

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01M 8/00 (2006.01)

H01M 8/10 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510079260.3

[45] 授权公告日 2008年3月26日

[11] 授权公告号 CN 100377402C

[22] 申请日 2005.5.25

[21] 申请号 200510079260.3

[30] 优先权

[32] 2004.5.25 [33] KR [31] 37281/04

[73] 专利权人 三星 SDI 株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 安圣镇 金亨俊 殷莹讚 曹诚庸

尹海权 金占迪 权镐真

[56] 参考文献

JP2003-68317A 2003.3.7

CN1342333A 2002.3.27

US20040033410A1 2004.2.19

燃料电池—原理·技术·应用. 衣宝廉,
第 267 页, 化学工业出版社. 2004

审查员 高天柱

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 陶凤波 侯宇

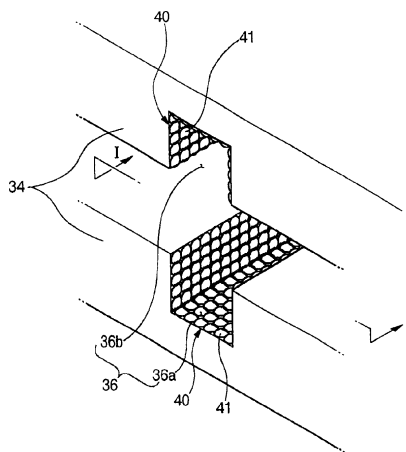
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 7 页

[54] 发明名称

具有改进的冷却结构的电池堆及其燃料电池系统

[57] 摘要

本发明公开了一种燃料电池系统, 其包括用于提供燃料的燃料供应单元、用于提供空气的空气供应单元、用于提供冷却剂的冷却剂供应单元以及具有发电体的电池堆, 在该电池堆内隔板被设置在膜电极组件的两个表面上, 通过从燃料供应单元和空气供给单元供给的氢和氧之间的电化学反应产生电能。本电池堆包括多条冷却通道, 由冷却剂供应单元提供的冷却剂通过所述冷却通道。所述冷却通道包括用于增加冷却剂接触面积的接触面积扩展表面, 以提高冷却效率。



1. 一种燃料电池系统，包括：

燃料供应单元；

空气供应单元；

冷却剂供应单元；及

包括至少一个发电体的电池堆，该发电体包括各侧设有隔板的膜电极组件，所述电池堆还包括至少一条冷却通道，来自所述冷却剂供应单元的冷却剂流过该冷却通道，所述至少一条冷却通道包括用于增加冷却剂接触面积的限定出接触面积扩展表面的表面；

其中，所述接触面积扩展表面包括由所述至少一条冷却通道的所述表面限定的多个突起或多个下陷的低凹部分；

其中，所述突起包括均匀隔开的半球形突起并且所述下陷的低凹部分包括均匀隔开的半球形低凹部分。

2. 如权利要求 1 所述的燃料电池系统，其中，所述至少一条冷却通道由至少一个隔限定。

3. 如权利要求 2 所述的燃料电池系统，其中，所述电池堆包括多个发电体，所述至少一条冷却通道由一对相邻隔限定。

4. 如权利要求 3 所述的燃料电池系统，其中，所述至少一条冷却通道由一对凹槽限定，所述该对凹槽分别处于两个相邻隔板的相对的表面上。

5. 如权利要求 4 所述的燃料电池系统，其中，所述冷却通道位于与所述膜电极组件的非活性区相应之处。

6. 如权利要求 1 所述的燃料电池系统，其中，所述电池堆包括由多个冷却板隔开的多个发电体；每一冷却板限定至少一条冷却通道。

具有改进的冷却结构的电池堆 及其燃料电池系统

技术领域

本发明涉及燃料电池系统，更具体地说，涉及用于燃料电池的具有改进的冷却结构的电池堆（stack）以及装有这种改进的电池堆的燃料电池系统。

背景技术

一般而言，燃料电池是通过包含在如甲醇、乙醇和天然气之类的碳氢化合物原料中的氢和空气中的氧之间发生电化学反应直接将化学反应能转换为电能的发电系统。

准确地说，这类燃料电池可以不进行燃烧而通过燃料气体和氧化剂之间的电化学反应发电。产生的热量作为副产品可以同时被利用。

近来，研发出的聚合物电解质膜燃料电池（以下用 PEMFCs 表示）具有极好的输出特性、低工作温度以及快速的启动和响应特性。

PEMFC 一般包括燃料电池主体、也称之为电池堆；燃料箱；以及将来自燃料箱的燃料供给电池堆的燃料泵。

PEMFC 还可包括用来重整燃料以产生氢气、随后将氢气供给电池堆的重整器。

在 PEMFC 中，储存在燃料箱中的燃料通常通过燃料泵提供给重整器。然后，重整器重整燃料以产生氢气。在电池堆中，氢和氧彼此发生电化学反应产生电能。

在这种燃料电池系统中，电池堆通常包括多个相互紧贴地堆叠的单元电池。每一单元电池包括膜电极组件（以下用 MEA 表示）和双极板或隔板。

每一 MEA 具有设置在电解质膜两侧的阳极和阴极。双极板起将燃料电池反应所需的氢和氧提供给膜电极组件的阳极和阴极的通道的作用，还起将 MEAs 的阳极和阴极彼此串联连接的导体的作用。

因此，通过双极板将含有氢的燃料供给阳极，将氧气或含氧空气供给

阴极。在这个过程中，在阳极发生燃料气体的电化学反应，在阴极发生氧的电化学还原反应。通过由电化学反应产生的电子的运动获得电力、热量以及水。

燃料电池系统的电池堆应该维持在适当的工作温度，以确保电解质膜的稳定性并防止电解质膜性能恶化。

因此，电池堆通常包括一或多条一般为平滑的冷却通道，借助于低温的空气或水流过冷却通道带走电池堆内侧产生的热量。

发明内容

本发明要解决的技术问题是，提供一种具有改进的冷却通道结构的燃料电池的电池堆，该冷却通道结构可提高对电池堆的冷却效率。

在本发明的另一实施方式中，燃料电池系统包括这种改进的电池堆。

根据本发明的一实施方式，所提供的燃料电池系统包括：电池堆、给电池堆提供燃料的燃料供应单元；给电池堆提供空气的空气供应单元；及给电池堆提供冷却剂的冷却剂供应单元。电池堆包括发电体，在发电体中隔板被设置在多个膜电极组件的两个表面上，以通过由燃料供应单元和空气供应单元供给的氢和氧之间的电化学反应产生电能。电池堆包括可使来自冷却剂供应单元的冷却剂流过的冷却通道。冷却通道包括用来增加冷却通道中的冷却剂接触面积的接触面积扩展表面。

在本发明的一实施方式中，冷却通道形成在隔板中。

电池堆可以包括多个发电体和多个具有由相邻的隔界限定的冷却通道的隔板。

冷却通道可以是形成在每一隔板的一个表面上的凹槽。

冷却通道也可以设置在每一隔板的两个表面上。

冷却通道可以形成为与膜电极组件中的非活性区（inactive area）相应。

电池堆可以包括多个发电体，冷却通道可以形成于设置在这些发电体之间的冷却板中。

在本发明的一实施方式中，接触面积扩展表面可以包括形成于冷却通道的表面上的多个突起。

在本发明另一实施方式中，接触面积扩展表面可以包括形成于冷却通道的表面上的多个下陷的低凹部分（concave indentation）。

在本发明又一实施方式中，接触面积扩展表面还可以包括沿通道纵向、在冷却通道的表面上形成的多个肋或脊。

在本发明的其它实施方式中，接触面积扩展表面可形成为任意的或不规则的形状或这些形状的组合。

根据本发明再一实施方式，所提供的用于燃料电池的电池堆包括：具有设置在膜电极组件两个表面上的隔板的发电体；以及由隔板形成的冷却通道，该冷却通道形成可使用于冷却发电体的冷却剂流过的通路。冷却通道的表面包括用来提高电池堆的传热效率的接触面积扩展表面。

根据本发明另一实施方式，所提供的用于燃料电池的电池堆包括：具有设置在膜电极组件两个表面上的隔板的发电体；及与发电体相连、具有使冷却发电体的冷却剂流过的冷却通道的冷却板。冷却通道的表面具有用来增加表面积和提高传热效率的接触面积扩展表面。

附图说明

通过结合附图对本发明的示例性实施方式的详细描述，本发明的上述和其他特点和优点将更为清晰。附图中：

图 1 的方框图示意地说明了本发明一实施方式的燃料电池系统的整体结构；

图 2 至图 4 是分解透视图，它们示出了本发明不同实施方式的电池堆；

图 5A 和 5B 的视图描绘出本发明第一实施方式的接触面积扩展表面；

图 6A 和 6B 的视图描绘出本发明第二实施方式的接触面积扩展表面；

图 7A 和 7B 的视图描绘出本发明第三实施方式的接触面积扩展表面。

具体实施方式

图 1 的方框示意地说明了本发明一实施方式的燃料电池系统。

燃料电池系统 100 采用通过重整燃料来产生氢的聚合物电介质膜燃料电池 (PEMFC) 型式。此时通过氢和氧反应产生电能。

在本发明的燃料电池系统 100 中，可以使用如甲醇、乙醇之类的液态含氢燃料或如天然气之类的气态燃料作为产生电能的燃料。

作为氧气源，可用储存在单独的储存单元中的纯氧与燃料中的氢反应，或者，如本实施方式中那样，使用空气作为氧气源。

根据本发明的一实施方式，燃料电池系统 100 包括用来重整含氢的燃料以产生氢的重整器 18、通过氢和氧之间的电化学反应产生电能的电池堆 16、向重整器 18 提供燃料的燃料供应单元 10、以及向电池堆 16 提供空气的空气供应单元 12。

本发明的燃料电池系统 100 也可以采用通过向电池堆 16 直接提供含氢的液态燃料而产生电能的直接氧化燃料电池型式。

对于直接氧化燃料电池，省略图 1 所示的重整器 18。这是直接氧化燃料电池和聚合物电解质膜燃料电池的区别。

下面以使用聚合物电解质膜燃料电池型式的燃料电池系统 100 为例，当然，本发明不限于这类实施方式。

重整器 18 借助于热能通过催化化学反应由液态燃料产生重整气，另外还可降低重整气中所含的一氧化碳的浓度。也就是说，重整器 18 通过如蒸汽重整、部分氧化和自热反应（auto-thermal）之类的催化反应由燃料产生含氢的重整气。

此外，重整器 18 通过如水-气转换反应或优选氧化反应之类的催化反应降低重整气中所含的一氧化碳的浓度。还可例如通过使用分离膜对氢气进行纯化。

燃料供应单元 10 包括储存液态燃料的燃料箱 22 和与燃料箱 22 相连将燃料从燃料箱 22 送入重整器的燃料泵 24。

空气供应单元 12 包括用来向电池堆 16 提供空气的空气泵 26。

电池堆 16 接受来自燃料供应单元 10 的燃料和来自空气供应单元 12 的空气并产生电能。图 2 至图 4 是电池堆结构的第一、第二和第三实施方式的分解透视图。

参照图 1，电池堆 16 包括至少一个通过由重整器 18 提供的氢和由空气供应单元提供的空气发生反应产生电能的发电体 30。

发电体 30 是用于产生电能的单元电池，其包括用来进行氢和空气的氧化/还原反应的 MEA 32 和用来向 MEA 32 提供氢气和空气的隔板（双极板）34。发电体 30 包括 MEA 32 和设置在 MEA 32 两侧的隔板 34。以堆叠的方式通过排列多个发电体 30 形成电池堆 16。

MEA 32 具有传统的结构，于是电解质膜被设置在阳极和阴极之间。

阳极通过隔板 34 接受重整气，阳极包括将重整气分离成电子和氢离子

的催化剂层及用于电子和重整气平稳迁移的气体扩散层。

阴极通过隔板 34 接受空气，阴极包括用来使来自阳极侧的电子、氢离子和空气中的氧反应并生成水的催化剂层和用于氧气平稳迁移的气体扩散层。

电解质膜为固态聚合物电解质，其厚度介于 50 和 200 μm 之间，其作用是通过从阳极的催化剂层到阴极的催化剂层产生的氢离子的运动促进离子交换。

发电体 30 通过下列方程式产生电能和水。

阳极反应： $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

阴极反应： $1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

整个反应： $\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{电流}$

也就是说，在阳极，通过氧化反应氢气被分解成电子和质子（氢离子）。质子通过电解质膜移动到阴极，电子不通过电解质膜转移，而通过隔板 34 移动到相邻 MEA 32 的阴极。电子的流动产生电流。此外，在阴极，通过移动的质子以及电子和氧的还原反应生成水。

在所述的燃料电池系统 100 中，通过氧化/还原反应在发电体 30 中产生热量。因为热量可以使 MEA 32 干燥，电池堆 16 的性能可能受到破坏。

本发明此实施方式的燃料电池系统 100 具有通过使冷却剂在电池堆 16 内循环带走发电体 30 中产生的热量的结构。

为此，本系统 100 包括用来向电池堆 16 的内部提供冷却剂的冷却剂供应单元 14 和设置在电池堆 16 中的冷却通道 36。冷却剂供应单元 14 包括用于将冷却剂送入电池堆 16 内的发电体 30 的常规的冷却剂泵 28。

在本实施方式中，冷却剂可以为液体如水。也可以选择，冷却剂为气态。在一实施方式中，用空气作为冷却剂。

冷却通道 36 通过冷却剂带走电池堆 16 内的发电体 30 中产生的热量。冷却通道 36 可以不同形状形成在电池堆 36 中的不同部位。

在一实施方式中，设置在图 2 所示的电池堆 16 中的每一冷却通道 36 由在隔板 34 的相邻表面上形成的第一和第二凹槽 36a 和 36b 构成。所形成的冷却通道 36 可对 MEA 32 的所有区域，即，形成在 MEA 32 中的活性区（active area）32a 和非活性区 32b 进行冷却并对整个电池堆 16 进行冷却。

再参照图 3 对本发明的另一实施方式进行描述。在此，电池堆 116 设有

多个发电体 130，每个发电体包括 MEA 132 和相邻的隔板 134。冷却通道 136 被设置在电池堆 116 中，由第一和第二凹槽 136a 和 136b 构成。氢传送通路 134a 和空气传送通路 134b 形成在隔板 134 的两侧，以向 MEA 132 一侧的活性区 132a 提供氢气，而向 MEA 132 另一侧的活性区 132a 提供空气。

对于本实施方式，冷却通道 136 围绕每一隔板 134 的传送通路 134a、134b 的外围设置，并与隔板 134 的非活性区 132b 相应。

根据本实施方式，在冷却电池堆 116 时，冷却通道 136 只冷却隔板 134 中的非活性区 132b。

现在参照图 4 描述本发明又一实施方式。这里，电池堆 216 设有多个发电体 230，每一发电体包括 MEA 232 和相邻隔板 234。在冷却板 238 内设有冷却通道 236。冷却板 238 被设置在由 MEA 232 和设置在 MEA 232 的两个表面上的隔板 234 构成的发电体 230 之间。

对于此实施方式，冷却通道 236 包括设置在冷却板 238 内、沿冷却板 238 的一个方向形成的多条隧道。本实施方式的冷却板 238 可以冷却 MEA 232 的所有区域。

比较图 2 至 4 的实施方式，图 2 和 3 中的那些实施方式包括在隔板 34 和 134 中形成的冷却通道 36 和 136，而图 4 的实施方式中，冷却通道 236 形成在冷却板 238 中。

根据本发明的一实施方式，不管冷却通道的结构如何，为了提高电池堆的冷却效率，可在冷却通道中形成接触面积扩展表面。

请参照图 5A 和 5B 中示出的本发明的实施方式，冷却通道 36 设有接触面积扩展表面 40，以增加向电池堆提供的冷却剂的接触面积。

根据此实施方式，冷却通道 36 的接触面积扩展表面 40 包括多个突起 41，每一突起具有半球形表面。

突起 41 增加了冷却剂与冷却通道 36 表面的接触面积。对于该实施方式，突起 41 为半球形，因此，在供给冷却通道 36 的冷却剂的流动中不会产生不适当的阻力。当发电体 30 工作时，冷却剂供应单元 14 可有效地带走发电体 30 中产生的热量。

突起 41 加大了被限定的冷却通道 36 的体积内的冷却剂的接触面积，这是因为通过在冷却通道 36 的表面形成突起 41 加大了冷却通道 36 的每单位体积的冷却剂接触面积。利用这些突起可使每单位时间从发电体 30 传递

出的热量最大，因而提高了电池堆 16 的冷却效率。如果相应于电池堆 16 内的温度分布设置接触面积扩展表面，即，如果在高温区设置许多接触面积扩展表面而在低温区设置较少的接触面积扩展表面，借此使之具有适当的温度梯度，可以进一步提高发电体 30 的冷却效率。

为了方便起见，可将所述接触面积扩展表面 40 形成在图 2 所示的电池堆 16 中的冷却通道 36 内。当然，对本领域技术人员来说，很显然，也可将其应用于其他冷却通道、如图 3 和 4 所示的那些实施方式的冷却通道中。

图 6A 和 6B 描绘了本发明另一实施方式的接触面积扩展表面 340，这里类似于图 2 中那样的一对隔板 334 限定了冷却通道 336，该冷却通道包括由多个一般为半球形的下陷的低凹部分 342 构成的接触面积扩展表面 340。

再者，图 7A 和 7B 描绘了本发明又一实施方式的另一种接触面积扩展表面 440，其中一对类似于图 2 中那样的隔板 434 限定了冷却通道 436，该冷却通道包括多个沿冷却通道 436 的纵向形成的脊或肋 443 的接触面积扩展表面 440。

尽管图 6A、6B、7A 和 7B 的实施方式描绘的是形成于与图 2 所示的那类电池堆 16 相似的冷却通道内，但对本领域技术人员来说，很显然也可将其应用于如图 3 和 4 所示的那些实施方式中的其他冷却通道。

本发明的接触面积扩展表面可以在垂直于冷却通道的纵向的横截面中以各种形状形成。因为各接触面积扩展表面扩展了冷却通道内冷却剂的接触面积，所以可以提高电池堆的冷却效率。

尽管所示出的接触面积扩展表面具有通常是覆盖冷却通道所有区域的均匀间隔的突起、低凹部分或肋的图案形状，接触面积扩展表面也可设置成不规则或任意的图案，或可以设置为多种表面的组合。

此外，可以根据相关的隔板或冷却板的制造过程选择形成接触面积扩展表面和接触面积扩展表面的特定形状的方法。

如果隔板通过压铸粉末状的含碳材料制得，接触面积扩展表面可以通过机械加工形成。如果隔板或冷却板由金属材料制得，接触面积扩展表面可以通过蚀刻形成。

本发明的燃料电池系统通过在电池堆内形成冷却通道、冷却通道设有接触面积扩展表面以增加冷却通道内冷却剂的接触面积可提高电池堆的冷却效率。

虽然已对本发明的一些实施方式和改型实例进行了描述，但本发明并不限于这些实施方式和实例，在不超出本发明所附权利要求书、说明书的详细文字描述及附图所示的范围的前提下，可对本发明进行各种形式的改型。显然，所作出的那些改型仍落入本发明的保护范围。

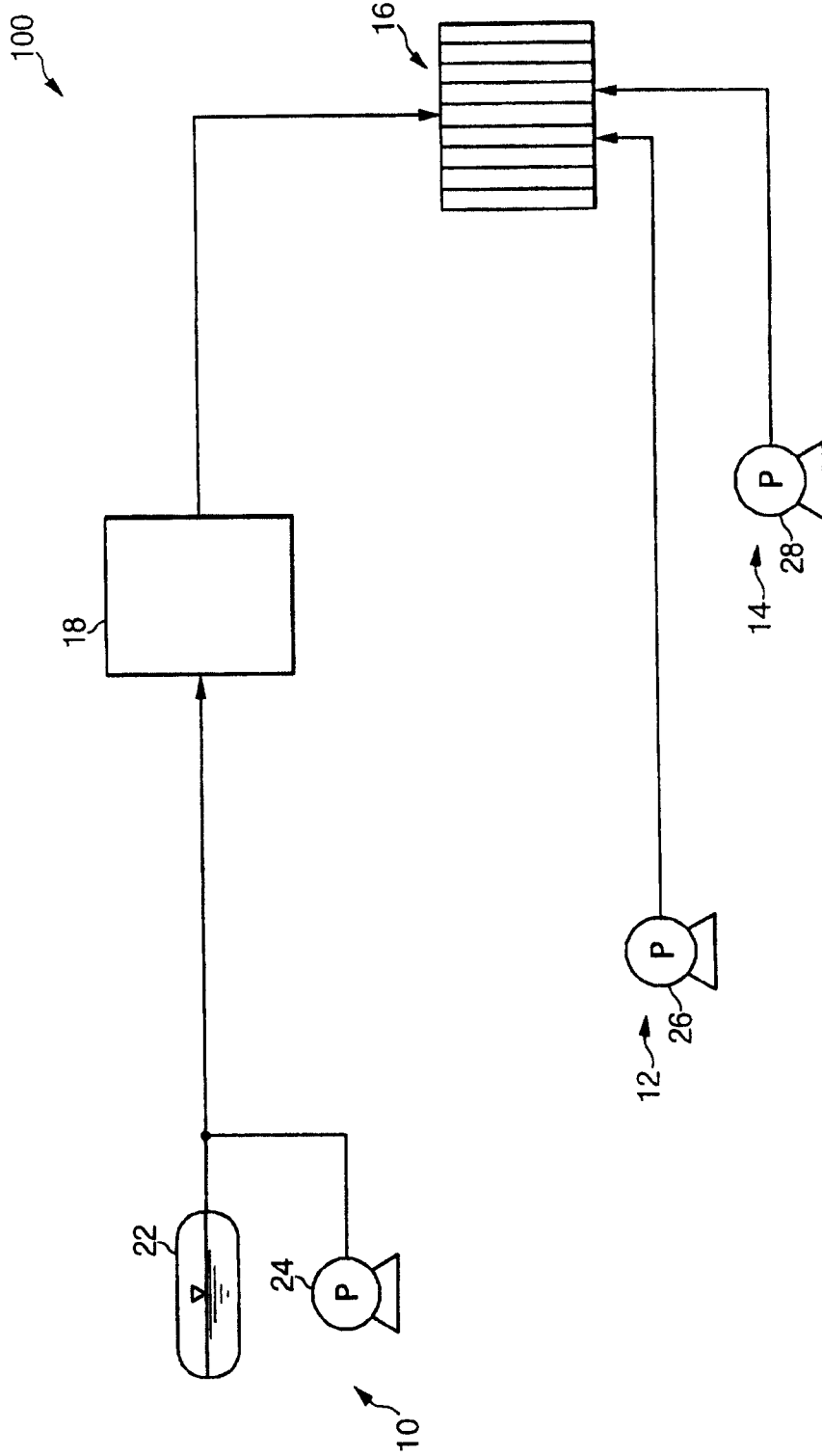


图 1

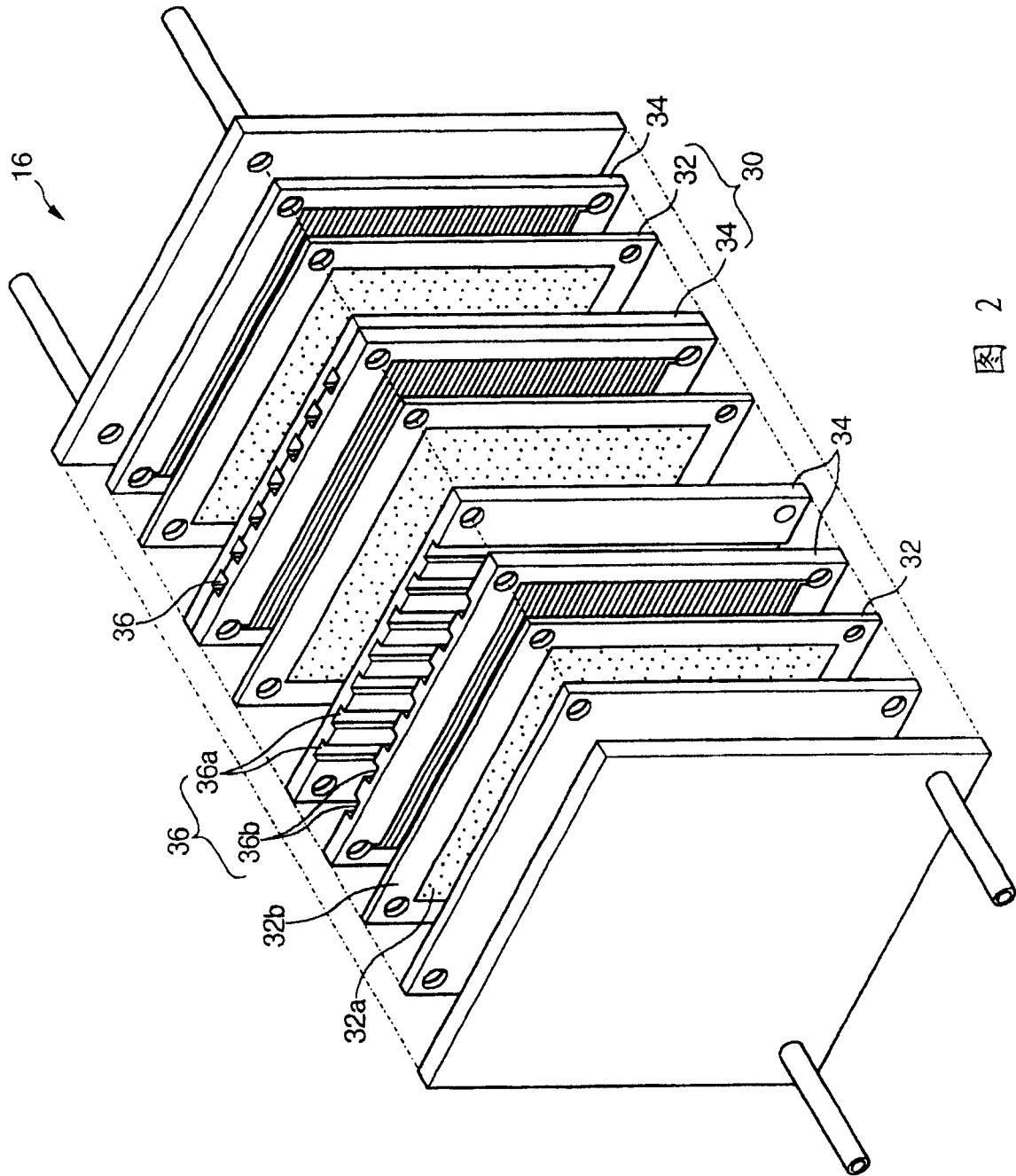


图 2

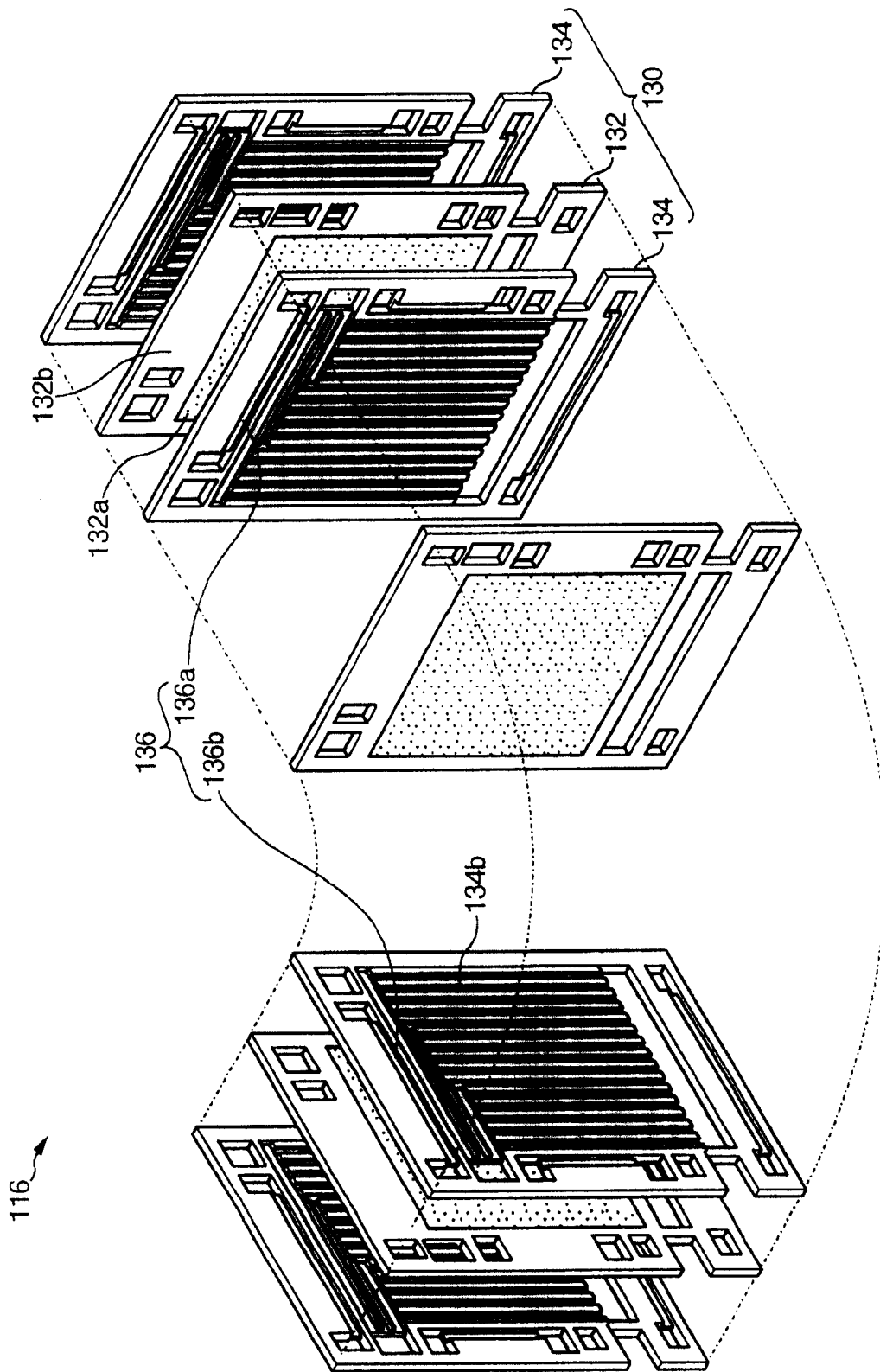


图 3

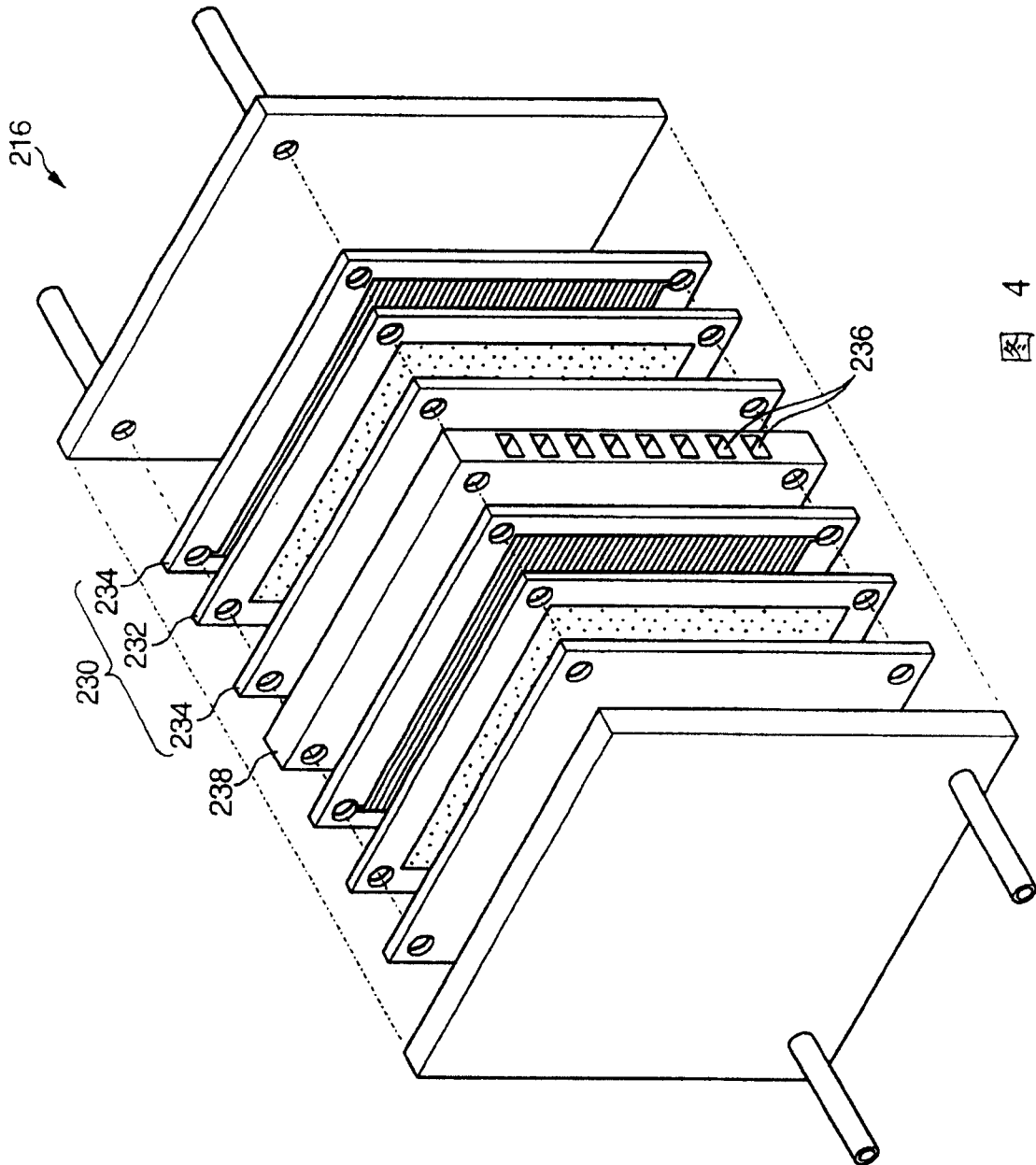


图 4

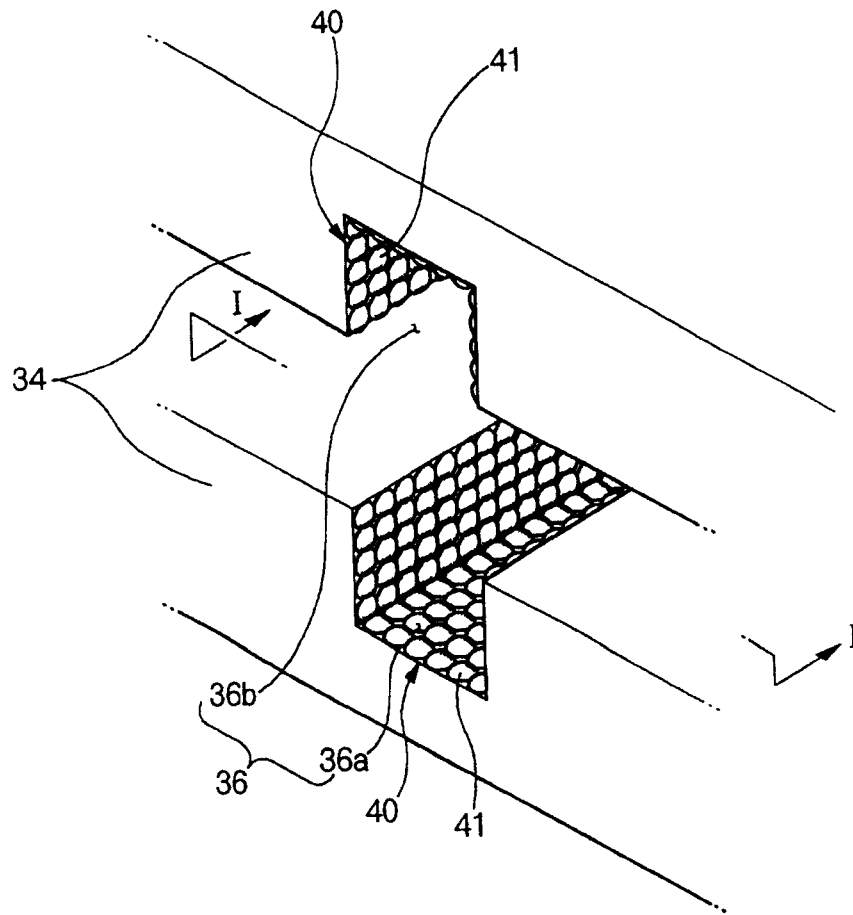


图 5A

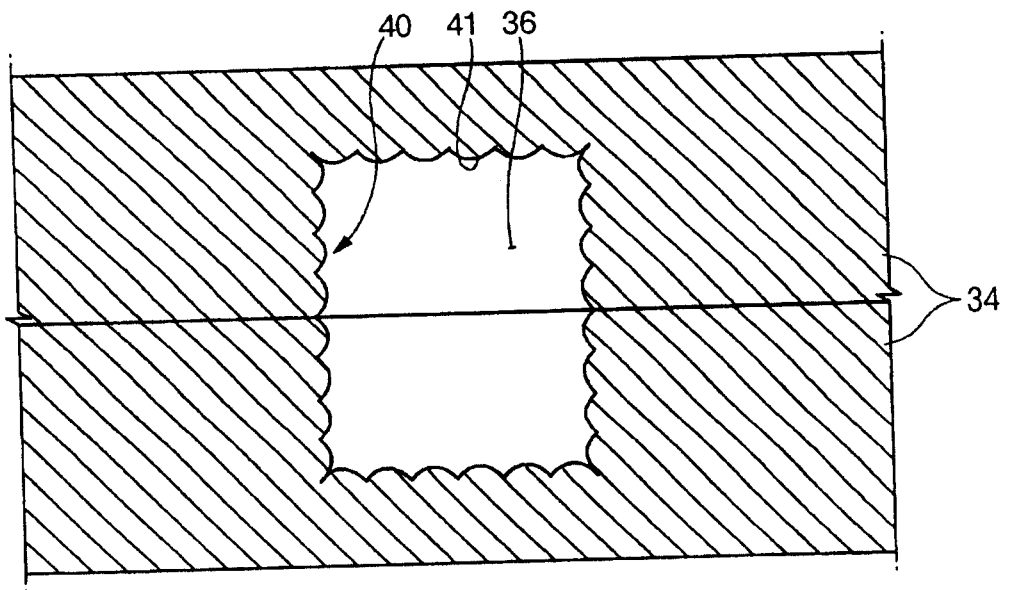


图 5B

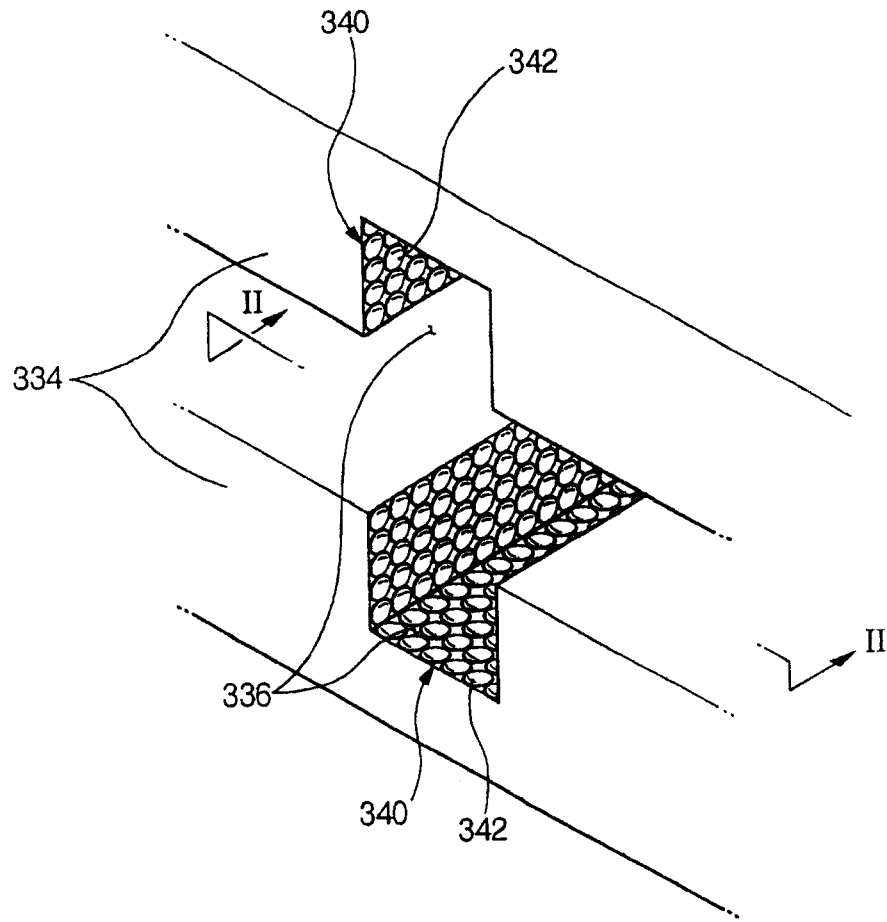


图 6A

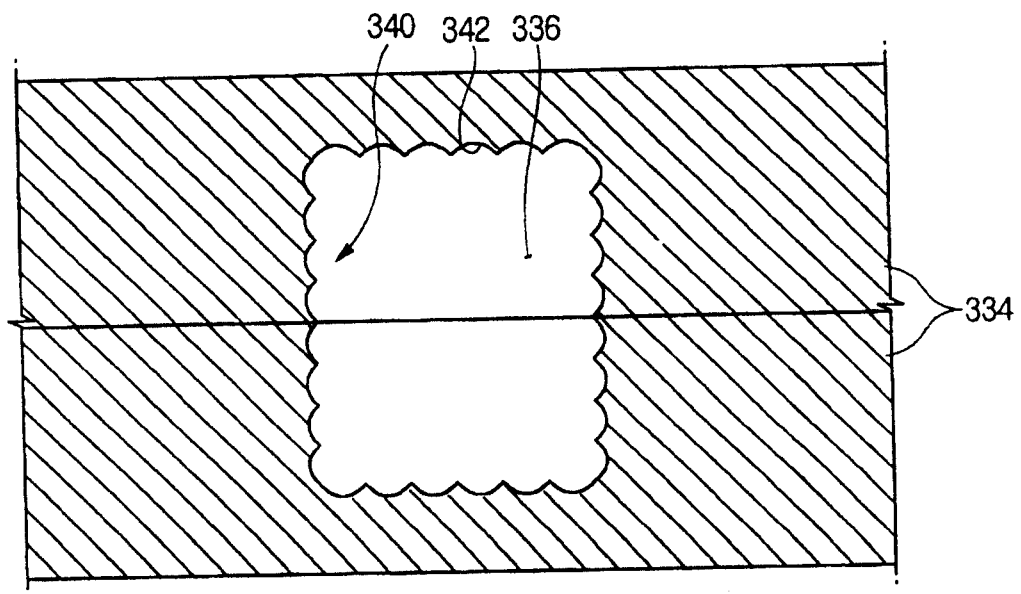


图 6B

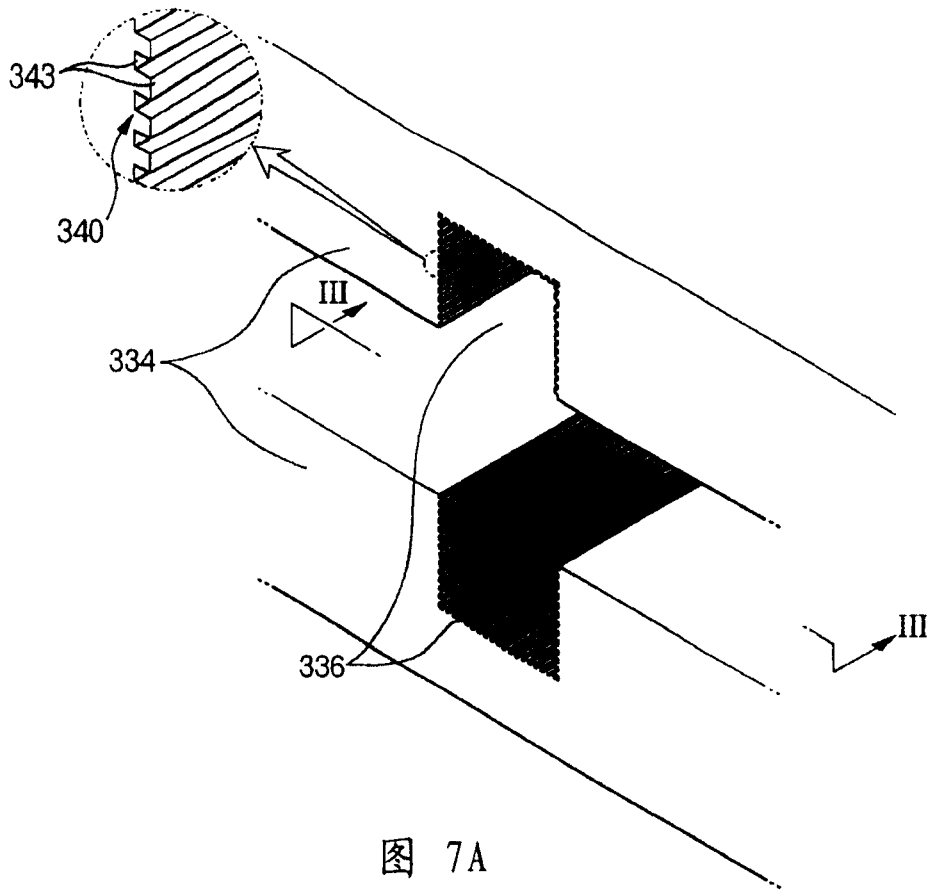


图 7A

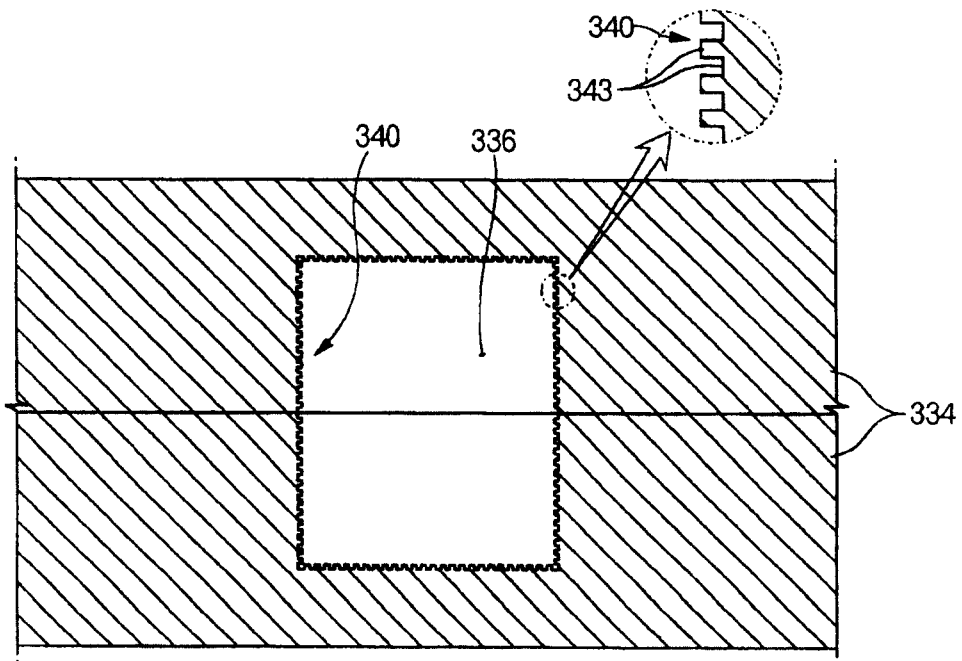


图 7B