

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>6</sup>

H01L 21/52

# [12] 发明专利申请公开说明书

H01L 21/60 H01L 29/74

H01L 29/78

[21] 申请号 99100892.8

[43]公开日 1999年12月1日

[11]公开号 CN 1236982A

[22]申请日 99.1.12 [21]申请号 99100892.8

[30]优先权

[32]98.1.22 [33]JP [31]10118/98

[32]98.4.15 [33]JP [31]104344/98

[32]98.8.12 [33]JP [31]227847/98

[71]申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72]发明人 児玉弘则 加藤光雄 泽岛守

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

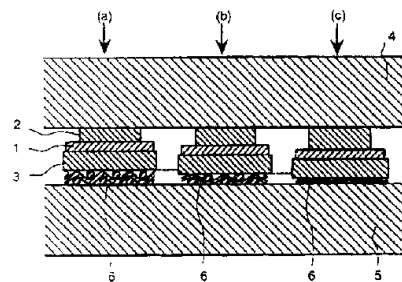
代理人 张志醒 王忠忠

权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图页数 14 页

[54]发明名称 压力接触型半导体器件及其转换器

[57]摘要

按照压力接触型半导体器件,内部具有微观孔隙的金属体,设置在半导体元件主电极和所述的主电极板之间,或设置在对应于半导体元件主平面的中间电极和主电极板之间。

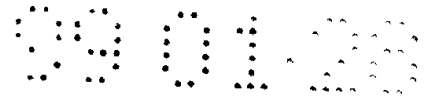


ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

1. 一种压力接触型半导体器件，其包括：  
一对主电极板，  
5 在所述的一对主电极板之间的间隔装配的至少一个半导体元件，其包括：  
至少位于第1主平面上的第1主电极，  
位于第2主平面上的第2主电极；  
其内部具有宏观空位的金属体，设置在所述半导体元件主电极和所述的主电极板之间。
- 10 2. 一种压力接触型半导体器件，其包括：  
一对主电极板，  
在所述的一对主电极板之间的间隔装配的至少一个半导体元件，其包括：  
至少位于第1主平面上的第1主电极，  
位于第2主平面上的第2主电极；  
15 导电的中间电极板，设置在所述的半导体元件主电极和面对所述的半导体元件主电极的主电极板之间，  
其内部具有宏观空位的金属体，设置在中间电极板和所述的主电极板之间。
- 3.按照权利要求1和2中任何一个权利要求的压力接触型半导体器件，其中所述的金属体是选自金属网，制造不均匀的金属板，多孔金属板组中的任何  
20 一个。
4. 一种压力接触型半导体器件，其包括：  
一对主电极板，  
在所述的一对主电极板之间的间隔装配的至少一个半导体元件，其包括：  
至少位于第1主平面上的第1主电极，  
25 位于第2主平面上的第2主电极；  
选自金属网，制造不均匀的金属板，多孔金属板组中的任何一个，设置在所述的半导体元件主电极和所述的主电极板之间。
5. 一种压力接触型半导体器件，其包括：  
一对主电极板，  
30 在所述一对主电极板之间的间隔装配的至少一个半导体元件，其包括：



至少位于第1主平面上的第1主电极，

位于第2主平面上的第2主电极；

导电的中间电极板，设置在所述的半导体元件主电极和面对所述的半导体元件主电极的主电极板之间，

5 选自金属网，制造不均匀的金属板，多孔金属板组中的任何一个，设置在所述的中间电极板和所述的主电极板之间。

6. 按照权利要求1, 2, 4和5中任何一个权利要求的压力接触型半导体器件，其中，其内部具有微观孔隙的所述的金属体是由选自铜，铝，银，金，镍和用上述元素中的任何一个作为主要成分的合金组中任何材料构成的。

10 7.按照权利要求1, 2, 4和5中任何一个权利要求的压力接触型半导体器件，其中，致密金属层由下述金属构成，该金属较耐氧化，或比在其内部具有微观孔隙所述的金属体至少一侧表面形成的所述材料较软。

8. 按照权利要求1, 2, 4和5中任何一个权利要求的压力接触型半导体器件，其中，软金属箔设置在半导体元件的所述主电极的相互面对的至少一个接  
15 触面，所述的中间电极板，和所述的主电极板之间。

9. 按照权利要求1, 2, 4和5中任何一个权利要求的压力接触型半导体器件，其中，软金属膜形成在所述的中间电极板或所述的主电极板的至少一个接触面上。

10. 按照权利要求1, 2, 4和5中任何一个权利要求的压力接触型半导体  
20 器件，其中，制造的所述的主电极板和中间电极板的至少一个板的最大表面粗糙度 ( $R_{max}$ ) 超过  $1\mu m$ 。

11.一种功率变换器，利用压力接触型半导体器件作为主要变换元件，其中所述的半导体器件包括：

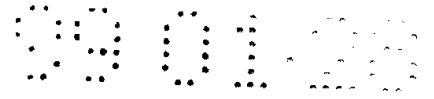
一对主电极板，

25 在所述的一对主电极板之间的间隔装配的至少一个半导体元件，其包括：  
至少位于第1主平面上的第1主电极，

位于第2主平面上的第2主电极；

其内部具有宏观空位的金属体，设置在半导体元件主电极和所述的主电极板之间。

30 12. 一种功率变换器，利用压力接触型半导体器件作为主要变换元件，其



中所述的半导体器件包括：

一对主电极板，

在所述的一对主电极板之间的间隔装配的至少一个半导体元件，其包括：

至少位于第1主平面上的第1主电极，

5 位于第2主平面上的第2主电极；

导电的中间电极板，设置在所述的半导体元件主电极和面对所述的半导体元件主电极的主电极板之间，

其内部具有宏观空位的金属体，设置在所述中间电极板和所述主电极板之间。

10 13. 按照权利要求11和12中任一个功率变换器，其中所述的金属体是选自金属网，制造不均匀的金属板，多孔金属板组中任何一个。

14. 一种功率变换器，利用压力接触型半导体器件作为主要变换元件，其中所述的半导体器件包括：

一对主电极板，

15 在所述的一对主电极板之间的间隔装配的至少一个半导体元件，其包括：至少位于第1主平面上的第1主电极，

位于第2主平面上的第2主电极；

选自金属网，制造不均匀的金属板，多孔金属板组中的任何一个，设置在所述的半导体元件和所述的主电极板之间。

20 15. 一种功率变换器，利用压力接触型半导体器件作为主要变换元件，其中所述的半导体器件包括：

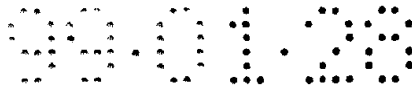
一对主电极板，

在所述的一对主电极板之间的间隔装配的至少一个半导体元件，其包括：至少位于第1主平面上的第1主电极，

25 位于第2主平面上的第2主电极；

导电的中间电极板，设置在所述的半导体元件主电极和面对所述的半导体元件主电极的主电极板之间，

选自金属网，制造不均匀的金属板，多孔金属板组中的任何一个，设置在所述的中间电极板和所述的主电极板之间。



## 说明书

### 压力接触型半导体器件及其转换器

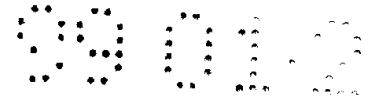
5 本发明涉及压力接触型半导体器件，特别涉及能够保证在半导体元件和封壳电极之间均匀接触减少热阻和电阻的压力接触型半导体器件，还涉及其变换器。

利用半导体电子学技术控制主要电路电流的功率电子技术广泛地用于各种领域，而且应用领域还在继续扩大。功率电子学半导体器件如下所述：闸流管，  
10 光触发闸流管，门关断闸流管（GTO），MOS 器件控制的绝缘栅双极晶体管（以后称为 IGBT），金属氧化物半导体场效应晶体管（以后成为 MOSFET）和其它器件。在这些器件中，在半导体芯片的第 1 主平面形成主电极（阴极，发射极），在半导体芯片的第 2 主平面上形成另外的主电极（阳极，收集极）。

在诸如 GTO，光触发闸流管等的大功率半导体器件中，由每个晶片封装  
15 成半导体元件。上述的元件的两个主电极具有这样的结构，其中主电极通过压力借助于由 Mo 或 W 构成的中间电极板（热应力缓冲电极板）和封壳中的一对外部主电极相互接触。为了改善开关操作，大电流关断性能等的均匀性，重要的是尽可能使元件电极，中间电极板，外电极板之间接触均匀，减少接触热阻和电阻。因此一般采用这样的预防措施，即改善封壳制造部件的精确度（平  
20 面，平坦），来减少弯曲和波动。

另一方面，在 IGBT 等器件中主要由称为组件型结构的连接布线电极型封装部件来装配多个芯片。在组件型封装情况，仅仅由封壳一侧（不连接布线的一侧），即在衬底上直接装配电极的封壳侧面，散发元件芯片内部产生的热量。因此，通常热阻非常大，限制在封壳上装配芯片的数量和可用的电流容量（产  
25 生热量或装配密度）。

通常为了解决上述的问题和增加容量的要求，认为在扁平型封壳中并联装配多个 IGBT 芯片的并联多芯片压力接触结构的半导体器件，能够引出在每个芯片主平面上形成的发射极电极和集电极电极平面地接触到一对封壳的外部主电极，如 JP-A-8-88240（1996）所披露的那样。按照具有并联多芯片压力接触  
30 结构的半导体器件，不可避免地由于部件（部分）尺寸的变化和各区域主电极



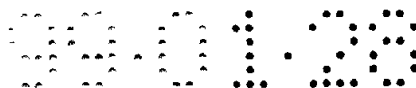
板弯曲和波动的变化引起每个芯片各位置高度的变化。因此不能获得每个芯片的压力变化和均匀接触。那么，每个芯片各位置的热阻和电阻显著地变化，存在元件特性不稳定的问题。最简单地说，利用具有非常精确尺寸的部件可能解决该问题。但是所述的预防措施不太实际，因为不可避免地增加了部件生产成本和选择成本。为了解决上述问题，JP-A8-88240（1996）披露了一种方法，插入具有延展性诸如银那样的软金属片作为厚度校正板。

将来为了达到增加它们容量的要求，将增加 GTO 等封壳中的元件尺寸（晶片尺寸）。因此随着元件直径增加，则封壳部件（电极部件）的弯曲，波动等跟着增加。如前所述，通过提高封壳制造部件的精确度（平面，平坦）减少弯曲和波动的预防措施在制造工艺上有一定的限制，在成本上存在严重的问题。因此，保证在元件尺寸（晶片尺寸）的整个平面中使晶片和封壳部件（电极）之间均匀接触，减少电阻和热组越来越困难。

另一方面，按照前述的作为解决具有并联多芯片压力结构的半导体器件芯片之间均匀接触的问题预防措施披露的插入软金属片的方法，通过本发明人研究，已经揭示出，当每个芯片的各部位高度变化（包括插入芯片的中间电极和其它电极的高度）是显著时，由实际利用范围的压力，即至少不损坏半导体芯片的压力，引起的插入片的变形量是很小的（仅仅由弹性变形产生的变形），并且变形量不充分，以便保证均匀的接触。

能够评估的理由是，当在厚度方向把压力加到软金属片上时，在横向方向上产生弹性形变，如图 25 所示，即使利用软金属材料，在横向的变形阻力很大，因为在插入软金属片 53 中的电极部件 54 和 55 之间边界产生摩擦力（摩擦阻力）56。即使增加压力以便引起弹性变形，但是和压力成比例的增加摩擦力，实际上不能引起塑性形变。特别是片状情况，其中受阻区域显著地大于厚度，在表面上产生的摩擦力的影响变的重要，即使增加超过公知材料屈服应力的压力，实际上也不能引起塑性形变（流动），在加压前后几乎不改变软金属片的厚度。

本发明提供一种在大面积上保证均匀压力接触的方法，其随着增加晶片直径而增加封壳尺寸变得更困难，随着增加容量而在元件并联多个芯片。也就是，提供一种方法，其能够适应接触板的高度变化（部件的弯曲，波动，尺寸变化等），并且减少接触界面的热阻和电阻。本发明的第 2 个目的是提供变换器，利用上



述方法获得的半导体器件适于大容量的系统。

按照本发明的压力接触型半导体器件，半导体器件至少包括装配在一对主电极板之间的位于第1主平面上的第1主电极和位于第2主平面的第2主电极，设置在所述的半导体元件和主电极板的电极之间的内部具有宏观空位的金属体。

还有，按照本发明具有实用结构的压力接触型半导体器件，半导体器件至少包括装配在一对主电极板之间的位于第1主平面上的第1主电极和位于第2主平面上的第2主电极，至少选自设置在所述的半导体元件和主电极板的电极之间的金属网，制造不均匀的板和多孔金属板中的任一个。

图1是表示本发明主要构成的横截面简图，  
图2是表示由压力引起金属网形变过程模型的一组简图，  
图3是表示金属网厚度方向形变量或金属网电阻和压力作用关系的曲线图，

图4是表示一组制造不均匀金属板外貌的照片，

图5是表示一组制造不均匀金属板外貌的照片，

图6是表示一组加压制造不均匀金属板引起形变过程的简图，

图7是表示用于IGBT的本发明实施例的横截面简图，

图8是表示用于IGBT的本发明另一个实施例的横截面简图，

图9是表示用于IGBT的本发明又一个实施例的横截面简图，

图10是表示用于芯片尺寸的半导体元件的本发明实施例的横截面简图，

图11是表示用于芯片尺寸的半导体元件的本发明另一个实施例的横截面简图，

图12是表示本发明实施例的横截面简图，

图13是表示本发明另一个基本结构的横截面简图，

图14是表示多孔金属板厚度变化量或电阻和压力作用关系的曲线图，

图15是表示一组多孔金属材料精细表面结构的放大的简图，

图16是表示多孔金属材料横截面结构的横截面简图，在多孔金属材料表面形成细密金属层，

图17是表示多孔金属材料横截面结构的横截面简图，在多孔金属材料表面形成细密金属层，



图 18 是表示用于 IGBT 的本发明实施例的横截面简图，  
图 19 是表示用于 IGBT 的本发明另一个实施例的横截面简图，  
图 20 是表示用于 IGBT 的本发明又一个实施例的横截面简图，  
图 21 是表示用于芯片尺寸的半导体元件的本发明实施例的横截面简图，  
5 图 22 是表示本发明实施例的横截面简图，  
图 23 是表示用于本发明半导体器件的桥接结构的电路图，  
图 24 是表示利用图 23 所示的 3 相桥接的 4 桥式自变换转换器结构的电路图，  
图 25 是解释利用常规方法加压它时软金属变形说明图。

10 图 1 是表示本发明基本应用的情况。在半导体元件 1 中至少在第 1 主平面上形成第 1 主电极，在第 2 主平面上形成第 2 主电极。在两个主电极板上设置由 Mo 和 W 等构成的中间电极板 2 和 3，并且在中间电极板的外侧部分设置由 Cu 或 Cu 合金构成的一对主电极板（公用电极板）4 和 5。按照本发明实施例，内部具有宏观空格点的诸如金属网或制造的不均匀金属板的金属体 6，  
15 插入在中间电极 3 和主电极板 5 之间，所有的部件通过压力相互连接成一个整体。图 1 表示在位置 (a)，(b)，(c) 依次增加部件 1, 2, 3 总高度的例子。相应这些高度，通过压皱或减薄，按照 (a)，(b)，(c) 的次序减少金属网或制造不均匀的金属板 6 的厚度，该厚度是加压前确定的厚度。也就是，通过加压变形金属网或制造不均匀的金属板，使包括金属网或制造不均匀的金属板的总高度  
20 度（部件 1, 2, 3, 6 高度的总和）在位置 (a)，(b)，(c) 相等，而改变它们的厚度。因此，即使每个上述部件 1, 2, 3 的厚度彼此不同，主电极板 4, 5 弯曲和波动，也能在多个芯片位置 (a)，(b)，(c) 保证按所要求的压力接触来装配半导体元件，和能获得热阻和电阻较小变化的半导体器件。图 1 表示这样的实施例，其中把金属网或制造不均匀的金属板 6 通过压力插入面对主电极  
25 板 5 和中间电极板 3 的平面内。但是，插入位置能够是在其它接触板处，诸如在主电极板 4 和中间电极板 2 之间，元件 1 和中间电极板 2, 3 之间，同时能利用多个接触平面。而且在电极之间的每个面上能设置彼此不同的金属网或彼此不同的制造不均匀的金属板。

图 2 是表示一组由压力引起的电极板 7 和电极板 8 之间设置的金属网 9  
30 形变过程模型的简图。图 2 (a) 表示引起大压力形变前的接触状态，(b) 表示



加压形变期间的状态，(c)表示通过加压全部完成形变后的状态。图3表示当用压力使两电极接触金属网时，金属网厚度方向形变量，也就是厚度或电阻的变化，和压力的关系。

在图2(a)和图3(a)的情况，负载太小，金属网厚度方向的形变量是小的。因为电极板和金属网之间的接触电阻主要决定于压力，由于增加压力，显著地减少电阻。如果进一步增加较大的负载，通过如图2(b)和图3(b)所示的压缩，则充分地变形电极板7和电极板8之间设置的金属网9。也就是，通过压缩充分地变形由金属网构成的金属线(纤维)，金属网的厚度减少。这是因为把负载集中到金属网和电极7,8接触的部分，加到这部分的压力比表面压力高的多，通过压缩金属网开始变形。因为金属网具有大量的孔，所以减少对加压金属形变的空间限制，其不同于图25所示的密集的金属箔(薄板)的情况，金属网容易加压变形。伴随这种变形，电极板7和8的表面和金属网的接触面积增加。并且由于这部分的形变量是足够的，所以击破金属表面的氧化层，能获得和新产生平面的所要求的接触。因此，此时产生的接触界面是处于很紧密的接触状态。由于这种作用，进一步减少电阻。

当金属网充分地变形后，即使增加负载，接触板的压力也不再增加，因为金属板7,8和金属网9的接触面积大。而且因为如图25所示的同样原因，增加形变阻力，如图2(c)和图3(c)所示那样，减少形变量的变化速率。理论上，如果施加无限大的负载，则能实现形变，直到全部填充界面之间的间隔。实际上，由于负载等的限制没有完全填充间隔，保留某些部分不接触。但是，未接触部分对电阻的影响不够大，所以能够获得所要求的小电阻。根据对热组的观察结果，获得和观察电阻近似相同的结果。

关于本发明的金属网，除了利用各种编织方法由金属纤维编织成的片状网外，还包括由诸如碳纤维等的导电纤维编织成的片状网，由核心的有机树脂和表面层金属构成复杂结构的片状材料。关于金属纤维材料，能够选自下列材料组中，诸如，铝，银，金等铜具有小电阻和小热阻的软金属；如焊接材料等的显著的软金属；诸如镍，不锈钢(SUS)等耐氧化的贵重材料；诸如铬镍铁合金的镍基合金等高温特性优良的材料，能选用具有最好特性的材料用作靶材料。相应于形变量，在所要求负载的范围内的所需的电阻和热阻，诸如简单编织，斜纹编织，简单榻榻米编织，斜纹榻榻米编织等的各种编织方法的最佳选

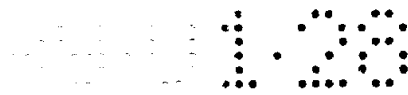


择；各种纤维直径；各种网孔尺寸等是适合的。一般说来，如果增加纤维的直径能增加形变量。另一方面，为了控制产生形变的负载范围，通常减少网孔尺寸很有效，因为增加了网和电极的接触点。由于能使其中用金属涂覆树脂的合成片状材料变形量大于由金属纤维构成片状材料的变形量，所以它特别适用要求大量弹性形变的情况。

本发明的制造不均匀的金属板是指这样制造的金属体，在各位置具有不同的厚度，和常规的金属板，金属箔，金属片相反，常规的金属体一般是指基本上具有均匀厚度的平坦致密体。本发明的金属板包括称为各种名字的金属板，诸如可扩展的金属板，有网孔的金属板，栅格金属版，切口的金属板，冲孔的金属板，有突起的金属板，有凹坑的金属板，有波形的金属板等。图 4 是用各种横截面模型表示形状的典型例，图 5 是表示外观照片的例子 ((a) 可扩展的金属，(b) 具有凹槽的板，(c) 具有突起的板)。

作为制造不均匀金属板的例子，图 6 表示由压力引起的波形板 10 形变过程的模型。图 6 (a) 表示由压力引起重大形变前的接触状态，图 6 (b) 表示在形变期间的状态，6 (c) 表示由压力引起重大形变后的接触状态。通过增加负载，在一定的压力范围内充分地变形在电极板 7 和 8 之间设置的波形板 10，其决定于板厚，板材，波距，波形等。这是指，利用压力充分地变形制造不均匀的波形部分，减少波形板 10 的厚度。和图 25 所示的致密的金属箔（薄板）不同，可能容易获得相当大的压力变形，因为和几乎不受限制的可压金属一样，在制造不均匀的部分周围存在相当大的空间。按照这种变形，增加电极 7，8 和波形板 10 的接触表面积。并且，因为该接触部分的变形量是足够大，所以击破金属表面上的氧化膜，能够获得和新产生面的所要求的接触。因此，此时产生的接触界面的非常紧密的接触。根据这种效果，能充分地减少热阻和电阻。在充分地变形波形板 10 后，由于电极 7，8 和波形板 10 接触面积显著地增大，所以即使增加负载，也不增加单位面积的压力。而且，变形量的变化速率变小，因为如图 25 所示那样，变形阻力增大。

作为金属板材料，如前述情况一样，用作靶的具有非常稳定特性的材料，能够选自铜，铝，银，金，焊接材料，镍，不锈钢 (SUS)，诸如镍基合金等的各种合金材料。相应于压力范围所需的变形量，电阻，热阻的最稳定条件，能够选择不均匀制造的初始板的厚度，不均匀制造的深度和间距。根据半导体



器件利用条件，其以前是否减少热阻，电阻，或改善形变性能，按要求选择最稳定的材料和表面处理。

当保证大的变形量是所要求的情况时，在电极之间的多个不同位置设置金属网或制造不均匀金属板的方法，和在电极之间的间隔中组合装配金属网或制造不均匀金属板的方法中的一个为所要求的。当利用组合装配多个金属网或不均匀制造多个金属板时，预先处理把它们装配成一体是有效的。

因为这些材料具有弹性塑料形变的性能，在形变后卸载时，能够观察到如同弹性形变那样的反弹现象。但是，能够保证近似于安装部件高度变化的弹性形变。在重新压的情况，利用弹性形变采用和以前加压相同的压力能够保证充分地接触。

作为减少金属网或制造不均匀金属板和设置它们上的电极之间的接触方法，利用诸如印刷，电镀等在金属网或金属板的表面上形成比金属网和金属板更软和更耐氧化的金属层是所要求的。特别是，当利用硬金属材料或容易氧化的金属时，那是有效的。例如，利用涂覆 Ag，或 Au 软膜的 Ni 金属网或制造不均匀 Ni 金属板，或利用在它表面涂覆 Ag，或 Au 耐氧化的由 Cu 或 Al 制造的金

属网或制造不均匀的金属板。而且，作为另一种方法，能够利用这样的方法，在金属网或制造不均匀的金属板的表面上形成致密的金属箔，并且形成一个整体。对于所述的金属箔，利用比金属网和金属板的金属材料更软和更耐氧化的金属箔是有效的。例如，利用由 Cu 或 Al 制造的金

属网或制造不均匀的金属板，在其表面上形成 Cu，Al，Ag，Au 等中之一的材料制成的金属箔。为了达到正确的高度，最适当的减少电阻和热阻，在电极之间同时的不仅设置金属网或不均匀的金属板，而且设置金属箔。例如，这样的方法是有效的，即在上部主电极板和中间电极板之间插入 Au 箔，在下部主电极板和中间电极板之间插入金属网或不均匀的金属板，保证即使接触面积不同的情况下，施加同样负载能获得近似相同的变形量。

图 7 表示用于相反导电类型开关器件的本发明实施例，其中，反向并联地集成连到利用 IGBT11 开关器件的续流二极管 (FWD) 12。图 7 表示压力接触型半导体器件从右侧最外部向中心到中部的部分横截面图。按照 IGBT 芯片 11，在上部第 1 主平面的几乎整个平面上形成发射极，在下部第 2 主平面上形成集

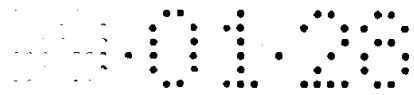


电极，并且在第 1 主平面上形成控制电极（栅极）。根据 FWD12，在硅衬底的上部形成阳极，在硅衬底下面形成阴极。在由起散热板和电连接作用的 Mo 构成的集成的中间电极 14 上设置这些半导体芯片的每一个，并且这样设置以便对于每个芯片通过每个中间电极 13 和芯片上的每个主电极接触。在第 1 公用主电极板（Cu）4 和第 2 公用主电极板（Cu）5 之间进一步插入该构件。Cu 制波形板 17，即制造不均匀金属板，插入中间电极 13 和公用电极板 4 之间。在中间电极板的表面形成镀 Au 膜 15，厚度为大约  $1\mu\text{m}$ ，在公用电极板的表面形成镀 Ni 膜 16，厚度为大约  $1-3\mu\text{m}$ 。上述半导体芯片和中间电极相互地固定在框架 24 上。利用连线 19 从 IGBT11 芯片的栅电极 18 引出引线，连到在中间电极 14 上形成的栅电极引线板 20 上。利用由陶瓷等构成的绝缘外套 21，在外部绝缘在所述的一对公用主电极板 4，5 之间的间隔，在公用主电极板和绝缘外套之间的间隔，利用金属板 22 通过密封管壳内部形成密封结构。利用密封引线 23 通过外套 21 把栅极引线引出到管壳的外部。

本实施例利用的所述的波形板 17 由 Cu 制成，波距是 1mm，厚度是 0.3mm，表面涂镀薄金。包括初始不均匀部分的波形板整个厚度是 0.6mm。本实施例部分安装的中间电极厚度变化最大是  $100\mu\text{m}$ 。但是，通过在中间电极板 14 和芯片 11，12 之间插入压敏纸显示压力分布结果是压差小，几乎均匀地对它们进行加压。

图 8 表示用于相反导电类型开关器件的本发明实施例，其中，集成 MOS 控制型开关器件 11 和续流二极管 12。位于这些芯片每一个下侧的主电极（集电极，阴极）由 Au 构成，并且连接到中间电极 14，在其表面上通过热压焊预先形成  $2-3\mu\text{m}$  厚的镀 Ag 膜 15。另一方面，位于这些芯片每一个上侧的主电极（发射电极，阳极）由 Al 构成，并且连接到中间电极 13，在其表面上预先形成  $1-2\mu\text{m}$  厚的镀 Au 膜 15。按照本实施例，所述的集成中间电极体和半导体芯片并联地设置第 1 公共主电极板（Cu）4 和第 2 公共主电极板（Cu）5 之间，预先在电极板表面上形成  $2-4\mu\text{m}$  厚的镀 Ni 膜 16。在这种情况下，把作为制造不均匀的可延展的金属板 17 插入在中间电极 14 和公共主电极板 5 之间，利用公共主电极板 4，5 来压整个物体。

由 Ag 制造可延展的金属板 17，金属板的厚度大约是 0.1mm，大约是 3000 网孔，包括初始不均匀部分的整个厚度大约是 0.25mm。实际上，本实施例装



配芯片的各位置厚度的变化，最大为  $80\ \mu\text{m}$ 。但是，通过在中间电极板 13 和公共主电极板 4 之间插入压敏纸显示压力分布结果是压差小，几乎均匀地加压它们。

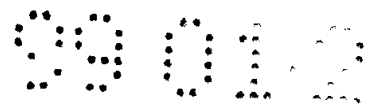
图 9 表示装配实施例的情况，其中在芯片中心形成插头 25，从芯片引出栅控制电极。图 9 表示用于相反导电类型开关器件的本发明实施例，其中相对并联地集成利用 IGBT11 连接到的开关器件的续流二极管 (FWD) 12，如图 7 所示。在这些半导体芯片的每一个下侧的主电极 (集电极，阴极) 由 Cu 制成，并且通过热压焊连到中间电极 14 上，其上预先形成  $2\text{-}3\ \mu\text{m}$  厚的镀银膜。另一方面，在中间电极 13 的表面上镀 Au 膜 15，厚度为  $2\text{-}3\ \mu\text{m}$ ，并且利用热压焊把它连接到各半导体芯片上。上述的电极和半导体芯片的集成体插入在第 1 公共主电极板 (Cu) 4 和第 2 公共主电极板 (Cu) 5 之间。在这种情况下，为了减少高度的差异，在插头 25 和用于绝缘在中间电极板 13 及公共主电极板 4 之间插头的部件 26 周围，设置由中心有孔的双层叠置网构成的复合金属网 17。按照这种方法，通过采用绝缘中心插头的部件 26 能够防止移动各复合网 17 的位置，因此能容易地进行装配操作。

通过利用模具冲压双层叠置网成指定形状，在其周围部分能够集成由双层叠置网构成的复合网成一体，能把复合网处理成单个复合网部件。

把包含在槽 28 中的栅电路 27 设置到第 1 公共主电极板 (Cu) 上，从管壳周围引出，进一步利用引线 29，23 引到管壳的外面。按照本实施例，可以使用用 Cu 制成的复合网把它的表面镀 Au，以便进一步减少接触电阻。因此，充分地减少中间电极板和公共主电极板之间的接触电阻。在压力小的区域，所述的效果是显著的。实际上本实施例装配芯片的各位置厚度变化最大是  $200\ \mu\text{m}$ 。但是，通过在中间电极板 14 和公共主电极板 5 之间插入压敏纸显示压力分布结果是压差小，几乎均匀地对它们进行加压。

如上所述，在把各种半导体芯片平行的设置并装配在管壳中的情况时，按照下述方法能有效地根据它们种类充分地变化它们的厚度，即根据芯片的种类制造具有不同平均厚度的中间电极板；利用中间电极板调整芯片厚度的显著差别；还有利用本发明的金属网或制造不均匀的金属板调节中间电极板和半导体芯片的不同高度。

图 10 表示用于 GTO 的本发明实施例。利用硅 (Si) 制造半导体元件的衬



底 31，其中至少具有 PN 结。在半导体元件衬底 31 的一个主平面上形成由铝 (Al) 制造的阴极和栅电极，在另一主平面上形成由铝 (Al) 制造的阳极。在阴极和阳极的上面分别由钼 (Mo) 制成中间电极板 32, 33。由 Cu 制成的金属网 34, 35 设置在中间电极 32, 33 和一对铜 (Cu) 制的外主电极板 4, 5 之间，并且加压整个物体。盖形部件 36 设置在半导体元件衬底 31 的侧面。设置部分栅引线 37 并且连接到半导体衬底的栅电极上，利用栅绝缘体 38 和盘状弹簧 39 加压使该部分和栅电极接触。在由绝缘体 40, 一对外部电极 4, 5 和法兰盘 41 包围的密封管壳内设置全部以上部件。把栅引线 37 的另一端通过密封结构引出绝缘体 40 外作为栅电极端。

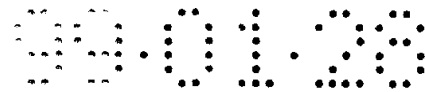
10 图 11 表示这样的实施例，其中由 Cu 制成并且在它的表面上形成致密 Ag 的冲孔金属 42 薄膜设置在晶片尺寸大小的半导体元件 31 的阴极侧面和中间电极板 32 之间。Mo 制的金属箔 43 和中间电极板 33 的每一个分别镀 Ag，并且设置在半导体元件 31 的阳极侧面和公共主电极板 5 之间。利用比薄铜板好的冲孔铜板 42 可能减少高度的变化，还能减少接触电阻。

15 图 12 表示在半导体芯片 1 的集电极侧电极和主电极板 5 之间没有插入中间电极板。为了防止把半导体元件压碎，在中间电极板 2 和发射极侧的主电极板 4 之间设置金属网或制造不均匀的金属板。按照本实施例，利用有槽的嵌入板 44 作为制造不均匀的金属板。把软金属箔 45 插入芯片主电极和主电极板 5 之间，以便进一步减少接触电阻和保护芯片。

20 通常需要抛光公共电极板和中间电极板的表面，使它们的表面粗糙度 ( $R_{max}$ ) 小于  $1\mu m$ ，以便减少它们的接触电阻。但是，插入金属网或制造不均匀的金属板，软金属箔等的公共主电极板和中间电极板的表面是如此粗糙以至于最大的表面粗糙度 ( $R_{max}$ ) 超过  $1\mu m$ ，变形材料和表面的不均匀形状相互匹配，微观上增加接触面积，减少电阻。因此，可以降低制造成本。

25 作为中间电极材料，可以使用具有热膨胀系数在 Si 材料和外部主电极材料之间，和所希望的热导率和电导率的材料。实际上，诸如 W, Mo 的单金属材料，或用这些材料作为主要成分的复合材料或合金，例如，Cu-W, Ag-W, Cu-Mo, Ag-Mo, Cu-FeNi 等，具有陶瓷或碳的复合金属材料，例如，Cu/SiC, Cu/C, Al/SiC, Al/AlN, Cu/Cu<sub>2</sub>O 等是所要求的。

30 另一方面，作为主电极材料，具有所要求热导率的导电材料，例如，Cu,

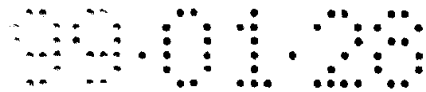


Al 或它们的合金，例如，Cu-Ag, Cu-Sn, Cu-Zr, Cu-Zr-Cr, Cu-Ni-Si- Zr 等，或上述的复合材料是所要求的。

图 13 表示本发明的另一种应用情况。至少在半导体元件 1 的第 1 主平面上形成第 1 主电极，在第 2 主平面上形成第 2 主电极。由 Mo，或 W 和其他金属构成的中间电极板 2, 3 设置在主电极板的两侧，由铜等构成的一对公共电极板（主电极板）4, 5 设置在中间电极板的外部。作为内部具有宏观空位例子的多孔金属板 6，插入在电极板 3 和主电极板 5 之间，通过加压整个物体接触每个部件。图 13 表示部件 1, 2, 3 的高度总按照位子 (a), (b), (c) 的次序增加的情况。对应不同的高度，在加压接触后，按照 (a), (b), (c) 的次序减少多孔金属板 6 的厚度，尽管在接触前它们的厚度是相同的。这是指改变多孔金属板的厚度，以便使包括多孔金属板高度的整个高度（部件 1, 2, 3 和 6 的高度总和）在位子 (a), (b), (c) 相等。因此，即使部件 1, 2, 3 中的各部件厚度不同，主电极板 4, 5 有弯曲和波动，也能保证多个芯片位置 (a), (b), (c) 有较好的压力接触的状态，装配的半导体芯片有较好的接触状态。因此能够获得热阻和电阻变化较小的半导体器件。图 13 表示这样的实施例，其中把多孔金属板 6 插入面朝主电极板 5 和中间电极板 3 的压力接触面之间。但是，能够改变插入位置为其它接触平面，例如，在主电极板 4 和中间电极板 2 之间，元件 1 和中间电极板 2, 3 之间，可以同时利用多个界面。并且在电极之间的各间隔能设置相互不同材料制成的各种多孔金属板。

本发明的多孔金属是包含大量孔隙的金属材料，而词语金属板，金属箔，金属片通常是指基本上致密的金属部件。多孔金属具有连续金属部分三维任意网络的精细结构。例如，多孔金属包括泡沫状金属，海绵状金属，多孔金属，泡沫金属等。按照本发明的目的，具有小电阻和热阻的软材料，例如铜，铝，银，金等，抗氧化优良和便宜的材料，例如镍，不锈钢（SUS）等特别适用，能选择具有最好特性的这些材料作为靶材料。

图 14 表示用多孔 Cu 板（泡沫状铜板）代表多孔金属板，压力和形变量（多孔金属板的厚度变化）及电阻的关系曲线图。作为比较例，图 14 同时表示利用普通致密的薄铜板。通过下列步骤制造泡沫金属铜板：利用干燥粘接方法在泡沫状氨基甲酸乙酯中多孔表面上形成铜粉涂膜；通过热压除去氨基甲酸乙酯；在还原气氛中烧结铜粉。泡沫状金属铜板是具有铜三维网络骨架的多孔

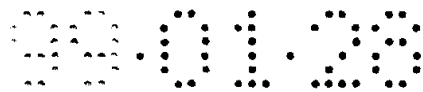


铜金属板。利用湿式电镀方法在泡沫状树脂表面形成铜的涂膜的另一种方法，同样是可用的。随着压力增加，多孔铜板的厚度也增加。在特殊压力范围内（大约  $0.5-2\text{kg/mm}^2$ ）充分地变形多孔铜板，随着它的密度增加，变形量减少。随着增加压力而减少电阻，在多孔铜板的显著变形的特别区域充分地变化这些参数。相反，在薄铜板的情况，即使压力超过它的屈服压力，如前所述（图 25），也不产生由塑性形变引起的充分形变，而仅仅产生如弹性形变那样的微小变化。逐渐地减少电阻，因为随着增加压力，而减少测量电极的接触电阻。

在多孔金属的情况，不同于致密金属箔的情况（薄板）（图 25），较小的压力能产生大的形变，因为在它的内部多孔金属本身有空位，在微观上容易移动由压力加压的材料到这些孔中。基本上只在厚度方向（加压方向）产生形变，因为多孔金属本身有空位，其使它可能在它的内部吸收形变，并且在接触面的横向方向由摩擦阻力形变。因此，形变后的多孔金属比初始时的金属有较少的空位，因此变得致密。使空位在厚度方向变平。如上所述，本发明的材料使它可能有效地减少电阻和热阻，保证在厚度方向引起充分变形的性能，因为本发明材料的特征是，尤其在厚度方向由于加压产生形变增加的金属管道部分比横向方向较多。当充分地变形（减少它的厚度）常规致密材料时，该材料和它在横向塑性地变化流动的体积一样，能观察到材料侧面显著地膨胀的现象。但是，当利用多孔材料时，即使充分地变形它（减少它的厚度）也几乎不膨胀它的侧面，因为多孔金属有足够的空位，其使它可能在它内部吸收材料的变形。因此不产生如和邻近材料接触的任何问题，所以多孔材料是适合高密度安装的。

由于这些材料具有弹性形变的性能，所以当形变后卸掉负载时能够观察到如弹性形变那样的反弹。但是，能够保证基本上相应于装配部件高度变化进行塑性形变。在重新加压的情况，在利用和前述压力相同的压力进行弹性形变时能够保证充分地接触。并且多孔金属因为存在孔隙比常规致密的材料有明显的较低的弹性系数，所以弹性形变量大，多孔材料适合保持一定的接触状态。通过厚度，密度（空位部分），在三维空间形成的金属连续部分的材料能够控制形变引起的压力和弹性形变的作用。能够选择这些因素，以便按照利用条件通过适当的压力引起形变。

当希望大的形变时，在形变前要求多孔金属材料具有大量的空位部分，希望大于 50%，特别希望大于 60-80%。但是，考虑到利用时的可操作性，在不

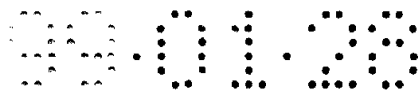


希望变形量过大时，而希望根据利用情况，预先按照指定压力加压来减少孔隙部分（增密），把多孔板调整到具有最佳量的变形，热阻，电阻。

如图 14 所示，在实际利用时，在电极的边界插入多孔金属板的接触阻力（电阻，热阻）是重要的因素。为了进一步减少接触阻力，重要的是使在电极边界插入的多孔金属板的接触阻力尽可能的小。因此，最希望多孔金属板的外表面微观形状成为如图 15（b）所示的结构，它比图 15（a）所示的结构有大量的近似平行于接触面的端部，或具有尽可能大倾斜角的端部 8，图 15（a）所示的结构有大量的垂直于接触表面突出的柱状的金属 7。

作为多孔金属板的另一种情况，用于减少多孔金属板和插入多孔金属板的电极的接触阻力。有效地使多孔金属板的表面比它的内部较致密，以便增加和电极材料的微观接触面积。图 16 和图 17 表示实施例。图 18 表示这样的实施例，其中，利用诸如印刷，电镀等在多孔金属板 6 表面上形成金属层 9，该层比多孔金属板的金属材料更软和更耐氧化。例如，利用由 Ni 制成的多孔金属板涂渡 Ag 或 Au 软金属膜，或利用由 Cu 或 Al 制成的多孔金属板，在它的表面上具有由 Ag 或 Au 构成的耐氧化膜。图 17（a）表示把致密金属箔 10 形成在多孔金属板 6 的表面上，并且形成一个整体的实施例。对于上述的金属箔利用比多孔金属板的金属材料更软和更耐氧化的金属箔，除了具有和多孔金属板相同的材料外，而且有效。例如，利用由 Cu 或 Al 制成的多孔金属板，在它的表面上具有由 Cu，Al，Ag，Au 等中的任一金属构成的金属箔。图 17（b）表示利用冲压机冲压如图 17（a）所示的材料获得上板的横截面图。因为冲压时压碎端面，所以多孔金属板变成侧面由表面箔覆盖的形状。因此，当利用致密膜按要求保护多孔金属板的侧面时，上述方法是简单的和方便的。作为另一种方法，能利用增加其密度的方法，只需在多孔金属板表面短时间的把它暴露在高温中。

图 18 表示用于相反导电类型开关器件的本发明的实施例，其中，相反并联地集成连到利用 IGBT11 的开关器件的续流二极管（FWD）12。图 18 表示从压力型半导体器件右侧最外部向中心到中部的部分的横截面图。关于 IGBT 芯片 11，在上部第 1 主平面的几乎整个平面上形成发射极，在下面第 2 主平面上形成集电极，并且在第 1 主平面上形成控制电极（栅电极）。关于 FWD12 在硅衬底的上面形成阳极，在硅衬底的下面形成阴极。这些半导体芯片的每一个

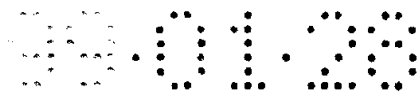


设置在集成在由 Mo 制成的中间电极 14，其用于散热同时进行电连接，而且通过每个中间电极 13 和各芯片的芯片上的各主电极接触。在第 1 公共主电极板 (Cu) 4 和第 2 公共主电极板 (Cu) 5 之间插入该结构。把多孔铜板 17 插入在中间电极 13 和公共主电极板 4 之间。在中间电极的表面形成镀金膜 15，厚度为大约 3-5  $\mu\text{m}$ ，在公共主电极板的表面上形成镀镍膜 16，厚度为 1-3  $\mu\text{m}$ 。利用特氟隆构成的框架 24 装配上述半导体芯片和中间电极。利用焊线 19 从 IGBT 芯片 11 的栅电极 18 引出引线，连接到在中间电极 14 上形成的栅电极接线板 20。利用由陶瓷等构成的绝缘外套 21 在外部绝缘上述的公共主电极板对 4, 5 之间的间隔，利用由金属板 22 密封的管壳，在公共主电极板和绝缘外套之间的间隔，形成密封结构。利用密封引线 23 通过外套 21 把栅电极引线引出管壳。

由下述步骤制造上述的多孔铜板：利用刮刀方法由铜粉末浆料形成薄片，煅烧该薄片去掉有机粘合剂成分，在高温还原和与预烧结铜粉末以便保留孔隙。初始孔隙部分为 60%，平均孔隙直径是 30  $\mu\text{m}$ ，厚度是 150  $\mu\text{m}$ 。实际上，本实施例中间电极板的厚度变化，最大是 50  $\mu\text{m}$ 。但是，通过在中间电极板 14 和芯片 11, 12 之间插入压敏纸显示压力分布结果是压差小，几乎均匀地对它们进行加压。

图 19 表示用于相反导电类型开关器件的本发明的实施例，其中，集成 MOS 控制型器件 11 和续流二极管 (FWD) 12。由金构成位于这些半导体芯片的每一个芯片下侧的主电极 (集电极, 阴极)，利用热压焊连接到中间电极 14，其上预先形成 2-3  $\mu\text{m}$  厚的镀银膜 15。另一方面，由铝构成位于这些半导体芯片的每一个芯片上侧的主电极 (发射极, 阳极)，并且连接到中间电极 13，其上预先形成 1-2  $\mu\text{m}$  厚的镀金膜 15。按照本实施例，上述集成的电极和半导体芯片的中间体，被平行的设置第 1 公共主电极板 (Cu) 4 和第 2 公共主电极板 (Cu) 5 之间，预先在主电极板表面上形成 2-4  $\mu\text{m}$  厚的镀银膜 16。在这种情况下，把多孔镍板 17 插入在中间电极 14 和公共主电极板 5 之间，利用两个公共主电极板 4, 5 加压整个物体。

利用下列步骤获得多孔镍板 17，处理泡沫树脂使它具有导电性，利用电解镍电镀，然后通过燃烧高温处理除掉泡沫树脂。进一步加压该材料，形成具有直径为大约 0.2mm 孔隙的板状材料，单元数为 60pieces/inch，金属管道部分



的厚度是 40-80  $\mu\text{m}$ ，板厚为 0.6mm，孔隙部分占大约 80%。按照本实施例，充分地减少多孔镍板和所述的电极之间的接触电阻，因为在插入多孔镍板两侧的电极表面镀银。实际上本实施例装配芯片各位置厚度变化最大是 100  $\mu\text{m}$ 。但是，通过在中间电极板 13 和公共主电极板 4 之间插入压敏纸显示压力分布

5 结果是压差小，几乎均匀地对它们进行加压。

为了校正高度和最佳地减少电阻和热阻，在电极之间不仅能插入多孔金属板，而且能同时插入软金属箔。例如，下述方法是有效的，其中在上部主电极板和中间电极板之间插入金箔，在下部主电极板和中间电极板之间插入多孔镍板，在接触面积相互不同时能保证在加相同负载时有大约相同的形变量。

10 图 20 表示装配情况的实施例，其中在芯片中心形成的插头 25 从芯片引出栅电极。图 20 表示用于相反导电类型开关器件的本发明的实施例，其中，相反并联地集成连到利用 IGBT11 的开关器件的续流二极管 (FWD) 12，如图 18 所示的一样。在这些半导体芯片的每一个芯片的下侧由金构成主电极 (集电极，阴极) 并且利用热压焊连到中间电极 14，其上预先形成 2-3  $\mu\text{m}$  厚的镀银膜。

15 另一方面，在中间电极 13 的表面形成厚度为 2-3  $\mu\text{m}$  的镀金膜 15，通过压力接触连接到每一个半导体芯片上。电极和半导体芯片的上述集成物体，被平行的设置在第 1 公共主电极板 (Cu) 4 和第 2 公共主电极板 (Cu) 5 之间，预先在每个主电极板表面上形成 2-4  $\mu\text{m}$  厚的镀金膜。在这种情况下，为了降低高度的变化，把中心有孔的多孔铜板 17 设置在插头 25 和部件 26 的周围，用于绝

20 缘中间电极 13 和公共主电极板 4 之间的插头。按照这种方法，利用绝缘中心插头的部件 26 能防止移动各多孔金属板 17 的位置，能容易地进行装配操作。

把槽 28 中的栅电极 27 设置到第 1 公共主电极板 (Cu) 4，引出到管壳的周围，进一步由引线 29，23 引出到管壳外部。为了进一步减少接触电阻，在本实施例利用复合多孔铜板作为多孔铜板，复合多孔铜板具有如图 17 所示的

25 结构，其中把致密的铜箔集成到多孔板的表面上。因此，能充分地减少多孔金属板和中间电极板，公共主电极板之间的接触电阻。在压力小的区域，所述的效果是明显的，可能减少电阻到 1/5 至 1/10。在本实施例，实际上，各芯片位置的厚度变化最大是 200  $\mu\text{m}$ 。但是，通过在中间电极板 14 和公共主电极板 5 之间插入压敏纸显示压力分布结果是压差小，几乎均匀地对它们进行加压。

30 如上所述，在把各种半导体芯片平行的设置和装配在管壳中时，根据它们



的种类充分地变化它们的厚度，下述方法是有效的，即根据芯片的种类制造具有各种平均厚度的中间电极板；利用中间电极板调节芯片厚度的巨大差别；并且，利用本发明的多孔金属板调节中间电极板和半导体芯片的各种高度。

图 21 表示这样的实施例，在其表面上形成银稠密薄膜层 33 的多孔铜板 30 作为一个物体被插入在芯片尺寸的半导体元件 31 的阴极侧和中间电极板 32 之间。由 Mo 构成的金属箔 34 和镀 Ag 的中间电极板 35 分别设置在半导体元件 31 的阳极侧和公共主电极板 5 之间。多孔铜板具有大约 0.1mm 平均孔隙直径，单元数为 40pieces/mm<sup>2</sup>，金属管道的厚度为 30-50cm μm，板厚 0.8mm，孔隙部分占大约 75%。根据多孔铜板 30，根据多孔金属表面的孔隙，通过补偿减少的接触面积，能降低高度的变化和减少接触电阻。

图 22 表示这样的实施例，其中，在半导体芯片 1 收集极侧的电极和公共电极板之间没有插入中间电极板。为了防止在集电极侧省略中间电极板时，由于加压使半导体元件破碎，在公共电极板 5 和半导体元件 1 之间设置多孔金属板，重要的是把多孔金属板 36 设置在等于或小于其表面上形成软金属膜 38 的中间电极板 2 形状的区域中。按照本实施例，在芯片主电极和多孔金属板之间插入软金属箔 37，以便进一步减少接触电阻和保护芯片。

通常，需要加工公共电极板和中间电极板的表面使它们最大表面粗糙度 (Rmax) 小于 1 μm，以便减少它们的接触电阻。但是，即使公共电极板和位于多孔金属板，软金属箔等中间电极板的表面是如此粗糙，以至于最大表面粗糙度 (Rmax) 超过 1 μm，变形材料和表面不均匀形状匹配，则微观上增加接触面积和能减少接触电阻。因此，能减少生产成本。

作为多孔金属板材料，诸如铜，铝，银，金，镍等的主要金属或它们的合金是所要求的。根据利用的半导体器件的情况，考虑降低热阻和电阻及提高形变性能之前，希望选择最佳的材料和表面温度。

作为中间电极的材料，可以利用具有热膨胀系数在硅材料和外部主电极材料之间，和所要求的热电导率和热导率的材料。实际上，诸如 W, Mo 的单金属，或复合金属，或包含以这些元素作为主要成分材料的合金，例如，Cu-W, Ag-W, Cu-Mo, Ag-Mo, Cu-FeNi 等，具有陶瓷和碳的复合金属材料，例如，Cu/SiC, Cu/C, Al/SiC, Al/AlN 等是所要求的。另一方面，作为主要电极材料，具有所要求热导率的导电材料，例如，铜，铝，它们的合金，或所述的复合材

料是所要求的。

通常本发明用于不包括二极管的压力接触型半导体器件，仅仅 IGBT 等开关半导体器件除外。另外，本发明的装配方法，在例如采用所述的方法装配大量压力接触型管壳的二极管方面通常是有效的。并且，主要利用 IGBT 说明所述  
5 所述的实施例，但是，本发明的目的是涉及至少包括位于第 1 主平面上的第 1 主电极和位于第 2 主平面上的第 2 主电极的所有半导体器件。因此，本发明用于绝缘栅型场效应晶体管（MOS 晶体管）而不是 IGBT，包括 IGCT（绝缘栅控制的  
10 的闸流管），GTO，闸流管，和二极管等类似的绝缘栅型闸流管（MOS 控制的闸流管）。而且，对于除硅以外的 SiC，GaN 等的化合物半导体器件是有效的。

按照本发明压力接触型半导体器件，即使增加尺寸（容量）也能获得电极之间稳定的接触状态，所以能获得具有低电阻和低热组的半导体器件。因此，利用本发明压力接触型半导体器件能获得显著减少变换器体积和成本的大容量的变换器。图 23 表示把本发明的 IGBT 压力接触型半导体器件用于功率变换  
15 器中主要变换元件的桥式电路结构图。相反并连地设置作为主要变换元件的 IGBT40 和二极管 41 通过串联  $n$  个这些元件，构成变换器。这些 IGBT 和二极管表示压力接触型半导体器件，其中本发明并联地装配大量半导体芯片。在图 7-图 9 和图 18-图 20 表示本发明实施例的相反导电类型 IGBT 的压力接触型半  
20 导体器件，在管壳中装配图中所示的 IGBT 芯片和二极管芯片。另外在上述组件中还装配缓冲器电路 42 和电流限制电路。图 24 表示图 23 所示 3 相桥接的 4 桥自换向变换器结构。按照叠层结构装配本发明压力接触型半导体器件，其中  
25 由插入冷却水的电极串联连接多个半导体器件，在外形上和主电极板外侧接触，并且把整个叠层压成整体。按照本发明，利用比常规产品较低的压力能够获得均匀的接触。因此能实现简化所述叠层结构等的作用。

本发明的压力接触型半导体器件，不仅特别适用上述的实施例，而且也适用电力系统的自换向大容量变换器，也适用工厂的大容量变换器。而且，本发明压力接触型半导体器件能用于变速的抽水蓄电厂，建筑物中的变电设备，铁路中的变电设备，钠-硫（NaS）电池系统和牵引等变换器。

按照本发明，利用较低的压力能容易实现大面积的均匀压力接触状态，而  
30 随着增加容量，相应的增加元件中的并联芯片数量，随着增加芯片的直径，相

应的增加管壳的尺寸，使实现大面积的均匀压力接触变得更困难。也就是，能充分地降低接触面的高度变化，能减少接触边界的热阻和电阻。

说明书附图

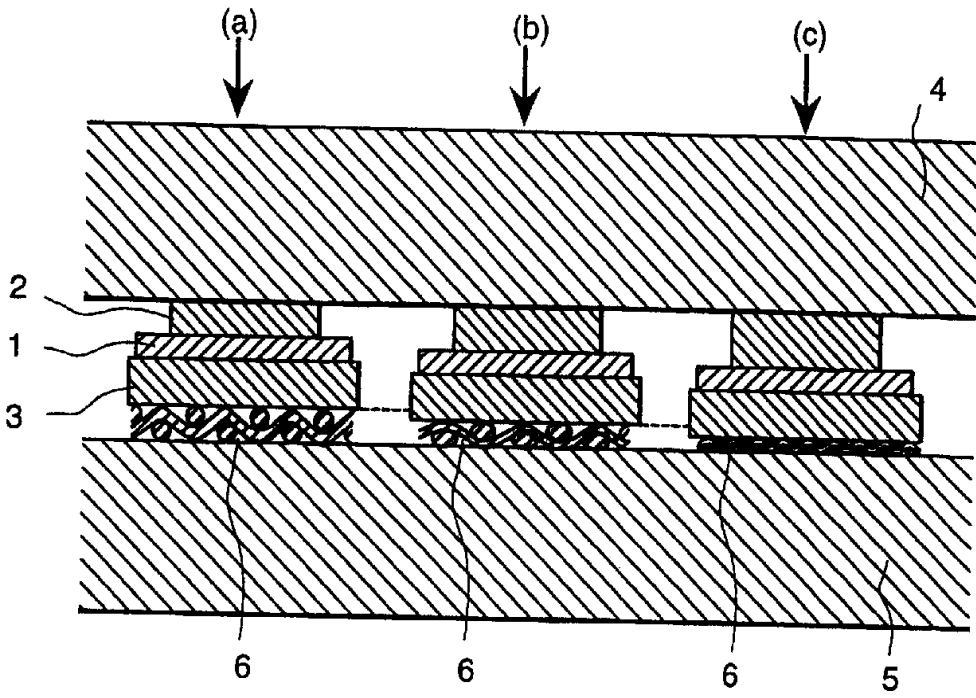
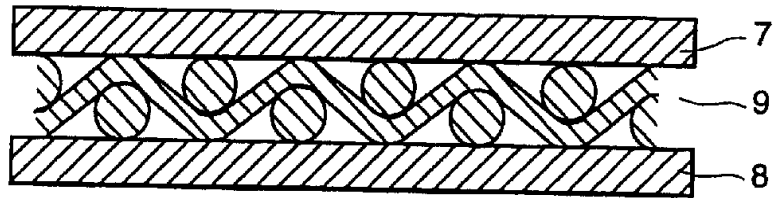
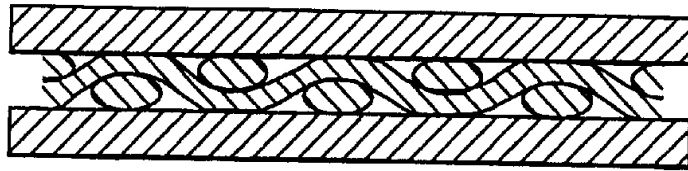


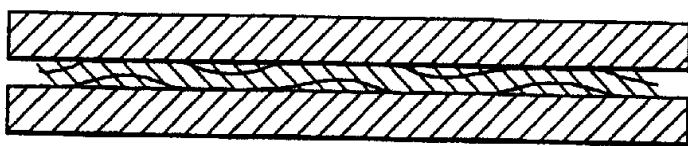
图 1



(a)



(b)



(c)

图 2

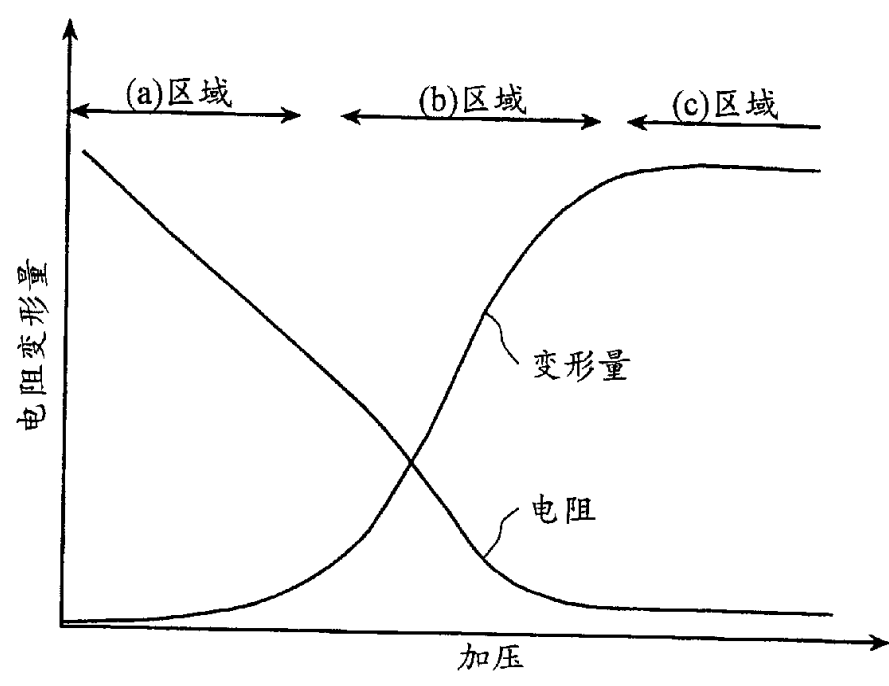


图 3

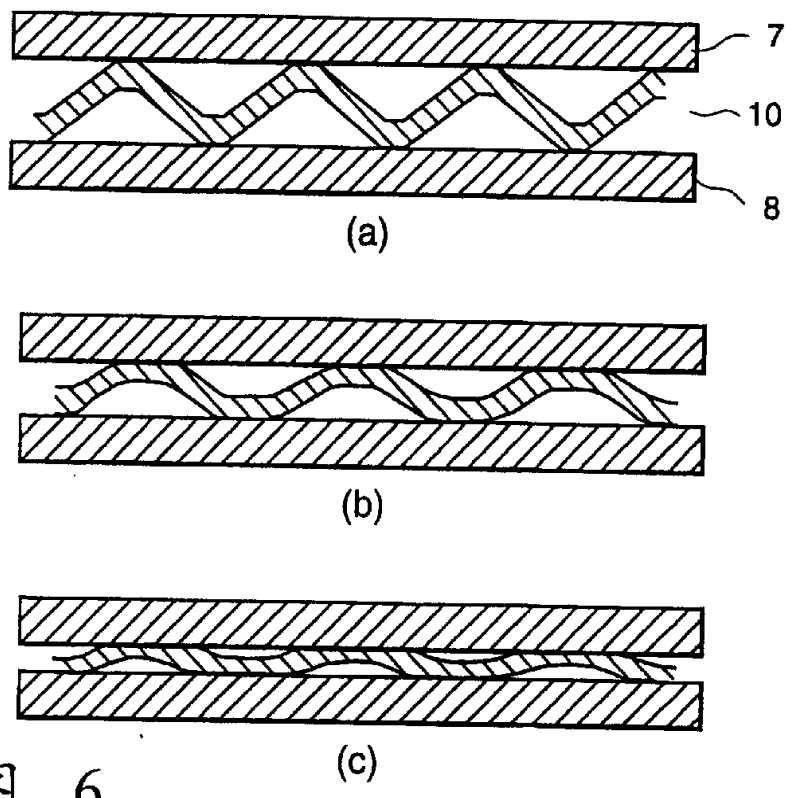


图 6

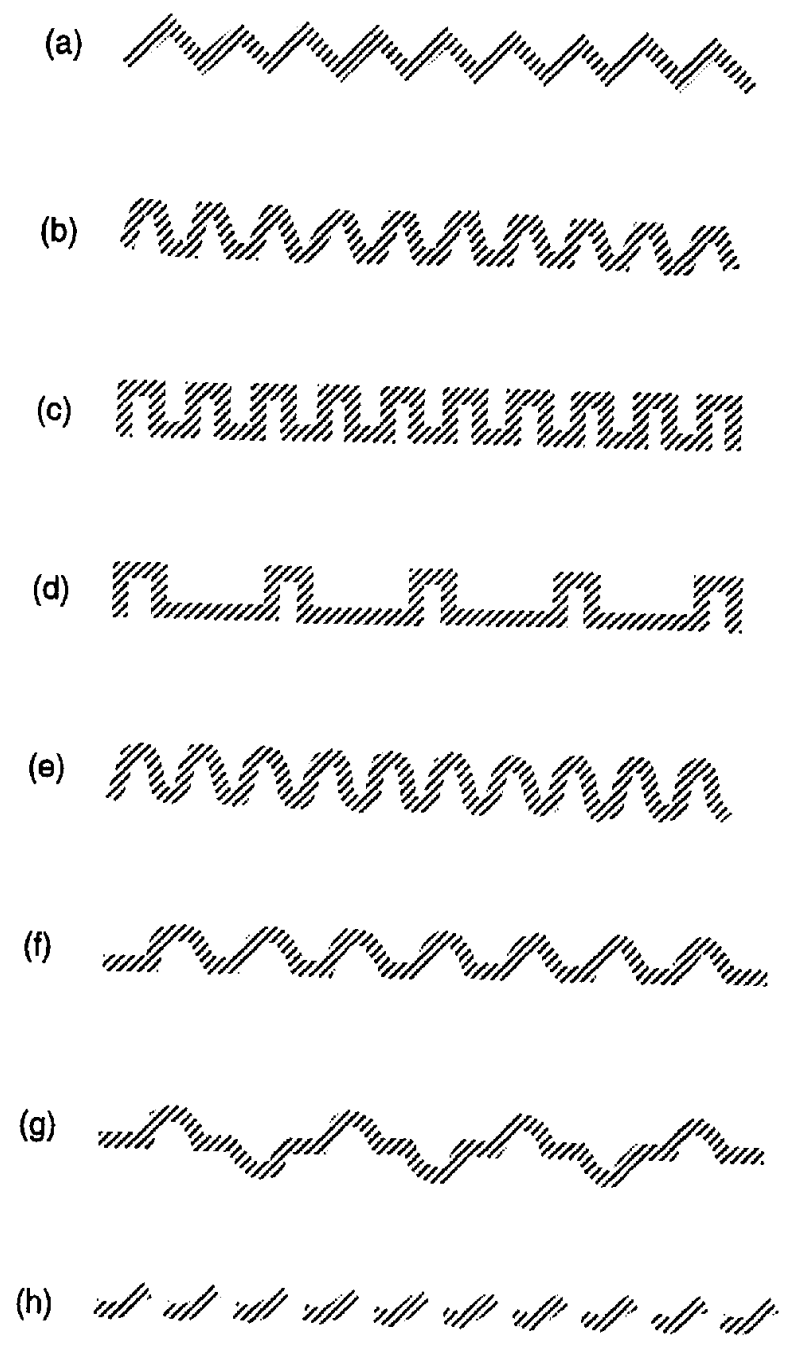


图 4

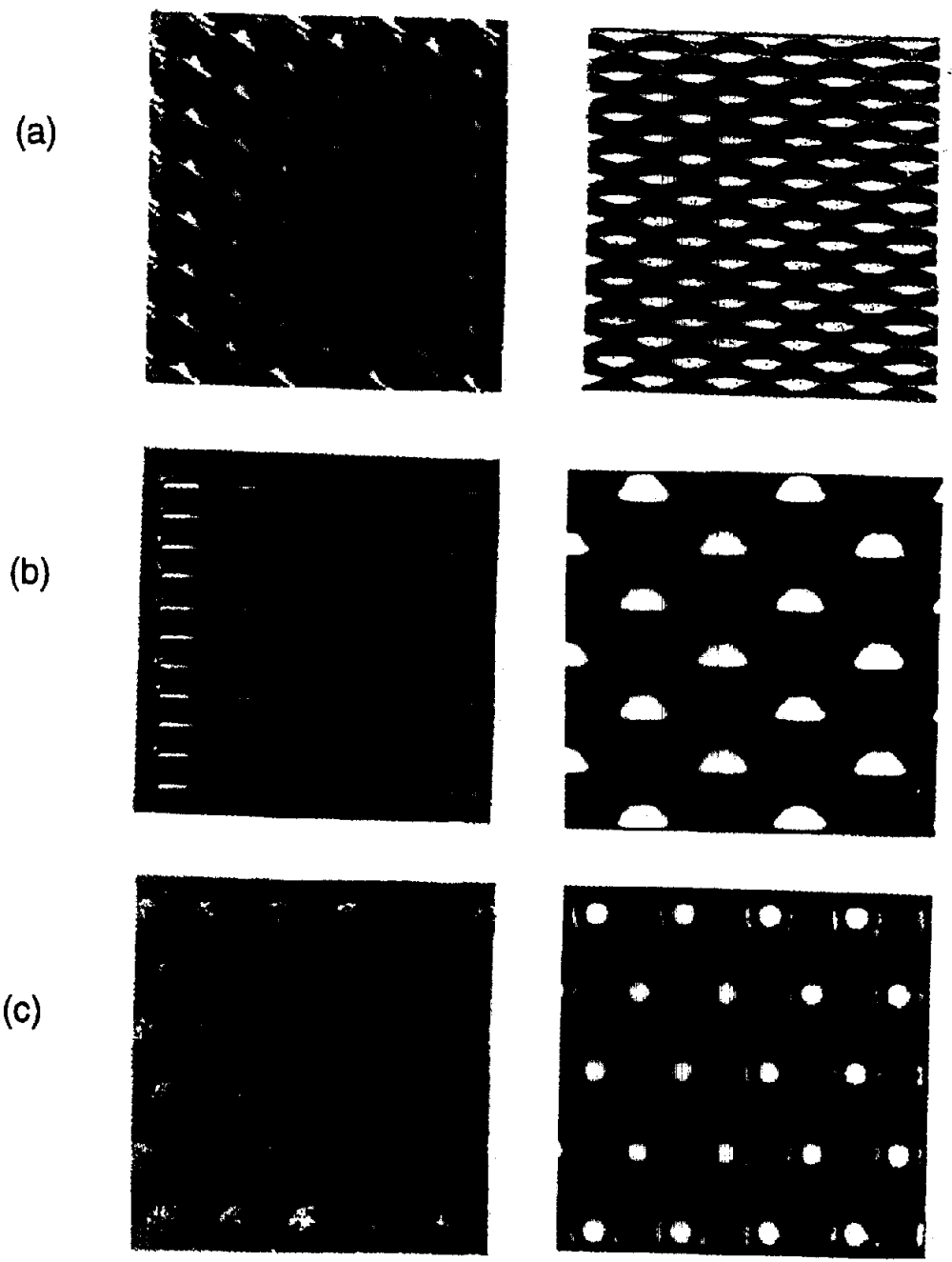


图 5

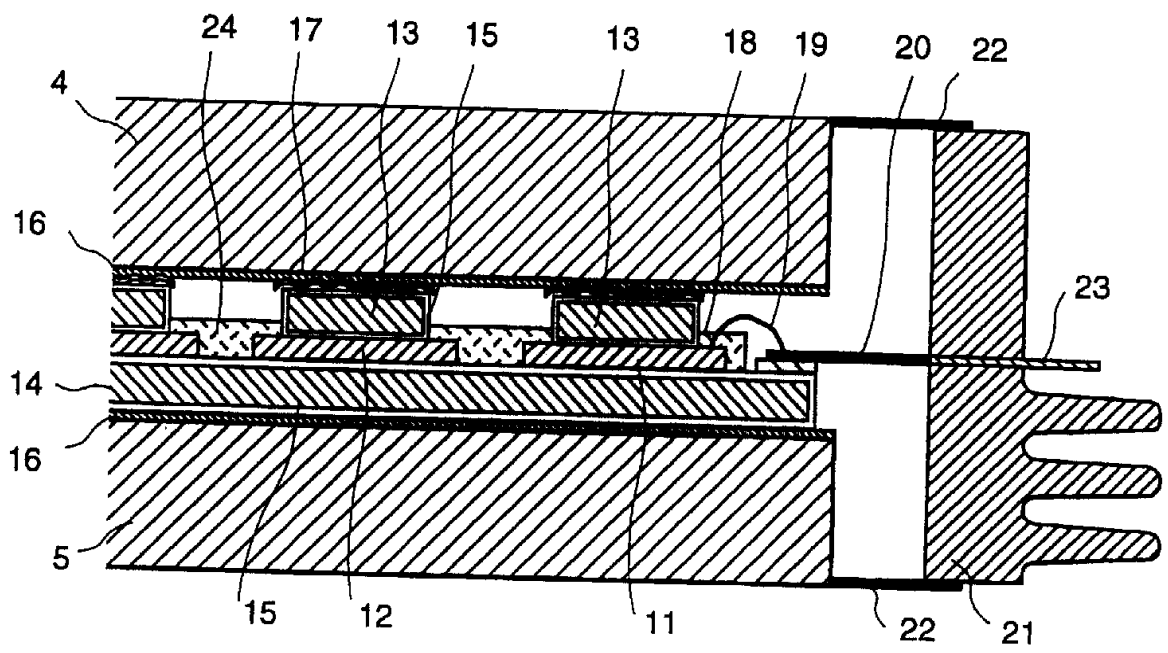


图 7

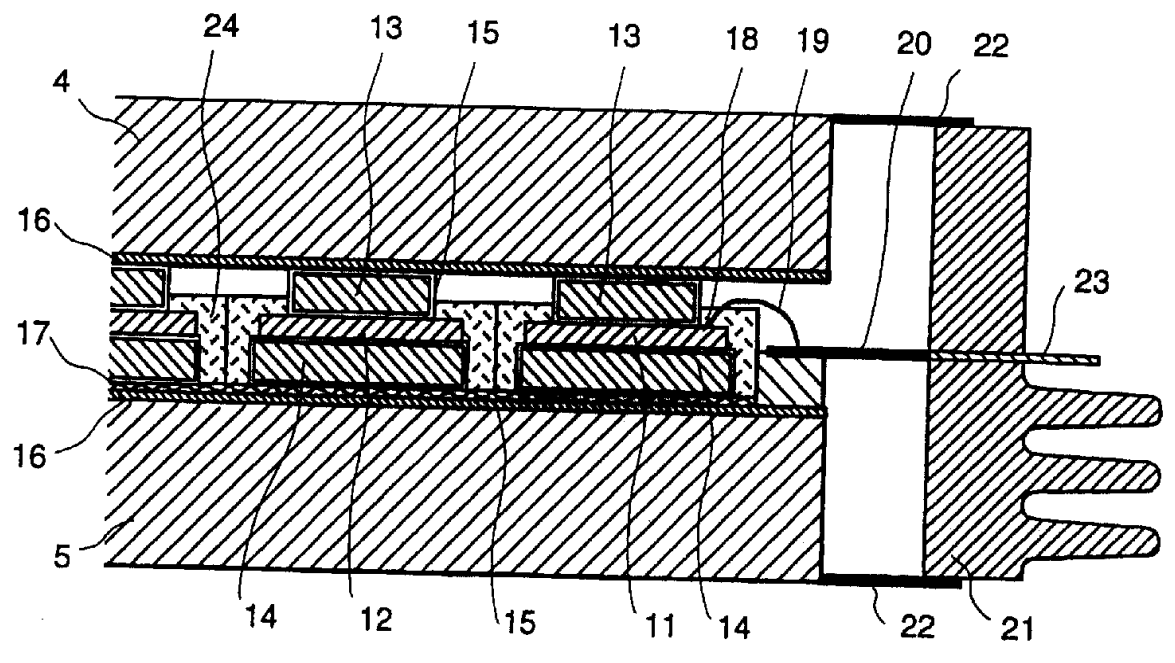


图 8

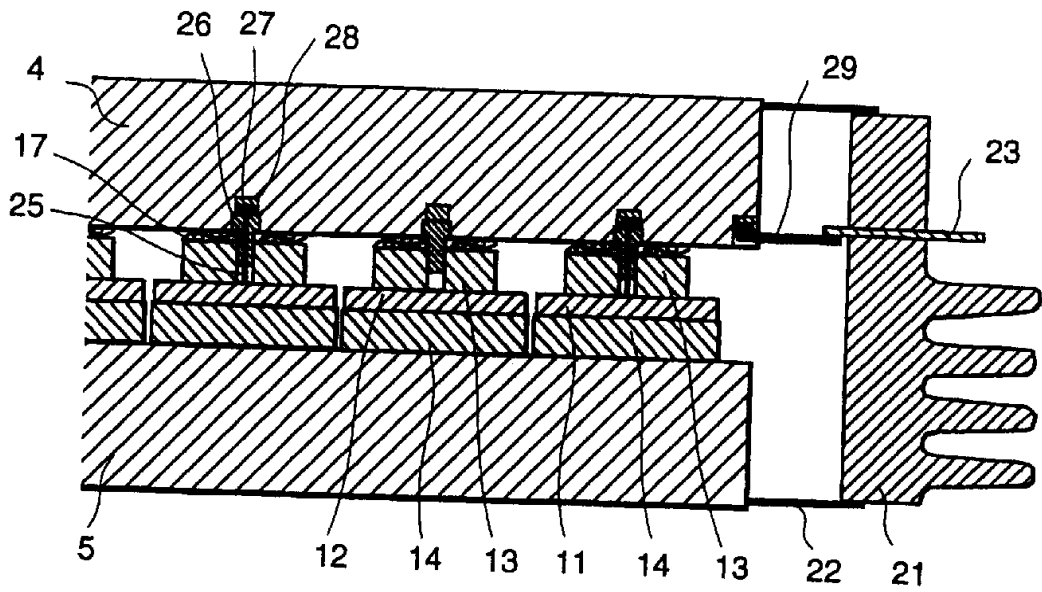


图 9

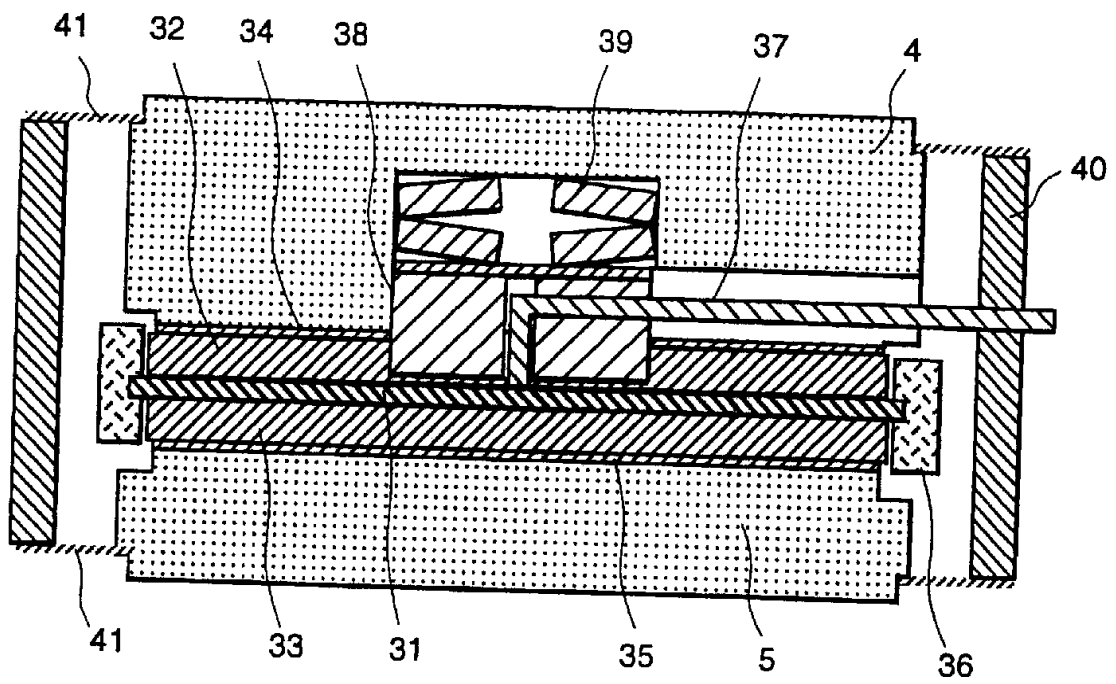


图 10

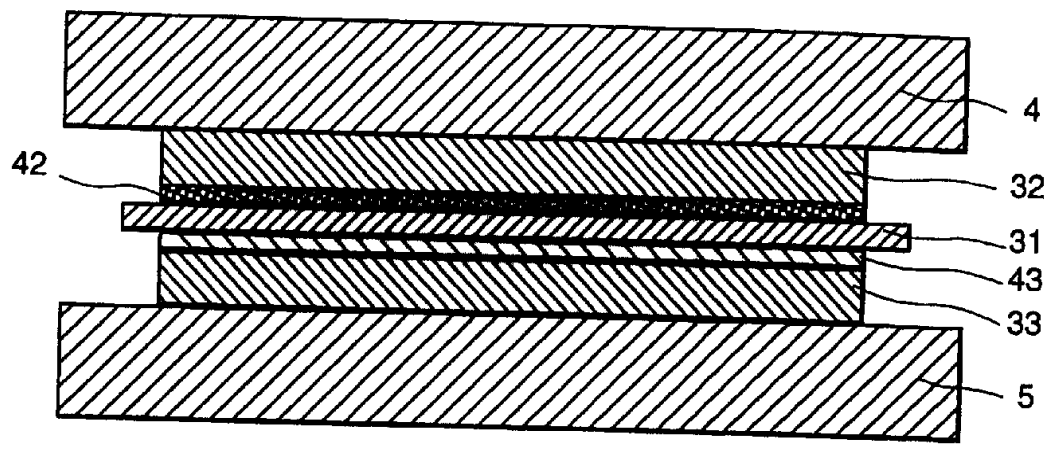


图 11

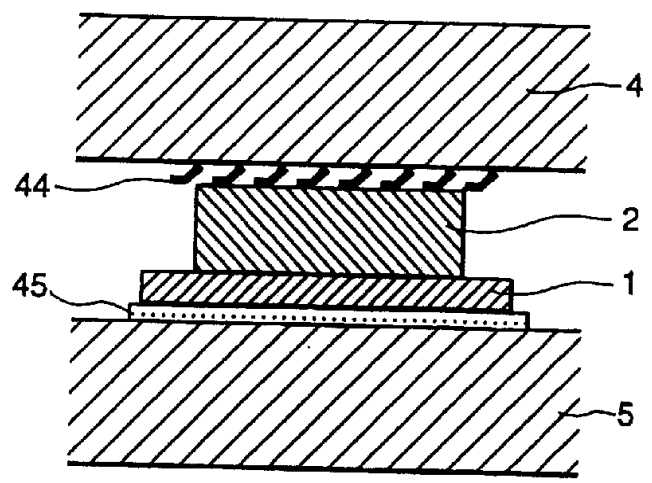


图 12

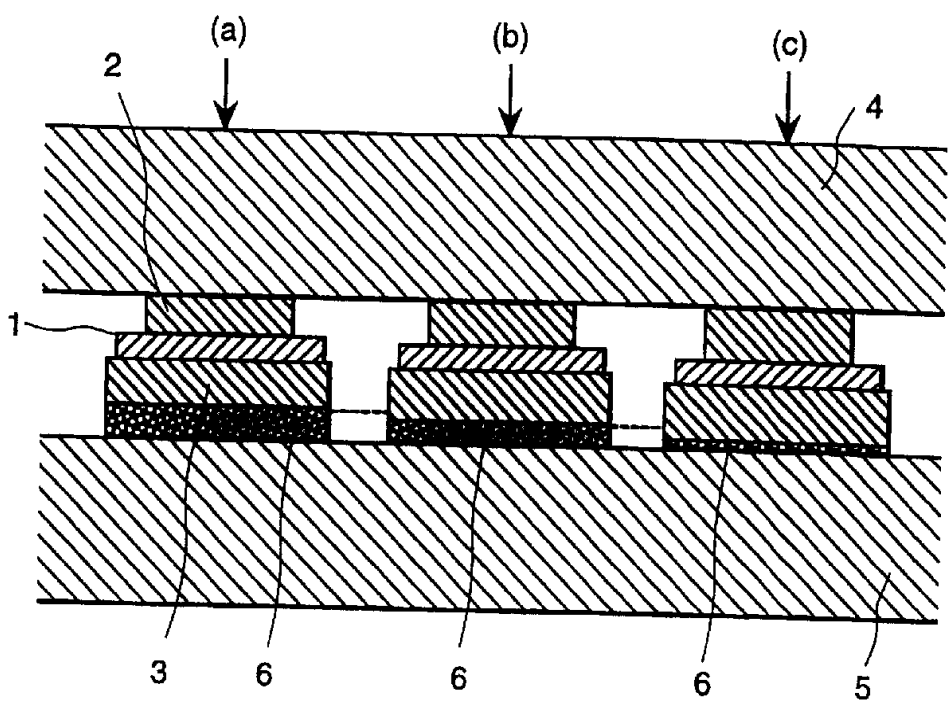


图 13

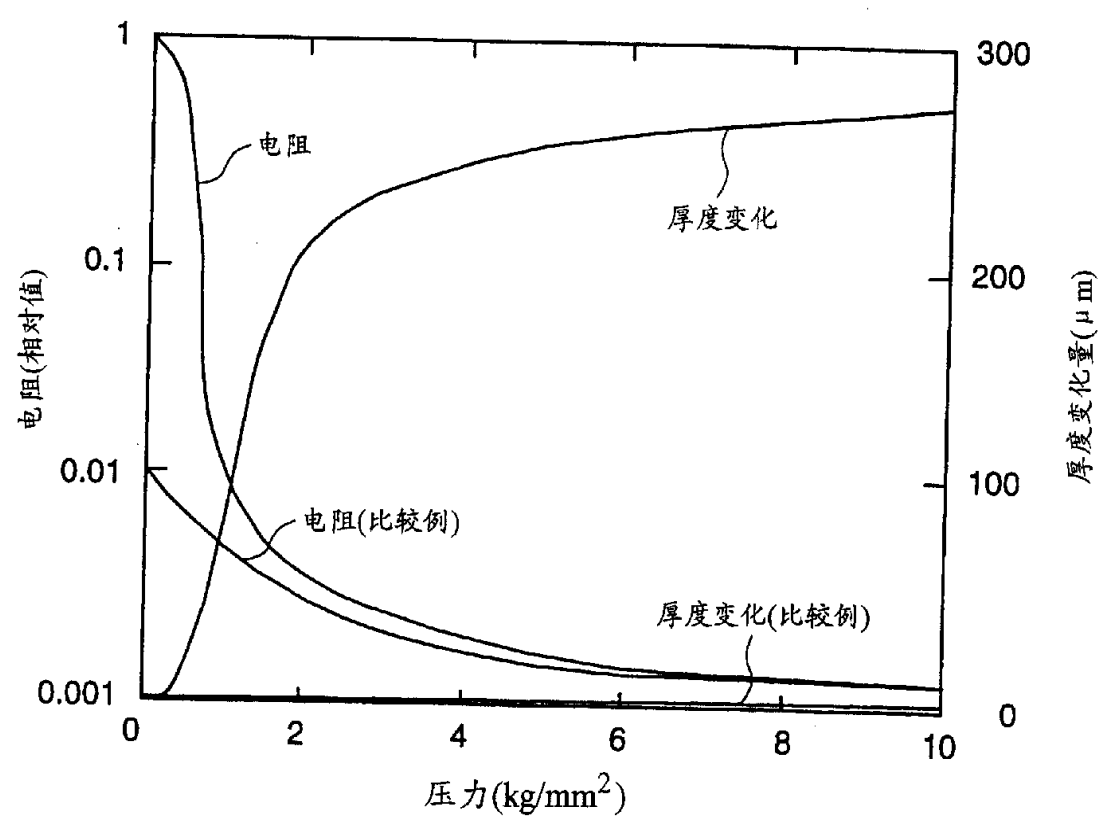


图 14

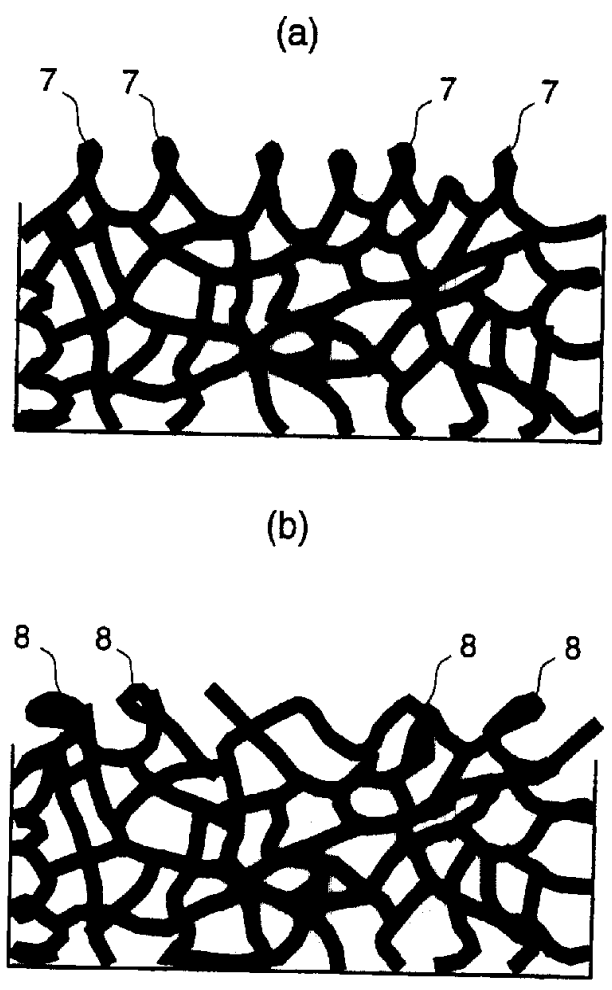


图 15

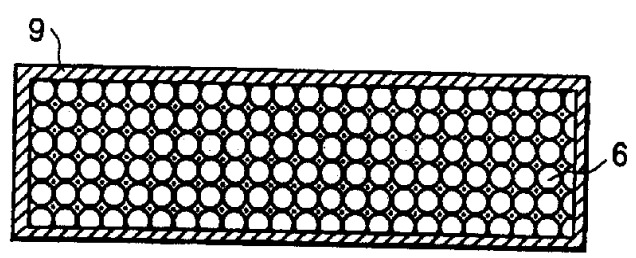


图 16

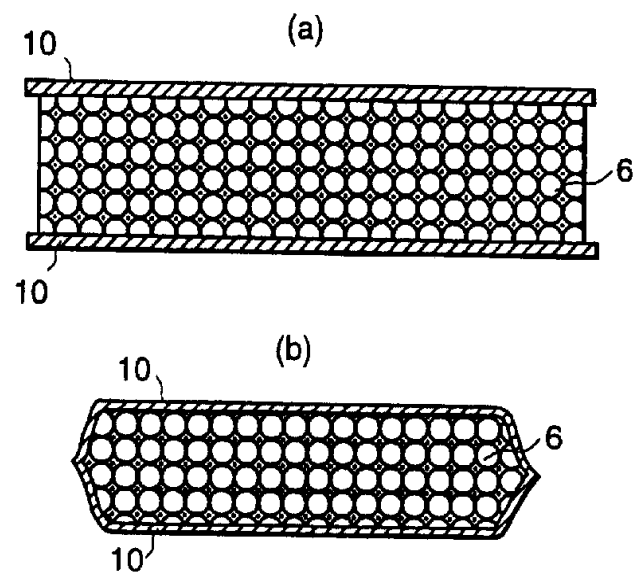


图 17

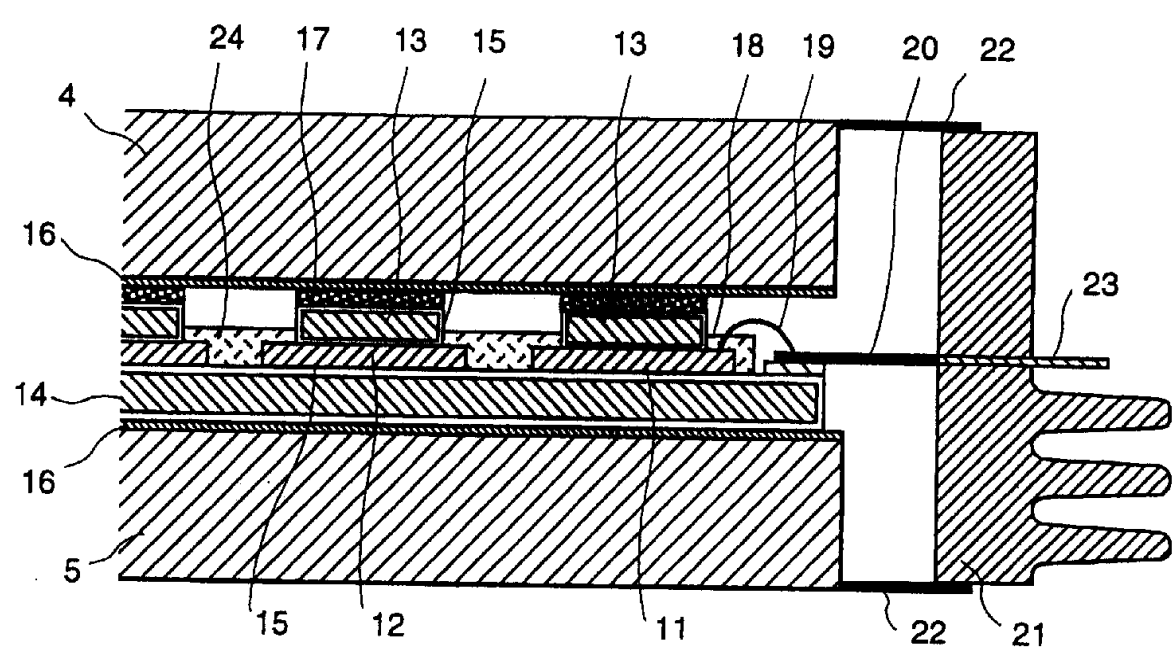


图 18

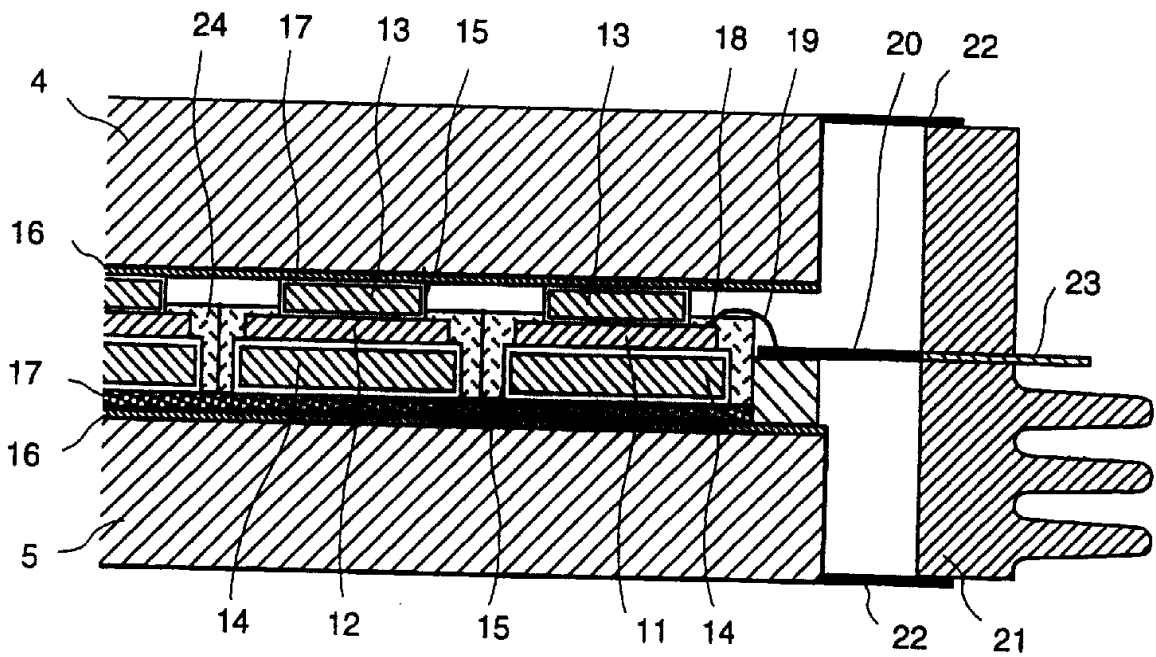


图 19

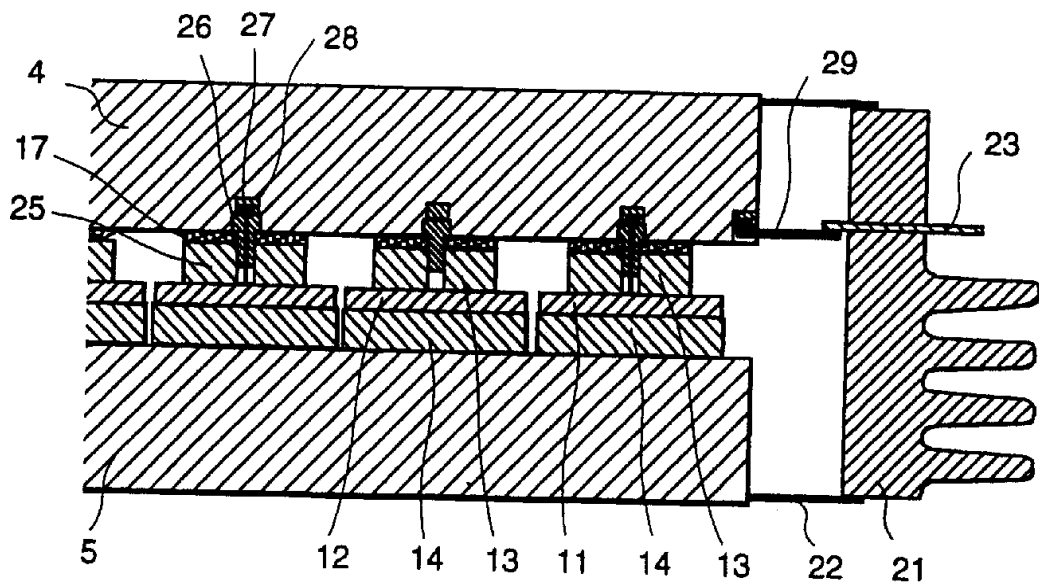


图 20

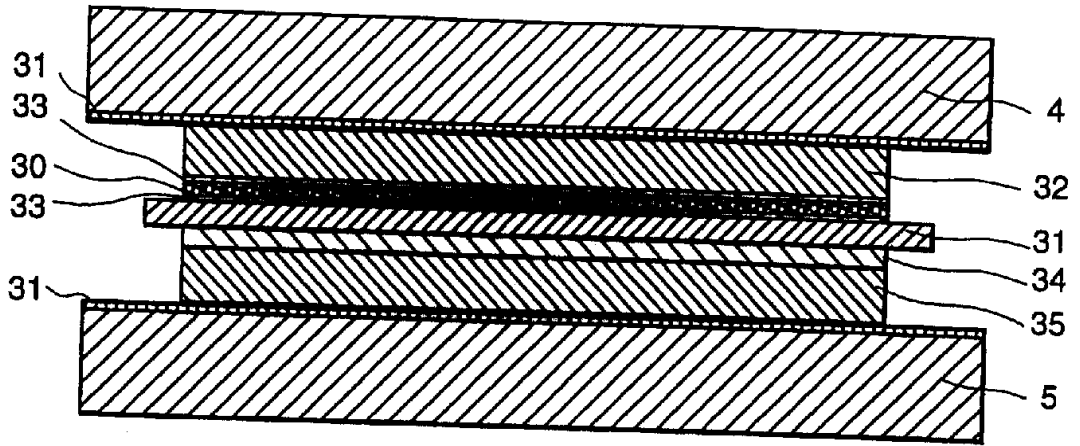


图 21

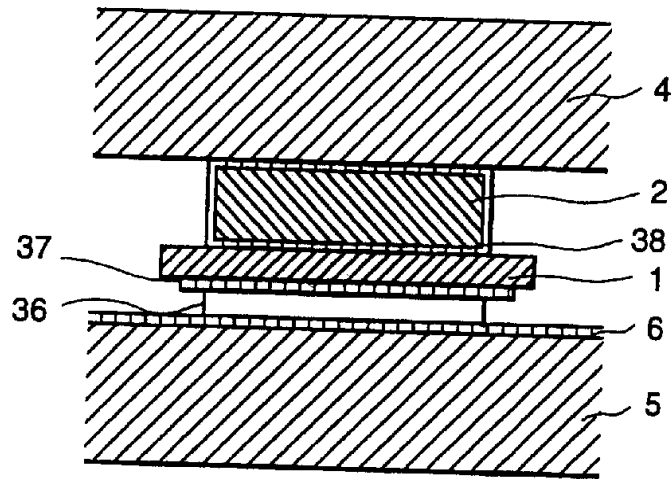


图 22

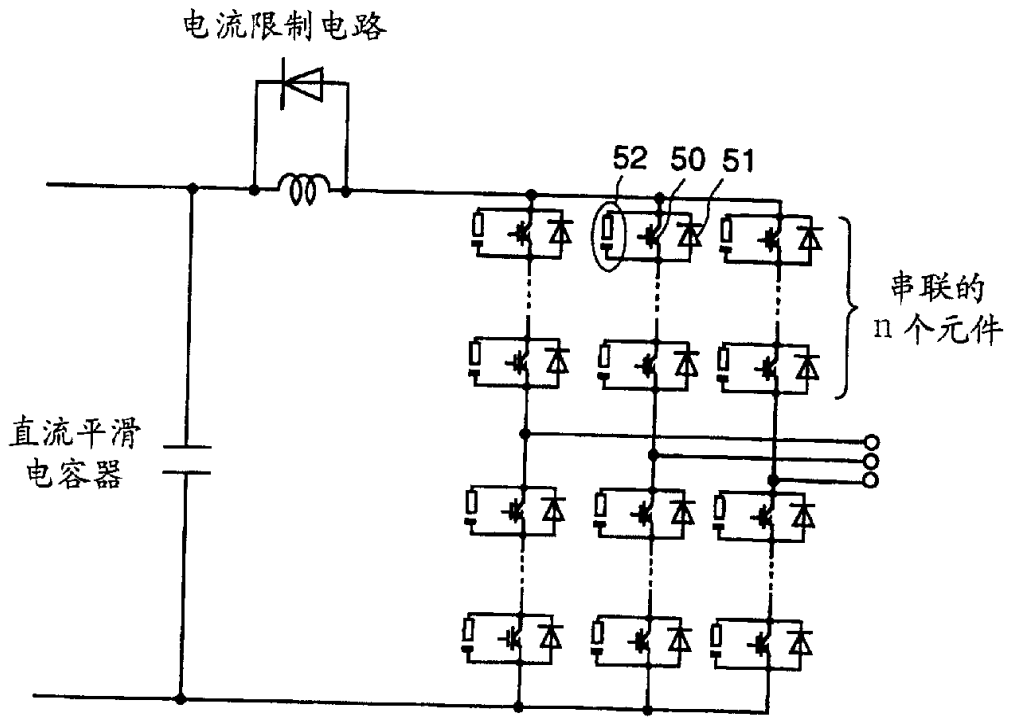


图 23

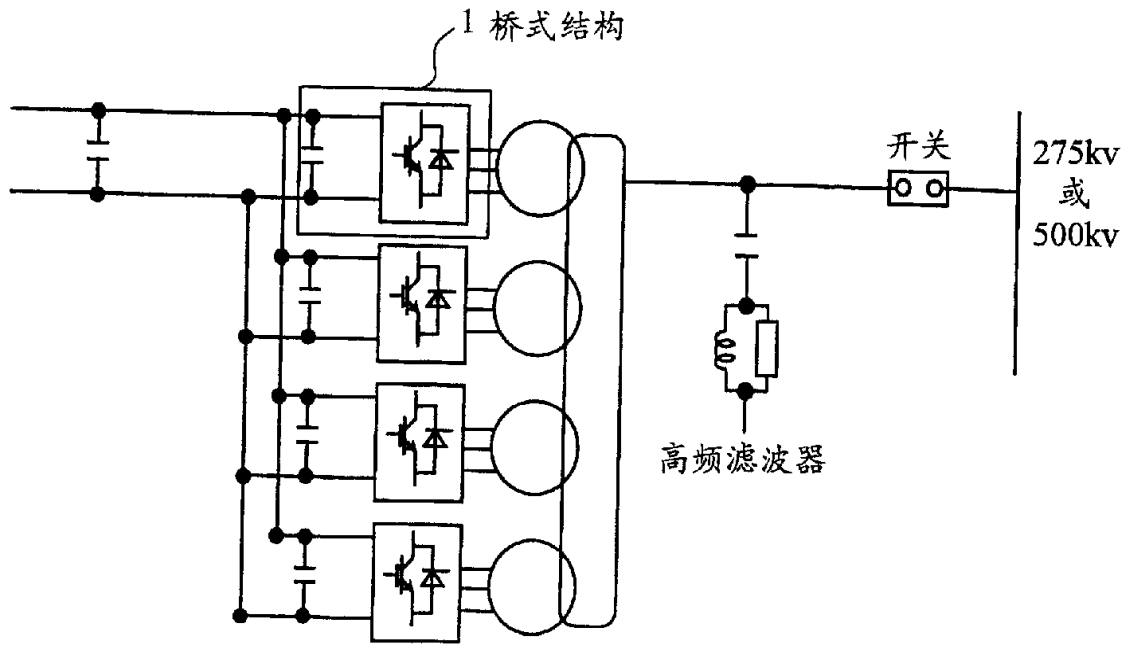


图 24

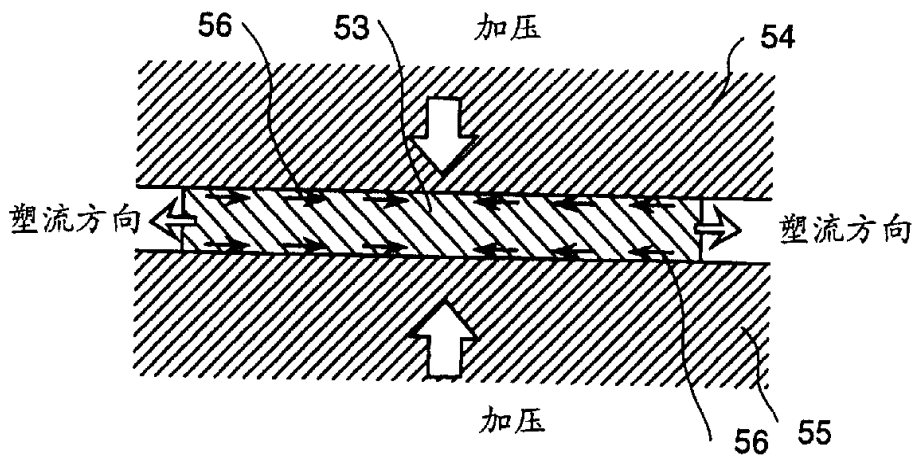


图 25