

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H01F 17/06

H01F 38/20



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200380101610.0

[43] 公开日 2005 年 12 月 7 日

[11] 公开号 CN 1706013A

[22] 申请日 2003.10.17

[21] 申请号 200380101610.0

[30] 优先权

[32] 2002.10.17 [33] US [31] 60/419,174

[86] 国际申请 PCT/US2003/033188 2003.10.17

[87] 国际公布 WO2004/036601 英 2004.4.29

[85] 进入国家阶段日期 2005.4.18

[71] 申请人 安比恩特公司

地址 美国麻萨诸塞州

[72] 发明人 耶胡达·切恩

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

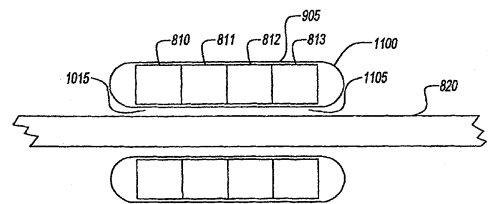
代理人 李 辉

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 7 页

[54] 发明名称 高度绝缘的电感数据耦合器

[57] 摘要

提供了一种用于将信号耦合到电力线的电感耦合器。该电感耦合器包括在所述电力线周围放置的磁芯、缠绕所述磁芯的一部分的线圈、以及密封了所述磁芯并与所述电力线接触的半导体覆层。信号被耦合到该线圈。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

- 1、一种用于将信号耦合到电力线的电感耦合器，包括：  
在所述电力线周围设置的磁芯；  
5 缠绕所述磁芯的一部分的线圈，其中所述信号被耦合到所述线圈；  
以及  
半导体覆层，其密封所述磁芯并与所述电力线接触。
- 2、根据权利要求1的电感耦合器，  
其中所述磁芯具有纵向末端，以及  
10 其中所述电感耦合器还包括圆形半导体体部，所述圆形半导体体部  
覆盖了所述纵向末端并与所述半导体覆层电接触。
- 3、根据权利要求1的电感耦合器，  
其中所述磁芯具有圆形纵向末端，以及  
其中所述半导体覆层覆盖了所述圆形纵向末端。
- 15 4、根据权利要求1的电感耦合器，  
其中所述线圈具有从所述磁芯引出的导线，  
其中所述导线覆盖有绝缘材料层，以及  
其中所述电感耦合器还包括在所述绝缘材料层上的半导体层。
- 5、根据权利要求1的电感耦合器，  
20 其中所述线圈具有从所述磁芯引出的导线，以及  
其中所述电感耦合器还包括在所述导线上的半导体层。
- 6、根据权利要求1的电感耦合器，  
其中所述线圈具有一段覆盖有半导体材料的高压电缆，所述半导体  
材料与所述半导体覆层进行导电或者电容性接触，以及  
25 其中所述电感耦合器还包括在所述线圈末端的应力锥。
- 7、一种用于将信号耦合到电力线的电感耦合器，包括：  
用于在所述电力线周围布置的磁芯；以及  
缠绕所述磁芯的一部分的线圈，  
其中所述线圈包括同轴电缆，同轴电缆的外导体具有电力线电势，

以及

其中所述电缆包括具有应力锥的末端。

## 高度绝缘的电感数据耦合器

### 5 技术领域

本发明涉及电力线通信，更具体地，涉及一种以使电压击穿最小化的方式来绝缘的数据耦合器。

### 背景技术

10 用于电力线通信的电感耦合器在电力线和通信设备（例如调制解调器）之间耦合数据信号。电感耦合器可能在不适当的低的线电压时发生绝缘击穿或者局部放电。击穿或者部分放电通常会出现在耦合器内的这样的位置处，在该位置，电场在绝缘材料中被集中或者形成了通过空气的超高强度电场。

15 图 1 示出了现有技术的电感耦合器的横截面。电力线 800（例如相位线）用作该电感耦合器的初级绕组，并因此穿过带有磁芯的磁路的孔，该磁芯配置有包括芯部 805 的上磁芯部分和包括芯部 810 的下磁芯部分、以及空气间隙 830 和 835。被绝缘材料 825 围绕的次级绕组 820 也通过该孔。电力线 800 在接触点 855 与芯部 805 相接触，而次级绕组 820 接地。  
20 芯部 805 和 810 由磁芯材料制成。芯部 805 和 810 内部的电场由磁芯材料的电导率和介电常数（permittivity）确定。

在电力线 800 裸露的情况下，全相电压被施加于该耦合器，具体地说是施加在接触点 855 和次级绕组 820 之间。

25 参照图 2，其示出了电力线 800 被覆盖了绝缘材料（insulation）的情况，所示出的电力线 800 具有绝缘材料 860，该绝缘材料 860 在接触点 865 处与芯部 805 相接触。在（a）在电力线 800、绝缘材料 860、和芯部 805 之间形成的电容器和（b）在接触点 865 和次级绕组 820 之间的电容之间形成电容分压器。因此，在接触点 865 和地之间的电压应力小于该全相电压。

在次级绕组 820 离开芯部 810 的平面上，芯部 810 呈现出尖锐拐角（sharp corner）。一般来说，可能存在着两个容易发生电离和电压击穿的位置：（1）电力线 800 和绝缘材料 825 之间的空气路径 840，以及（2）芯部 810 的拐角和次级绕组 820 离开该芯部 810 的出口之间的区域。

5 空气路径 840 容易发生电离和电压击穿，说明如下。绝缘材料 825 很可能是由塑料或者具有 2.5 到 3.5 的介电常数的其他材料构成的。电力线 800 和次级绕组 820 之间的电压差的电容电压划分将是：绝大部分电压差在空气路径 840 上，而相对非常少的电压差通过绝缘路径 850。空气的绝缘性能要劣于塑料或者其他绝缘材料的绝缘性能，所以随着电力线  
10 800 上的电压增加，很可能在路径 840 上发生击穿。

图 3 示出了沿次级绕组 820（例如如图 1 所示出的）的水平横截面。所示出的下磁芯部分由多个芯部（即芯部 810、811、812 和 813）构成。次级绕组 820 通过芯部 810、811、812 和 813。区域 1000、1005、1010 和 1015 表示电场集中的区域，并且可能在电力线 800 的电压还远低于期  
15 望电压时就引起初始绝缘击穿（initial insulation breakdown）。

### 发明内容

本发明涉及一种以使电压击穿最小化的方式来绝缘的数据耦合器。本发明的一个实施例是用于将信号耦合到电力线的电感耦合器。该电感  
20 耦合器包括在电力线周围布置的磁芯、缠绕该磁芯的一部分的线圈、以及密封该磁芯并且与该电力线接触的半导体覆层。信号被耦合到所述线圈。

用于将信号耦合到电力线的电感耦合器的另一个实施例包括在电力线周围布置的磁芯、和缠绕该磁芯的一部分的线圈。该线圈包括同轴电  
25 缆，所述同轴电缆的外导体具有电力线电势，而且该电缆包括具有应力锥（stress cone）的末端。

### 附图说明

图 1 示出了现有技术的电感耦合器的与电力线垂直的横截面；

图 2 示出了现有技术的另一个实施例的电感耦合器的横截面；

图 3 示出了沿例如如图 1 中示出的电感耦合器的次级绕组的水平横截面；

图 4 是高度绝缘电感数据耦合器的与电力线垂直的横截面；

5 图 5 示出了沿例如如图 4 中示出的高度绝缘电感数据耦合器的下磁芯部分的水平横截面；

图 6 是采用了具有半导体覆层的电感耦合器的结构的垂直横截面；

图 7 是并入了作为次级绕组的电缆的高压电感数据耦合器的横截面。

10

#### 具体实施方式

根据本发明的高度绝缘电感数据耦合器实际上消除了通过空气路径的高强度电场，并且将这些高强度电场限制在充满了介质材料的位置。所有被激励体（energized body）都使用圆化的几何体，以消除可能产生  
15 高强度局部电场的任何尖形（pointy feature）。同样，将上磁芯部分和下磁芯部分放置到单个公共等电势包络线之内，使该耦合器与磁芯的介电性能无关，并消除了磁芯内以及上磁芯部分和下磁芯部分之间的电场。

图 4 是根据本发明的高度绝缘电感数据耦合器的横截面。该耦合器包括在电力线 800 周围布置的磁芯。该磁芯配置有包括芯部 805 的上磁  
20 芯部分和包括芯部 810 的下磁芯部分。磁芯部分被指定为“上”和“下”仅表示它们在本发明公开的附图中的各自的位置，而这种指定对描述这些磁芯部分实际的物理位置关系是不必要的。次级绕组 820 与诸如调制解调器这样的通信设备（未示出）相连，从而该耦合器能够使数据信号在电力线 800 和该通信设备之间进行耦合。

25 将芯部 805 和芯部 810 中的每一个都密封到由半导体材料制成的保护罩（boot）或者覆层 900 和 905 中。合适的半导体材料例如是注入了石墨或者金刚砂以提供所需的体电阻率（bulk resistivity）的塑料或者橡胶。在覆层 900 和覆层 905 之间形成电接触 910。所以，芯部 805 与 810 以及覆层 900 与 905 就变为单个的基本等势体。

绝缘材料 825 的表面 915 覆盖有半导体覆层 945, 该半导体覆层 945 与覆层 905 重叠并且与覆层 905 电接触。从而覆层 945 的电势基本等于电力线 800 的表面电势, 这就消除或者大大地降低了通过空气路径 940 的电压。这使得包括次级绕组 820 以及芯部 805 和 810、并且采用电力线 800 作为初级绕组的电感耦合器可以比没有半导体覆层 945 的电感耦合器在更高的初级电压上安全地使用。

图 5 示出了沿例如如图 4 中示出的高度绝缘电感数据耦合器的下磁芯部分的水平横截面。该下磁芯部分依次配置有多个磁芯部分, 即芯部 810、811、812 和 813。当与图 3 的电感数据耦合器相比较时, 图 5 的电感数据耦合器在次级绕组 820 离开芯部 813 的出口处的区域 1105 中的电场集中被减少(与区域 1000 相比较而言)。覆层 905 配置有圆的外形 1100, 其在芯部 813 的侧面提供了圆形的延伸部分。对于电力线 800 (图 1) 所承载的给定电压而言, 将被激励体(例如芯部 813) 的形状圆化减少了区域 1105 中的最大电场。相对地, 对于具有最大电压击穿额定值的给定绝缘材料 825 (图 1) 来说, 电力线 800 上施加的电压与出现尖锐拐角时所容许的电压相比较, 可以增加。

图 5 所示的次级绕组 820 穿过了磁芯一次。实际上, 次级绕组 820 可以被配置为缠绕该磁芯的一部分的线圈。

这样, 就提供了一种用于将信号耦合到电力线的电感耦合器。该电感耦合器包括: (a) 在电力线周围布置的磁芯; (b) 缠绕该磁芯的一部分的线圈, 其中信号耦合到该线圈; 以及 (c) 半导体覆层, 其将磁芯密封并与电力线接触。该磁芯具有纵向末端, 因而该电感耦合器还包括覆盖了该纵向末端并与所述半导体覆层电接触的圆形半导体体部。该线圈具有从所述磁芯引出的导线, 所以该电感耦合器还包括在所述末端上的半导体层, 用于降低电力线和覆盖了所述线圈的绝缘材料的表面之间的电应力。

图 6 是采用了具有半导体覆层的电感耦合器的结构的垂直剖面图。电力线 800 和围绕接地的次级绕组 1220 的绝缘层 1225 的表面 1210 之间的空气路径 1200 很容易电离并击穿。电力线 800 和次级绕组 1220 之间

的电势差在空气路径 1200 和绝缘层 1225 之间被电容性划分。与绝缘层 1225 上的电势差相比较，在空气路径 1200 上的电势差具有较大的比例，而空气路径 1200 却是较差的绝缘体。

为了缓解这种情况，采用类似于在应力锥中使用的技术。应力锥在两个导体电缆（conductor cable）的端接处使用，并提供了逐渐降低的电势，以减少可能导致绝缘击穿的电场集中。在图 6 的右半部分示出了这种情况。嵌入到绝缘层 1225 中的半导体层 1230 被夹在次级绕组 1220 和绝缘层 1225 的表面 1215 之间，并且与芯部 805 和 810 的覆层 905 相连接。半导体层 1230 包括串联电阻和寄生电容的组合，可使电势随着距离半导体磁芯覆层 905 的纵向末端的距离增加而降低，以避免在半导体层 1230 的远边缘（distal edge）处产生任何过度的电应力集中。从而，半导体层 1230 将表面 1215 的电势提高到接近于电力线 800 的初级电势（primary potential），极大地降低了空气路径 125 上的电势差，并防止在电力线 800 无法接受的低初级电压上击穿。

图 6 中示出的次级绕组 1220 穿过了磁芯一次。实际上，次级绕组 1220 可以被配置为缠绕该磁芯的一部分的线圈。

可以通过多种技术的组合来消除空气路径上的大的电势差，并消除具有高强度电应力的点。正如上面结合图 4 和图 5 所描述的，在一种技术中，由半导体层来覆盖这些磁芯。对于另一种技术，为耦合器使用或特别模制一段高压电缆。该电缆具有外半导体层，其通过与所覆盖的磁芯导电地或电容地接触而被激励。该电缆具有接地的中间导体（center conductor）。在次级绕组的两端，应力锥提供电缆的端接。如果该次级绕组被嵌入到绝缘材料中，则可以使用无裙（shed）的室内应力锥（indoor stress cone）。否则，可以使用有裙的户外应力锥（outdoor stress cone）以增加漏电路径。

图 7 是根据本发明的另一实施例的高压电感数据耦合器 1345 的横截面。耦合器 1345 使用高压电缆作为次级绕组。

电力线 800 穿过芯部 805，该芯部被半导体层 900 覆盖。次级绕组 1300（即次级电缆 1305 的内部导体）通过未示出的扼流圈（choke）接



地，并通过芯部 810，该芯部 810 密封在半导体层 905 中。次级电缆 1305 覆盖有半导体层 1310，该半导体层 1310 与应力锥 1320 的半导体部分 1315 相连接。耦合器 1345 的整个下部密封在绝缘体 1325 中，该耦合器 1345 配有裙 1330，其用于在电力线 800 和接地的次级绕组 1300 之间提供的长的漏电路径。

就其功能来说，电力线 800 或者其薄绝缘材料与半导体层 900 相接触，并且使半导体层 900 的电势接近于电力线 800 的电势。术语“间隙”和“空气间隙”用于表示在磁芯各部分之间的非磁间隔体 (spacer) 或者非磁区域，用于增加电流处理能力和饱和前的最大磁动势 (magnetomotive force)。半导体层 900 在各芯部 805 和 810 之间的间隙 1350 接触半导体层 905，使半导体层 905 接近电力线 800 的电势。次级电缆 1305 具有与半导体层 905 直接接触的半导体层 1310，从而使半导体层 1310 达到了接近于电力线 800 的电势。

在次级电缆 1305 的各端，应力锥 1320 端接次级电缆 1305，使次级绕组 1300 可以离开耦合器 1345 而不产生过分的局部电应力。由于下部的被激励了的半导体层 1310，因而耦合器 1345 的表面电势接近于电力线 800 的电势，所以空气路径 1340 不会桥接高的电势。

图 7 中所示的次级电缆 1305 穿过了磁芯一次。实际上，次级电缆 1305 可以被配置为缠绕该磁芯的一部分的线圈。

因此，提供了用于将信号耦合到电力线的电感耦合器的另一个实施例。该电感耦合器包括 (a) 在电力线周围布置的磁芯；(b) 缠绕该磁芯的一部分的线圈，其中将信号耦合到该线圈；以及 (c) 半导体覆层，其将磁芯密封并与电力线接触。此外，该线圈具有一段被覆盖了半导体材料的高压电缆，该半导体材料与所述半导体覆层导电地或者电容性地接触，所述电感耦合器还包括在该线圈末端的应力锥。

应当理解，本领域的普通技术人员能够进行本文所教导内容的各种替换、组合和变型。本发明旨在包含落入到所附权利要求范围内的所有这样的替换、变型和修改。

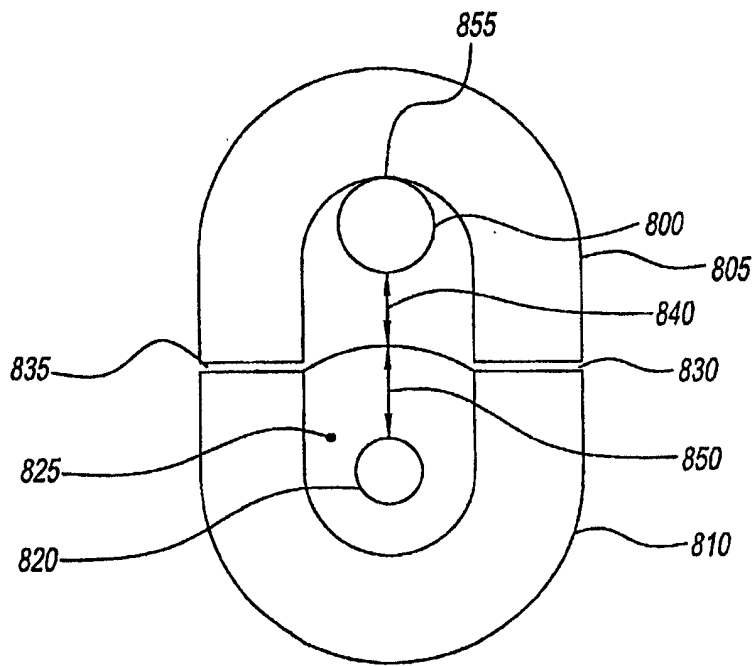


图 1  
(现有技术)

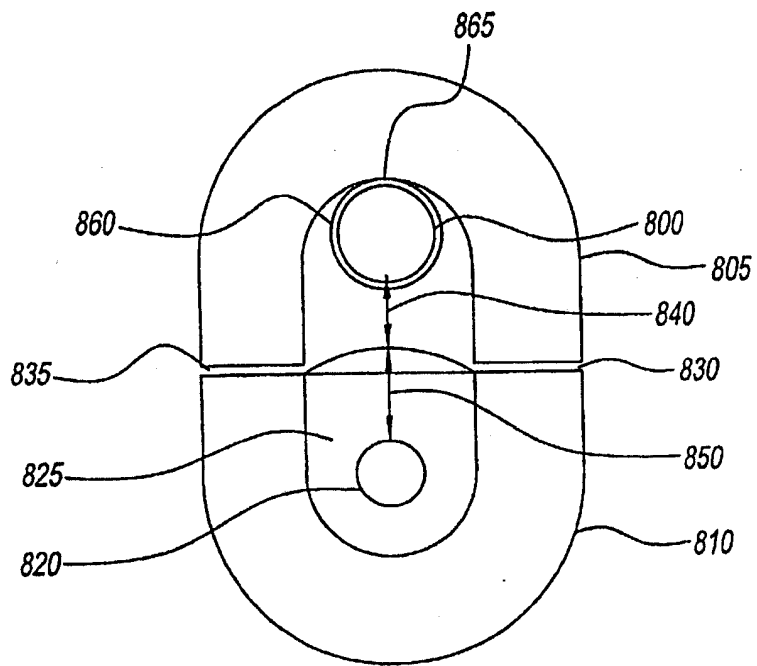


图 2  
(现有技术)

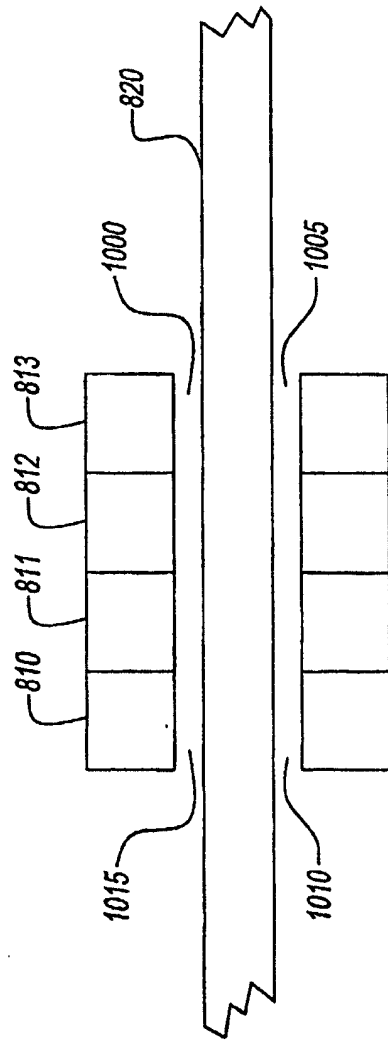


图 3  
(现有技术)

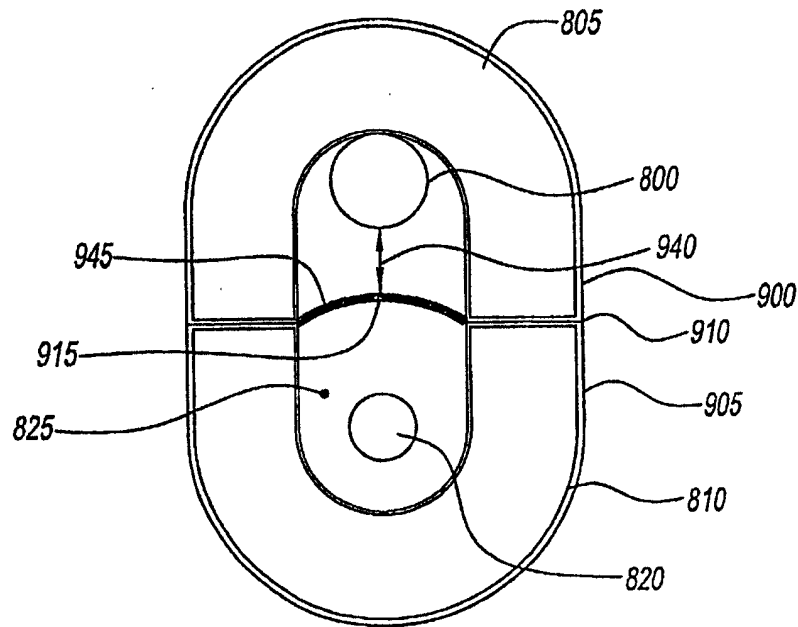


图 4

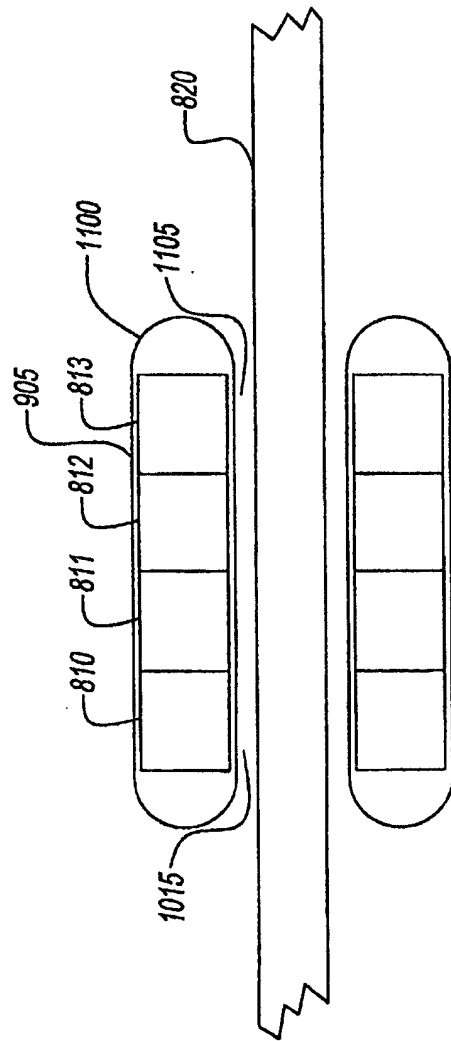


图 5

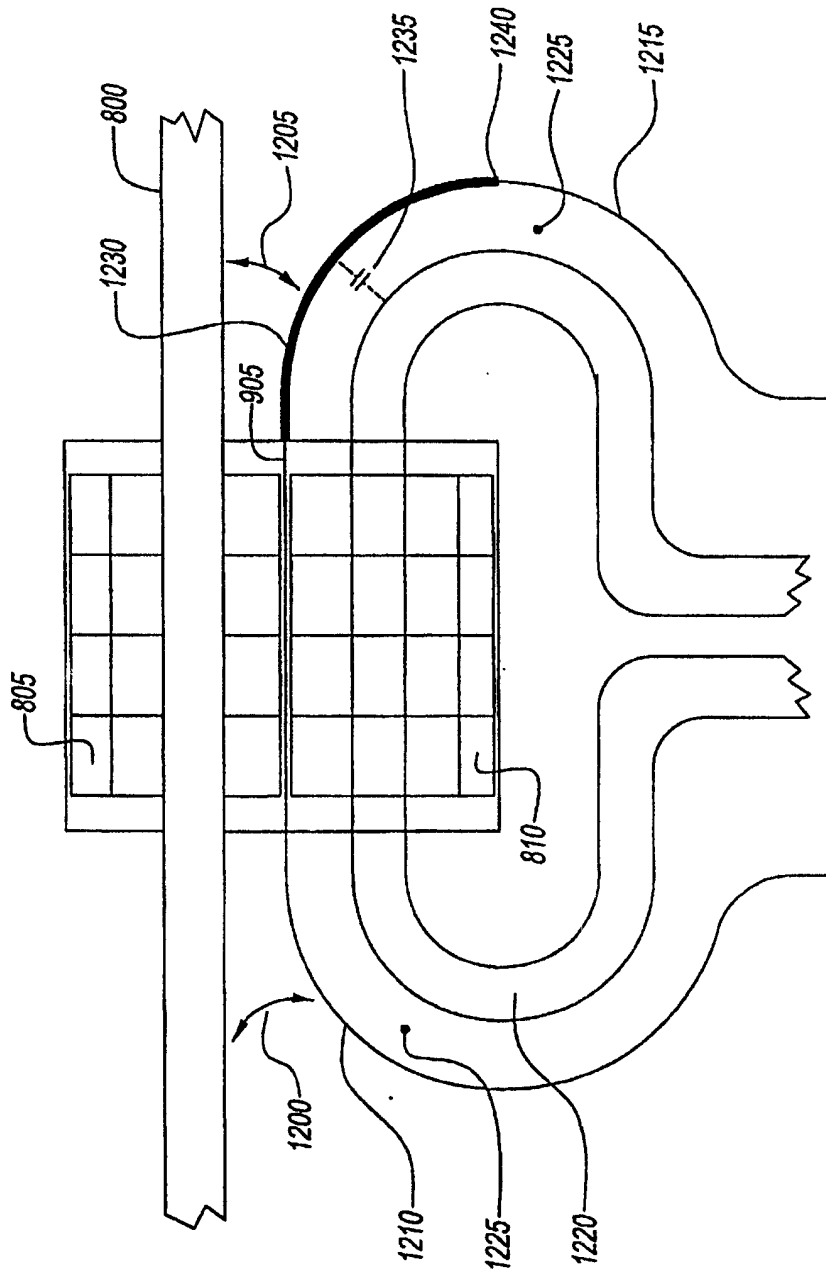


图6

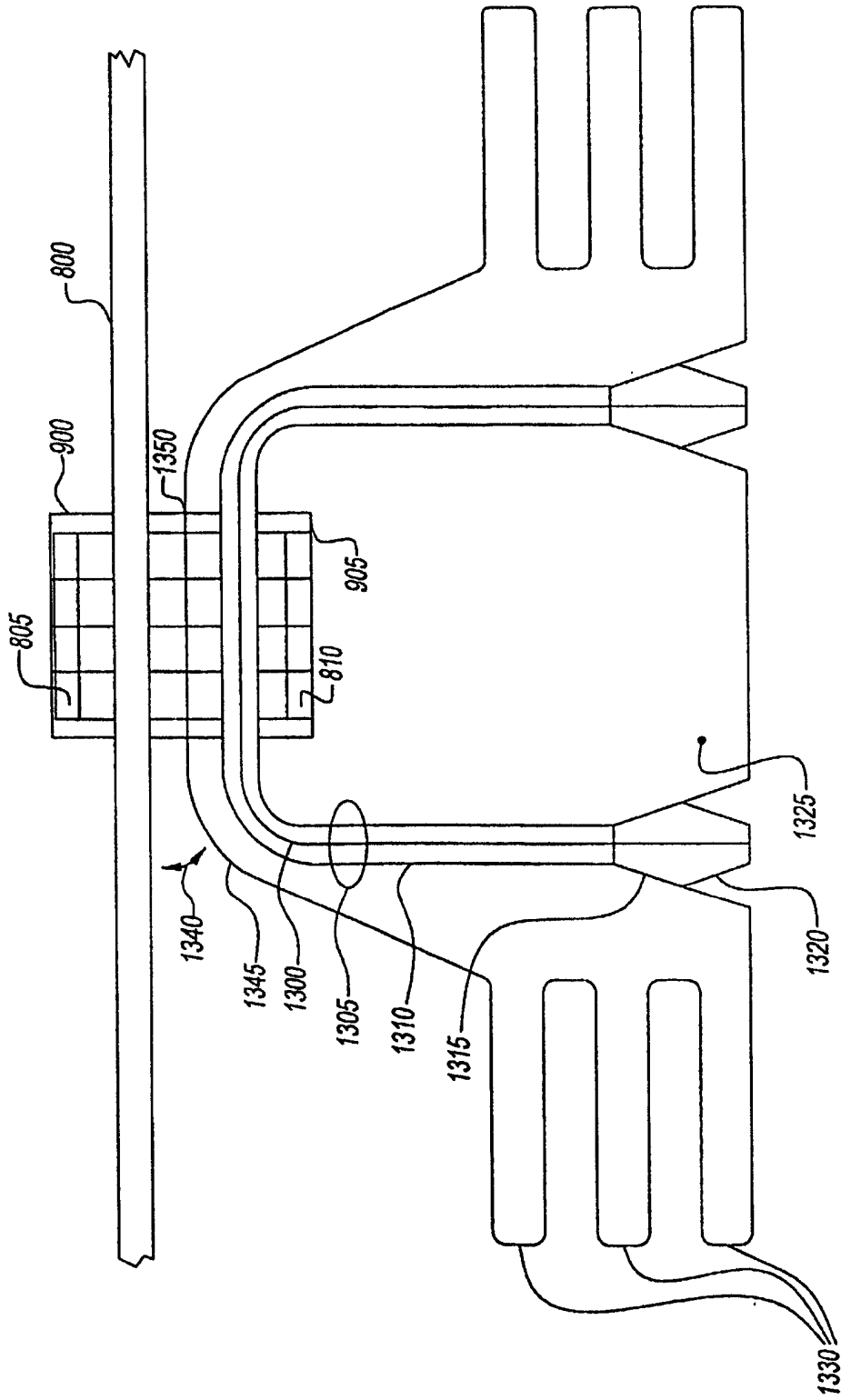


图 7