

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310123343.9

[51] Int. Cl.

H01L 23/473 (2006.01)

H01L 23/40 (2006.01)

H01L 23/46 (2006.01)

H05K 7/20 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 100511657C

[22] 申请日 2003.12.16

[21] 申请号 200310123343.9

[30] 优先权

[32] 2002.12.16 [33] JP [31] 2002-364337

[32] 2003.11.14 [33] JP [31] 2003-385761

[73] 专利权人 株式会社电装

地址 日本国爱知县

[72] 发明人 酒井泰幸

[56] 参考文献

US6084771A 2000.7.4

US2001/0033477A1 2001.10.25

审查员 唐俊峰

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 王新华

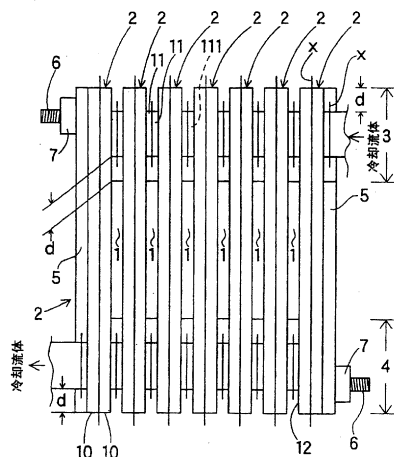
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 11 页

[54] 发明名称

用于使半导体器件的两个侧面冷却的冷却器

[57] 摘要

本发明公开了一种冷却器，包括：多个扁平冷却管；入口头部；出口头部；以及压紧机构，其中入口头部和出口头部中的每一个包括：沿与堆叠方向垂直的方向从每个扁平冷却管的两端的每一个延伸出的端部分，在每个扁平冷却管中，端部分具有开口部分，沿着堆叠方向开口，并以不透流体的方式与相邻的扁平冷却管连接；和隔膜，形成于开口部分周围，并在压紧力的作用下沿堆叠方向是可变形的，其中开口部分的一端以不透流体的方式与相邻扁平冷却管的另一开口部分的另一端连接；以及扁平冷却管的每一个分别由两个压制成形的包括杯状部分的金属板制成，杯状部分面对面地铜焊在一起以形成制冷剂在其中流动的中空部分，两个金属板的杯状部分为相同的形状。



1. 一种用于使一个或多个半导体器件的两个侧面冷却的冷却器，所述冷却器包括：

多个扁平冷却管，所述多个扁平冷却管中的每个设置在每个所述半导体器件的两个侧面的每一个处以形成堆叠，在该堆叠中，所述半导体装置和所述扁平冷却管沿一堆叠方向彼此交替地堆叠，当所述堆叠形成时，每个扁平冷却管的两个端部分位于与所述堆叠方向垂直的方向中；

入口头部，所述入口头部具有冷却通道，冷却剂通过所述冷却通道提供和输送，以冷却所述堆叠的半导体器件；

出口头部，所述出口头部具有另一冷却通道，所述冷却剂通过所述出口头部聚集；以及

压紧机构，压紧机构产生压紧力以压紧所述半导体器件和所述扁平冷却管的所述堆叠，

其中所述入口头部和所述出口头部中的每一个包括：

沿与所述堆叠方向垂直的方向从每个扁平冷却管的两端的每一个延伸出的端部分，在每个扁平冷却管中，所述端部分具有开口部分，沿着堆叠方向开口，并以不透流体的方式与相邻的扁平冷却管连接；和隔膜，形成于开口部分周围，并在所述压紧力的作用下沿所述堆叠方向是可变形的，

其中在所述堆叠方向垂直的方向上，所述开口部分的一端以不透流体的方式与相邻扁平冷却管的另一开口部分的另一端连接；以及

所述扁平冷却管的每一个分别由两个压制成形的包括杯状部分的金属板制成，杯状部分面对面地铜焊在一起以形成制冷剂在其中流动的中空部分，所述两个金属板的所述杯状部分为相同的形状。

2. 根据权利要求 1 的冷却器，其中每个所述扁平冷却管具有扁平冷却表面，所述扁平冷却表面中的每一个与所述半导体器件的每个侧面在

所述压紧力的作用下紧密接触。

3. 根据权利要求 1 的冷却器，其中每个扁平冷却管的每个端部具有：

由所述冷却通道中的一个构成的开口；以及

连接元件，所述连接元件连接两个相邻的末端部分并且包括作为所述隔膜的可压缩的部分，所述可压缩的部分在压紧力的作用下在堆叠方向上压缩。

4. 根据权利要求 3 的冷却器，其中所述连接元件是波纹管形状的。

5. 根据权利要求 1 的冷却器，其中每个所述扁平冷却管包括在所述冷却通道内部用于承受压紧力并抑制其沿着堆叠方向的变形的间隔元件。

6. 根据权利要求 1 的冷却器，其中所述压紧机构包括：

一对沿所述堆叠方向与所述堆叠的最外侧相接触的夹持板；

穿过所述夹持板的贯穿螺栓；以及

固定到所述贯穿螺栓的螺母。

用于使半导体器件的两个侧面冷却的冷却器

技术领域

本发明涉及一种用于使半导体器件的两个侧面（顶部表面和底部表面）冷却的冷却器

背景技术

在 JP2001-320005A 中披露了一种用于使半导体器件的两个侧面冷却的传统冷却器，它包括：一组扁平的冷却管，每个冷却管都有吸热表面用于与半导体模块的表面接触，以及一个或多个冷却流体流动通道，并且与半导体模块交替放置；一个入口头部或进口集管（inlet header），与扁平冷却管的一端连接并为扁平冷却管提供冷却流体；一个出口头部或出口集管（outlet header），与扁平冷却管的另一端连接并聚集来自扁平冷却管的冷却流体；以及一个压紧机构（例如，螺栓和螺母）用于给扁平冷却管施加压紧力，所述扁平冷却管从半导体器件的两个侧面夹持半导体器件。

而且，在 JP6-291223A，1994 中披露了一种从半导体器件的两个侧面散发热量的传统散热片。

然而，在 JP2001-320005A 中披露的冷却器有一个缺点，半导体的温度变化范围宽，即使在半导体器件产生的热量比较一致时（也是如此）。

发明者通过研究解释，温度变化是由于作用在半导体器件与扁平冷却管上压紧力的变化引起的，因为热阻取决于压紧力。

扁平冷却管在中心部位，此处螺栓和螺母压紧它们，在与半导体表面垂直的方向上发生最大的变形，而在两端（冷却流体的入口和出口）变形最小，因为它们固定在头部或集管。结果，压紧力的变化取决于扁平冷却管长度方向上的接触位置。而且，由于尺寸的变化，例如，扁平冷却管固定于头部的位置的变化，以及扁平冷却管的厚度的变化，变形会发生变化。

结果，压紧力是变化的。具体地，螺栓紧固力的一部分被吸收用于其中一个扁平冷却管的弹性变形，其余部分变成半导体器件和扁平冷却管之间的压紧力。因而，由弹性变形引起的反作用力的变化导致了上述压紧力的变化。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种用于使半导体器件的两个侧面（上表面和下表面）冷却的使用冷却流体的冷却器，其中扁平冷却管上夹持半导体器件的压紧力的变化减小，进而均匀地散发由半导体器件（半导体芯片或组件或模块）产生的热量，而且减少取决于半导体器件位置的散热能力的变化。上述均匀的散热能力是通过简单的结构实现的。

本发明有下述九个特征。

根据本发明的一个特征方面，其提供一种用于使一个或多个半导体器件的两个侧面冷却的冷却器，所述冷却器包括：

多个扁平冷却管，所述多个扁平冷却管中的每个设置在每个所述半导体器件的两个侧面的每一个处以形成堆叠，在该堆叠中，所述半导体装置和所述扁平冷却管沿一堆叠方向彼此交替地堆叠，当所述堆叠形成时，每个扁平冷却管的两个端部分位于与所述堆叠方向垂直的方向中；

入口头部，所述入口头部具有冷却通道，冷却剂通过所述冷却通道提供和输送，以冷却所述堆叠的半导体器件；

出口头部，所述出口头部具有另一冷却通道，所述冷却剂通过所述出口头部聚集；以及

压紧机构，压紧机构产生压紧力以压紧所述半导体器件和所述扁平冷却管的所述堆叠，

其中所述入口头部和所述出口头部中的每一个包括：

沿与所述堆叠方向垂直的方向从每个扁平冷却管的两端的每一个延伸出的端部分，在每个扁平冷却管中，所述端部分具有开口部分，沿着堆叠方向开口，并以不透流体的方式与相邻的扁平冷却管连接；和隔膜，形成于开口部分周围，并在所述压紧力的作用下沿所述堆叠方向是可变形

的，

其中在所述堆叠方向垂直的方向上，所述开口部分的一端以不透流体的方式与相邻扁平冷却管的另一开口部分的另一端连接；以及

所述扁平冷却管的每一个分别由两个压制成形的包括杯状部分的金属板制成，杯状部分面对面地铜焊在一起以形成制冷剂在其中流动的中空部分，所述两个金属板的所述杯状部分为相同的形状。

特征 1 的特征在于头部或集管是在压紧机构的压紧力作用下变形的，进而吸收了堆叠方向上压紧堆叠的总长度与头部或集管部分的总长度之间的尺寸公差。

根据特征 1，头部的形状使其比堆叠方向上扁平冷却管部分更容易变形。因而，头部有膨胀/收缩功能。因此，在上述压紧力的作用下，从冷却管施加到半导体器件的力被防止过大以损害半导体器件，并且头部的变形吸收了堆叠的总厚度，尤其是半导体器件与冷却管接触的那部分，与堆叠方向上头部的长度之间的差异，进而将热量有效地从半导体器件传递到冷却管。而且，由于每个元件尺寸的变化而引起的压紧力变化以及扁平冷却管的每一部分上的压紧力变化减小，因而均匀地散发由半导体器件（例如，半导体芯片或组件或模块）产生的热量，而且减少了取决于半导体器件位置的散热能力的变化。上述均匀的散热能力通过一个简单的结构实现。换句话说，由于每个元件的公差被其头部自身的变形所吸收，半导体器件上的压紧力可以很均匀。而且，由于每个元件的尺寸变化被头部在压紧力方向上的容易变形所吸收，扁平冷却管与半导体器件接触的那部分的刚性可以得到保证并且半导体器件每个部分上的压紧力可以很均匀。

在特征 2 中，扁平冷却管与半导体器件在压紧力的作用下紧密接触。

根据特征 2，在堆叠方向上头部比扁平冷却管更容易变形。因此，即使在头部与堆叠的中间部分之间存在厚度差异时，扁平冷却管也可与半导体器件保持紧密接触，进而有效地传递来自半导体器件的热量。这里，在特征 1 和 2 中，希望将头部的变形保持在弹性极限内，但它也可包括塑性变形。

在特征 3 中，入口和出口头部由冷却管的末端部分及连接元件组成。冷却管的末端部分连接到冷却管的冷却通道并且在两个侧面上有两个头

部孔朝向堆叠方向。连接元件位于两个相邻的末端部分之间。这里，连接元件包括一个在压紧力的作用下在堆叠方向上压缩的可压缩的部分。

根据特征 3，构成头部一部分的连接元件在堆叠方向上夹持在两个相邻的扁平冷却管之间，而扁平冷却管的两个末端部分构成了头部的其它部分。因而，连接部分是与扁平冷却管单独形成的。而且，连接元件可以是在堆叠方向上容易地变形的复杂形状。相应地，柔软的连接元件可以由简单的工艺过程制造而成。

在特征 4 中，连接元件是波纹管形状的。波纹管有大圆筒部分和小圆筒部分，在轴线方向上交替连接。大圆筒部分最好是一个直径尺寸，但不是必须这样。小圆筒部分最好是一个直径尺寸，但不是必须这样。而且，波纹管可以是螺旋形状的。

根据特征 4，扁平冷却管和连接元件都可以通过简单的工艺过程制造而成。因而，避免了复杂的制造过程并且连接元件的可压缩部分具有很好的柔性。

在特征 5 中，入口头部以及出口头部包括：每个扁平冷却管上有一个开口部分，沿着堆叠方向开口，并且以一种不透液体的方式与相邻的扁平冷却管连接；一个隔膜，成形于开口部分周围，并在压紧力的作用下沿着堆叠方向是可变形的，其中开口部分的一端以一种不透液体的方式与相邻的扁平冷却管的另一开口部分的另一端连接。

根据特征 5，因为包含头部的扁平冷却管的两个末端在堆叠方向上都有可压缩的部分，头部在堆叠方向上的总厚度之间的变化被吸收，没有使用上述的连接元件而且也没有过大的压紧力。相应地，由于扁平冷却管与半导体器件的紧密接触，可以获得优秀的散热能力。因而，结构简单的、具有良好柔软性的可压缩部分的头部可以由简单的工艺过程制造而成。这里，隔膜可以是一组同轴圆环。然而，任何可以沿堆叠方向变形的已知结构都可以被使用。

在特征 6 中，扁平冷却管由两个压制成形或挤压成形或冲压的金属板制成，其杯状部分面对面地铜焊在一起以形成一个管。

根据特征 6，扁平冷却管可以由简单的工艺过程制造而成。

在特征 7 中，扁平冷却管由两个相同形状的压制成形或挤压成形或冲

压的金属板制成，它们面对面地铜焊在一起以形成一个管。

根据特征 7，扁平冷却管可以由另一种简单的工艺过程制造而成。

在特征 8 中，扁平冷却管在其中空部分内部有一个间隔元件用于承受压紧力并抑制扁平冷却管沿堆叠方向的变形。间隔元件可以与扁平冷却管的内表面铜焊在一起，可以装配到扁平冷却管里，或者可以仅仅与扁平冷却管的内表面接触。

根据特征 8，扁平冷却管上与半导体器件接触的那一部分的变形可以被抑制。因而，扁平冷却管与半导体器件之间的压紧力可通过一个简单的结构而达到很均匀。

在特征 9 中，压紧机构包括：一副与堆叠的最外侧相接触的夹持板；穿过夹持板的贯穿螺栓；以及固定到贯穿螺栓的螺母。

根据特征 9，扁平冷却管与半导体器件之间的压紧力可通过一个简单的结构而达到很均匀。

附图描述

图 1 是本发明的实施例 1 的用于使一组半导体模块冷却的冷却器的正视图。

图 2 是压制成形的金属板（扁平冷却管）以及半导体模块的侧视图。

图 3 是靠近沿着扁平冷却管和半导体模块的堆叠方向开口的开口部分的放大的剖视图。

图 4 是用于通过冷却流体的中空部分里的间隔件的剖视图。

图 5 是入口头部周围的不同的扁平冷却管的剖视图。

图 6 是另一不同的扁平冷却管的透视图。

图 7，8 和 9 示出其它夹持着挤压或冲压的金属板的间隔件的不同的扁平冷却管。

图 10，11，12 和 13 示出实施例 2 的在右侧和左侧的入口头部和出口头部具有波纹管的冷却器。

图 14 是靠近实施例 3 的冷却器的入口头部的放大的剖视图。

具体实施方式

本发明的优选实施例参照附图解释。

实施例 1

图 1 是本发明的用于使多个半导体器件冷却的冷却器的正视图,包括: 6 个半导体模块 1; 7 个扁平冷却管 2; 一个入口头部 3; 一个出口头部 4; 2 个夹持板 5; 2 个贯穿螺栓 6; 以及 2 个螺母 7。这里, 夹持板 5, 螺栓 6 和螺母 7 构成了一个压紧机构或压紧机械装置。

6 个半导体模块 1 构成三相反向变流机 (inverter) 的臂。半导体模块 1 包括: 一个半导体芯片, 即, 本实施例中的一个晶体管; 以及附在半导体芯片的每个表面上的一对主电极片。半导体芯片和主电极片由树脂模塑或模制成扁平形状, 信号端子和控制电极端子从它向外伸出。具体地, 半导体芯片顶部表面上的主电极片的一部分凹进以露出控制电极以及通讯电极的导电片或焊接点 (pad), 它们与一个此处未示出的、朝着图的远侧延伸的电线连接。主电极片通常由铜或铝制成, 并通过焊料或隆起焊盘或凸块 (bump) 与半导体芯片的每个侧面连接。由于半导体模块 1 的结构是众所周知的, 此处不详细示出。取代上述的半导体模块 1, 裸露半导体芯片会以这样一种方式使用, 控制电极和通讯电极通过例如部分地使扁平冷却管凹进或成锯齿状以与扁平冷却管电绝缘。

扁平冷却管 2 与半导体模块 1 以这样一种方式交替地放置于彼此之间, 除了那些要被接地的电极之外, 主电极通过例如绝缘膜与扁平冷却管 2 电绝缘, 或以这样一种方式, 对于一个绝缘型的三相反向变流机, 所有的主电极都与扁平冷却管 2 绝缘。

每个冷却管 2 的形状都是中空的平台形状, 它的一端与相邻的冷却管连接, 进而构造了一个入口头部 (或进口集管) 3, 而它的另一端互相连接, 进而构造了出口头部 (或出口集管) 4。

扁平冷却管 2 以这样一种方式制造, 两块具有相同的杯状的压制成形的金属板 10 面对面地铜焊在一起以形成一个管。铜焊位置在图 1 中以“x”标出。相应地, 冷却流体在与堆叠方向垂直的方向上在扁平冷却管 2 的中空部分中流过。

从扁平冷却管的每一半上都伸出一个连接管部分 11。

连接管部分 11 在其内部有一个开口 111。扁平冷却管的每一半的连接管部分 11 的伸出高度等于半导体模块 1 的厚度的一半。确保扁平冷却管 2 的两端与连接管部分 11 之间以及连接管部分 11 与半导体模块 1 之间的距离“d”是很重要的。压制（或冲压）成形的金属板 10（形成扁平冷却管 2）在连接管部分 11 周围有一个环形板部分 12（其环宽等于或大于“d”）。环形板 12 起着隔膜（隔膜片）的作用，其沿着扁平冷却管 2 和半导体模块 1 的堆叠方向变形。

图 2 是压制或冲压成形的金属板 10 与半导体模块 1 一起，从扁平冷却管 2 和半导体模块 1 的堆叠方向上看去的侧视图。夹持板 5 上的通孔 51 的位置靠近连接管部分 11 的两个末端，以使贯穿螺栓 6 穿过。通孔 51 的位置可以靠近半导体模块 1。

图 3 是靠近连接管部分 11 的放大的剖视图。当通过拧紧螺母 7 使夹持板 5 压紧扁平冷却管 2（压制成形的金属板 10 对）和半导体模块 1 时，沿着堆叠方向的尺寸公差被入口头部 3 和出口头部 4 中隔膜的变形所吸收。间隔件 14 保持于扁平冷却管 2 之间以承受沿着堆叠方向的半导体器件 1 上的压紧力。间隔件 14 朝着连接管部分 11 伸出一段距离，该距离等于或大于半导体模块 1。

图 4 是间隔件 14 的剖视图，它是一块波纹状的金属板，进而形成了冷却流体的流动路径。使用间隔件 14，扁平冷却管 2 在与半导体器件 1 接触的区域上的变形在通过螺栓和螺母施加压紧力时被抑制。结果，几乎所有由压紧机构产生的压紧力都施加在与半导体器件 1 相邻的扁平冷却管 2 的中间部分。

另一方面，由于入口头部 3 和出口头部 4 的隔膜（环形板 12）沿着堆叠方向很容易变形，头部 3 或 4 的总长度与堆叠的中间部分的总长度之间的差别可以毫不困难地被吸收。

实施例 1 可以通过金属板的简单的压制成形及铜焊来实现。对堆叠中的所有的半导体模块 1 压紧力都可以很均匀。

图 5 是实施例 1 的不同的扁平冷却管 2 的入口头部 3 周围的剖视图。在入口头部 3 的金属板上压制或冲压成形了深波纹以形成隔膜，进而很容易在堆叠方向上变形。

图6是实施例1的另一不同的扁平冷却管2的透视图,其中在挤压成型的金属板20上形成有一组孔,并且入口头部3和出口头部4的隔膜21在金属板20的两端铜焊在一起。不需要间隔件14,因为金属板20具有高刚性。

图7,8和9示出了实施例1的又一种扁平冷却管2。图7是扁平冷却管2的分解透视图。图8是冷却流体的流动通道的剖视图。图9是连接管部分11的剖视图。如图7所示,由挤压或冲压形成的间隔件14夹持在压制或冲压成形的金属板10之间以形成扁平冷却管2。凸缘109形成于金属板10的周边以使两块金属板10面对面地连接。如图8所示,间隔件14包括:一个中心板部分141;以及朝着堆叠方向伸出并与压制成形的金属板10相接触的一组凸缘142。而且,在连接管部分11周围成形有同轴的圆形波纹119,如图7和9所示,进而增强了隔膜的柔软性。

实施例2

图10是实施例2的冷却器的正视图,而图11是图10所示的扁平冷却管200和入口头部3及出口头部4的一部分的分解透视图。扁平冷却管200是一块挤压或冲压的金属板件,其盖23在两个末端铜焊在一起。而且,波纹管300铜焊到扁平冷却管200右侧和左侧的孔上,进而构成了入口头部3和出口头部4。波纹管300是更可取的,因为它比实施例1的隔膜更容易沿着堆叠方向变形。相应地,元件的尺寸公差比实施例1更容易被吸收,进而使扁平冷却管200与半导体模块1更紧密地接触并因此,进而更好地将热量从半导体模块1传递到扁平冷却管200,不需要在半导体模块上施加过大的力。

图12是波纹管300和扁平冷却管200的放大的视图。这里半导体模块1和贯穿螺栓6并未示出。波纹管300包括:3个大圆筒部分301和2个小圆筒部分302,交替地放置于彼此之间;以及从大圆筒部分301伸出的2个圆筒末端部分303。圆筒末端部分303的直径与小直径圆筒302的直径相同。圆筒末端部分303装配到扁平冷却管200的孔201中,藉此大圆筒部分301的外表面与扁平冷却管200的外表面紧密接触。相应地,扁平冷却管200与波纹管300的接触面积变得相当大,进而确保了铜焊强度。

图 13 示出了连接两个扁平冷却管 200 的波纹管 300, 其中两个扁平冷却管 200 将一个半导体器件 1 (未示出) 压在它们中间。

实施例 3

本发明的另一实施例参照附图 14 解释。图 14 示出了前面在图 1 中示出的实施例的一个变种, 仅放大了与头部 3 邻近的一部分。这里, 实施例 1 的图 1 中的金属板 10, 在图 14 中示出为压制或冲压成形的金属板 10a 和 10b, 简单地用线条表示, 忽略了它们的厚度。

本实施例的特征在于金属板 10a 和 10b 成形为彼此不同的形状。金属板 10a 和 10b 通过例如与实施例 1 类似的铜焊连接到一起。

金属板 10a 和 10b 有孔 111, 与实施例 1 的金属板 10 类似。金属板 10a 在连接管部分 11 周围有隔膜盘 12a, 而相应地金属板 10b 有隔膜盘 12b。

在本实施例中, 隔膜盘 12a 和 12b 中的每一个都由 4 个同轴圆环构成。两个隔膜盘的圆环彼此相符或一致并隔开一小段距离, 进而允许隔膜的每个圆环的高度与半导体器件 1 的高度大约相同, 以增强隔膜盘的柔性并使它们更容易变形。本实施例的隔膜结构可以容易地应用到图 6 所示的实施例。

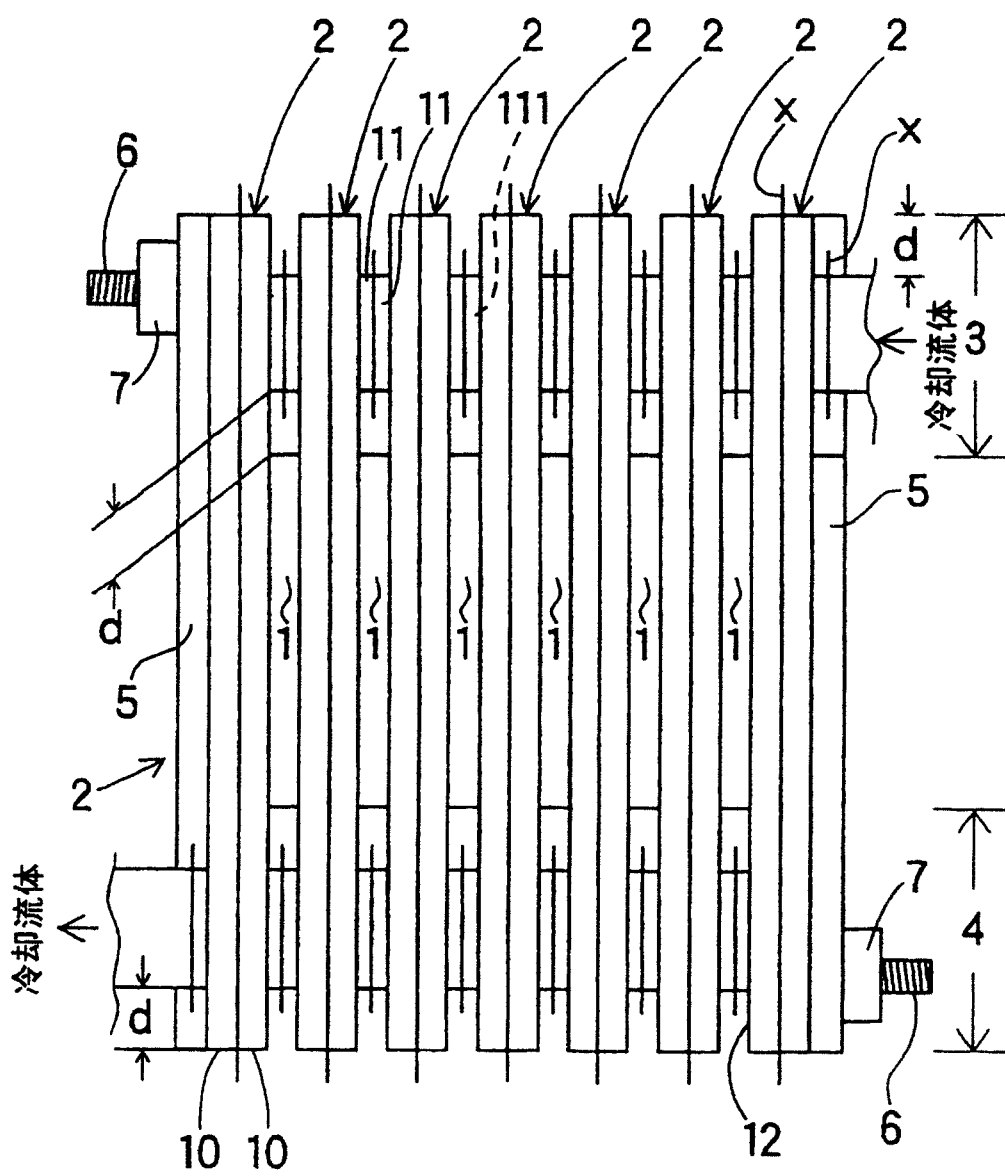


图 1

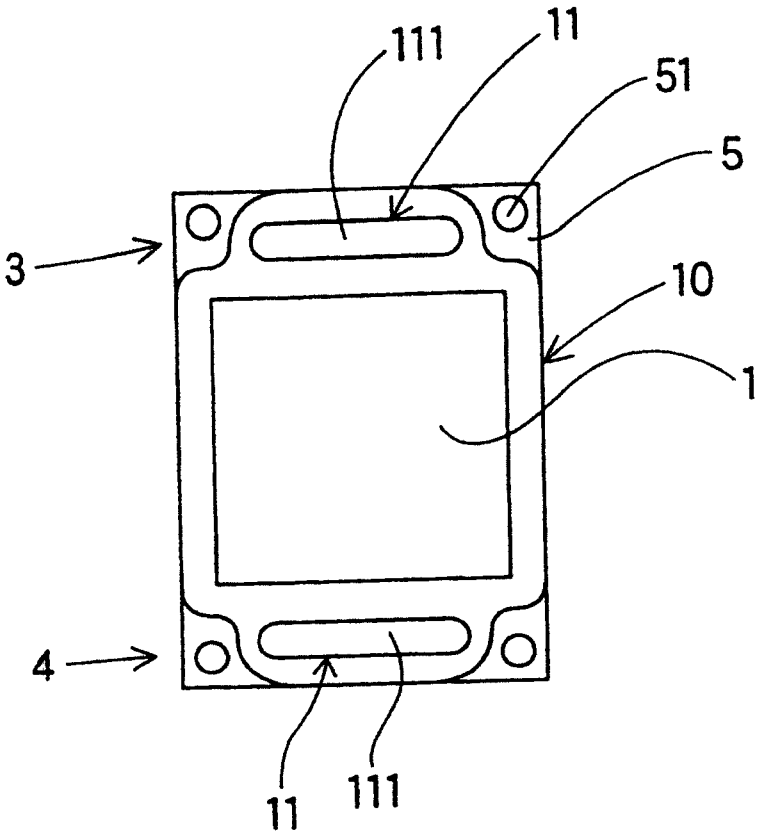


图 2

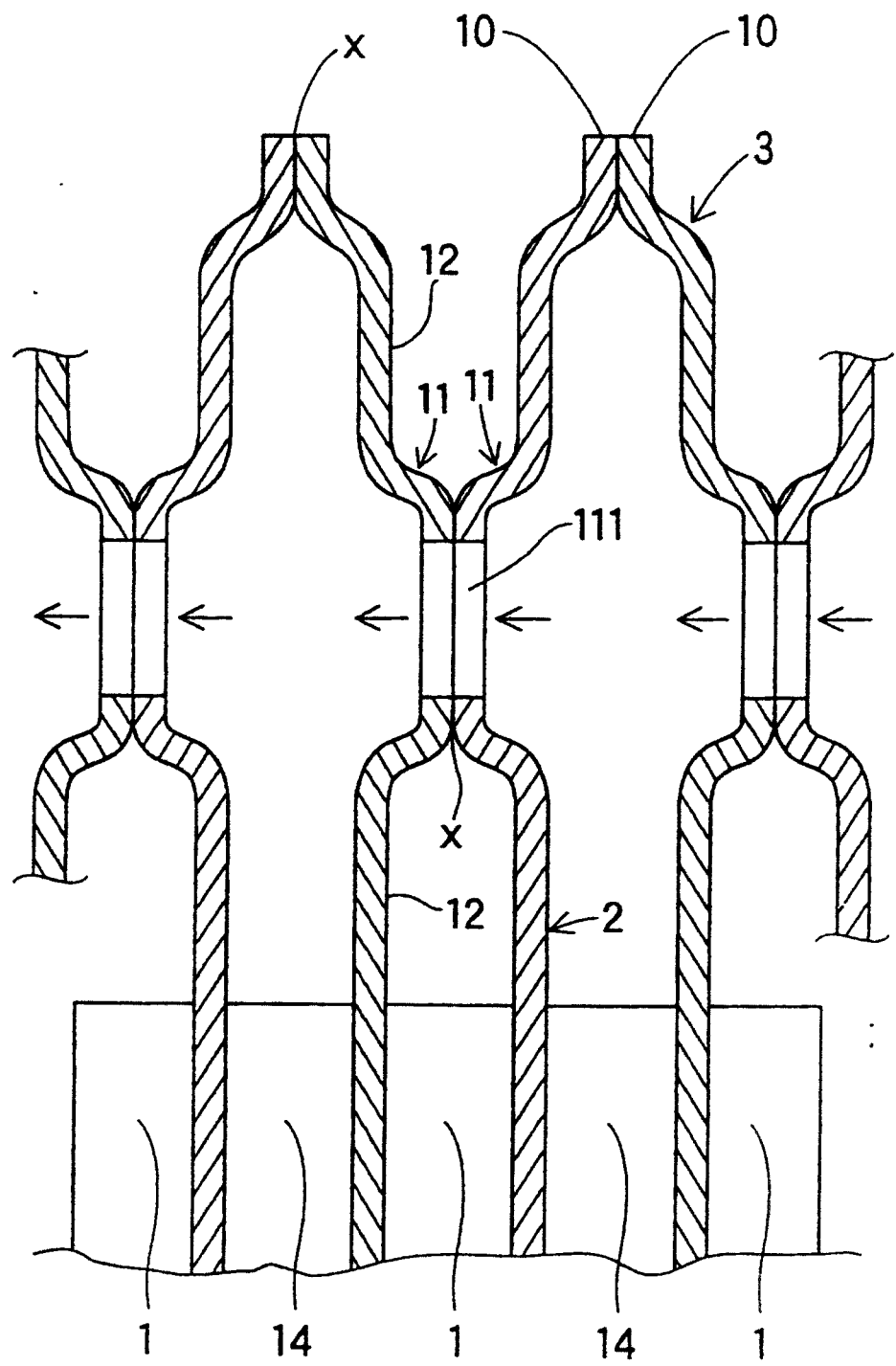


图 3

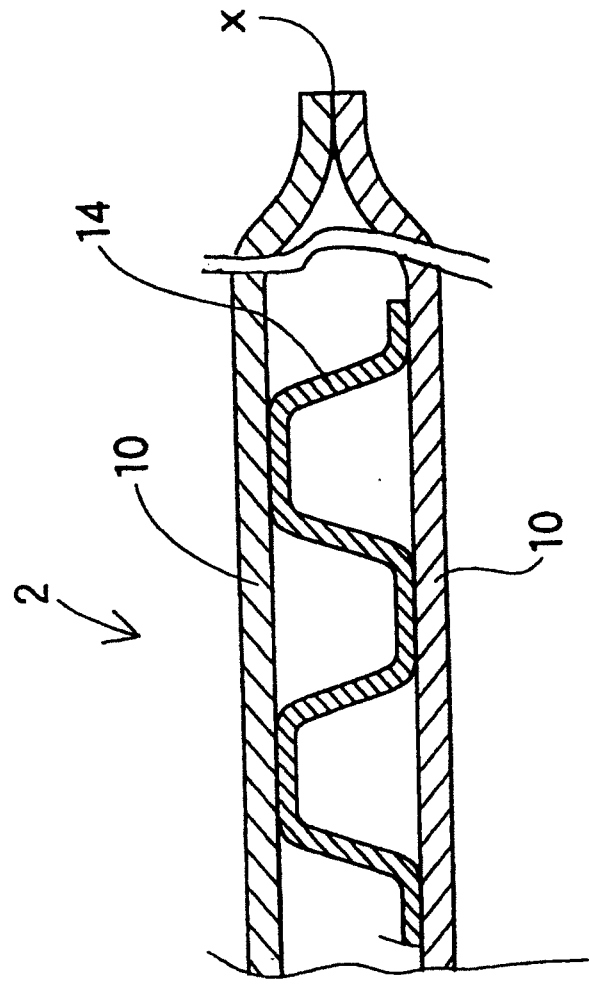


图 4

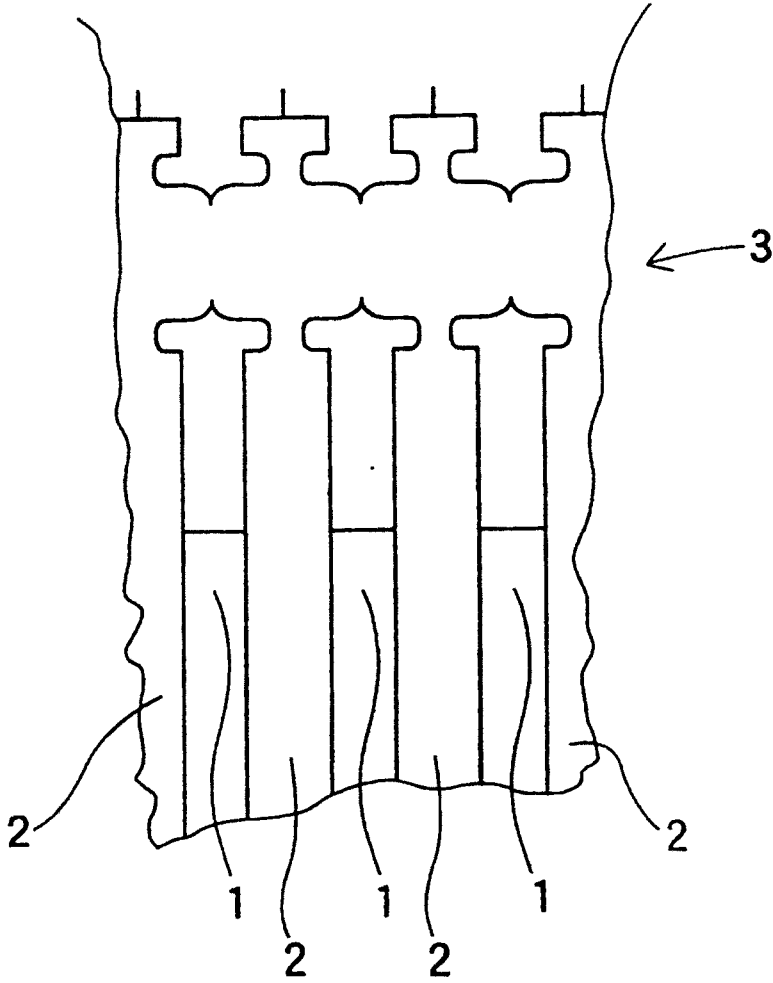


图 5

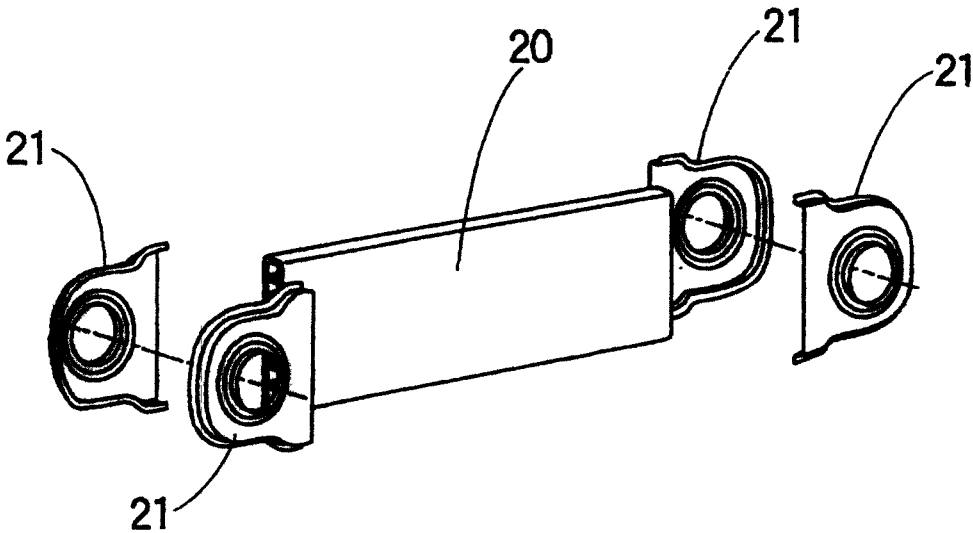


图 6

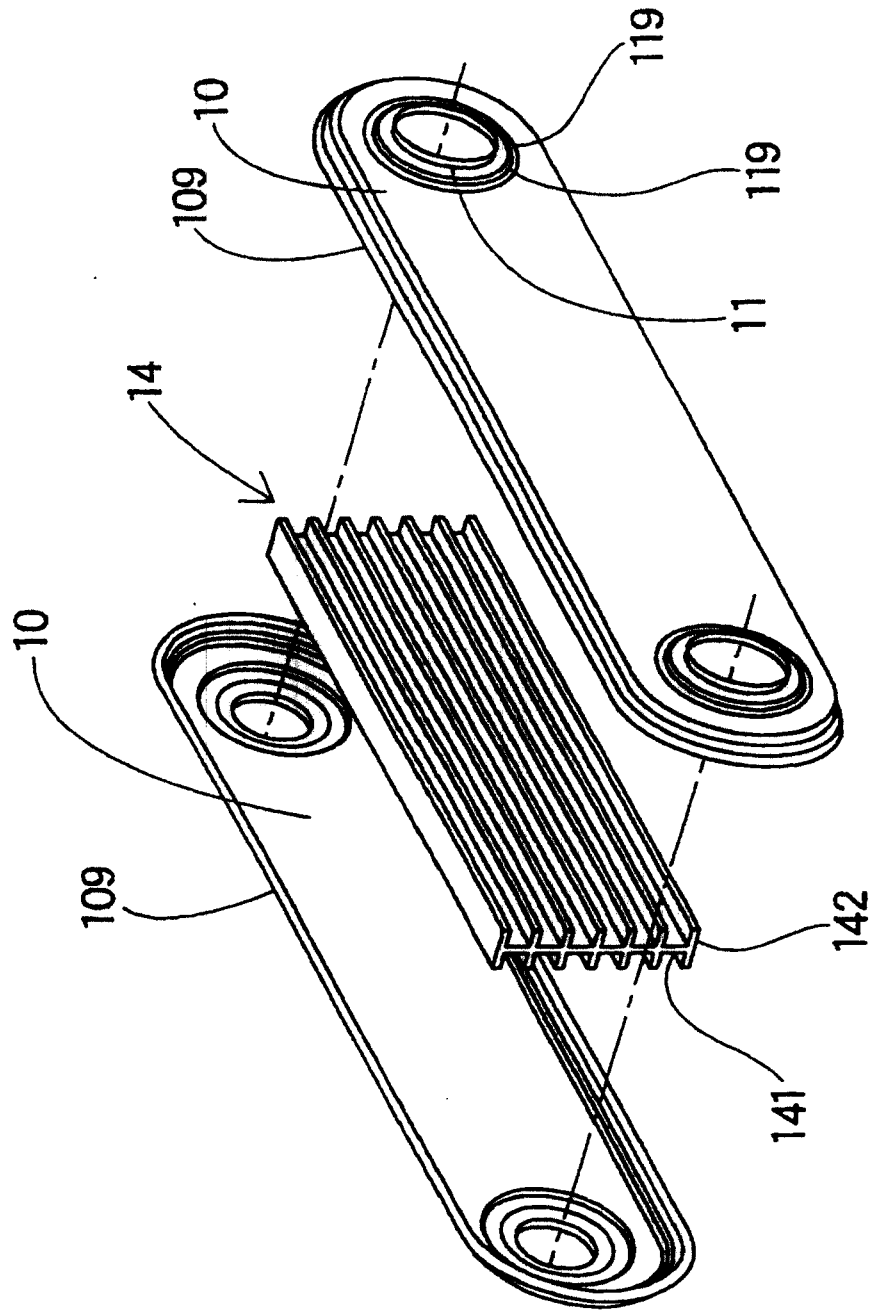


图 7

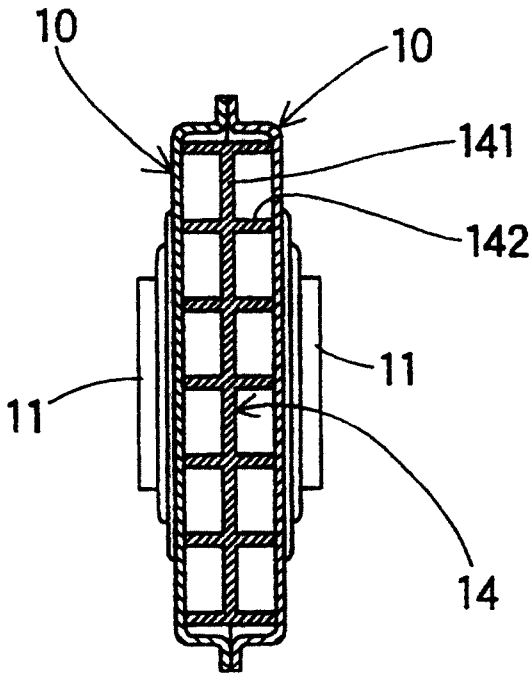


图 8

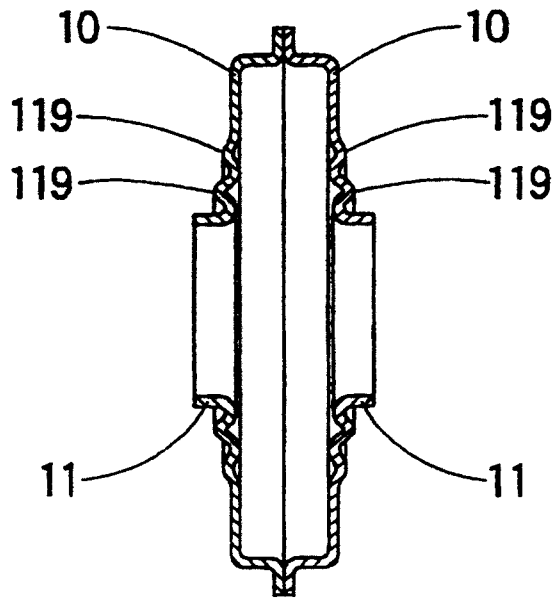


图 9

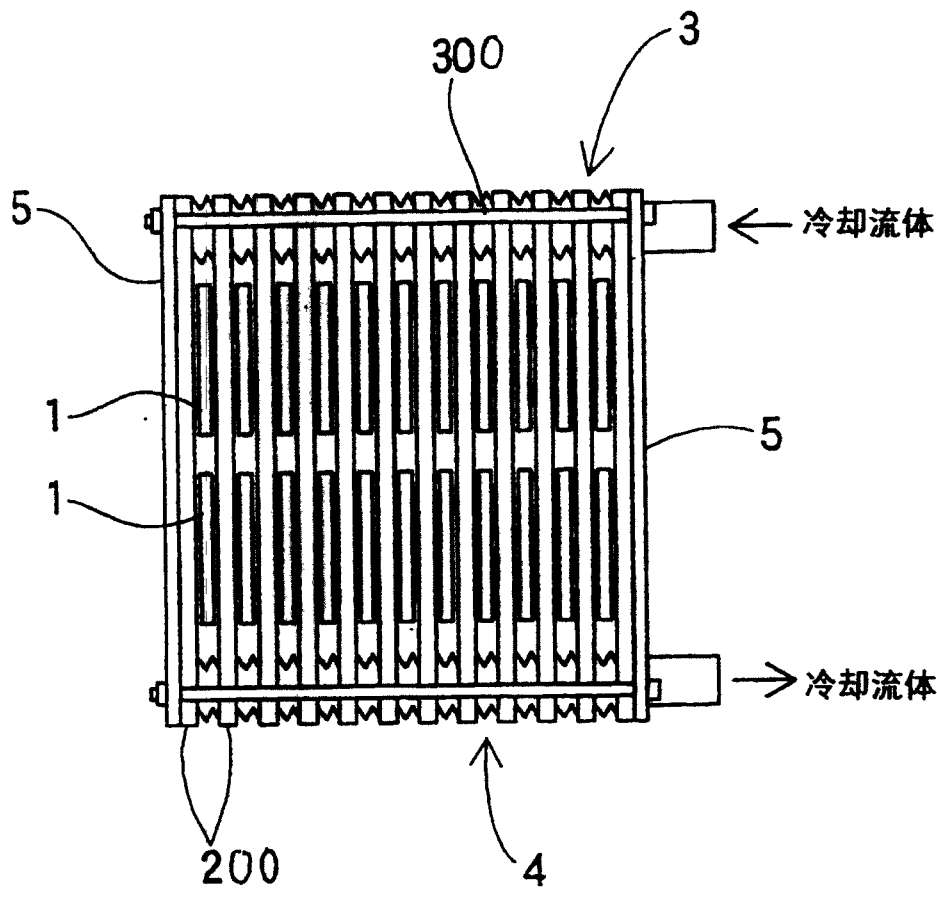


图 10

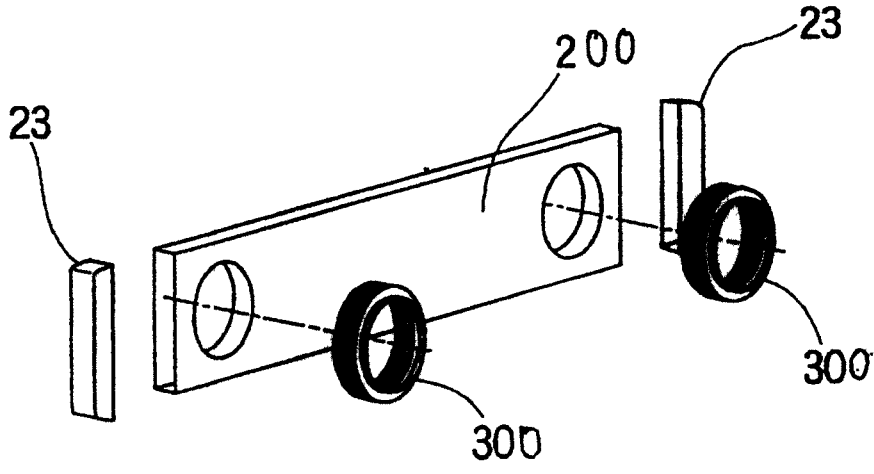


图 11

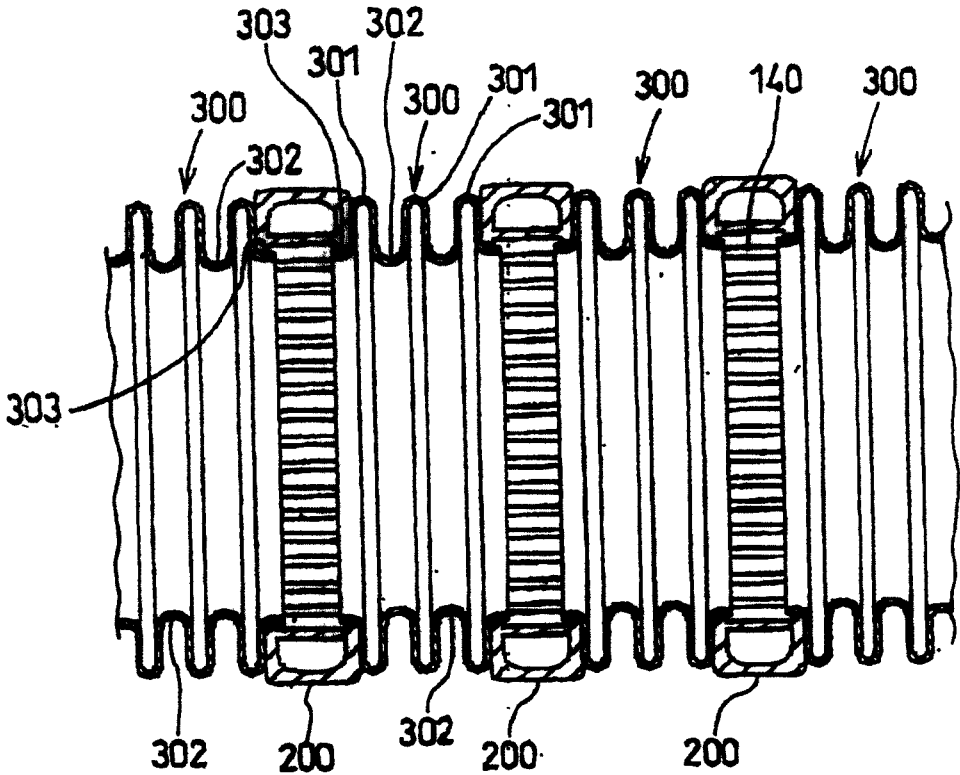


图 12

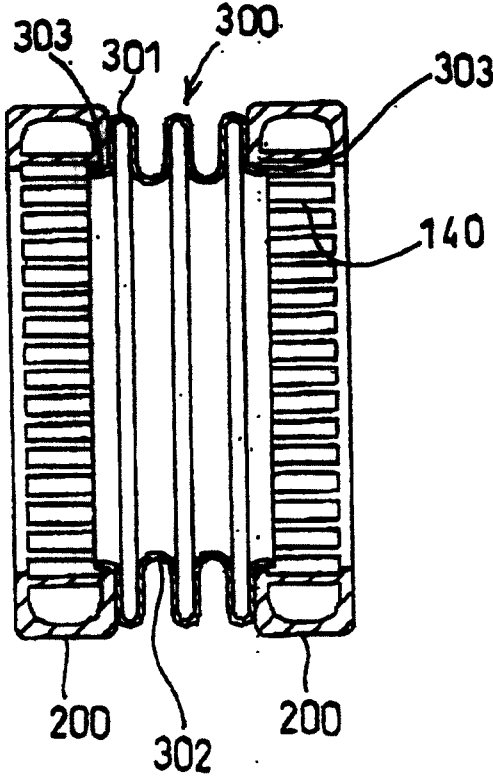


图 13

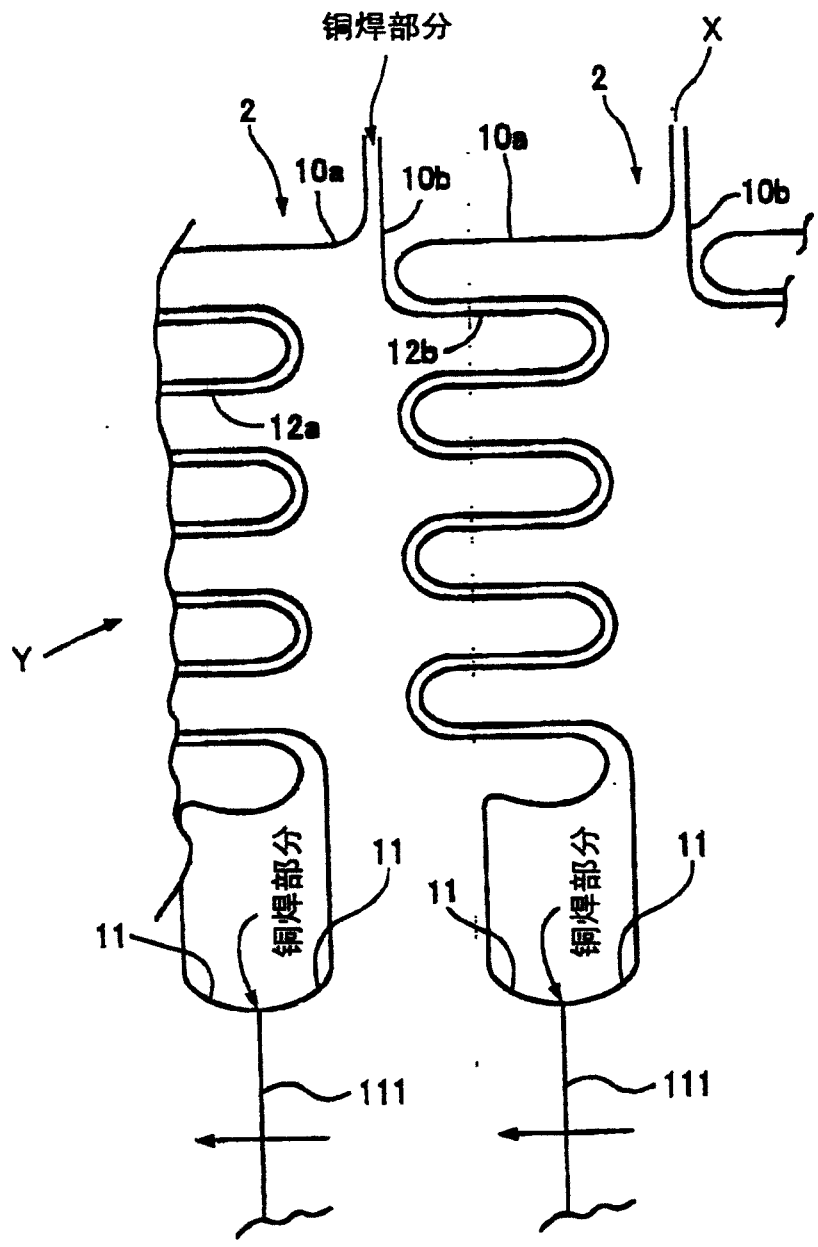


图 14