



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00811687.3

[45] 授权公告日 2004 年 5 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1149512C

[22] 申请日 2000.5.30 [21] 申请号 00811687.3

[30] 优先权

[32] 1999.6.15 [33] FR [31] 99/07549

[86] 国际申请 PCT/FR2000/001494 2000.5.30

[87] 国际公布 WO00/077731 法 2000.12.21

[85] 进入国家阶段日期 2002.2.10

[71] 专利权人 格姆普拉斯公司

地址 法国热姆诺

[72] 发明人 B·卡尔瓦斯 P·帕特里斯

J·-C·菲达尔戈

审查员 田 竞

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

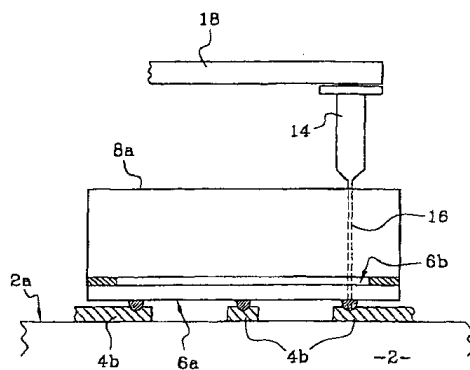
代理人 肖春京 林长安

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称 用于制造至少包含一个装在底座上的芯片的器件的装置和方法

[57] 摘要

本发明涉及一种器件的制造方法,此器件包含与至少一个微电路芯片(6)(例如芯片卡)相连的底座(2)。本发明的特征是,该芯片或每个芯片的制造包括以下各步骤:首先,给上述芯片提供一个组件,该组件包含一个通过与衬底(8)结合第一表面(6b)支持的薄芯片(6),且在相反的第二表面(6a)上有至少一个焊接垫(12);在底座的一个表面(2a)上形成一个通信接口(4),该组件包含至少一个与上述芯片相连的连接元件(4b);然后依次将包括芯片(6)和衬底(8)构成的组件放在通信接口上,使得有至少一个芯片焊接垫(12)靠接在通信接口的相应连接元件(4b; 24a; 24b)上;将每个焊接垫与和它相应的连接元件连在一起;并将衬底(8)从芯片的第一表面(6b)去掉。这种方法能很方便地利用 SOI 芯片工艺。



1. 用于制造集成电路芯片装置的方法；所述装置包括至少与一个有源电路相连的底座（2），所述有源电路制成为芯片（6），其具有一带有至少一个连接垫（12）的正面（6a）和一反面（6b）；所述方法包括下述步骤：

开始制备一薄的有源电路（6），该有源电路呈具有机械挠性；

使所述薄的有源电路（6）通过其反面（6b）保持固定到一加强衬底（8）上；

将有源电路（6）安装到最终底座（2）上；

10 其特征在于，所述安装包括以下步骤：

在最终底座（2）的一个面（2a）的大致平面内形成位于最终底座（2）上的通信接口（4），该通信接口包括至少一个与所述有源电路（6）连接的连接元件（4b）；

15 将包括带有加强衬底（8）的所述有源电路（6）的组件放置在通信接口（4）上，使所述连接垫（12）靠接一相应的连接元件（4b）；

通过激光焊接将连接垫（12）与连接元件（4b）固定并电连接；

除去所述反面（6b）上的加强衬底（8）。

2. 根据权利要求1所述方法，其特征在于，所述通信接口（4）形成或制造成以欧姆接触区（4a）和/或天线区（24）的形式，其从最终底座（2）的面（2a）的整个平面的一部分表面上凸出。

3. 根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述连接垫（12）通过激光束（16）焊接与相应的连接元件（4b）固定或连接，该激光束穿过加强衬底（8）和有源电路（6），该加强衬底（8）和有源电路（6）对于用于焊接的波长是透明的。

25 4. 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，当连接垫（12）和/或连接元件（4b）在该激光的作用下可熔时，所述波长可以是 $1.06\mu\text{m}$ 。

5. 根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，用于固定有源电路（6）的底座（2）是呈压延形式的。

30 6. 根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，其包括在把加强衬底（8）除去的步骤之后，有一步骤是将防护薄膜（22）沉积在反面（6b）上，并通过漆印印刷方式，前提是通信接口具有至少一个欧姆连接区（4a）且可以设置遮盖或去掉区域（4a）上的薄膜（22）材

料的步骤。

7. 根据权利要求6所述的方法, 其特征在于, 所述防护薄膜(22)采用的厚度为 5-15 μm 。

8. 根据权利要求1或2所述的方法, 其特征在于, 在放置所述组件(6, 8)之前, 包括一个将包括有源电路(6)和加强衬底(8)的组件切割成等于电路(6)的尺寸的器件的步骤。

9. 根据权利要求1或2所述的方法, 其特征在于, 每个连接垫(12)与其相应的连接元件(4b)通过加压固定到一起, 施加的压力经过组件(6, 8)的加强衬底(8)。

10. 根据权利要求1或2所述的方法, 其特征在于, 所述连接垫(12)通过激光束(16)焊接与其相应的连接元件(4b)固定和连接起来, 激光束穿过对于焊接用波长是透明的加强衬底(8)和电路(6)。

11. 根据权利要求10所述的方法, 其特征在于, 在连接垫(12)和/或连接元件(4b)在激光的作用下可熔时, 所述波长可以是 1.06 μm 。

12. 根据权利要求10所述的方法, 其特征在于, 所述激光束(16)由多个光路(20)传输, 各光路指向有源电路(6)的相应连接垫(12), 以便同时进行焊接。

13. 一种集成电路芯片的装置; 其根据权利要求1至8任意之一所述的方法制造, 该装置包括与至少一个被制成为芯片的有源电路(6)连接的底座(2), 所述有源电路具有一设有至少一个连接垫(12)的正面(6a)和一反面(6b); 该有源电路是薄的, 并具有机械挠性, 其被安装到最终底座(2)上;

其特征在于所述装置包括:

25 -厚度为 5-15 μm 的防护薄膜(22), 其覆盖所述有源电路(6)和至少部分的底座(2); 以及

所述连接件和带有垫的有源电路(6)具有厚度小于 50 μm , 所述装置是作为一智能卡, 或一电子器件。

14. 根据权利要求13所述的装置, 其特征在于, 所述防护薄膜(22)是一种印刷的漆, 其具有有限的范围或者甚至覆盖底座(2)的整个表面。

用于制造至少包含一个装在底座上的
芯片的器件的装置和方法

5 技术领域

本发明涉及一种包含一个安装在底座上的微电路的器件的制造方法，例如制造一个智能卡的方法。

背景技术

在某些领域（包括智能卡领域），需要实现将一个微电路或芯片
10 安装在一个比较薄且有挠性的底座上。在智能卡的情况下，一方面要求不因芯片的存在而使卡的厚度过大，以致超出国际标准规定的允许值（目前为 $50\mu\text{m}$ ），另一方面要求即使当卡受到比较大的弯曲和扭曲应力时，芯片的安装也要充分固定以实现长期使用。

通常为了避免厚度过大而将芯片置于一个为此目的而设在底座厚
15 度间的空腔内。

图 1 是将芯片 6 装在底座 2 上以构成一块智能卡的一个众所周知实例的示意图。芯片 6 几乎全部容纳在空腔 3 内，使得它的厚度包含在底座 2 的厚度之内。在芯片 6 朝空腔 3 外面的表面边缘有一组连接
20 垫 5。这些垫 5 通过引线 9 与底座上的相应接点 7 相连。接点 7 可以设在空腔的义部，或如图中所示，在设于空腔附近一个下凹区域 11 的中间平台上。这些接点 7 依次与接触面 4a 电气相连，并与读卡器作欧姆连接。这些接触面 4a 完全容纳在凹区 11 内，因而它们的厚度也包括在底座 2 的厚度之内。

为了保护这个整体，用防护材料 15 做成一个涂层，覆盖由腔体 3，
25 引线 9 及接触面 13 的内侧的一部分所占据的全部区域。

上述传统技术有几个缺点。首先，该操作包括将芯片 6 的连接垫 5 电连接至接点 7 需要采用很细的引线 9，这造成了一些脆弱点。另外，将这些引线 9 焊起来的操作需要用大量的工具和不少时间。

还有，空腔的形成需要机械加工，这不但费钱，而且使卡的强度
30 减弱。

发明内容

基于这些问题，本专利申请者提出了一种将至少一个有源电路（例如一个芯片）安装在一个底座上的方法，它不需要在底座上做出一个

空腔，而同时又不会使厚度超出允许范围。

为此，本发明提出了一种将很薄的结合在衬底上的芯片连到底座上的方法。这类芯片具有特别的厚度，因而具有一定程度的机械挠度。芯片在制造阶段被结合在一个衬底上，衬底除了有其它一些用途外，
5 还能加强芯片在各个制造阶段的刚性。目前市场上有用这种工艺制造的芯片，称为 SOI（去绝缘体上的外延硅），其总厚度（有效表面的衬底加上连接点的厚度）约为 10 微米。这方面我们参考了公开的专利文件 WO-A-98/02921，此文件披露了制造这种芯片的工艺。

然而，在要把芯片连到底座上的情形下，SOI 工艺就特别复杂。当前所用的这种工艺要通过将薄芯片从它的加强衬底上取出的步骤，以
10 将它放置并连接在底座的连接点上。问题是一方面要从其衬底上将芯片取出，另一方面还要操作裸露的芯片，以便将它固定到最后的底座上。

为解决此问题，本发明提出了一种用于制造具有一个与至少与一块芯片形状的微电路相连的底座的器件的方法，其特征在于它包含用于芯片的以下各步骤：

- 在开始为上述芯片提供一个组件，该组件包含一个很薄的芯片，此芯片由固定于衬底上的第一面支持，且在相反的第二面上有至少一个连接垫；
- 20 - 在底座的一面上制成一个通信接口，它有至少一个单元与上述芯片相连接；
- 将上述包含芯片和衬底的组件紧靠在通信接口上，使芯片上的每个垫处在通信接口的相应连接元件上；
- 将每个垫与它相应的连接元件相连；
- 25 - 从上述芯片的第一面将上述衬底取下。

因此，本发明可以在保持初始衬底的情况下操作由 SOI 工艺制成的芯片。当把芯片连到底座的连接元件时，此衬底很显然被保留。这样就把在安装过程中损坏芯片的风险降至最小。

当希望通过把薄的衬底与薄的底座相连而保持所允许的器件厚度的优势时，采用本发明的方法特别有效。因此，本发明的方法允许一个或几个薄的芯片组件直接装在底座表面上，从而得到有用的薄电路，而不需要在底座上开一个空腔。

在一种优选实施例中，可以把通信接口做在位于底座的所述面整

个平面的一部分表面上，也就是说，通信接口是从底座表面突起的，因而不需要象图 1 所示的那样做出一个凹坑。

这样就可以制成的一个器件（如智能卡），该器件中所有连接到底座的元件（通信接口和芯片）都在一个表面上。

5 这是因为本发明可以采用非常薄的芯片，从而可以使形成通信接口的金属化层具有可接受的足够厚度。对于智能卡的情形，此通信接口可包括一些接触面，使得卡与“接触”型的读卡器可以相连。为了构成一个“无触点”型卡，也可以把通信接口电连接到一个集成在卡上的天线上，这时它与芯片的信号交换或许还有电源供给是通过天线
10 用无线电实现的。

最好将每个垫与和它对应的连接元件用激光束焊接连起来。

显然可根据本发明布置激光束，使得它穿过衬底和芯片的组件的衬底。换言之，芯片上的焊接垫（例如小凸起）是通过衬底受到照射的。在这方面应该注意，在 SOI 工艺中常用的衬底（一般都做在玻璃
15 上）对于激光焊所用的波长通常而言是透明的。芯片本身在预计的厚度下也是透明的。

在本发明的一个优选实施方案中，激光束是通过多个光路传送的，每个指向芯片上的一个相应焊接垫。这样，在芯片上可以同时有几个焊点进行焊接，从而节省了加工时间。

20 最好每个光路通过一个光纤来产生。例如，可以把各个光路集成到一个装置内，由它将芯片定位和/或支撑在底座的通信接口的位置上。

根据一种实施方案，每个焊接垫是一种在激光束作用下会熔化的金属合金制成的，和/或将要与相应的垫连接的连接元件的一部分是由
25 在激光束照射下熔化的材料制成的。

而且，根据所用的焊接垫和连接元件的材料，本发明也可以采用其它的方法将芯片与和它相应的连接元件连起来，例如：

- 用热焊方法，或者
- 用超声焊接。

30 当把芯片固定在它的底座时，在将衬底取走后还可以进行把一层防护层沉积在芯片上的步骤。

本发明还涉及一种带集成电路芯片的器件（如智能卡，标竿等），该器件有一个带通信接口的底座，其中包含与芯片焊接垫相连的连接

元件。此器件的特征是：芯片的正面对着底座，其垫直接与通信接口的连接元件相连；芯片置于底座表面之上，且连接元件及带焊接垫的芯片的厚度小于 50 微米。

5 本发明的其它一些优点和特征可以参考附图阅读几个优选实施例而更清楚地了解，这些例子仅仅是作为示例而不是局限于此，附图中：

附图说明

图 1 在正面已经描述过，这个剖面图表示根据已有技术将芯片安装在底座中的空腔内的情形；

图 2a 是一个包含通信接口的智能卡底座的局部平面视图；

10 图 2b 是沿图 2a 中 II-II'轴线的剖视图；

图 3a 是包含一个按照 SOI “倒装芯片”工艺焊接到衬底上的芯片组件的剖视图；

图 3b 是一个基片在切开前的平面视图，此基片包含一组为图 3a 的组件；

15 图 4 是图 3a 的组件装在底座上的剖面图；

图 5 表示将图 3a 的组件焊接到底座上的工序；

图 6 表示按图 5 的一种变体方式将图 3a 的组件焊到底座上的工序；

20 图 7 是按照本发明的一种实施例中方法的最后一个器件的局部剖视图，此器件包含一个安装在底座上的芯片；

图 8 是一个带通信接口的底座的局部平面视图，此底座将用于制造无触点智能卡；

图 9 是沿图 8 的 IIX-IIX'轴线的剖视图，表示按照 SOI “倒装芯片”工艺，将一个带与衬底结合芯片的组件固定到底座上的工序。

25 图 2a 示出一个底座 2，在本例中它由一块塑料卡制成，将按照已有的尺寸标准（如 ISO 7810）制成一张智能卡。

具体实施方式

30 为此目的，在用来容纳一个微电路（以后把它称为一个“芯片”）的底座区域上做有一组垫块，由它们形成或连着一个通信接口 4。此通信接口 4 根据不同情况可用作：

- 将芯片的输入和输出与外部（特别是读卡器）相连；和/或
- 提供芯片和设在底座上的元件间所需的相互联结。这些元件

可以是一个与底座 2 做成一体的天线，以形成一个所谓的“无触点卡”，或者是集成在卡内的其它电路元件（例如一个或更多的其它芯片），或者是一个电源装置。

在所示的例子中，通信接口 4 一方面用互连垫块 4a 将外部设备以欧姆接触方式与芯片相连，另一方面通过印刷线 4b 将互连垫块与芯片相连，这在下面要讲到。

如图 2b 所示，通信接口 4 是形成于底座 2 的一个 2a 表面一部分表面上，而底座 2 是处在与 2a 其余部分同一个平面上。换句话说，包含通信接口 4 的那部分表面不象空腔或凹坑的情况那样陷在面 2a 的平面之下。因而通信接口 4 相对于底座 2 的表面 2a 形成一个多出的厚度。

通信接口 4 是依照下面的工艺形成的：将用来构成此通信接口的导电材料沉积一薄层 e_1 （图 2b）。例如，通信接口 4 的厚度 e_1 约为 5 至 15 微米。

可以设计几种本身已知的方法来制作这个通信接口 4。例如，可以用含银颗粒的导电液印刷具有垫块 4a 和印刷线 4b 构形的导电板来制造通信接口 4。也可以用网板印刷，真空沉积等工艺通过金属化来制作通信接口 4。所用的导电材料一般是以铜、镍或铝为主。这种材料可以加入用在所用工艺的粘接剂中。

芯片是用能获得很薄衬底的工艺制成的，因而能将芯片放置在通信接口 4 上。

在本实施方案例中，微电路是根据 SOI 工艺制造的，即在绝缘体上外延硅可以制成特别薄的芯片。这种工艺的特别之处可通过专利文件 WO-A-98/02921 等了解。

根据 SOI 工艺制成的一个包含芯片及其衬底的组件实例在图 3a 和 3b 中示出。

图 3a 是一个纵剖面图，图中画出一个安装在绝缘衬底 8（在此情况下由玻璃制成）上的芯片 6。芯片 6 被粘接垫 10 固定在玻璃衬底 8 上。因此，由芯片 6 和它的绝缘衬底 8 及粘接垫 10 构成一个组件，这个组件是从图 3b 切出一条而形成的。

在图 3b 中更清楚地示出一组在衬底 8 上的芯片 6 的平面图，粘接垫 10 仅在芯片的四角支持着芯片。除了玻璃衬底 8 的边缘外，每

个粘接垫 10 为矩形，它的边相对于芯片 6 的边成 45° ，而且在衬底 8 上支持着 4 个单独芯片 6 的 4 个成组的角。因此，芯片 6 只在其角处被支持在玻璃衬底 8 上。

从芯片 6 与面向玻璃衬底 8 的 6b 面相对的 6a 面上，玻璃衬底 8 5 有一系列导电凸起 12 从此面 6a 稍微突出。这些导电凸起 12 在英语中常称为“小凸起”（“bumps”），它们构成芯片 6 电路和外部的相互连接点。这些凸起通常呈尖拱形，因而能穿入熔融状态的材料中（例如在焊接时）。

在本例中，前面提过的通信接口 4 上将设置一个单一的芯片 6。10 小凸起 12 的排列与导电印刷线 4b 或互连垫 4a 的一部分的排列相对应。

然后，将每个芯片 6 连同一部分玻璃衬底 8 和直接处在芯片下面的粘接垫 10 从芯片组中切出。这样就得到了一个切开的组件，它包含芯片 6，在芯片四个角处的那部分粘接垫 10，及尺寸基本上和芯片15 相同的一部分玻璃衬底 8（图 3a）。

如图 4 所示，这个组件位于设在底座 2 的通信接口 4 上，其中小凸起 12 与相应的印刷线 4b 对齐，以实现所需的相互连接。

需要指出，当芯片 6 放到它的限定底座（此底座在这里是构成智能卡主体的塑料座 2）时，前面定义的面 6a 将不再面朝外，而是面20 对此底座 2。换句话说，这个面在它刚制成时的形状和它的最后确定的位置之间转过了 180° 。这种将芯片 6 相对于它原来的衬底旋转的工艺在英语中称为“倒装芯片”。

一旦将芯片 6 放到正确位置，就把小凸起 12 分别与相应的连接点（此处为印刷线 4b 的一部分）固定下来。

25 在本发明的优选实施例中，这种固定是通过穿过芯片 6 原来的衬底 8 施加能量来实现的。此能量是由激光 14 提供的，激光发送一个对着衬底朝外一面 8a 的光束 16。光束 16 一直穿过衬底 8 的厚度和芯片 6 在包含一个小凸起 12 的轴线上的厚度，以将热能传给小凸起。

30 由锡或铅等易熔金属合金制成的小凸起 12 吸收的热能使小凸起 12 开始熔化。

然后，当一个小凸起焊好后，激光 14 就移到下一个小凸起的位置，并在那儿进行焊接。

因此，每个小凸起是被激光束 16 焊到通信接口 4 的相应连接点 4b 上。

换一种方式，也可以在用来接纳相应的小凸起 12 的通信接口 4 的点 4b 上设置一些焊接垫块。然后用一种在激光束 16 通过相应的小凸起 12 所传导的热能下能熔化的材料来制造这些垫块，以将小凸起焊上。

在本例中，用来制造衬底 8 的玻璃，对于通常用于微点焊接的激光束波长而言是透明的。一种发射 1.06 微米波长的 YAGNd 型激光显然可以用来焊接。

10 可以把激光 14 安装在一个定位机械手 18 上，它能使激光束 16 与支持在底座 2 上的芯片 6 的每个小凸起 12 依次对准。

图 6 示出另一种焊接方式，根据它几个小凸起 12 的焊接是用一个激光器 14 通过一组光路 20 同时进行的，每个光路将一个激光束 16 传送至与一个小凸起 12 对齐的相应位置。光路 20 可以用光纤制成。15 这种情况下，有至少一个光纤是垂直地与玻璃衬底 8 的面 8a（些面在组装位置是朝外的）相对放置的，且垂向与每个小凸起 12 对剂。如上所述，焊接是通过光纤 20 传递的能量来进行的。激光 14 的功率应与所用的光路数相适应。如果需要，可以采用几个不同的激光源供各光路之用。

20 可以把光纤的端部 20a 集成到用于定位和固定对着底座 2 的芯片的装置上，光纤端部 20a 是按照将要焊到通信接口 4 上的小凸起 12 的形状来配置的。基于此目的可以采用一个框架来将几个芯片 6 组装并焊接到同一底座 2 或不同的底座上。

这种装置的特点是能同时把所有小凸起 12 焊起来。

25 焊接完成后，把玻璃衬底 8 与芯片 6 分开。这项工序也能通过剥离衬底 8 来实现，因为托起粘接垫 8 的力比将小凸起 12 焊到连接界面上的力要小得多。

此工序的结果是芯片 6 与底座 2 的表面实现了电和机械连接。为了保护芯片 6，在它的外露表面 6b 上加了一层薄膜 22，如图 7 所示。30 可以简单地喷一层能保护电路不受天气和机械应力侵害漆来形成此薄膜 22，薄膜 22 应限制在不盖住相互连接热垫 4a 的范围内，以提供一个欧姆接触。但也可以设想将薄膜 22 盖住底座 2 上更大的一个

部分，甚至整个表面，条件是把欧姆接触面 4a 掩盖起来或者将这些区域的薄膜材料除去。

第一个实施例是基于所谓的“接触式”智能卡，因为它是设计成通过欧姆接触面 4a 来与外部进行通信。

5 但是，本发明的方法也适用于制造所谓的“无接触式”卡。这些卡用在遥控付费或控制系统等场合，它可以通过外部与卡的芯片（一个或数个）6 之间的无线电链接实现通信联络。

图 8 是这种卡的一个例子。卡上带一根用于与通信接口 4 相连天线 24，其两端形成的连接触点 4b 与触点（此处为小凸起的形式）相连，这些小凸起做在芯片 6 上作为连接之用，如图 9 所示。

在本例中，与第一个实施例一样，由天线 24 的两端 4b 与芯片 6 的面 6a 上的两个相应小凸起形成两个连接点，芯片 6 是用 SOI 工艺制成的并朝向底座。

15 在此例中，用来焊接的束 16 是直接由安装在定位机械手 18 上的激光 14 产生，这与正面图 5 所示的一样。当然也可以用几个光路 20 用同时进行焊接，如图 6 所示的那样。

从小凸 12 和与它们的连接触点 4b 相焊接开始，以后的各步骤和正面讲的一样，其中包括将玻璃衬底 8 取走，及保护层 22 的制备。

20 本发明的显著特色是，它制成的芯片组件可以安装在很薄的底座上，而不需要在底座上用来接纳芯片的地方制作一个空腔或其它的凹坑。

在上述基于智能卡的例子中，完全可以遵守工业标准 ISO 7810 关于卡的整个平面上最大附加厚度的规定（现在是 50 微米）。这是因为由组合（包括通信接口 4，芯片 4 和保护薄膜 22）表面安装而产生的总附加厚度可以细分如下：

- 形成通信接口的金属化层厚度 $\leq 30\mu\text{m}$ ；
- 如专利文件 WO-A-989/02921 所述，由 SOI 工艺制成的芯片 6 的厚度 = $10\mu\text{m}$ （有源电路 $5\mu\text{m}$ + 小凸起 12 的 $5\mu\text{m}$ ）；
- 保护膜厚度 = $5\sim 15\mu\text{m}$ 。

30 本发明可以有很多种变型。

因此应当指出，芯片 6 可以与同上述的底座 2 不同形式的底座相

连。实际上，完全可以将芯片 6 连至一个单面印刷电路（例如以压延的方式），或一个无电介质的栅网，或其它任何能与芯片 6 在机械方面和电方向集成一体的底座。

此外，本发明的范围远远超出智能卡的领域。它可以应用于所有有赖于安装在底座上的有源电路的领域，包括数据处理卡，平面屏显示器等。

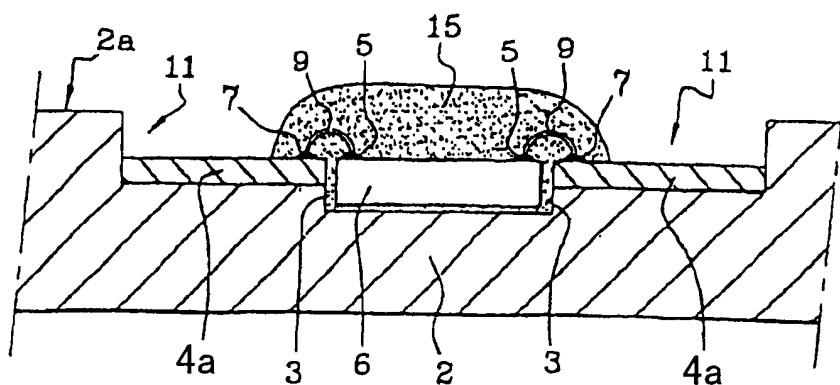


图 1
现有技术

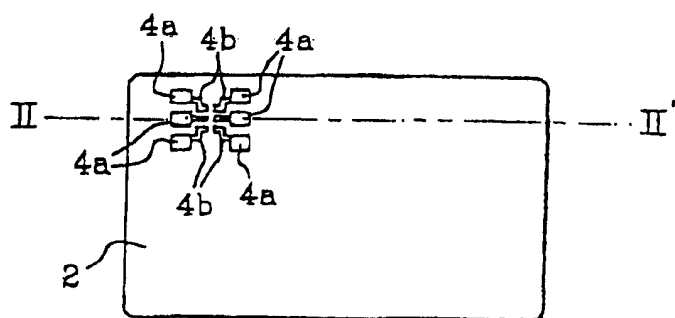


图 2a

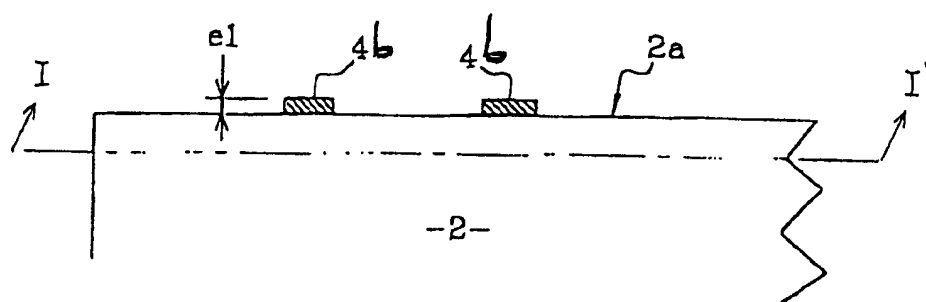


图 2b

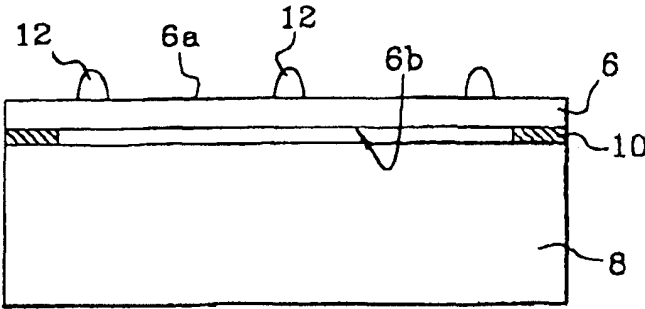


图 3a

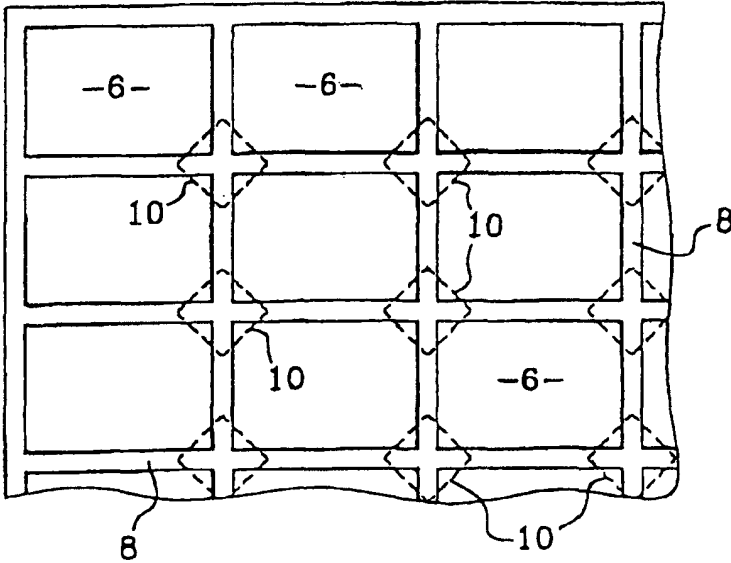


图 3b

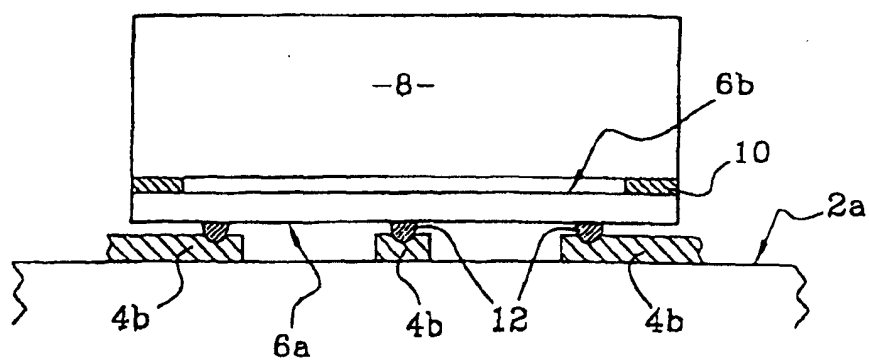


图 4

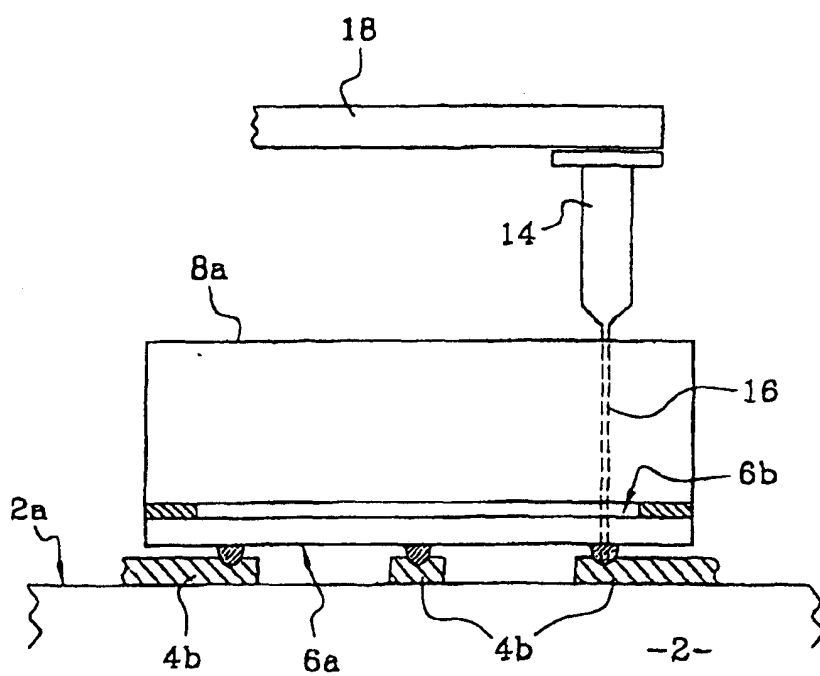


图 5

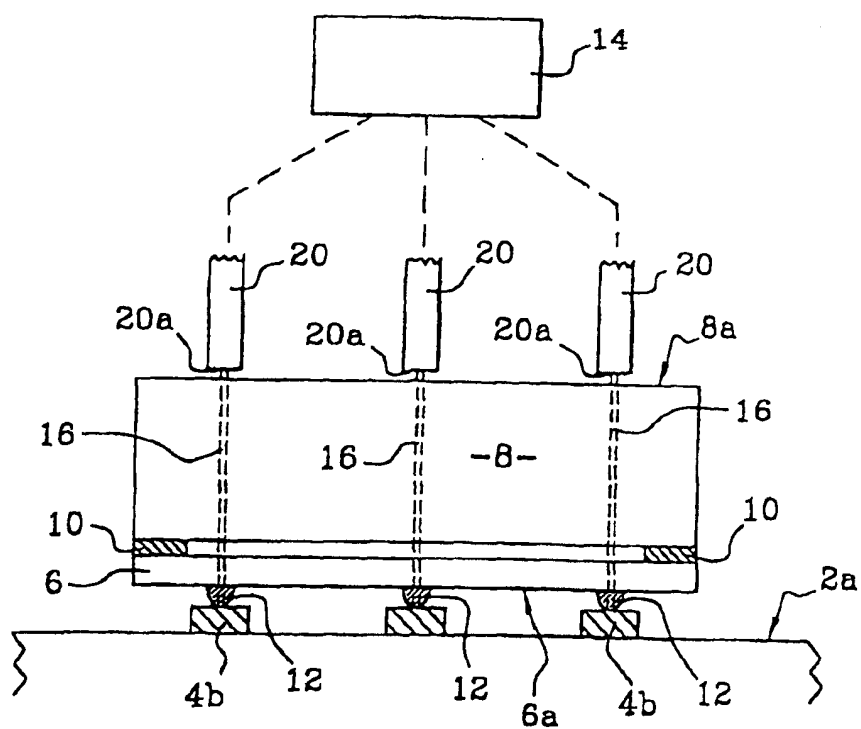


图 6

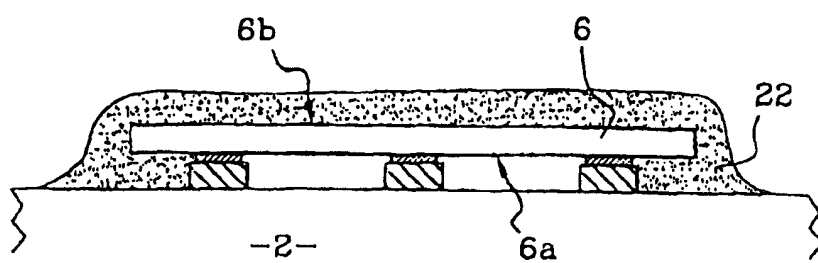


图 7

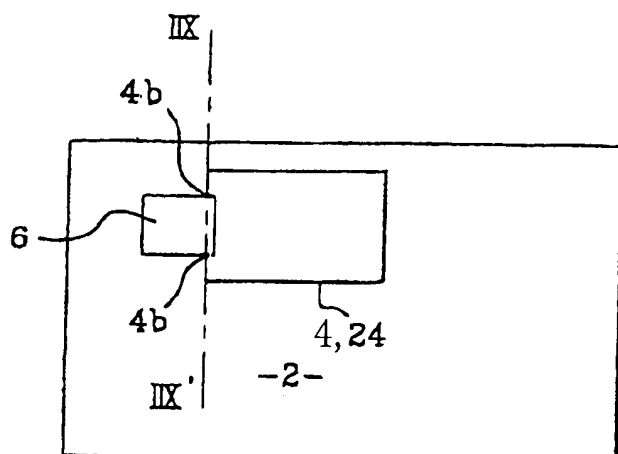


图 8

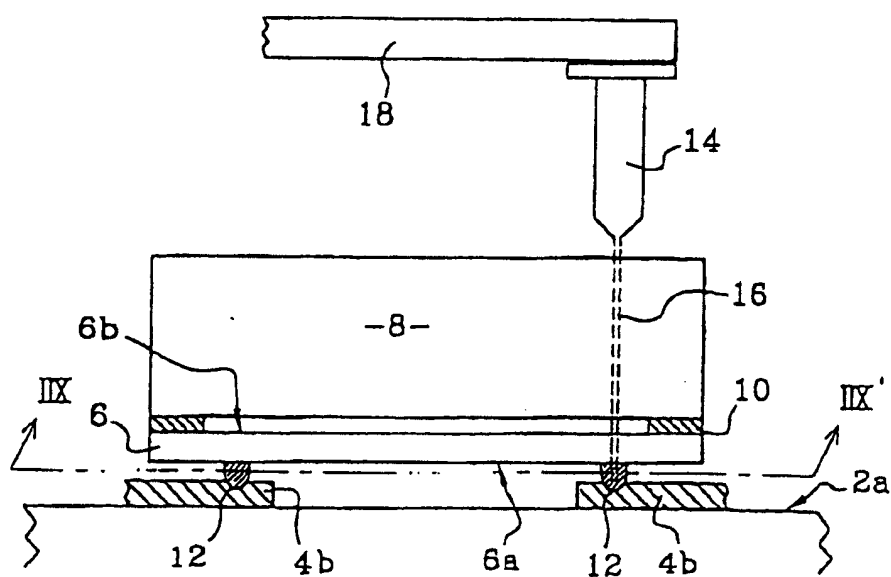


图 9