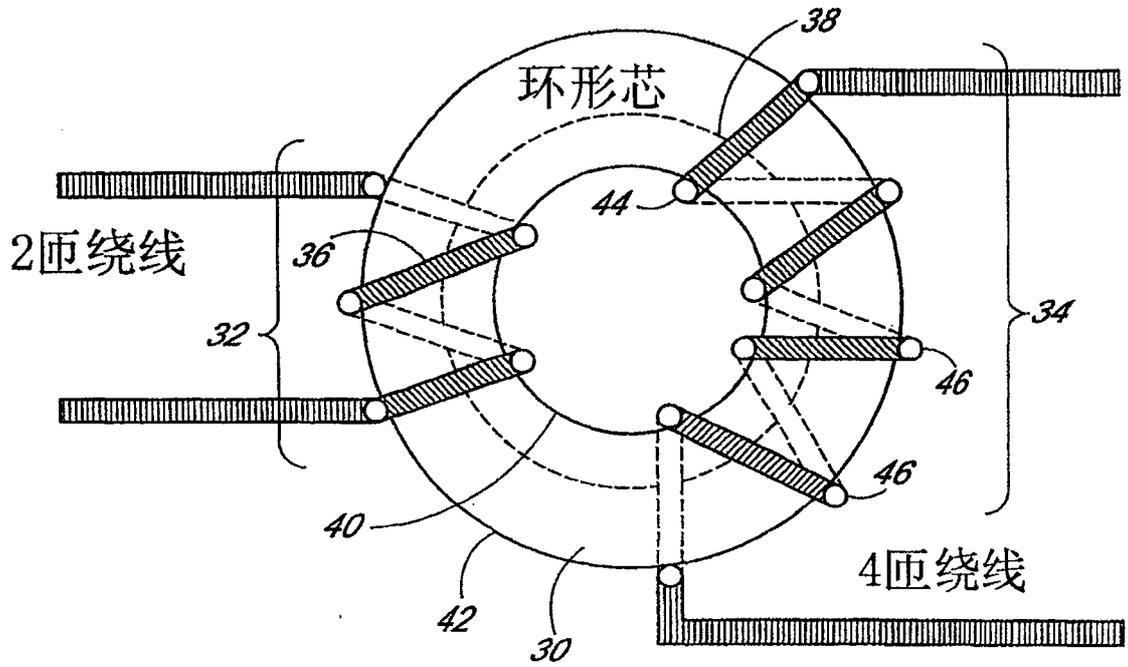


图2A

侧视图

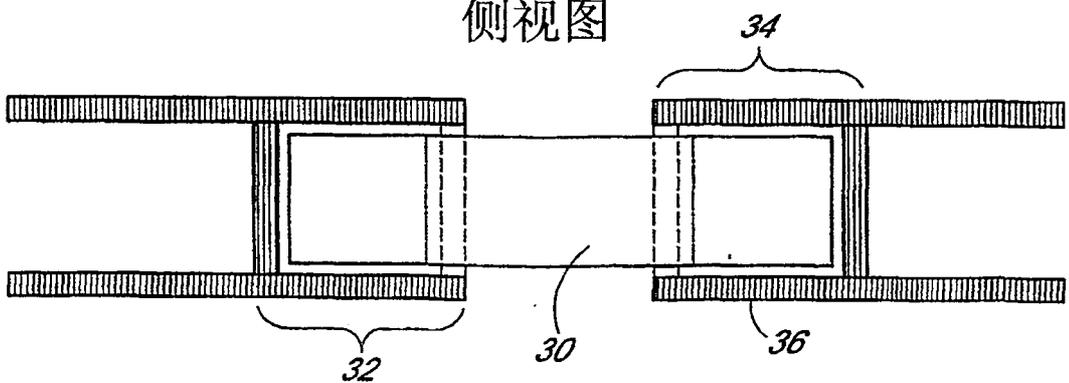


图2B

虚拟环形变压器 顶视图

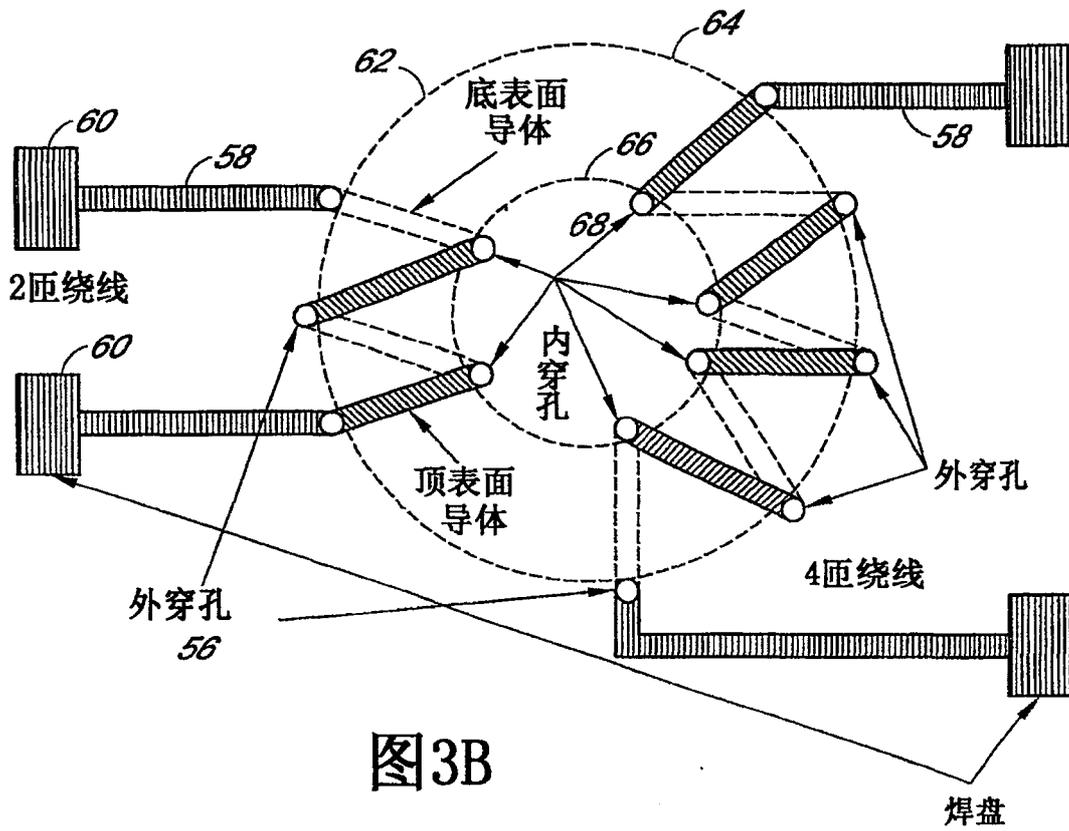


图3B

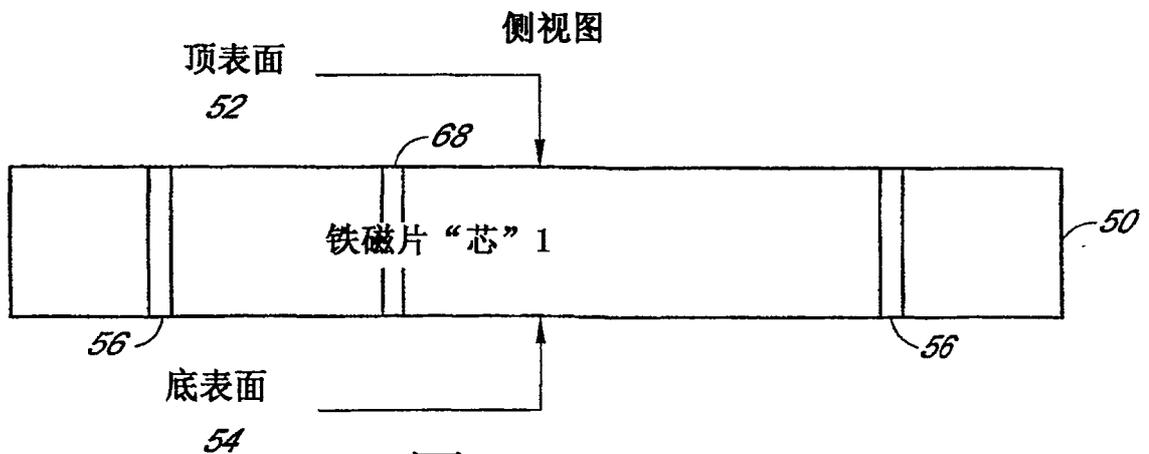


图3A

同一片上的环形和矩形变压器
顶视图

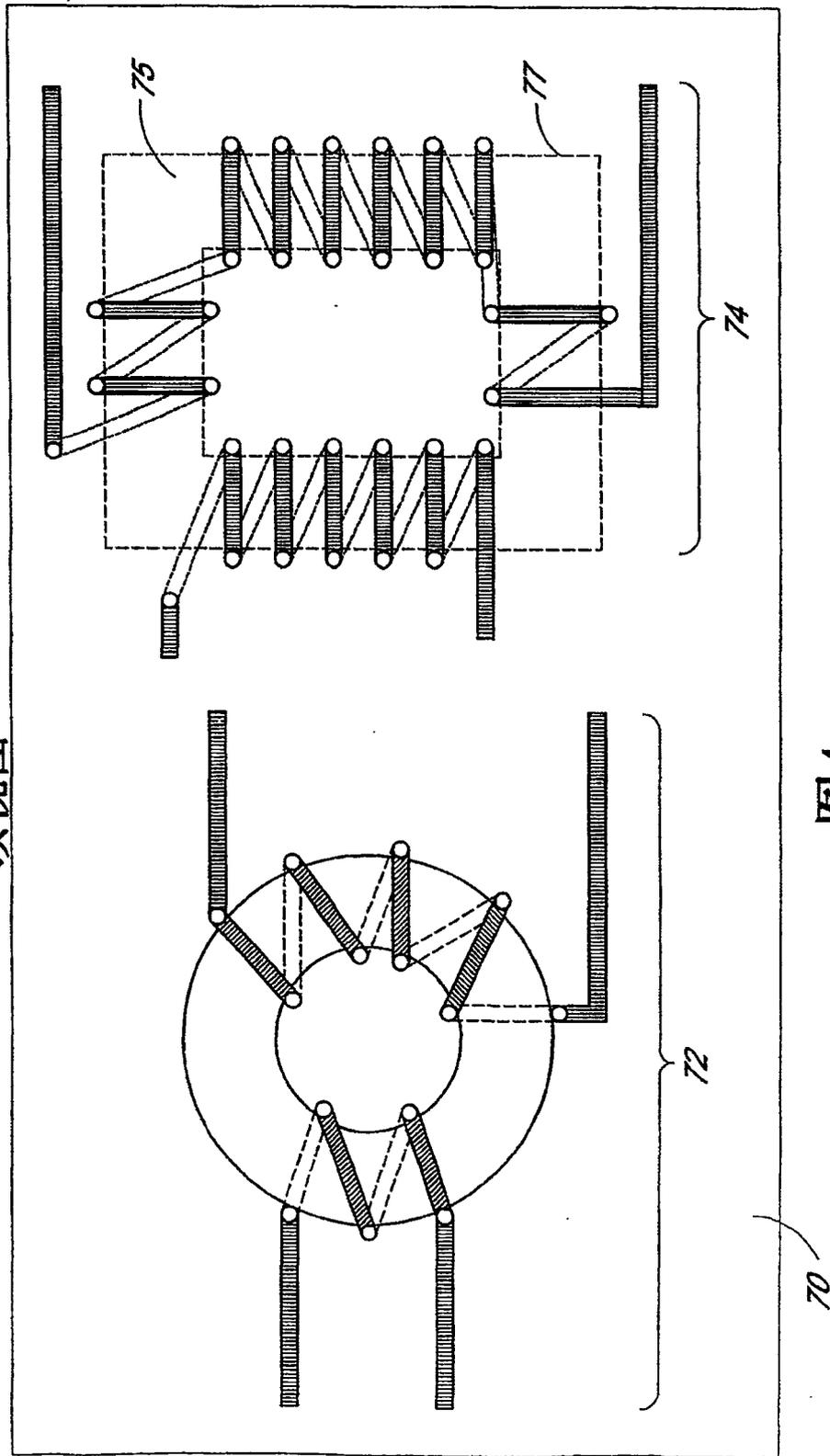
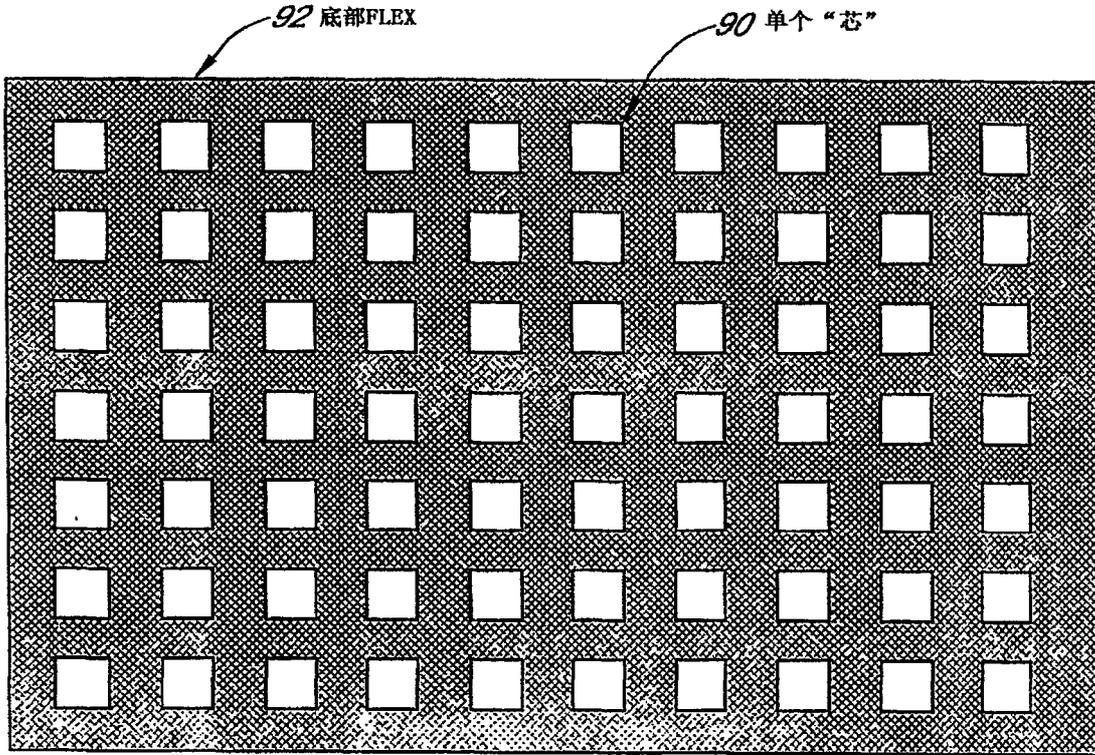
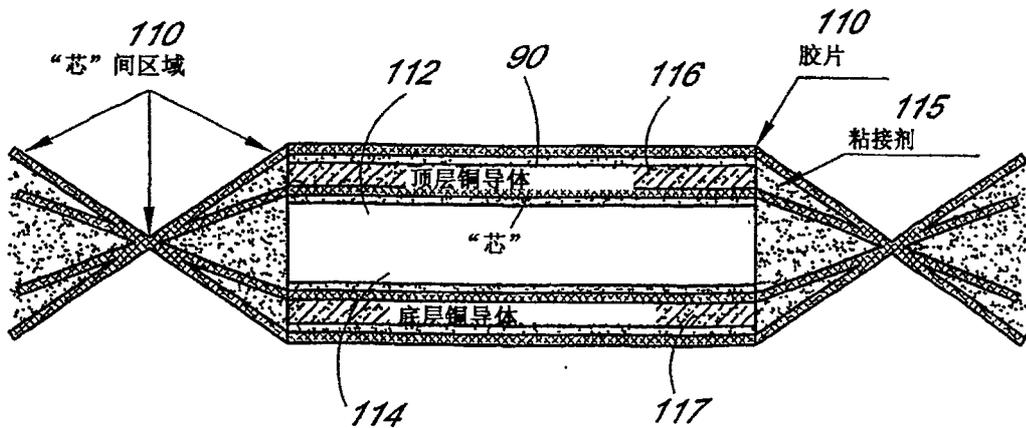


图4

图5

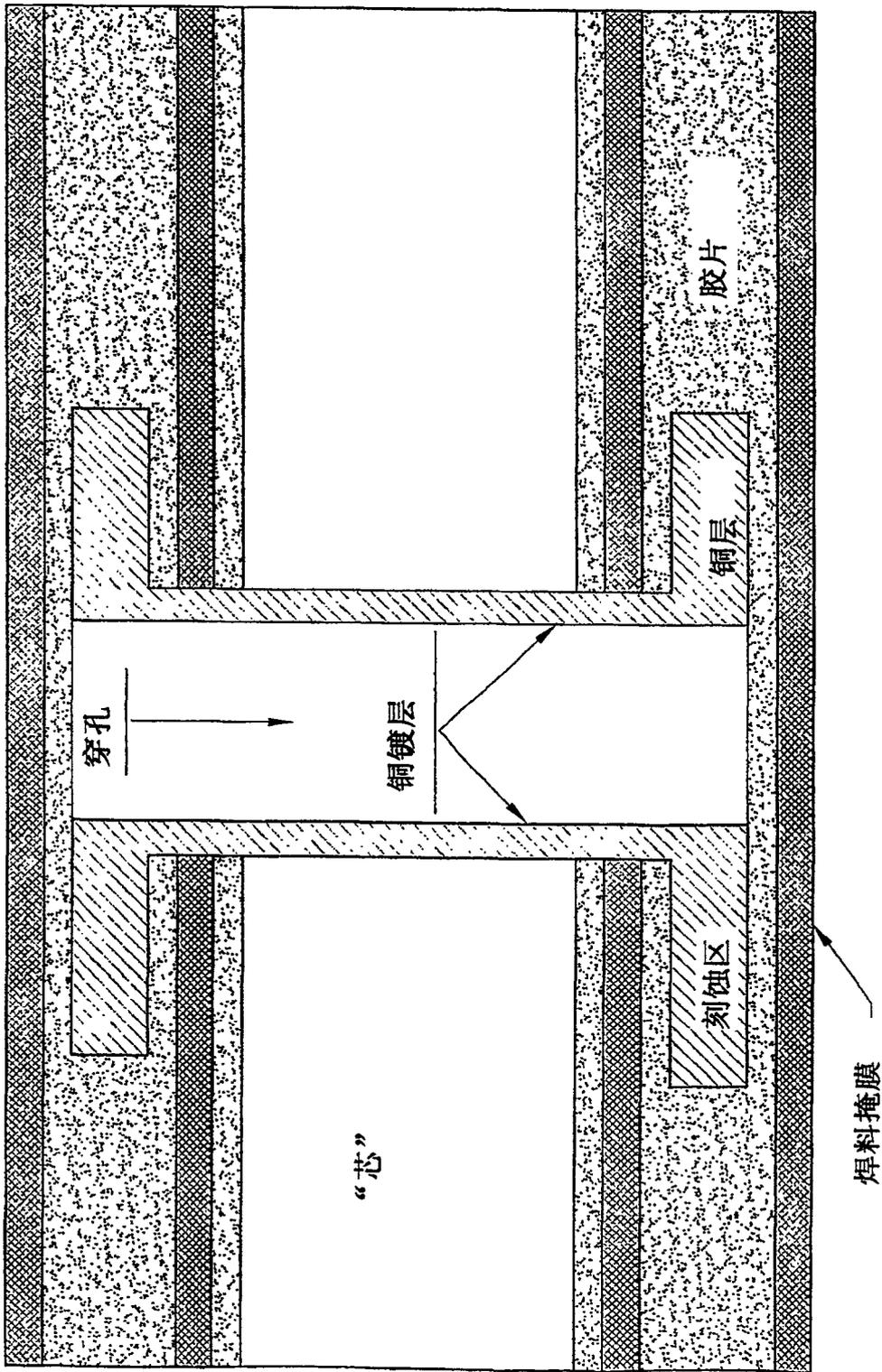


层叠到大FLEX面板上的70个“芯”阵列
(顶部FLEX已除去以显示单个芯)

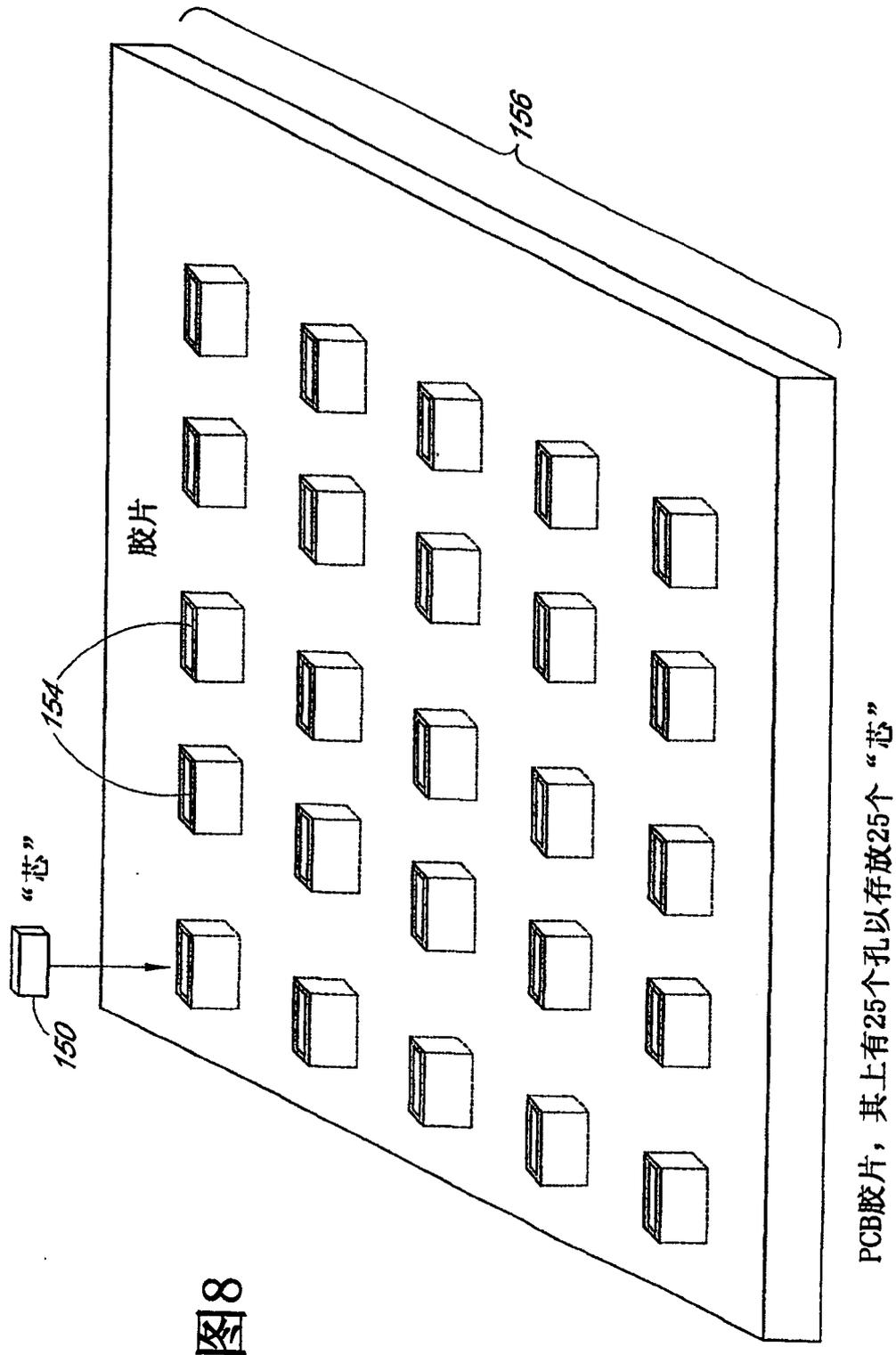


表示层叠到有70个“芯”的面板的“芯”上的FLEX的顶部和底部的侧视图

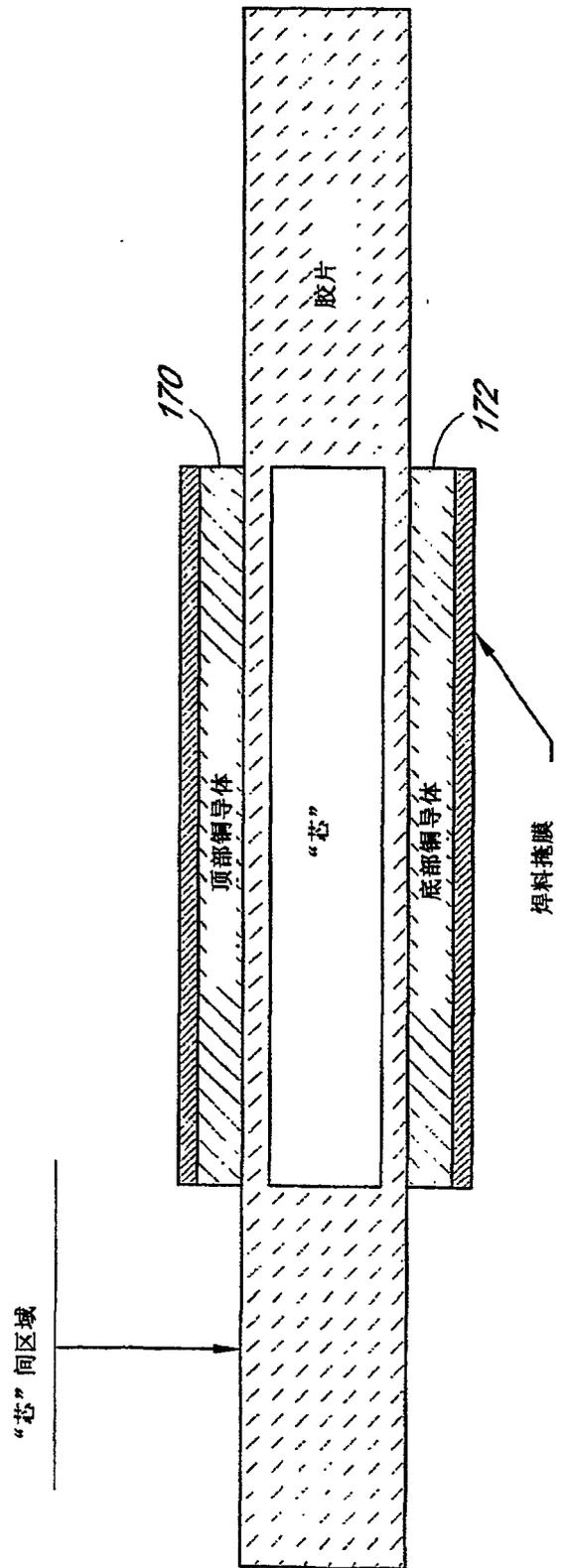
图6



穿孔剖面图
图7



PCB胶片，其上有25个孔以存放25个“芯”



表示层叠到有25个“芯”的面板“芯”上的顶部和底部的侧视图PCB

图9

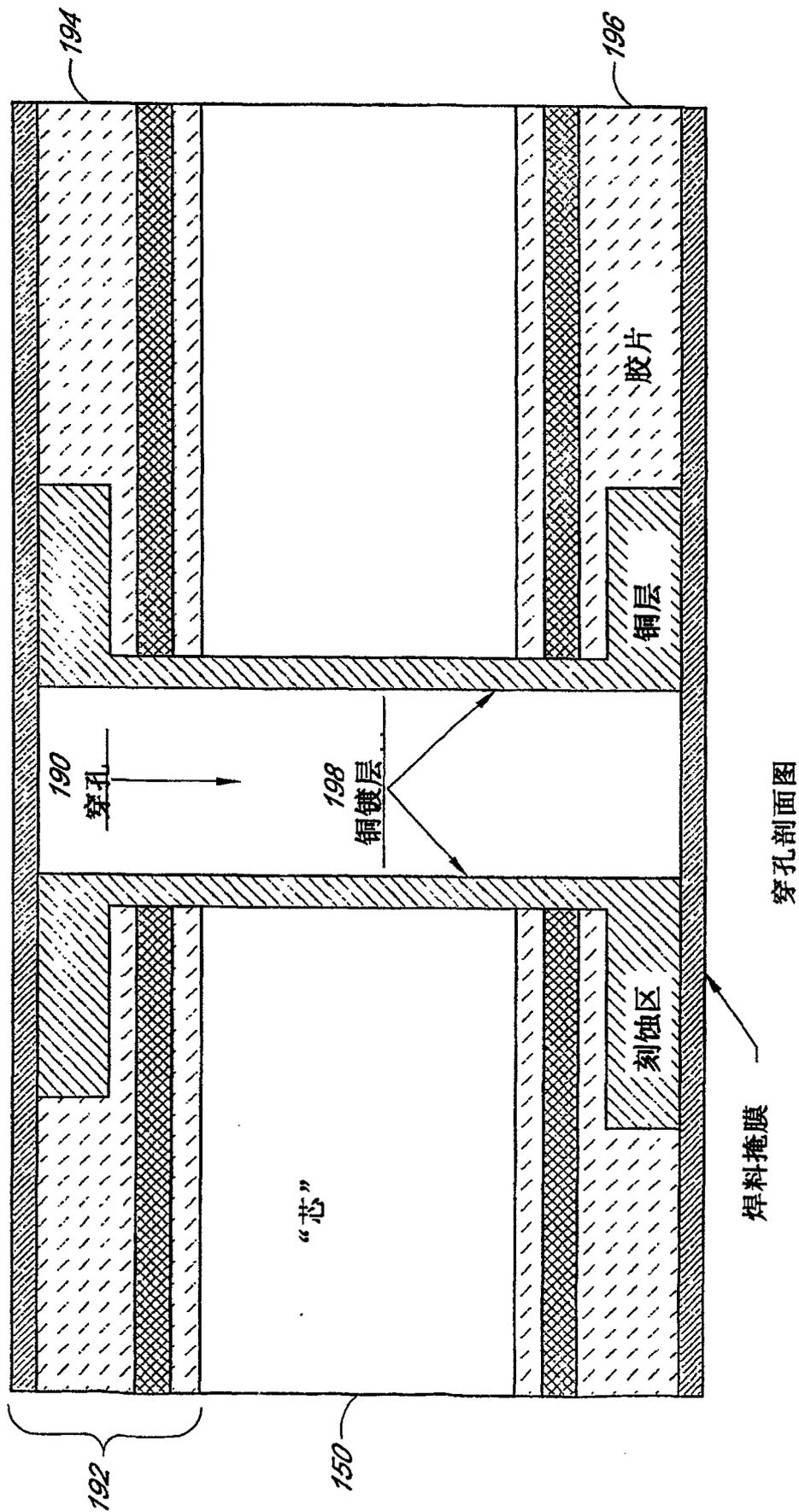
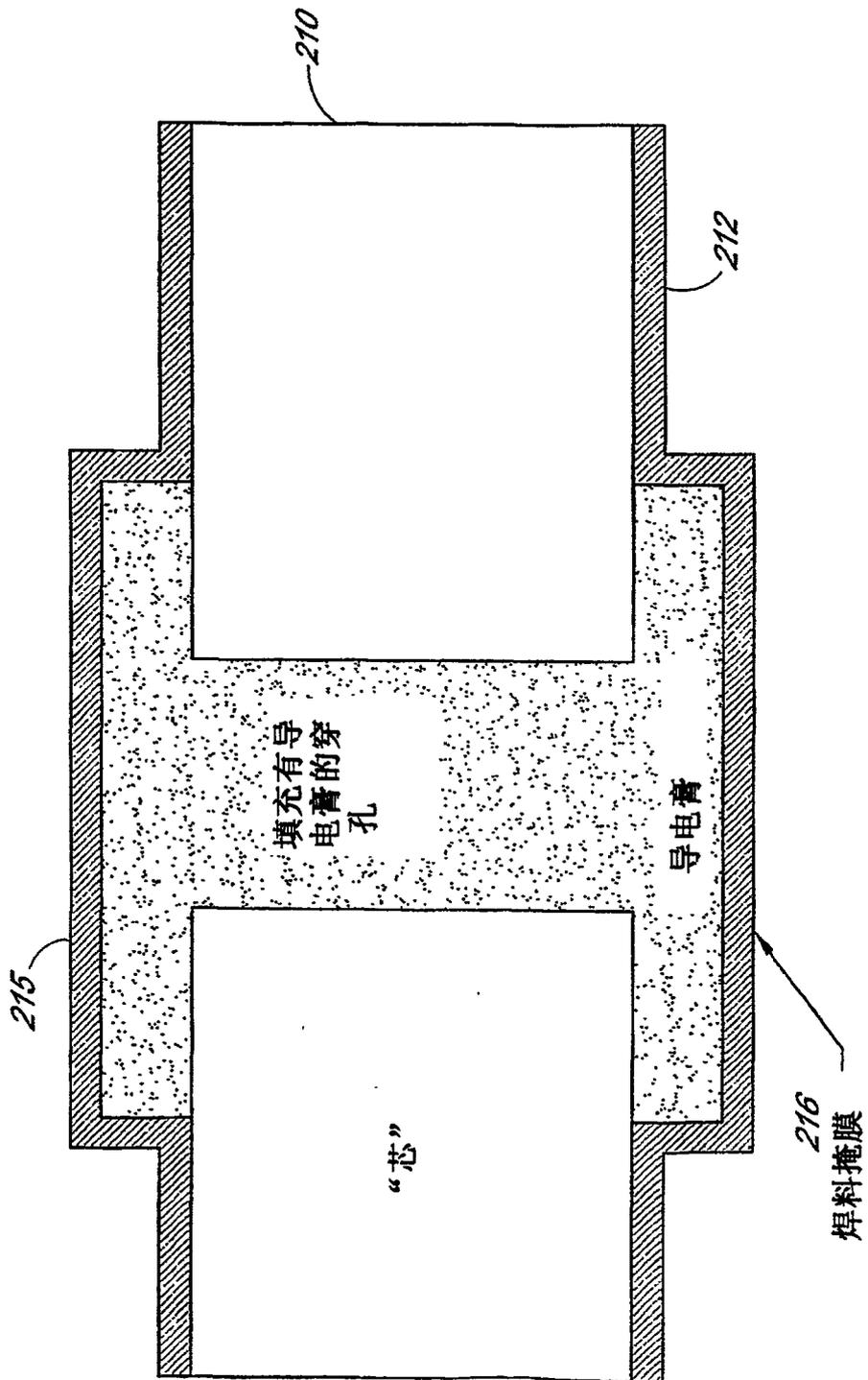


图10



“芯”的穿孔的剖面图，其丝网印刷有导电膏

图11

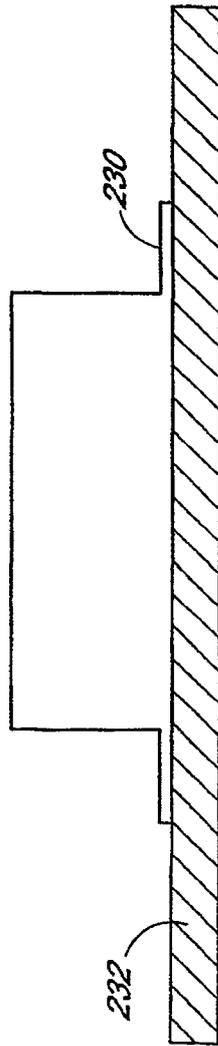


图12

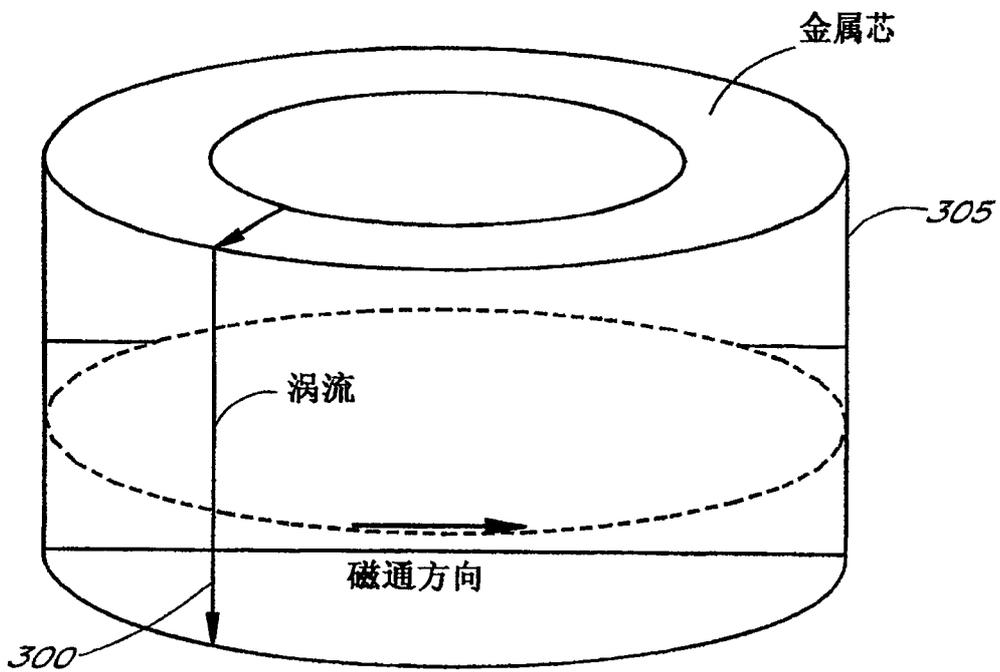


图13

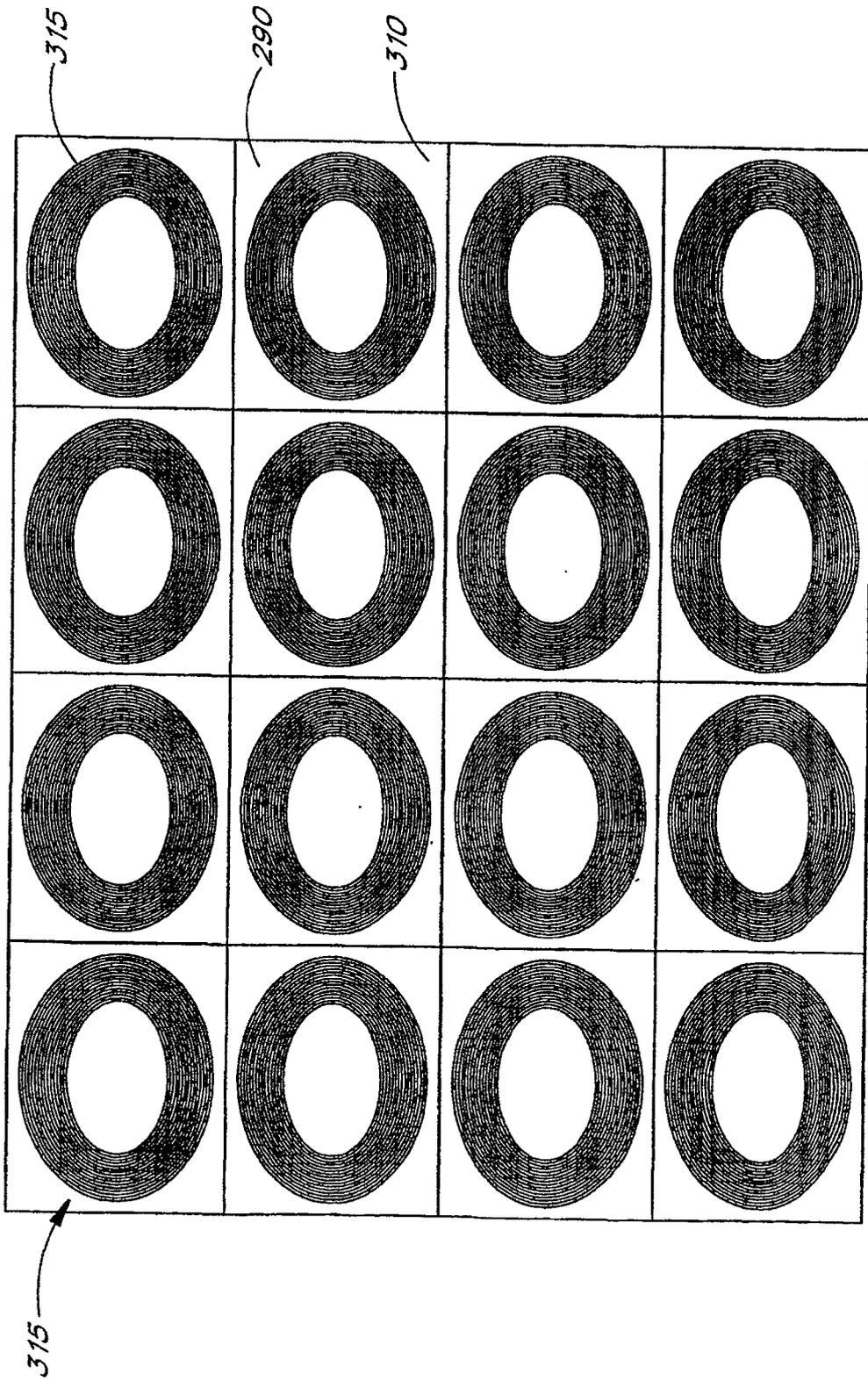


图14

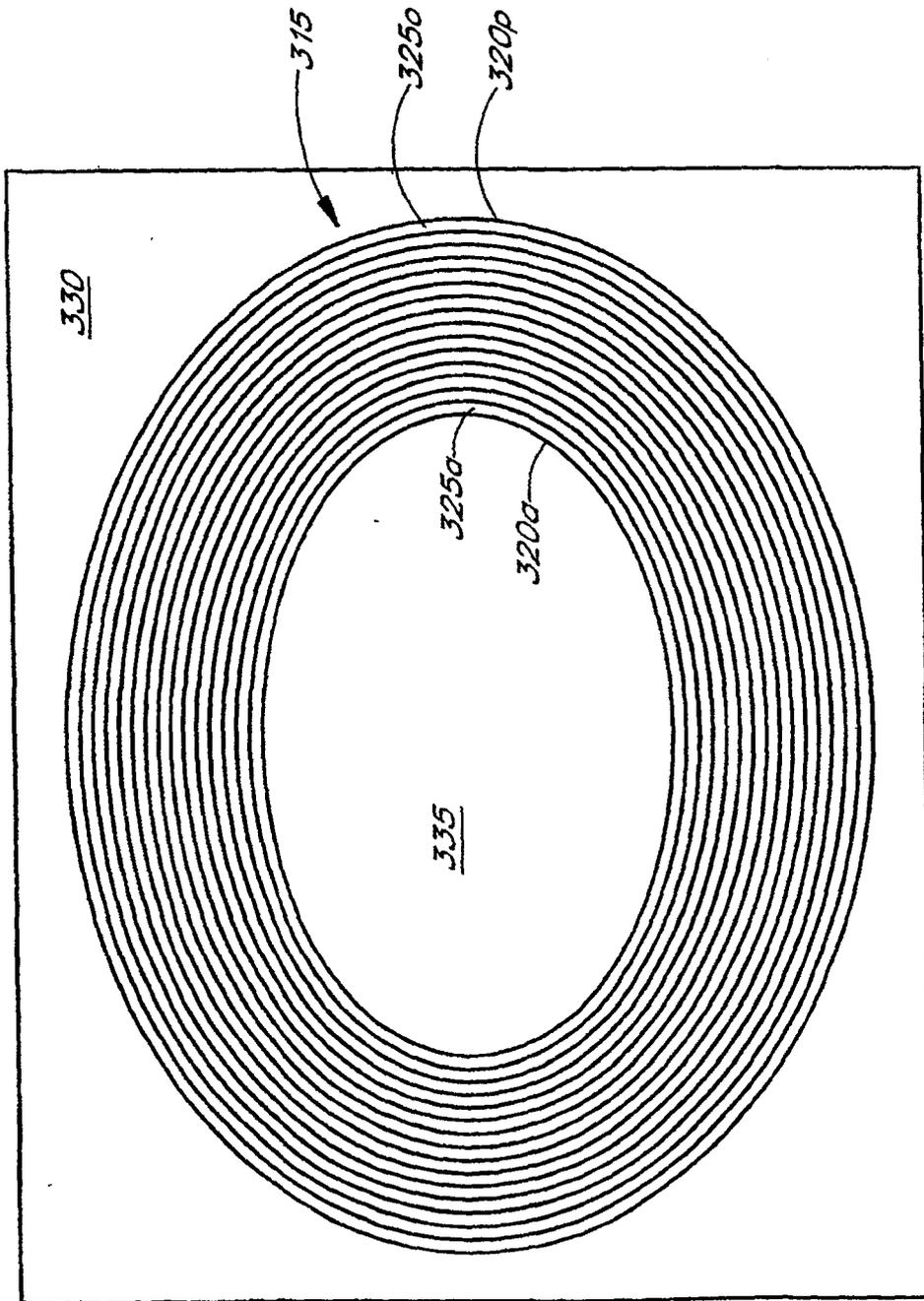


图15

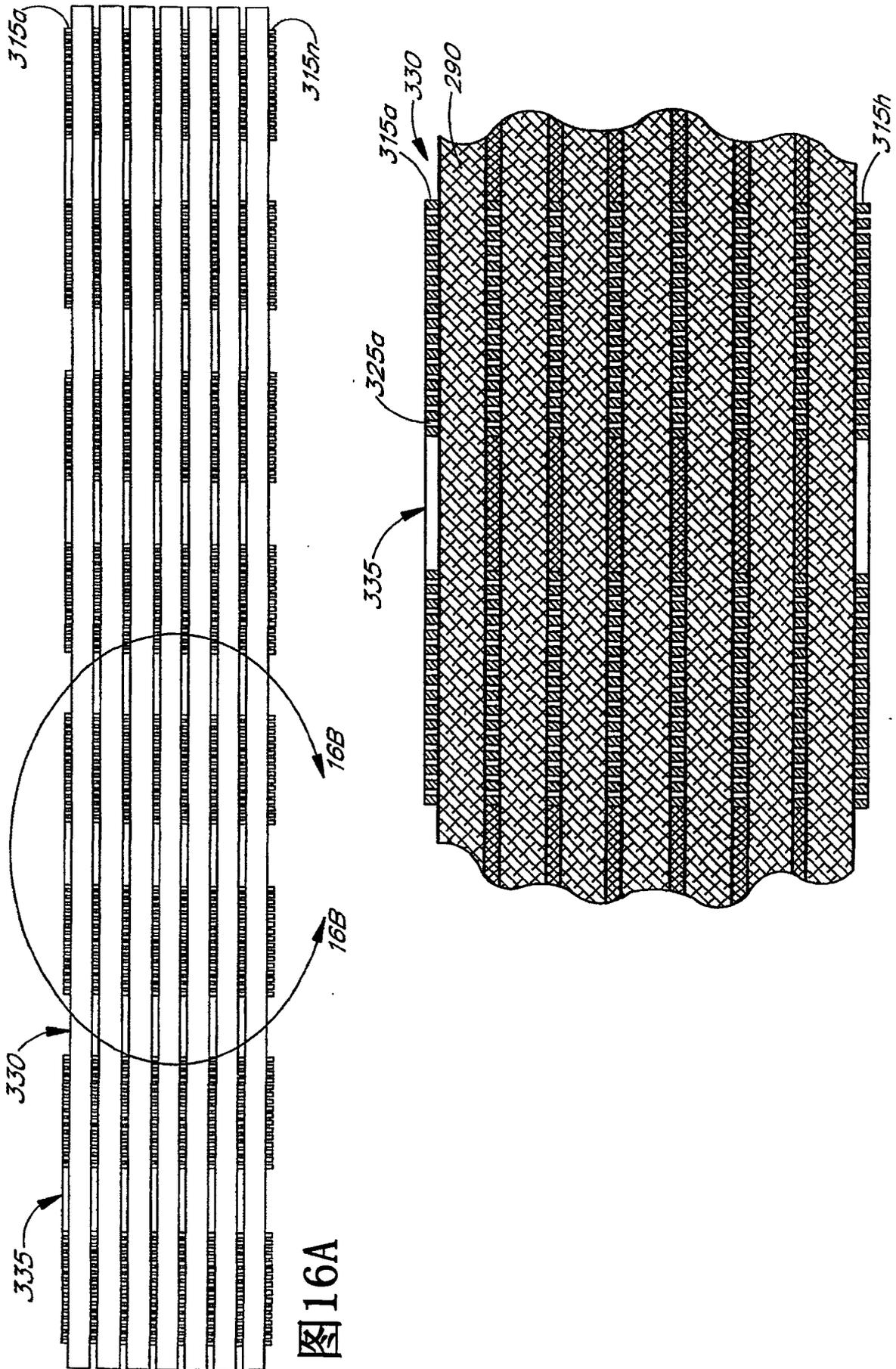


图16B

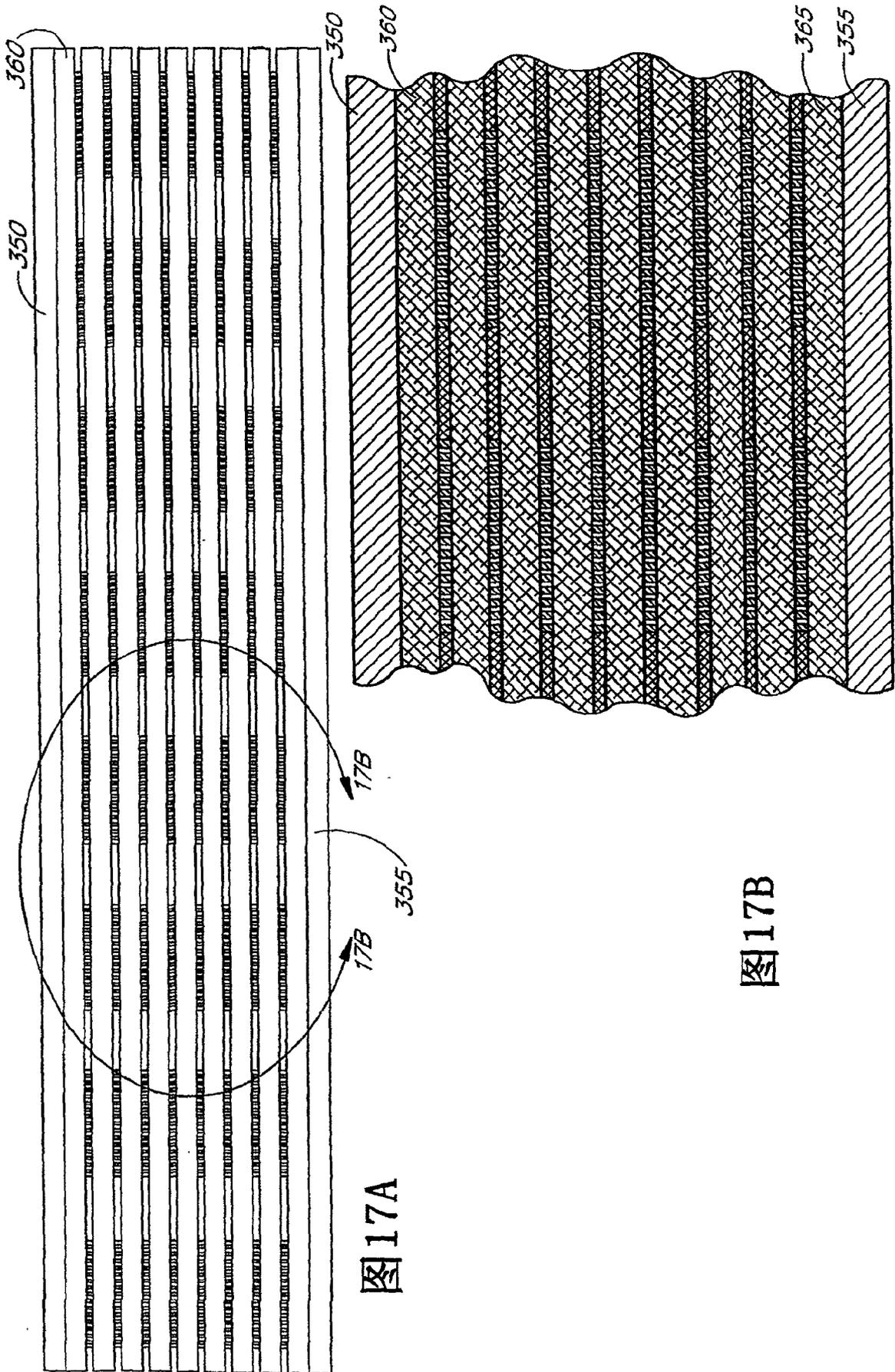


图17A

图17B

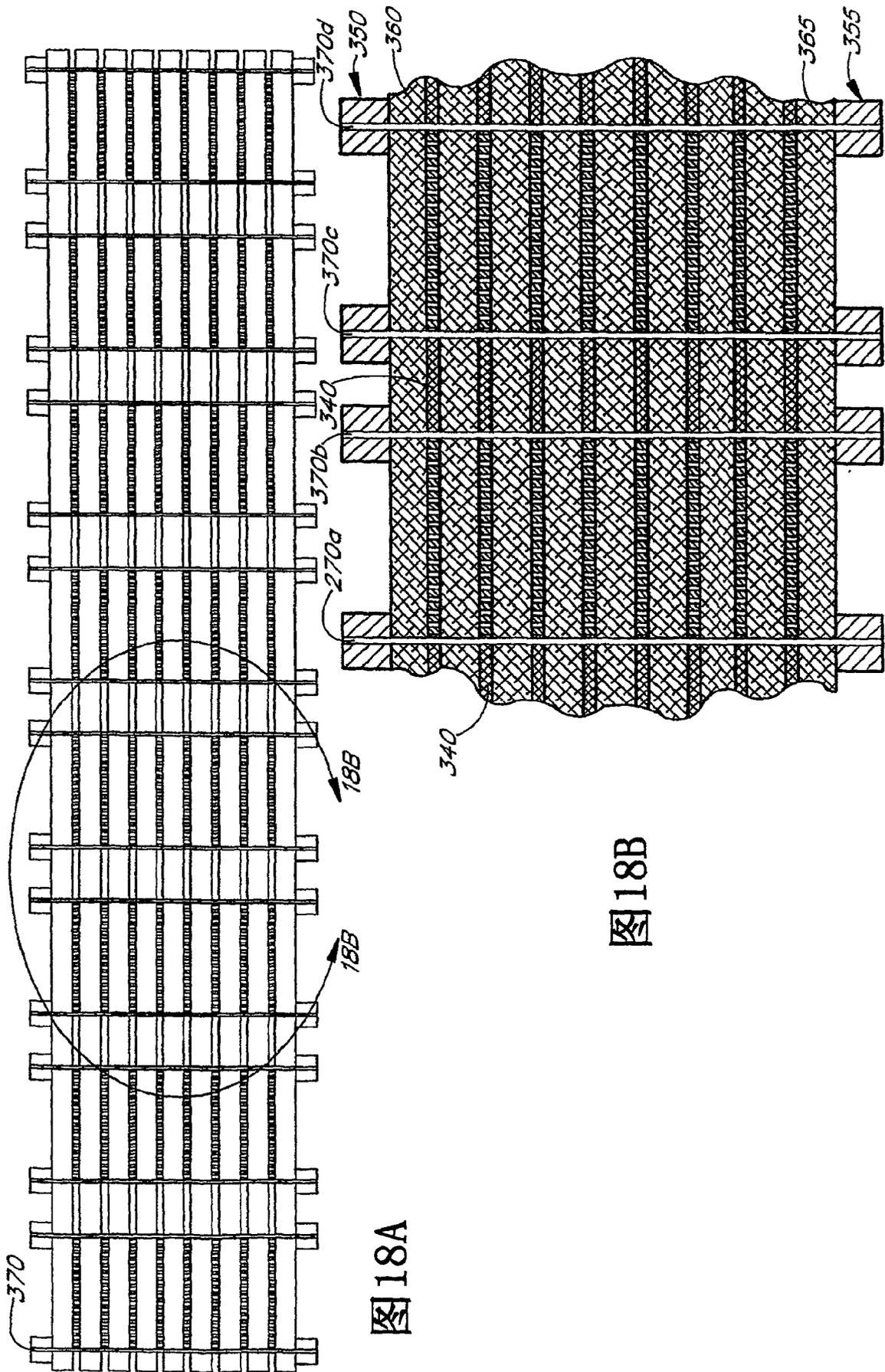


图 18A

图 18B