

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 27/14 (2006.01)

H04N 5/335 (2006.01)

G02B 3/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02821779.9

[45] 授权公告日 2009年5月13日

[11] 授权公告号 CN 100487898C

[22] 申请日 2002.11.5 [21] 申请号 02821779.9

[30] 优先权

[32] 2001.11.5 [33] JP [31] 340075/2001

[86] 国际申请 PCT/JP2002/011493 2002.11.5

[87] 国际公布 WO2003/041174 日 2003.5.15

[85] 进入国家阶段日期 2004.4.30

[73] 专利权人 佐伊科比株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 小柳光正

[56] 参考文献

JP6-326285A 1994.11.25

JP5-110960A 1993.4.30

JP11-261044A 1999.9.24

US5479049A 1995.12.26

CN1315743A 2001.10.3

审查员 刘深亮

[74] 专利代理机构 上海市华诚律师事务所

代理人 徐申民

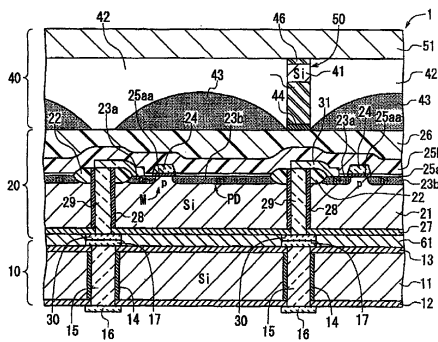
权利要求书 6 页 说明书 26 页 附图 20 页

[54] 发明名称

固体图像传感器及其制造方法

[57] 摘要

本发明提供的固体图像传感器，具有芯片尺寸封装，而且容易制造。在受光元件层(20)的半导体基片(21)上，与多个像素区域相对应形成元件形成区域，在这些元件形成区域内形成半导体受光元件(PD)，以透光性绝缘膜(25a)、(25b)、(26)覆盖。在绝缘膜(26)上面形成的光导入层(40)具有内置多个微透镜(43)的光导入用腔体(42)和封闭该腔体的石英盖(51)。半导体受光元件(PD)的输出电信号经由半导体基片(21)的埋设布线在其底面取出，并经由输出层(10)或插入式选择指层(10A)引出到固体图像传感器的外部。



1. 一种固体图像传感器，在一面上具有有规则地配置的多个像素区域，其特征在于，包括：

(a) 用半导体基片形成的受光元件层，包含：与多个所述像素区域相对应配置、同时对被照射的光生成电信号的多个半导体受光元件，以及使对这些半导体受光元件的光照射成为透光区域；

(b) 光导入层，用于通过所述透光区域向所述受光元件层的所述半导体受光元件导入光；以及

(c) 用半导体基片形成的输出层或插入式选择指层，具有用于将由所述受光元件层的多个所述半导体受光元件所生成的电信号向外部输出的多个输出端；

所述光导入层包含：

(b-1) 与多个所述像素区域相对应配置于所述受光元件层的透光区域上的多个微透镜；

(b-2) 形成于所述透光区域上、用于形成收容所述微透镜的腔体的支承壁；以及

(b-3) 固定于所述支承壁以形成所述腔体的透光性盖；

并构成为经所述透光性盖导入所述腔体内部的外部光，通过所述微透镜向所述受光元件层的所述半导体受光元件照射，

所述受光元件层、所述光导入层和所述输出层或所述插入式选择指层构成三维迭层结构，并且所述受光元件层和所述输出层或所述插入式选择指层具有贯通各自的半导体基片的电连接用的互相对应的通孔。

2. 如权利要求 1 所述的固体图像传感器，其特征在于，所述光导入层的多个所述微透镜分别由形成岛型图案的透镜用透光膜所形成。

3. 如权利要求 1 所述的固体图像传感器，其特征在于，多个所述微透镜配置于所述受光元件层的所述透光区域的表面。

4. 如权利要求 1 所述的固体图像传感器，其特征在于，所述光导入层的所述支承壁包含用粘接剂固定于所述透光区域表面的刚性材料。

5. 如权利要求 1 所述的固体图像传感器，其特征在于，所述受光元件层或所述输出层或所述插入式选择指层包含至少一个对多个所述半导体受光元件生成的电信号进行处理的半导体元件。

6. 如权利要求 1 所述的固体图像传感器，其特征在于，作为所述受光元件层的所述半导体受光元件，包含光敏二极管、光敏晶体管和 MOS 晶体管其中至少之一。

7. 如权利要求 1 所述的固体图像传感器, 其特征在于, 所述输出层或所述插入式选择指层具有埋设于半导体基片中的埋设布线, 由所述受光元件层的所述半导体受光元件生成的所述电信号通过所述埋设布线送至所述输出层或所述插入式选择指层的所述输出端。

8. 如权利要求 1 所述的固体图像传感器, 其特征在于, 所述受光元件层的所述透光区域由绝缘膜形成。

9. 如权利要求 1 所述的固体图像传感器, 其特征在于, 所述受光元件层的所述透光区域由绝缘膜和半导体基片形成。

10. 如权利要求 1 所述的固体图像传感器, 其特征在于, 在所述受光元件层和所述输出层或所述插入式选择指层之间, 设有一包含用于对由所述半导体受光元件所生成的所述电信号进行规定的信号处理的信号处理电路的信号处理层。

11. 一种固体图像传感器的制造方法, 所述固体图像传感器在一面上具有有规则地配置的多个像素区域, 其特征在于, 所述制造方法包括:

(a) 用半导体基片形成受光元件层的工序, 所述受光元件层包含: 与多个所述像素区域相对应配置、同时对应被照射的光生成电信号的多个半导体受光元件, 以及使对这些半导体受光元件的光照射成为透光区域;

(b) 形成光导入层的工序, 所述光导入层用于通过所述透光区域向所述受光元件层的所述半导体受光元件导入光; 以及

(c) 用半导体基片形成输出层或插入式选择指层的工序, 所述输出层或所述插入式选择指层具有用于将由所述受光元件层的多个所述半导体受光元件所生成的电信号向外部输出的多个输出端;

在形成所述受光元件层的工序 (a) 和形成所述输出层或所述插入式选择指层的工序 (c) 中实施形成贯通各自的半导体基片的电连接用的互相对应的通孔的工序,

在形成所述光导入层的工序 (b) 中进行下列工序:

(b-1) 在所述受光元件层的透光区域上与多个所述像素区域相对应形成多个微透镜的工序;

(b-2) 在所述透光区域上形成支承壁以形成收容所述微透镜的腔体的工序; 以及

(b-3) 将透光性盖固定于所述支承壁来形成所述腔体, 并设法使通过所述透光性盖导入所述腔体内部的外部光, 通过所述微透镜向所述受光元件层的所述半导体受光元件照射的工序;

所述受光元件层、所述光导入层和所述输出层或所述插入式选择指层构成三维迭层结构。

12. 如权利要求 11 所述的固体图像传感器的制造方法，其特征在于，在所述受光元件层的所述透光区域上形成透镜用透光膜，用光刻法对该透镜用透光膜构图形成多个岛型部分，然后通过对多个所述岛型部分进行热处理，使所述岛型部分各自的表面弯曲，从而形成多个所述微透镜。

13. 如权利要求 12 所述的固体图像传感器的制造方法，其特征在于，所述透镜用透光膜由有机材料形成。

14. 如权利要求 11 所述的固体图像传感器的制造方法，其特征在于，在所述受光元件层的所述透光区域上形成透镜用透光膜，在该透镜用透光膜上形成掩膜，利用该掩膜蚀刻所述透镜用透光膜来形成多个岛型部分，从而形成多个所述微透镜。

15. 如权利要求 14 所述的固体图像传感器的制造方法，其特征在于，所述透镜用透光膜由无机材料形成。

16. 如权利要求 11 所述的固体图像传感器的制造方法，其特征在于，所述光导入层的所述支承壁，通过在所述受光元件层的所述透光区域上面以覆盖多个所述微透镜的状态粘合刚性板，并蚀刻该刚性板使多个所述微透镜露出而形成。

17. 如权利要求 16 所述的固体图像传感器的制造方法，其特征在于，包含在多个所述微透镜和所述刚性板之间形成在蚀刻所述刚性板时起到蚀刻阻挡层作用的膜的工序。

18. 如权利要求 17 所述的固体图像传感器的制造方法，其特征在于，起到蚀刻阻挡层作用的所述膜，在所述刚性板蚀刻结束后，通过蚀刻去除。

19. 如权利要求 11 所述的固体图像传感器的制造方法，其特征在于，在所述工序 (c) 后，进一步包括将所述输出层或所述插入式选择指层和所述受光元件层直接或通过其他层进行机械连接，同时将所述输出层或所述插入式选择指层的所述输出端与由所述半导体受光元件所生成的电信号的路径进行电连接的工序 (d)。

20. 一种固体图像传感器，在一面上具有有规则地配置的多个像素区域，其特征在于，包括：

(a) 用半导体基片形成的受光元件层，包含：与多个所述像素区域相对应配置、同时对被照射的光生成电信号的多个半导体受光元件，以及使对这些半导体受光元件的光照射成为透光区域；

(b) 光导入层，用于通过所述透光区域向所述受光元件层的所述半导体受光元件导入光；以及

(c) 用半导体基片形成的输出层或插入式选择指层，具有用于将由所述受光元件层的多

个所述半导体受光元件所生成的电信号向外部输出的多个输出端；

所述光导入层包含：

(b-1) 透光性的本体；以及

(b-2) 一体形成于所述本体的内部，且与多个所述像素区域相对应配置于所述受光元件层的透光区域上的多个微透镜；

并构成成为导入所述本体内部的外部光通过所述微透镜向所述受光元件层的所述半导体受光元件照射，

所述受光元件层、所述光导入层和所述输出层或所述插入式选择指层构成三维迭层结构，并且所述受光元件层和所述输出层或所述插入式选择指层具有贯通各自的半导体基片的电连接用的互相对应的通孔。

21. 如权利要求 20 所述的固体图像传感器，其特征在于，多个所述微透镜配置于所述受光元件层的所述透光区域的表面。

22. 如权利要求 20 所述的固体图像传感器，其特征在于，所述受光元件层或所述输出层或所述插入式选择指层，包含至少一个对多个所述半导体受光元件生成的电信号进行处理的半导体元件。

23. 如权利要求 20 所述的固体图像传感器，其特征在于，作为所述受光元件层的所述半导体受光元件，包含光敏二极管、光敏晶体管和 MOS 晶体管其中至少之一。

24. 如权利要求 20 所述的固体图像传感器，其特征在于，所述输出层或所述插入式选择指层具有埋设于半导体基片中的埋设布线，由所述受光元件层的所述半导体受光元件所生成的所述电信号，通过所述埋设布线送至所述输出层或所述插入式选择指层的所述输出端。

25. 如权利要求 20 所述的固体图像传感器，其特征在于，所述受光元件层的所述透光区域由绝缘膜形成。

26. 如权利要求 20 所述的固体图像传感器，其特征在于，所述受光元件层的所述透光区域由绝缘膜和半导体基片形成。

27. 如权利要求 20 所述的固体图像传感器，其特征在于，在所述受光元件层和所述输出层或所述插入式选择指层之间，设有一包含用于对由所述半导体受光元件所生成的电信号进行规定的信号处理的信号处理电路的信号处理层。

28. 一种固体图像传感器的制造方法，所述固体图像传感器在一面上具有有规则地配置的多个像素区域，其特征在于，所述制造方法包括：

(a) 用半导体基片形成受光元件层的工序，所述受光元件层包含：与多个所述像素区域

相对应配置、同时对应被照射的光生成电信号的多个半导体受光元件，以及使对这些半导体受光元件的光照射成为透光区域；

(b) 形成光导入层的工序，所述光导入层包含一体形成于透光性本体内部的多个微透镜，并用于通过所述透光区域向所述受光元件层的所述半导体受光元件导入光；

(c) 用半导体基片形成输出层或插入式选择指层的工序，所述输出层或插入式选择指层具有用于将由所述受光元件层的多个所述半导体受光元件所生成的电信号向外部输出的多个输出端；

(d) 将所述工序(a)中形成的所述受光元件层和所述工序(b)中形成的所述光导入层机械连接，从而使导入到所述光导入层内部的外部光通过所述微透镜向所述受光元件层的所述半导体受光元件照射的工序；以及

(e) 直接或通过其他层将所述工序(c)中形成的所述输出层或所述插入式选择指层与所述工序(a)中形成的所述受光元件层机械连接，同时将所述输出层或所述插入式选择指层的所述输出端与由所述半导体受光元件所生成电信号的路径进行电连接的工序；

所述工序(e)中的电连接通过在所述受光元件层和所述输出层或所述插入式选择指层中贯通各自的半导体基片形成的互相对应的通孔进行，

所述受光元件层、所述光导入层和所述输出层或所述插入式选择指层构成三维迭层结构。

29. 如权利要求28所述的固体图像传感器的制造方法，其特征在于，在形成所述光导入层的工序(b)中，通过在所述本体的所需部分形成折射率不同的透镜区域来形成多个所述微透镜。

30. 一种固体图像传感器的制造方法，所述固体图像传感器在一面上具有有规则地配置的多个像素区域，其特征在于，所述制造方法包括：

(a) 形成受光元件层的工序，所述受光元件层包含：与多个所述像素区域相对应配置、同时对应被照射的光生成电信号的多个半导体受光元件，以及使对这些半导体受光元件的光照射成为透光区域；

(b) 形成光导入层的工序，所述光导入层用于通过所述透光区域向所述受光元件层的所述半导体受光元件导入光；以及

(c) 形成输出层或插入式选择指层的工序，所述输出层或所述插入式选择指层具有用于将由所述受光元件层的多个所述半导体受光元件所生成的电信号向外部输出的多个输出端；

在形成所述受光元件层的工序(a)和形成所述输出层或所述插入式选择指层的工序(c)中实施形成贯通受光元件层和所述输出层或所述插入式选择指层的电连接用的互相对应的通

孔的工序，

在形成所述光导入层的工序（b）中实施下列工序：

（b-1）在所述受光元件层的透光区域上面与多个所述像素区域相对应形成多个微透镜的工序；

（b-2）在所述透光区域上形成支承壁以形成收容所述微透镜的腔体的工序；以及

（b-3）将透光性盖固定于所述支承壁来形成所述腔体，并设法使通过所述透光性盖导入所述腔体内部的外部光，通过所述微透镜向所述受光元件层的所述半导体受光元件照射的工序；

所述光导入层的所述支承壁，通过在所述受光元件层的透光区域上以覆盖多个所述微透镜的状态粘合刚性板，对该刚性板进行蚀刻使多个所述微透镜露出而形成。

31. 如权利要求 30 所述的固体图像传感器的制造方法，其特征在于，包含在多个所述微透镜和所述刚性板之间形成在蚀刻所述刚性板时起到蚀刻阻挡层作用的膜的工序。

32. 如权利要求 31 所述的固体图像传感器的制造方法，其特征在于，起到蚀刻阻挡层作用的所述膜，在所述刚性板蚀刻结束后，通过蚀刻去除。

固体图像传感器及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种固体图像传感器及其制造方法，进而言之，涉及一种具有有规则地配置的多个微透镜的固体图像传感器及其制造方法。

背景技术

一直来，固体图像传感器往往用于数字相机、传真机等取得外界图像信息并转换成电信号的各种固体摄像装置。这种固体图像传感器通常粗略地分为：多个像素区域排成一列的一维的即所谓的“线型传感器”，和多个像素区域排成面状的二维的即所谓的“面型传感器”。现有的这种固体图像传感器的构成一般如下。

即，将半导体受光元件与多个像素区域相对应有规则地配置，利用这些半导体受光元件分多个像素接收来自外部图像的光，同时变换成对应其光强度的电信号。换言之，由这些半导体受光元件对每一像素对图像信息进行光电变换。然后，将这样得到的电信号通过使用电荷耦合器件（CCD）或移位寄存器的信号转送电路转送到规定的信号处理电路，用该信号处理电路进行规定的信号处理来对图像进行回放。作为半导体受光元件，使用例如光敏二极管、光敏晶体管、MOS（Metal-Oxide-Semiconductor: 金属氧化物半导体）电容器等。

此外，观察现有的这种固体图像传感器的安装形态，半导体受光元件、信号转送电路与信号处理电路形成于半导体芯片内，该半导体芯片安装在具有光导入用窗的封装中。而且，来自外部图像的光通过该窗先被取入至所述封装中，然后通过该封装内的光导入路径照射到半导体芯片内的各半导体受光元件。为了尽可能缩短光导入路径，所述半导体芯片内的半导体受光元件配置于所述封装窗口的附近。

另一方面，近年来有人提出了将多个半导体芯片迭层形成三维结构的固体图像传感器。例如，栗野等人在1999年发行的《1999 IEDM 技术文摘》第36.4.1页—第36.4.4页中，提出“具有三维结构的智能图像传感器芯片”（H. Kurino et al., “Intelligent Image Sensor Chip with Three Dimensional Structure”, 1999 IEDM Technical Digest, pp. 36.4.1 - 36.4.4, 1999）。

该图像传感器芯片，具有4层结构，第1层配置处理器阵列和输出电路，第2层配置数据锁存器和掩蔽电路，第3层配置放大器和模数变换器，第4层配置图像传感器阵列。图像

传感器阵列的最上面覆盖着包含微透镜阵列的石英玻璃层，微透镜阵列形成于该石英玻璃层的表面。图像传感器阵列中的各图像传感器中，形成有光敏二极管作为半导体受光元件。

此外，构成4层结构的各层间用粘接剂作机械连接，同时使用采用导电性芯棒的埋设布线和与该埋设布线相接触的微凸电极进行电连接。

此外，李等人在2000年4月发行的《日本应用物理学会誌》第39卷，第2473页~第2477页，第1部4B的“高度并行图像处理芯片用的三维集成技术的开发”中提出了具有与栗野等人所提出的固体图像传感器同样的图像传感器的图像处理芯片。(K. Lee et al., “Development of Three-Dimensional Integration Technology for Highly Parallel Image-Processing Chip”, Jpn. J. Appl. Phys. Vol.39, pp. 2474 - 2477, April 2000)。

李等人的图像传感器与栗野等人在上述论文中提出的固体图像传感器具有几乎相同的结构。

具有常规构成的上述现有的固体图像传感器，从结构方面来看，外部的光信息通过设置在封装上的窗由半导体芯片内的受光元件所感知，从而得到与该光信息对应的电信号。然后，通过使用CCD或移位寄存器的信号转送电路将该电信号逐次转送至信号处理电路。因此，从受光元件的受光到信号处理电路开始信号处理在时间上产生延迟，其结果，存在无法得到与近年来的信号处理速度提高要求相适应的足够高的工作速度（例如GHz数量级的工作频率）这种问题。而且，半导体芯片与封装分开，故还存在固体图像传感器的尺寸会变大这种问题。

而从制造工序上来看，需要先与半导体芯片分开来形成封装，然后将半导体芯片安装于封装内，因此还存在制造工序复杂这种问题。

与其相反，上述两篇论文所公开的固体图像传感器中，用含有微透镜阵列的石英玻璃层覆盖图像传感器阵列的最上面，而且该微透镜阵列形成于该石英玻璃层的表面。此外，内置所需的信号处理电路（处理器或放大器等）。因此，对于具有常规构成的上述现有的固体传感器的工作速度问题，是有可能解决的。

但存在这样的问题：即将微透镜阵列形成于该石英玻璃层表面并不容易，而且为实现这一点需要高度的技术。此外，由于将多个半导体芯片迭层形成为三维结构的缘故，也希望使制造工艺简化。

发明的公开

本发明是为了解决上述各种问题而作的，其目的在于，提供一种具有所谓芯片尺寸封装、而且不需要特别高度的技术便可容易地制造的固体图像传感器及其制造方法。

本发明的另一目的在于，提供一种可得到与近年来的信号处理速度提高要求相适应的足够高的工作速度（例如 GHz 数量级的工作频率）的固体图像传感器及其制造方法。

本发明的又一目的在于，提供一种可根据需要加装输入电信号的放大电路和信号处理电路等各种电路的固体图像传感器及其制造方法。

本发明的再一目的在于，提供一种高速、高灵敏度且高性能的超小型固体图像传感器及其制造方法。

这里未示明的本发明其他目的，将从以下说明中得到了解。

本发明第一方面的固体图像传感器，在一面上具有有规则地配置的多个像素区域，其特征在于，包括：

(a) 用半导体基片形成的受光元件层，包含：与多个所述像素区域相对应配置、同时对被照射的光生成电信号的多个半导体受光元件，以及使对这些半导体受光元件的光照射成为透光区域；

(b) 光导入层，用于通过所述透光区域向所述受光元件层的所述半导体受光元件导入光；以及

(c) 用半导体基片形成的输出层或插入式选择指层，具有用于将由所述受光元件层的多个所述半导体受光元件所生成的电信号向外部输出的多个输出端；

所述光导入层包含：

(b-1) 与多个所述像素区域相对应配置于所述受光元件层的透光区域上的多个微透镜；

(b-2) 形成于所述透光区域上、用于形成收容所述微透镜的腔体的支承壁；以及

(b-3) 固定于所述支承壁以形成所述腔体的透光性盖；

并构成为经所述透光性盖导入所述腔体内部的外部光，通过所述微透镜向所述受光元件层的所述半导体受光元件照射。

本发明第一方面的固体图像传感器，包括所述受光元件层、所述光导入层以及所述输出层或所述插入式选择指层。所述受光元件层、所述光导入层和所述输出层或所述插入式选择指层构成三维迭层结构，并且所述受光元件层和所述输出层或所述插入式选择指层具有贯通各自的半导体基片的电连接用的互相对应的通孔。所述光导入层包含多个微透镜、支承壁以及透光性盖，通过所述透光性盖导入到所述腔体内部的外部光通过微透镜照射到所述受光元件层的所述半导体受光元件。

这样，本发明第一方面的固体图像传感器，便成为相对于包含所述半导体受光元件的所述受光元件层，结合有导入外部光用的所述光导入层和输出与外部光相应的电信号的所述输

出层的构成。而且，导入外部光用的所述光导入层由于包含由所述支承壁与所述透光性盖所形成的所述腔体以及收容于该腔体内的多个所述微透镜，因此所述光导入层起到包含所述微透镜在内的光导入用封装的作用。所以，本发明的固体图像传感器可以说，这种光导入用封装具有与所述受光元件层和所述输出层形成为一体的构成。

而所述光导入层的所述微透镜、所述支承壁和所述腔体，由于可利用半导体器件制造所用的公知的微细加工技术来形成，因而可使含有所述微透镜的所述光导入用封装小型化，做成芯片尺寸。也就是说，可使本发明的固体图像传感器具有芯片尺寸的光导入用封装。

在制造方法方面，本发明第一方面的固体图像传感器，由于光导入用的所述封装具有与所述受光元件层和所述输出层形成为一体的构成，因而不需要与半导体芯片分开形成封装再将半导体芯片安装于该封装内这种工序，制造工艺简化。而且，所述微透镜由于不是形成于石英玻璃层的表面，而是形成于所述受光元件层的透光区域（这通常用 SiO₂ 等绝缘膜形成）上，因而不要求在石英玻璃层表面上形成时那样的高技术。

而所述受光元件层和所述输出层的制作中，可使用将多个半导体芯片迭层形成三维结构用的公知的迭层技术（一面对准位置一面用粘接剂将基片彼此间粘接进行迭层的技术）。因此，只要分别用半导体基板形成所述受光元件层和所述输出层，然后将两者迭层形成为一体，所述受光元件层和所述输出层的制作也很容易。

因此，本发明第一方面的固体图像传感器，其制造不需要特别高的技术，可容易地制造。

从工作速度来看，所述光导入层的所述微透镜，由于配置在所述受光元件层的所述透光区域上，故通过相对所述透光区域尽可能接近地配置所述微透镜，可由所述半导体受光元件将通过所述微透镜的外部光直接变换成电信号。该电信号可从所述受光元件层直接通过所述输出层输出到外部。因此，针对外部光经过变换得到的电信号的布线长度可缩得极短。而且，所述电信号也不需要 CCD 逐次转送。因而，可得到与近年来信号处理速度提高要求相适应的足够高的工作速度（例如 GHz 数量级的工作频率）。

从功能方面来看，本发明第一方面的固体图像传感器，根据需要，可容易地将输入电信号的放大电路、信号处理电路等各种电路加入到所述受光元件层或所述输出层或这两层中，或者另外形成包含所需信号处理电路的信号处理电路层并加入到所述受光元件层和所述输出层之间。因此，可根据需要将输入电信号的放大电路、信号处理电路等各种所需电路加入到本发明第一方面的固体图像传感器中。

这样，根据本发明第一方面的固体图像传感器，便可得到高速、高灵敏度且高性能的超小型固体图像传感器。

本发明第一方面的固体图像传感器的优选例中，所述光导入层的多个所述微透镜分别由形成岛型图案的透镜用透光膜所形成。所以，所述微透镜的制法简单。

多个所述微透镜，配置在所这受光元件层的所述透光区域的表面较为理想。所以能缩短所述微透镜与所述半导体受光元件之间的距离。

所述光导入层的所述支承壁，含有用粘接剂固定于所述透光区域表面的刚性材料较好。作为刚性材料，只要由半导体、陶瓷、塑料、金属等材料所构成，同时具有所需刚性（支承强度），可使用任意的刚性材料。

本发明第一方面的固体图像传感器的其他优选例中，所述受光元件层或所述输出层或所述插入式选择指层，包含至少一个处理多个半导体受光元件所生成的电信号的半导体元件。该例其优点在于，可对所述半导体受光元件所生成的电信号施加所需处理后输出。

本发明第一方面的固体图像传感器的其他优选例中，作为所述受光元件层的所述半导体受光元件，包含光敏二极管、光敏晶体管以及 MOS 晶体管其中至少之一。

本发明第一方面的固体图像传感器的其他优选例中，所述输出层所述或所述插入式选择指层具有埋设于半导体基片中的埋设布线，所述受光元件层的半导体受光元件所生成的电信号经由所述埋设布线送至所述输出层或所述插入式选择指层的所述输出端。

本发明第一方面的固体图像传感器的其他优选例中，所述受光元件层的所述透光区域由绝缘膜形成，或者由绝缘膜和半导体基片形成。

本发明第一方面的固体图像传感器的其他优选例中，在所述受光元件层和所述输出层或所述插入式选择指层之间，设置一包含用于对所述半导体受光元件所生成的电信号施加规定的信号处理的信号处理电路的信号处理层。

此外，本发明第一方面的固体图像传感器中，所述透光性盖只要是具有透光性且固定于所述支承壁以便形成所述腔体的，其构成可以是任意的，可做成盖状或其他任意构成。

本发明第二方面的固体图像传感器制造方法，所述固体图像传感器在一面上具有有规则地配置的多个像素区域，其特征在于，所述制造方法包括：

(a) 用半导体基片形成受光元件层的工序，所述受光元件层包含：与多个所述像素区域相对应配置、同时对应被照射的光生成电信号的多个半导体受光元件，以及使对这些半导体受光元件的光照射成为透光区域；

(b) 形成光导入层的工序，所述光导入层用于通过所述透光区域向所述受光元件层的所述半导体受光元件导入光；以及

(c) 用半导体基片形成输出层或插入式选择指层的工序，所述输出层或插入式选择指层

具有用于将由所述受光元件层的多个所述半导体受光元件所生成的电信号向外部输出的多个输出端；

在形成所述受光元件层的工序（a）和形成所述输出层或所述插入式选择指层的工序（c）中实施形成贯通各自的半导体基片的电连接用的互相对应的通孔的工序，

在形成所述光导入层的工序（b）中进行下列工序：

（b-1）在所述受光元件层的透光区域上与多个所述像素区域相对应形成多个微透镜的工序；

（b-2）在所述透光区域上形成支承壁以形成收容所述微透镜的腔体的工序；以及

（b-3）将透光性盖固定于所述支承壁来形成所述腔体，并设法使通过所述透光性盖导入所述腔体内部的外部光，通过所述微透镜照射到所述受光元件层的所述半导体受光元件的工序；

所述受光元件层、所述光导入层和所述输出层或所述插入式选择指层构成三维迭层结构。

本发明第二方面的固体图像传感器制造方法，在工序（a）中形成含有多个半导体受光元件和使对这些半导体受光元件的光照射成为透光区域的所述受光元件层，在工序（b）中形成通过所述透光区域向所述受光元件层的所述半导体受光元件导入光的所述光导入层，在工序（c）中形成具有将由所述受光元件层的多个半导体受光元件生成的电信号输出到外部用的多个输出端的所述输出层或所述插入式选择指层。

而且，在形成所述光导入层的工序（b）中，进行与多个所述像素区域相对应将多个微透镜配置于所述受光元件层的透光区域上的工序（b-1），将形成收容所述微透镜的腔体用的支承壁形成于所述透光区域上的工序（b-2），以及将透光性盖固定于所述支承壁形成所述腔体，使通过所述透光性盖导入到所述腔体内部的外部光通过所述微透镜，照射到所述受光元件层的所述半导体受光元件的工序（b-3）。

因此，显然可得到上述本发明第一方面的固体图像传感器。

本发明第二方面的固体图像传感器制造方法优选例中，在所述受光元件层的所述透光区域上形成透镜用透光膜，用光刻法对该透镜用透光膜构图形成多个岛型部分，然后通过对多个所述岛型部分进行热处理使所述岛型部分的各个表面弯曲，以形成多个所述微透镜。本例中，所述透镜用透光膜由有机材料构成为好。

本发明第二方面的固体图像传感器制造方法的其他优选例中，在所述受光元件层的所述透光区域上形成透镜用透光膜，在该透镜用透光膜上形成掩膜，使用掩膜蚀刻所述透镜用透

光膜，形成多个岛型部分，以形成多个所述微透镜。本例中，所述透镜用透光膜由无机材料构成为好。所述岛型部分的各个表面，可以弯曲，也可以不弯曲。

本发明第二方面的固体图像传感器制造方法的其他优选例中，所述光导入层的所述支承壁形成时，通过粘接刚性板以便在所述受光元件层的所述透光区域上覆盖多个所述微透镜，并蚀刻该刚性板使多个所述微透镜露出。这时，较为理想的是，包含在多个所述微透镜和所述刚性板之间形成在所述刚性板蚀刻时起到蚀刻阻挡层作用的膜的工序。该起到蚀刻阻挡层作用的膜只要具有足够的透光性，便可留下，但最好是在刚性板蚀刻结束后，利用蚀刻加以去除。

作为刚性板、只要是金属板、玻璃板、塑料板、陶瓷板、半导体板等具有刚性并具有所需支承强度（与所需加工性能）的，可使用任意的板材。

本发明第二方面的固体图像传感器制造方法的其他优选例中，在所述工序（c）后，再进行直接或通过其他层将所述输出层或所述插入式选择指层和所述受光元件层机械连接，同时将所述输出层或所述插入式选择指层的所述输出端与所述半导体受光元件所生成电信号的路径电连接的工序（d）。

此外，本发明第二方面的固体图像传感器制造方法中，所述透光性盖只要是具有透光性且固定于所述支承壁以便形成所述腔体的，其构成可以是任意的，可做成盖状或其他任意构成。

本发明第三方面的固体图像传感器，在一面上具有有规则地配置的多个像素区域，其特征在于，包括：

（a）用半导体基片形成的受光元件层，包含：与多个所述像素区域相对应配置、同时对被照射的光生成电信号的多个半导体受光元件，以及使对这些半导体受光元件的光照射成为透光区域；

（b）光导入层，用于通过所述透光区域向所述受光元件层的所述半导体受光元件导入光；以及

（c）用半导体基片形成的输出层或插入式选择指层，具有用于将由所述受光元件层的多个所述半导体受光元件所生成的电信号输出到外部的多个输出端；

所述光导入层包含：

（b-1）透光性的本体；以及

（b-2）一体形成于所述本体的内部，且与多个所述像素区域相对应配置于所述受光元件层的透光区域上的多个微透镜；

并构成导入所述本体内部的外部光通过所述微透镜照射到所述受光元件层的所述半导体受光元件。

本发明第三方面的固体图像传感器，包括所述受光元件层、所述光导入层以及所述输出层或所述插入式选择指层。所述受光元件层、所述光导入层和所述输出层或所述插入式选择指层构成三维迭层结构，并且所述受光元件层和所述输出层或所述插入式选择指层具有贯通各自的半导体基片的电连接用的互相对应的通孔。所述光导入层包含一体形成于本体内部的多个微透镜，导入到所述本体内部的外部光通过微透镜照射到所述受光元件层的所述半导体受光元件。

这样，本发明第三方面的固体图像传感器，便成为相对于包含所述半导体受光元件的所述受光元件层，结合有导入外部光用的所述光导入层和输出与外部光相应的电信号的所述输出层或所述插入式选择指层的构成。而且，导入外部光用的所述光导入层由于包含多个所述微透镜，因此所述光导入层起到包含所述微透镜在内的光导入用封装的作用。所以，本发明的固体图像传感器可以说，这种光导入用封装具有与所述受光元件层和所述输出层或插入式选择指层形成为一体的构成。

而所述光导入层的所述微透镜，由于可利用半导体器件制造所用的公知的微细加工技术来形成，因而可使含有所述微透镜的所述光导入用封装小型化，做成芯片尺寸。也就是说，可使本发明的固体图像传感器具有芯片尺寸的光导入用封装。

在制造方法方面，本发明第三方面的固体图像传感器，由于光导入用的所述封装具有与所述受光元件层和所述输出层形成为一体的构成，因而不需要与半导体芯片分开形成封装再将半导体芯片安装于该封装内这种工序，制造工艺简化。而且，所述微透镜由于不是形成于石英玻璃层的表面，而是一体形成于透光性所述本体的内部，因而不要求在石英玻璃层表面上形成时那样的高技术。

而所述受光元件层和所述输出层或插入式选择指层的制作中，可使用将多个半导体芯片迭层形成三维结构用的公知的迭层技术（一面对准位置一面用粘接剂将基片彼此间粘接进行迭层的技术）。因此，只要分别用半导体基片形成所述受光元件层和所述输出层或插入式选择指层，然后将两者迭层形成为一体，所述受光元件层和所述输出层或插入式选择指层的制作也很容易。

因此，本发明第三方面的固体图像传感器，其制造不需要特别高的技术，可容易地制造。

从工作速度来看，所述光导入层的所述微透镜，由于配置在所述受光元件层的所述透光区域上，故通过相对所述透光区域尽可能接近地配置所述微透镜，可由所述半导体受光元件

将通过所述微透镜的外部光直接转换成电信号。该电信号可从所述受光元件层直接通过所述输出层或插入式选择指层输出到外部。因此，针对外部光经过变换得到的电信号的布线长度可缩得极短。而且，所述电信号也不需要 CCD 逐次转送。因而，可得到与近年来信号处理速度提高要求相适应的足够高的工作速度（例如 GHz 数量级的工作频率）。

从功能方面来看，本发明第三方面的固体图像传感器，根据需要，可很容易将输入电信号的放大电路、信号处理电路等各种电路加入到所述受光元件层或所述输出层或插入式选择指层或者这些层中，或者另外形成包含所需信号处理电路的信号处理电路层并加入到所述受光元件层和所述输出层或插入式选择指层之间。因此，可根据需要将输入电信号的放大电路、信号处理电路等各种所需电路加入到本发明第三方面的固体图像传感器中。

这样，根据本发明第三方面的固体图像传感器，便与本发明第一方面固体图像传感器场合相同，可得到高速、高灵敏度且高性能的超小型固体图像传感器。

本发明第三方面的固体图像传感器优选例中，多个所述微透镜配置于所述受光元件层的所述透光区域的表面。所以可缩短所述微透镜和所述半导体受光元件之间的距离。

本发明第三方面的固体图像传感器的其他优选例中，所述受光元件层或所述输出层或所述插入式选择指层包含至少一个处理多个半导体受光元件所生成的电信号的半导体元件。该例其优点在于，可在对所述半导体受光元件所生成的电信号施加所需处理后输出。

本发明第三方面的固体图像传感器的其他优选例中，作为所述受光元件层的所述半导体受光元件，包含光敏二极管、光敏晶体管以及 MOS 晶体管其中至少之一。

本发明第三方面的固体图像传感器的其他优选例中，所述输出层或所述插入式选择指层具有埋设于半导体基片中的埋设布线，由所述受光元件层的半导体受光元件所生成的电信号通过所述埋设布线送至所述输出层或所述插入式选择指层的输出端。

本发明第三方面的固体图像传感器的其他优选例中，所述受光元件层的所述透光区域由绝缘膜所形成，或者由绝缘膜与半导体基片所形成。

本发明第三方面的固体图像传感器的其他优选例中，在所述受光元件层与所述输出层或所述插入式选择指层之间，设置一包含用于对所述半导体受光元件所生成的电信号施加规定的信号处理的信号处理电路的信号处理层。

本发明第四方面的固体图像传感器制造方法，所述固体图像传感器在一面上具有有规则地配置的多个像素区域，其特征在于，所述制造方法包括：

(a) 用半导体基片形成受光元件层的工序，所述受光元件层包含：与多个所述像素区域相对应配置、同时对应被照射的光生成电信号的多个半导体受光元件，以及使对这些半导体

受光元件的光照射成为透光区域；

(b) 形成光导入层的工序，所述光导入层包含一体形成于透光性本体内部的多个微透镜，并用于通过所述透光区域向所述受光元件层的所述半导体受光元件导入光；

(c) 用半导体基片形成输出层或插入式选择指层的工序，所述输出层或插入式选择指层具有用于将所述受光元件层的多个所述半导体受光元件所生成的电信号输出到外部的多个输出端；

(d) 将所述工序(a)中形成的所述受光元件层和所述工序(b)中形成的所述光导入层机械连接，从而使导入到所述光导入层内部的外部光通过所述微透镜照射到所述受光元件层的所述半导体受光元件的工序；以及

(e) 直接或通过其他层将所述工序(c)中形成的所述输出层或所述插入式选择指层和所述工序(a)中形成的所述受光元件层机械连接，同时将所述输出层或所述插入式选择指层的所述输出端与所述半导体受光元件所生成电信号的路径电连接的工序；

所述工序(e)中的电连接通过在所述受光元件层和所述输出层或所述插入式选择指层中贯通各自的半导体基片形成的互相对应的通孔进行，

所述受光元件层、所述光导入层和所述输出层或所述插入式选择指层构成三维迭层结构。

本发明第四方面的固体图像传感器制造方法，在工序(a)中形成含有多个半导体受光元件和可对这些半导体受光元件进行光照射的透光区域的所述受光元件层，在工序(b)中形成通过所述透光区域将光导入到所述受光元件层的所述半导体受光元件的所述光导入层，在工序(c)中形成具有将所述受光元件层的多个半导体受光元件生成的电信号输出到外部用的多个输出端的所述输出层或所述插入式选择指层。

而且，在工序(d)中，将在所述工序(a)形成的所述受光元件层与在所述工序(b)形成的所述光导入层机械连接，从而使导入所述光导入层内部的外部光通过所述微透镜照射到所述受光元件层的所述半导体受光元件，在工序(e)中，使在所述工序(c)形成的所述输出层或所述插入式选择指层与在所述工序(b)形成的所述光导入层直接或通过其他层机械连接，同时使所述输出层或所述插入式选择指层的所述输出端与所述半导体受光元件所生成电信号的路径电气连接。

因而，很显然可得到上述本发明第三方面的固体图像传感器。

本发明第四方面的固体图像传感器制造方法优选例中，在形成所述光导入层的工序(b)中，通过在所述本体的所需部分形成折射率不同的透镜区域来形成多个所述微透镜。

本发明第五方面的固体图像传感器制造方法，所述固体图像传感器在一面上具有有规则地配置的多个像素区域，其特征在于，所述制造方法包括：

(a) 形成受光元件层的工序，所述受光元件层包含：与多个所述像素区域相对应配置、同时对应被照射的光生成电信号的多个半导体受光元件，以及使对这些半导体受光元件的光照射成为透光区域；

(b) 形成光导入层的工序，所述光导入层用于通过所述透光区域向所述受光元件层的所述半导体受光元件导入光；以及

(c) 形成输出层或插入式选择指层的工序，所述输出层或所述插入式选择指层具有用于将由所述受光元件层的多个所述半导体受光元件所生成的电信号向外部输出的多个输出端；

在形成所述受光元件层的工序(a)和形成所述输出层或所述插入式选择指层的工序(c)中实施形成贯通受光元件层和所述输出层或所述插入式选择指层的电连接用的互相对应的通孔的工序，

在形成所述光导入层的工序(b)中实施下列工序：

(b-1) 在所述受光元件层的透光区域上面与多个所述像素区域相对应形成多个微透镜的工序；

(b-2) 在所述透光区域上形成支承壁以形成收容所述微透镜的腔体的工序；以及

(b-3) 将透光性盖固定于所述支承壁来形成所述腔体，并设法使通过所述透光性盖导入所述腔体内部的外部光，通过所述微透镜向所述受光元件层的所述半导体受光元件照射的工序；

所述光导入层的所述支承壁，通过在所述受光元件层的透光区域上以覆盖多个所述微透镜的状态粘合刚性板，对该刚性板进行蚀刻使多个所述微透镜露出而形成。

附图的简单说明

图1是示出本发明第1实施例固体图像传感器构成的要部放大剖面图。

图2是示出图1中第1实施例固体图像传感器的简略构成的要部剖面图。

图3是示出图1中第1实施例固体图像传感器的制造方法的工序图。

图4是续图3示出图1中第1实施例固体图像传感器的制造方法的工序图。

图5是续图4示出图1中第1实施例固体图像传感器的制造方法的工序图。

图6是续图5示出图1中第1实施例固体图像传感器的制造方法的工序图。

图7是续图6示出图1中第1实施例固体图像传感器的制造方法的工序图。

图 8 是示出图 1 中第 1 实施例固体图像传感器的制造方法的工序图。

图 9 是续图 7 和图 8 示出图 1 中第 1 实施例固体图像传感器的制造方法的工序图。

图 10 是续图 9 示出图 1 中第 1 实施例固体图像传感器的制造方法的工序图。

图 11 是续图 10 示出图 1 中第 1 实施例固体图像传感器的制造方法的工序图。

图 12 是续图 11 示出图 1 中第 1 实施例固体图像传感器的制造方法的工序图。

图 13 是示出图 1 中第 1 实施例固体图像传感器的各像素区域电路构成的电路图。

图 14 是示出本发明第 2 实施例固体图像传感器的要部放大剖面图。

图 15 是示出本发明第 3 实施例固体图像传感器的要部放大剖面图。

图 16 是示出本发明第 4 实施例固体图像传感器的简略构成的要部剖面图。

图 17 是示出图 16 中第 4 实施例固体图像传感器的制造方法的工序图。

图 18 是续图 17 示出图 16 中第 4 实施例固体图像传感器的制造方法的工序图。

图 19 是示出图 16 中第 4 实施例固体图像传感器的另一制造方法的工序图。

图 20 是续图 19 示出图 16 中第 4 实施例固体图像传感器的另一制造方法的工序图。

实施发明的最佳形态

以下参照附图说明本发明的优选实施例。

第 1 实施例

固体图像传感器的构成

图 2 是示出本发明第 1 实施例固体图像传感器 1 的要部构成的局部剖面图，图 1 是该图像传感器 1 的局部放大剖面图。

如图 1 及图 2 所示，该固体图像传感器 1 为 3 层结构，具备输出层 10、受光元件层 20 及光导入层 40。该固体图像传感器 1 具有配置为矩阵阵列状的多个像素区域 PX，以这些像素区域 PX 的全体摄取图像，变换成电信号并输出。各像素区域 PX 的平面形状，本实施例中是矩形，但当然也可为圆形、六角形等其他形状。

光导入层 40 取入来自位于图像传感器 1 外部的图像（外部图像）的光，向受光元件层 20 的每个像素区域 PX 传送。受光元件层 20 对每个像素区域 PX 将光导入层 40 取入的光变换成与该光对应的电信号。输出层 10 对每个像素区域 PX，将由受光元件层 20 得到的电信号输出到图像传感器 1 的外部。这样输出的电信号，例如被传送至显示装置使用于在其屏幕上显示外部图像，或传送至任意的信号处理装置，使用于规定的信号处理。

以下说明光导入层 40、受光元件层 20 和输出层 10 各自的详细构成。

受光元件层 20 如图 1 清楚地所示, 具有下表面由绝缘膜 27 覆盖的 p 型单晶 Si 基片 21。Si 基片 21 的上表面上, 选择性地形成有绝缘分离膜 22, 利用该绝缘分离膜 22 形成与像素区域 PX 一一对应的多个元件形成区域 (活性区域)。也就是说, 这些元件形成区域配置成与像素区域 PX 相同的矩阵形状。

以下的说明中, 将形成有绝缘分离膜 22 的区域称“绝缘分离区域”。因而, 在 Si 基片 21 的上表面上, 存在着绝缘分离区域与多个像素形成区域 (活性区域)。

在 Si 基片 21 的各元件形成区域的内部, 形成一个 MOS 场效应晶体管 (以下称 MOS 晶体管) M 和一个光敏二极管 PD。MOS 晶体管 M 与光敏二极管 PD 互相电气连接。光敏二极管 PD 是将所导入的光转换成电信号的半导体受光元件。MOS 晶体管 M 是从受光元件 20 取出光敏二极管 PD 所生成电信号用的开关用半导体元件。

MOS 晶体管 M, 由在 Si 基片 21 内部留有间隔地形成的一对 n⁺型源极漏极区域 (S/D 区域) 23a、23b, 在 S/D 区域 23a 与 23b 之间覆盖 Si 基片 21 上表面的绝缘膜 25aa, 以及形成于绝缘膜 25aa 之上的栅极电极 24 所构成。绝缘膜 25aa 是绝缘膜 25a 位于栅极电极 24 正下方的部分, 起到栅极绝缘膜的作用。栅极电极 24 配置于元件形成区域某一 (图 1 中左侧) 端附近。在该栅极电极 24 一侧, 布线膜 31 形成于绝缘分离膜 22 的上面。该布线膜 31 通过形成于绝缘膜 25a 的窗口与一方的源极漏极区域 23a (图 1 中左侧) 相接触。元素形成区域表面除该窗口以外的部分由绝缘膜 25a 覆盖。

光敏二极管 PD 由另一 n⁺型的源极漏极区域 23b (图 1 中右侧) 与 p 型单晶 Si 基片 21 所构成。也就是说, 光敏二极管 PD 共用 MOS 晶体管 M 的源极漏极区域 23b, 由此使光敏二极管 PD 与 MOS 晶体管 M 电连接。源极漏极区域 23b 成为光敏二极管 PD 的受光区域。

形成于各元件形成区域的 MOS 晶体管 M 与光敏二极管 PD 都用层间绝缘膜 25b 覆盖。该层间绝缘膜 25b 覆盖 Si 基片 21 的整个面。层间绝缘膜 25b 上面形成有比其更厚的层间绝缘膜 26 覆盖 Si 基片 21 的整个面。层间绝缘膜 26 的表面为了易于光导入层 40 的形成和固定, 平整为与 Si 基片 21 平行。

层间绝缘膜 25b、26、以及绝缘膜 25a 用可让该图像传感器 1 可检测的光透过的材料 (如 SiO₂) 形成。利用光导入层 40 导入图像传感器 1 内部的外部光, 穿透层间绝缘膜 25b、26、绝缘膜 25a, 照射到形成于受光元件层 20 各元件形成区域的光敏二极管 PD 上。因此, 与层间绝缘膜 25b、26、绝缘膜 25a 的各光敏二极管形成区域所对应 (大致重复) 的部位成为透光区域。如后所述, 光导入层 40 形成、固定于这些透光区域上。

第 1 实施例中, 受光元件层 20 的整个表面为可透光的, 但这并非必要。也可是受光元件

层 20 表面的一部分可透光。只要在受光元件层 20 表面上与光敏二极管 PD 相对应存在透光区域就够了。

在 Si 基片 21 中绝缘分离膜 22（绝缘分离区域）的位置上，形成有连接基片 21 上表面与下表面的多个埋设布线。这些埋设布线，每个分别由对上下贯通基片 21 的通孔内侧壁进行覆盖的绝缘膜 28、充填于该绝缘膜 28 内侧的导电性芯棒 29、与该导电性芯棒 29 的下端相接触形成的微凸电极 30 所构成。导电性芯棒 29 的上端与形成于绝缘分离膜 22 上的布线膜 31 相接触，而该布线膜 31 与 n⁺型的源极漏极区域 23a 相接触，故该源极漏极区域 23a 通过布线膜 31 和导电性芯棒 29 与微凸电极 30 电连接。

第 1 实施例中，作为开关用晶体管使用 n-沟道 MOS 晶体管（nMOS），但也可使用 p-沟道 MOS 晶体管（pMOS），也可组合 n-沟道 MOS 晶体管和 p-沟道 MOS 晶体管形成互补型 MOS（CMOS）晶体管构成。也可用 MOS 晶体管以外的晶体管或其他电子元件。

以下说明光导入层 40。

光导入层 40 形成并固定于受光元件层 20 的层间绝缘膜 26（换言之为受光元件层 20 的透光区域）的上面。光导入层 40 具有利用支撑壁支承在层间绝缘膜 26 经过平整的上表面上的平板状石英盖 51。支承壁 50 的下端与上端分别固定于层间绝缘膜 26 的上表面与盖 51 的内表面。

利用支承壁 50，在层间绝缘膜 26 与盖 51 之间形成有腔体 42，该腔体 42 的内部按矩阵形状配置有多个微透镜 43。这些微透镜 43 与像素区域 PX 一一对应配置，换言之，在受光元件层 20 中有光敏二极管 PD 的元件形成区域的正上方与它们分别重合配置。

盖 51 的平面形状，这里与该图像传感器 1 的平面形状相一致，为矩形，但也可为其它形状。腔体 42 的平面形状，为与盖 51 平面形状相同的矩形，但也可为其他形状。微透镜 43 的平面形状，这里是圆形，但也可为其他形状。微透镜 43 的高度例如为 1 μm~3 μm。

支承壁 50 沿矩形盖 51 整个边缘延伸分布以划定腔体 42 的外边缘，同时也部分地延伸分布在盖 51 的边缘以外部位（即内侧）。支承壁 50 由于是为形成腔体 42 而设的，故也可只沿矩形盖 51 的边缘配置形成。但这样光导入层 40 的机械强度恐有不足。因此考虑到这一点，在盖 51 的边缘以外的部位（即内侧），在适当部位格子状地配置支承壁 50，以解决其强度不足的问题。

支承壁 50 如图 1 所明示，由铝（Al）膜 44、粘接剂 45、单晶 Si 片 41、粘接剂 46 所形成，具有 4 层结构。这起因于光导入层 40 的制造工序。其制造工序的详细内容将在后面叙述。

Al 膜 44 通常利用蒸镀或溅射法在层间绝缘膜 26 的整个上表面上以覆盖微透镜 43 的状

态以规定的厚度形成。因此，即使不用粘接剂，Al膜44也固定于层间绝缘膜26的上表面与微透镜43的表面。微透镜43上的Al膜44利用蚀刻去除，而微透镜43之间的Al膜44不被蚀刻而残留下来。不被该蚀刻去除的Al膜44的部分，构成支承壁50的一部分。

Al膜44的上面，用粘接剂45固定着规定厚度的单晶Si片41。Si片41为了形成腔体42而通过蚀刻选择性地去除，不被蚀刻去除的Si片41的部分，构成支承壁50的另一部分。

石英盖51用粘接剂46固定于Si片41的上面，利用该盖51封闭腔体42的整个上部开口。其结果，腔体42由层间绝缘膜26、支承壁50及石英盖51所划定。而且，支承壁50成为Al膜44、粘接剂45、单晶Si片41、粘接剂46的4层结构。

形成石英盖51的石英玻璃，对能够由该图像传感器1检测的光具有透光性，故外部光能通过盖51进入腔体42内。然后，进入腔体42内的外部光经微透镜43聚光后，贯通穿过层间绝缘膜26、25b与绝缘膜25a，按每个像素区域PX向各元件形成区域的光敏二极管PD照射。

以下说明输出层10。

输出层10是用于将受光元件层20对应被照射的外部光所生成的电信号向该图像传感器1外部输出的层。该输出层10具有上下两个表面由绝缘膜13与12分别覆盖的单晶Si基片11。在该Si基片11上形成有连接其上表面和下表面的（即上下贯通Si基片11的）多个埋设布线。这些埋设布线，每个具有覆盖上下贯通Si基片11的通孔的内侧壁的绝缘膜14、充填绝缘膜14内侧的导电性芯棒15、以及与该导电性芯棒15的上下端相接触形成的微凸电极17与16。

输出层10的Si基片11与受光元件层20的Si基片21之间，通过将对应的微凸电板17与30重合来熔接，并在两基片11与21之间的间隙中充填粘接剂61来互相固定。Si基片11与21互相平行。作为粘接剂61，可适宜使用聚酰亚胺树脂、环氧树脂等。

该第1实施例的固体图像传感器中，输出层10的Si基片11内部不存在半导体元件，Si基片11仅作为埋设布线的基材使用。因此Si基片11的导电型是任意的，即可以为n型，也可以为p型，也可以为不含掺杂剂的i型。但如后面叙述的第2及第3实施例那样，在Si基片11内部形成半导体元件时，则需要选择Si基片11的导电型以便符合该半导体元件的构成。

固体图像传感器的动作

以下说明具有以上构成的第1实施例固体图像传感器1的动作。

首先，使图像传感器1的摄像面、即光导入层40的石英盖51的表面，朝向所需摄像的对象物，置于该摄像对象物近旁。于是，将该摄像对象物发出的光（外部光）通过石英盖51

取入图像传感器 1 的内部（即腔体 42）。利用腔体 42 内的微透镜 43 将取入的光聚光、照射到受光体层 20 的光敏二极管 PD 上。对每个像素区域 PX 进行这种聚光、照射。

各像素区域 PX 内的光敏二极管 PD 将这样接收到的光进行光电变换，生成对应其光强度的电信号。该电信号通过连接到光敏二极管 PD 的开关用 MOS 晶体管 M 传送到输出层 10。即，在取出电信号之际，开关用 MOS 晶体管 M 成为 ON（导通）状态，其电信号通过受光元件层 20 的布线膜 31、导电性芯棒 29 和微凸电极 30 传送到 Si 基片 21 的下表面（受光元件层 20 的外部）。该电信号进而通过输出层 10 的微凸电极 17 及导电性芯棒 15，传送到位于固体图像传感器 1 最下表面的微凸电极 16，这样，就可从输出层 10 的微凸电极 16 取出电信号。

本第 1 实施例中，输出层 10 的微凸电极 16 起到该固体图像传感器 1 的输出端的作用。

这样，第 1 实施例固体图像传感器 1 的输出电信号通过在其最下表面即底面设置成阵列状的微凸电极（输出端）16 输出。因此，可以说该图像传感器 1 具备与所谓“面积阵列封装”同等的结构。

图 13 为示出各像素区域 PX 内电路构成的电路图。由图 13 可知，光敏二极管 PD 的阴极连接到 MOS 晶体管 M 的源极漏极区域之一。而 MOS 晶体管 M 的栅极电极和另一源极漏极区域分别与信号线 B 和信号线 W 连接。这种电路构成众所周知，因此这里不再多加说明。

固体图像传感器的制法

接着，参照图 3~图 12，说明具有上述构成的本发明第 1 实施例固体图像传感器 1 的制造方法。

首先，如图 3 所示，准备一介在绝缘膜（这里是 SiO₂ 膜）粘贴 2 片单晶 Si 基片 71 和 21 而成的 SOI（Silicon On Insulator: 绝缘体硅）基片。然后，用公知方法在上方 Si 基片 21 的内部与所需的像素区域 PX 相对应形成多个元件形成区域。进而在各元件形成区域的内部形成 MOS 晶体管 M 与光敏二极管 PD，并形成与这些 MOS 晶体管 M 连接的埋设布线。这样便得到图 3 所示的构成。

获得图 3 所示构成的方法是任意的，例如如下面所述形成。

先用公知方法在构成 SOI 基片的 p 型 Si 基片 21 的表面上选择性地形成绝缘分离膜（例如 SiO₂ 膜）22，从而在该 Si 基片 21 的表面上阵列状地划定与多个像素区域 PX 对应的元件形成区域。接下来用公知方法在绝缘分离膜 22 上形成上下贯通 Si 基片 21 的多个通孔。这时，用公知方法对这些通孔正下方的绝缘膜 27 也部分地进行去除，使通孔的底部露出于 Si 基片 71 一侧。然后用绝缘膜 28 覆盖这些通孔内侧壁后，在这些通孔内充填导电性芯棒 29。这时，导电性芯棒 29 的上端从通孔的上端露出，而导电性芯棒 29 的下端则与 Si 基片 71 接触。这

样，对绝缘分离膜 22 所存在的区域（即绝缘分离区域）形成图 3 所示构成的埋设布线。

然后，各元件形成区域内，用公知方法在 Si 基片 21 的表面形成绝缘膜 25a。接着在绝缘膜 25a 之上有选择地形成栅极电极（例如多晶硅制）24。绝缘膜 25a 位于栅极电极 24 正下方的部位成为栅极绝缘膜 25aa。这时，各元件形成区域中，Si 基片 21 的全部表面由绝缘膜 25a 覆盖。然后，用公知方法在 Si 基片 21 内部形成一对 n^+ 型的源极漏极区域 23a 和 23b，完成 MOS 晶体管 M。

此处，接着用公知的蚀刻法在绝缘膜 25a 上开出与埋设布线附近一侧源极漏极区域 23a 相通的窗口后，在绝缘膜 25a 与绝缘分离膜 22 上面选择性地形成具有导电性的布线膜 31。这时，布线膜 31 一方面通过绝缘膜 25a 的窗口与源极漏极区域 23a 接触，另一方面与导电性芯棒 29 的上端接触。因此，源极漏极区域 23a 与导电性芯棒 29 由布线膜 31 电连接。

然后，用层间绝缘膜 25b 覆盖栅极电极 24 和布线膜 31，进而在其上形成层间绝缘膜 26。然后用 CMP（Chemical Mechanical Polishing: 化学机械抛光）法或蚀刻法研磨层间绝缘膜 26 的表面使之平整。这样得到图 3 所示结构。

接着，在图 3 的结构中，在层间绝缘膜 26 经过平整的整个表面形成微透镜 43 所用的膜。作为该膜的材料，可合适地使用光刻胶、有机高分子等有机材料，或者多晶硅、氧化硅（ SiO_2 ）、氮化硅（ SiN_x ）等无机材料，用涂敷、溅射、CVD 等方法形成规定厚度的膜。

在用光刻胶或有机高分子膜形成微透镜 43 时，利用光刻法或蚀刻法将该膜构图成大致圆形的岛型部分，然后加以热处理。于是，这些岛型部分的表面弯曲成凸球面形状，如图 4 所示成为覆盖各元件形成区域的微透镜 43。

在用多晶硅、氧化硅、氮化硅等无机材料膜形成微透镜 43 时，在该无机材料膜上形成构图成所需微透镜形状的光刻胶膜（光刻胶图案），以该光刻胶膜作为掩模，选择性地蚀刻所述无机材料膜。这样，通过将所述光刻胶图案转印到所述无机材料膜上，形成大致圆形的岛型部分。这些岛型部分便成为微透镜 43。

用上述 2 种方法形成得到的微透镜 43，在层间绝缘膜 26 的平坦表面上与像素区域 PX 一一对应配置为阵列状。

然后，用蒸镀、溅射等方法在层间绝缘膜 26 经过平整的整个表面上以覆盖先前形成的微透镜 43 的全部的状态形成 Al 膜 44。Al 膜 44 的厚度例如为 100nm~400nm。这时的状态如图 4 所示。由图 4 可知，Al 膜 44 大部分位于微透镜 43 之上，但一部分通过邻接的微透镜 43 间的间隙与层间绝缘膜 26 的表面接触并固定。

接着，如图 5 所示在 Al 膜 44 上面以规定厚度涂敷粘接剂 45。这时，为了容易粘接单晶

Si 片 41，用公知方法对涂敷的粘接剂 45 进行平整。这样便得到图 5 所示结构。然后在该粘接剂 45 的表面上粘贴规定厚度（例如约 $100\ \mu\text{m}$ ~ $1000\ \mu\text{m}$ ）的单晶 Si 片 41。该 Si 片 41 用于形成腔体 42 的支承壁 50 的一部分。此时的状态如图 6 所示。

贴于粘接剂 45 表面的单晶 Si 片 41，将其表面通过研磨达到所要的厚度。研磨后的基片 41 的厚度为例如 $50\ \mu\text{m}$ ~ $200\ \mu\text{m}$ 。这时的状态如图 7 所示。

此外，本实施例中，为了形成腔体 42 而使用单晶 Si 片 41，但并不限于此。不用说，只要是具有所需刚性且蚀刻等加工性能好的，也可用其他任意材料制成的片。

其后，利用研磨或蚀刻去除位于图 6 中结构最下层的 Si 基片 71 整体，使位于 Si 基片 71 与 Si 基片 21 间的绝缘膜 27 露出。然后，用公知方法在各埋设布线的导电性芯棒 29 的下端形成并固定微凸电极 30。这时的状态如图 7 所示。

如下文所述，Al 膜 44 用来在蚀刻单晶硅片 41 和粘接剂 45 时，保护处于其下方的微透镜 43，换言之，Al 膜 44 是作为此时的蚀刻阻挡层使用的。因此，只要可得到这样的功能，可使用 Al 以外的任意膜。

另一方面，为了制作输出层 10，如图 8 所示准备一介在绝缘膜（这里为 SiO_2 膜）12 粘贴 2 片单晶 Si 基片 81 和 11 而成的 SOI 基片。然后，形成上下贯通基片 11 的多个通孔。此时，还部分地去除这些通孔正下方的绝缘膜 12，使通孔的底部露出于 Si 基片 81 一侧。然后用绝缘膜 14 覆盖通孔的内侧壁后，在这些通孔内充填导电性芯棒 15。这时，导电性芯棒 15 的上端从通孔的上端露出，而导电性芯棒 15 的下端接触 Si 基片 81 的表面。而且，在各埋设布线的导电性芯棒 15 的上端形成并固定微凸电极 17。这样便得到图 8 所示构成的埋设布线。

接着，如图 9 所示，一边互相对准微凸电极 30 和微凸电极 17，一边在图 8 所示 Si 基片 11 的微凸电极 17 一侧面上载置图 7 的结构。然后在两结构间的间隙充填粘接剂 61，使两结构互相固定。又，使微凸电极 30 和微凸电极 17 彼此熔接。在此状态下通过研磨或蚀刻来去除 Si 基片 81 的全部，如图 10 所示使绝缘膜 12 与导电性芯棒 15 露出。

进而，在各导电性芯棒 15 的下端形成并固定微凸电极 16，得到图 11 所示的结构。这时，便成为输出层 10 上粘接受光元件层 20，且受光元件层 20 上栽置有形成光导入层 40 的微透镜 43 等的状态。

这里，用合适的掩模选择性地蚀刻最上面的 Si 片 41，在 Si 片 41 中形成通孔。接着，用同一掩模通过蚀刻选择性除去位于 Si 片 41 下面的粘接剂 45。在这两个蚀刻工序中，Al 膜 44 起到蚀刻阻挡物的作用，因而位于其下面的微透镜 43 不受蚀刻作用的影响。因此，微透镜 43 确实地获得保护。

接下来，用同一掩模，通过蚀刻选择性地除去露出这些通孔内的 Al 膜 44。这样便得到图 12 所示的状态。在此状态下，腔体 42 基本上形成，同时微透镜 43 露出于腔体 42 内。

最后，在用于形成腔体 42 的 Si 片 41 上面，用粘接剂 46 粘接由石英玻璃制成的矩形盖 51，从而封闭内部空间。这样便形成光导入层 40 的支承壁 50 和腔体 42。

经过以上工序，便可得到如图 1 和图 2 所示的 3 层结构的固体图像传感器 1。

为了尽可能避免降低盖 51 的光透过率，如图所示，粘接剂 46 可只配置在支承壁 50 的上端。但为了简化粘接剂的涂敷工序，也可以涂敷在盖 51 的整个内表面上。这时，由于粘接剂 46 的存在，光透过率有少许降低，但可调整到实用上不发生问题的程度。

此外，输出层 10 的制造方法不限于这里所述的方法，不用说也可用其他任意方法。

如以上所述，本发明第 1 实施例的固体图像传感器 1 具备受元件层 20、光导入层 40 以及输出层 10 而构成。并且，光导入层 40 包含多个微透镜 43、支承壁 50 以及透光性石英盖 51，通过透光性盖 51 导入腔体 42 内部的外部光经由微透镜 43 照射到受光元件层 40 内半导体受光元件即光敏二极管 PD 上。

这样，第 1 实施例的固体图像传感器 1 成为相对于含有光敏二极管 PD 的受光元件层 20、结合有导入外部光用的光导入层 40 和输出与该外部光相应的电信号的输出层 10 的结构。而且，用于导入外部光的光导入层 40 包含由支承壁 50 和透光性盖 51 形成的腔体 42、和配置于该腔体 42 内的多个微透镜 43，故光导入层 40 起到将微透镜 43 封装的作用。因此可以说，第 1 实施例的固体图像传感器 1 具有将这种光导入用封装与光元件层 20 和输出层 10 形成一体的构成。

此外，由于光导入层 40 的微透镜 43、支承壁 50 以及腔体 42 能够利用半导体器件制造中使用的公知的微细加工技术形成，故可使包含微透镜 43 的光导入用封装小型化，成为芯片大小。也就是说，能使固体图像传感器 1 附带芯片大小的光导入用封装。

在制造方法方面，由于固体图像传感器 1 具有将由光导入层 40 所形成的封装与受光元件层 20 和输出层 10 形成一体的构成，所以不需要与半导体芯片分开形成封装之后再与半导体芯片安装于该封装内那样的工序，制造工序简化。而且，微透镜 43 不是形成于石英玻璃层的表面，而是形成于受光元件层 20 的层间绝缘膜 26 上面，故不要求如形成于石英玻璃表面上时那样的高度技术。

而受光元件层 20 与输出层 10 的制作，可以使用将多个半导体芯片迭层形成三维结构用的公知迭层技术（一边对准位置一边用粘接剂将基片相互粘接来迭层的技术）。因而，只要分别用半导体基片形成受光元件层 20 和输出层 10 然后将两者迭层形成为一体，受光元件层 20

与输出层 10 的制作也很容易。

因而，固体图像传感器 1，其制造不需要特别高度的技术，能够容易地制造。

从工作速度方面看，光导入层 40 的微透镜 43 由于接近配置于受光元件层 20 的透光区域上，故能由光敏二极管 PD 将通过微透镜 43 的外部光立即变换成电信号。该电信号能够从受光元件层 20 立即通过输出层 10 向外部输出。因此，可充分缩短对变换外部光得到电信号的布线长度。而且该电信号也不需要 CCD 逐次转送。因而，可得到与近年来信号处理速度提高的要求相适应的足够高的工作速度（例如 GHz 数量级的工作频率）。

从功能方面看，固体图像传感器 1 中，根据需要可容易地实现将输入电信号的放大电路和信号处理电路等各种电路加入到受光元件层 20 或者输出层 10 或者这两层之中，或将包含所需信号处理电路的信号处理电路层分开形成加入到受光元件层 20 和输出层 10 之间。因而，可根据需要将输入电信号的放大电路和信号处理电路等各种所需电路加入到固体图像传感器 1 中。

这样，利用本发明第 1 实施例，能够得到高速、高灵敏度并且高性能的超小型固体图像传感器 1。

另外，形成于受光元件层 20Si 基片 21 下表面的绝缘膜 27，并不一定需要。这是因为，只要使用绝缘性的粘接剂 61，便可确保受光元件层 20 与输出层 10 之间的电气绝缘。这对于输出层 10 的绝缘膜 13 来说也一样。

而在对外部光经光电变换得到的电信号先进行所需信号处理再输出的场合，也可以在受光元件层 20 和输出层 10 设置包含所需信号处理电路的信号处理电路层。该信号处理电路层可用与受光元件层 20 相通的构成容易地来实现，故在此省略其详细的说明。

另外，上述第 1 实施例中设置了输出层 10，但不用说也可设置插入式选择指层来取代输出层 10。

第 2 实施例

图 14 示出本发明第 2 实施例固体图像传感器 1A 的构成。

该图像传感器 1A 相当于在第 1 实施例固体图像传感器 1 中将开关用 MOS 晶体管 M 从受光元件层 20 移至输出层 10，此外的构成相同。因此，对图 14 中对应的构成要素赋予与第 1 实施例固体图像传感器 1 相同的符号，省略其有关的说明。

如图 14 所示，固体图像传感器 1A 也是与第 1 实施例固体图像传感器 1 相同的 3 层结构。

受光元件层 20' 中，在 p 型单晶 Si 片 21 上形成的多个元件形成区域中分别形成有 n⁺型扩散区域 23。即，仅形成光敏二极管 PD。这一点不同于第 1 实施例的固体图像传感器 1。因此，

各元件形成区域的几乎整个面成为可受光的面，即各元件形成区域的几乎整个面为“可受光区域”。因此具有优点，即能将“占用因数 (Fill Factor)，即受光面积相对于像素面积所占的比例”设定为接近 100%。其他的构成与第 1 实施例的固体图像传感器 1 相同。

另外，第 1 实施例固体图像传感器 1 中，由于各元件形成区域中存在 MOS 晶体管 M，使“可受光区域”相应减小。也就是说，与第 2 实施例固体图像传感器 1A 相比，“占用因数”会减小。

输出层 10' 中，在单晶 Si 片 11 上形成在第 1 实施例固体图像传感器 1 中形成于受光元件层 20 中的 MOS 晶体管 M。也就是说，输出层 10' 如图 14 所示，具有下表面用绝缘膜 12 覆盖的 p 型单晶 Si 基片 11。在 Si 基片 11 的上表面上，选择性地形成有绝缘分离膜 22'，利用此绝缘分离膜 22'，与像素区域 PX 一一对应形成多个元件形成区域（活性区域）。也就是说，这些元件形成区域配置为与像素区域 PX 相同的矩阵形状。

在 Si 基片 11 的各元件形成区域的内部，形成有至少一个 MOS 晶体管 M。该 MOS 晶体管 M 由在 Si 基片 11 的内部留有间隔地形成的一对 n⁺型源极漏极区域 (S/D 区域) 23a'、23b'、覆盖 Si 基片 11 上表面的绝缘膜 25a' 以及形成于绝缘膜 25a' 上面的栅极电极 24' 所构成。绝缘膜 25a' 位于栅极电极 24 正下方的部分 25aa' 起到栅极绝缘膜的作用。在绝缘分离膜 22' 上面形成有布线膜 31'，该布线膜 31' 通过绝缘膜 25' 上形成的窗口与一方的源极漏极区域 23a'（图 14 中的左侧）相接触。元件形成区域的表面除了该窗口以外的部分用绝缘膜 25a' 覆盖。

形成于 Si 基片 11 的各元件形成区域的 MOS 晶体管 M 都被绝缘膜 13 覆盖着。该绝缘膜 13 覆盖 Si 基片的整面。绝缘膜 13 的表面为了使与受光元件层 20' 的固着容易，可平整为与 Si 基片 11 平行。

绝缘膜 13 的内部，在各元件形成区域的绝缘分离膜 22' 的正上方埋设有导电性芯棒 18。该导电性芯棒 18 的上端与下端分别与对应的微凸电极 17 和布线膜 31' 相接触。

绝缘分离膜 22' 上形成的布线膜 31'，一方面接触导电性芯棒 15 的上端，另一方面接触 n⁺型源极漏极区域 23a'，因此，源极漏极区域 23a' 通过布线膜 31' 与导电性芯棒 15 与微凸电极 16 电连接。此外，布线膜 31' 由于接触到绝缘膜 13 中形成的导电性芯棒 18 的下端，故也与扩散区域 23 电连接。这样，受光元件层 20' 的各光敏二极管 PD 与输出层 10' 的相应 MOS 晶体管 M 电连接。

此外，图 14 中输出层 10' 中只画出一个 MOS 晶体管，但也可搭载多个晶体管以构成放大电路、信号处理电路或存储电路。还可做成多层输出层，在各层中分别加入所需电路。

本发明第 2 实施例的固体图像传感器 1A，可用与第 1 实施例制造方法大致相同的方法制

造。即，受光元件层 20' 显然可与第 1 实施例的受光元件层 20 大致相同地制造。而输出层 10'，只要与第 1 实施例的受光元件层 20 的情况同样在 Si 基片 11 上形成 MOS 晶体管 M，其他工序可与第 1 实施例的输出层 10 的情况相同地制造。因此，其详细说明从略。

本发明第 2 实施例的固体图像传感器 1A，由于是如上构成，故不用说，能得到与第 1 实施例固体图像传感器 1 相同的效果。但固体图像传感器 1A 中还能得到如下效果。

通常利用 CCD 的固体图像传感器，其困难之处在于，可提高“占用因数”，却无法加快工作速度，也无法对输入信号的放大等进行处理（另需其专用电路）。另一方面，象本发明那样将光敏二极管和 MOS 晶体管用作受光元件的固体图像传感器，其困难在于，能得到高速、高灵敏度那种性能，并能进行对输入信号的放大等处理，却难于提高占用因数。

利用本发明第 2 实施例的固体图像传感器，则可兼有这两种情形的特征（优点）。也就是说，在高速、高灵敏度的同时可提高占用因数，并实现高解像度。而且，由于能进行对输入电信号的放大和运算等处理，故也容易实现高性能。

上述第 2 实施例中也可设置插入式选择指层来取代输出层 10'。

第 3 实施例

图 15 示出本发明第 3 实施例固体图像传感器 1B 的构成。

该图像传感器 1B 相当于在图 14 中第 2 实施例的固体图像传感器 1A 中在受光元件层 20' 的内部设置受光用 MOS 晶体管（光敏晶体管）M' 来取代光敏二极管 PD 的情形，此外的构成是相同的。而受光元件层 20' 的 MOS 晶体管 M' 的构成除上下倒置以外与输出层 10' 的 MOS 晶体管 M 实质上相同。

如图 15 所示，该固体图像传感器 1B 也是 3 层结构，受光元件层 20'' 中，在单晶 Si 基片 21 下表面一侧形成的多个元件形成区域分别形成有一对源极漏极区域 23a、23b。这一点不同于第 1 实施例及第 2 实施例的固体图像传感器 1 和 1A。

固体图像传感器 1B 中，作为受光元件的 MOS 晶体管 M' 上下倒置配置于各元件形成区域中，故可用各元件形成区域的几乎整个面来受光，也就是说，各元件形成区域的几乎整个面成为“可受光区域”。因而，与第 2 实施例相同，其优点在于，可设定“占用因数”接近 100%。此外，光导入层所取入的外部光通过受光元件层 20'' 的 Si 基片 21 照射到 MOS 晶体管 M'。

受光元件层 20'' 的 MOS 晶体管 M'，由从 Si 基片 21 的下面侧在内部留有间隔地形成的一对 n⁺型源极漏极区域 23a、23b，覆盖 Si 基片 11 下表面的绝缘膜 25a 以及形成于绝缘膜 25a 正下方的栅极电极 24 所构成。绝缘膜 25a 位于栅极电极 24 正下方的部位 25aa 起到栅极绝缘

膜的作用。布线膜 31 形成于绝缘分离膜 22 下面。该布线膜 31 通过形成于绝缘膜 25a 的窗口与某一源极漏极区域 23a (图 15 中为左侧) 接触。元件形成区域的表面除了窗口以外的部位用绝缘膜 25a 覆盖。

形成于 Si 基片 21 的各元件形成区域的 MOS 晶体管 M' 的下表面都由绝缘膜 25c 覆盖。该绝缘膜 25c 覆盖 Si 基片 21 的整面。绝缘膜 25c 的表面为了容易固定于输出层, 平整为与 Si 基片 21 平行。

绝缘膜 25c 的内部在各元件形成区域的绝缘膜 22 的正下方埋设有导电性芯棒 19。该导电性芯棒 19 的上端与下端分别与对应的布线膜 31 和微凸电极 30 接触。

输出层 10' 中, 形成于绝缘分离膜 22' 上的布线膜 31', 一方面与导电性芯棒 18 的下端接触, 另一方面与 n⁺型源极漏极区域 23a' 接触, 故源极漏极区域 23a' 通过布线膜 31' 与导电性芯棒 18 与微凸电极 17 电连接。微凸电极 17 由于与微凸电极 30 相接触而电连接, 因而受光元件层 20'' 的源极漏极区域 23a 通过导电性芯棒 19、微凸电极 30、17、导电性芯棒 18 以及布线层 31', 与输出层 10' 的源极漏极区域 23a' 电连接。

这样, 受光元件层 20'' 受光用的各 MOS 晶体管 M', 可与输出层 10' 的对应开关用 MOS 晶体管 M 电连接。

此外不用说, 也可用光敏二极管取代受光用 MOS 晶体管 M'。

第 3 实施例的固体图像传感器 1B 可组合使用第 1 及第 2 实施例的制造方法容易地制造。简单说明一例该制造方法如下。

先用不同的单晶 Si 基片分别制作受光元件层 20'' 和输出层 10'。也就是说, 受光元件层 20'' 用图 3 所示的 SOI 基片作为 Si 基片 21 (也可用常规的 Si 基片)。Si 基片 21 的表面上, 用公知方法形成图 15 所示的受光用 MOS 晶体管 M' 和布线膜 31 后, 在 Si 基片 21 的表面上形成绝缘膜 25c, 覆盖受光用 MOS 晶体管 M'。然后在绝缘膜 25c 中埋设导电性芯棒 19, 对绝缘膜 25c 的表面进行平整后形成微凸电极 30。

另一方面, 输出层 10' 与图 8 所示相同, 用由 Si 基片 11 和 81 构成的 SOI 基片制作。也就是说, 用公知方法在 Si 基片 11 表面的元件形成区域形成有开关用 MOS 晶体管 M。然后, 在形成布线膜 31' 后, 用绝缘膜 13 覆盖 MOS 晶体管 M 和布线膜 31'。在绝缘膜 13 中埋设导电性芯棒 18 后, 使绝缘膜表面平整。接着形成微凸电极 17。

但图 8 情形 (第 1 实施例) 在元件形成区域未形成开关用 MOS 晶体管 M, 但在第 3 实施例的输出层 10' 形成有开关用 MOS 晶体管 M。此外, 在搭载放大电路或信号处理电路时, 不用说, 根据需要除了开关用 MOS 晶体管 M 以外也可制作多个 MOS 晶体管等。

接下来,将具有如上制成的受光元件层 20'用结构的 Si 基片 21 和 71,与具有输出层 10'用结构的 Si 基片 11 和 81,使形成 MOS 晶体管 M 与 M'一侧的面相向贴合。贴合时,如图 15 所示,使位于具有受光元件层 20'用结构的 Si 基片 21 的表面的微凸电极 30,与位于具有输出层 10'用结构的 Si 基片 11 的表面的微凸电极 17 互相相向对准接触,使这些微凸电极 30 与 17 的一部分熔接,而加以结合。然后,在 Si 基片 21 上面的绝缘膜 25c 与 Si 基片 11 上面绝缘膜 13 之间的间隙中充填粘接剂 61 来固定。

然后,通过研磨或蚀刻,完全除去受光元件层 20'一侧的 Si 基片 71 和绝缘膜 27,同时从背面部分去除 Si 基片 21,充分减小其厚度直至能接受所需光量的程度。

接下来,与图 4~图 7 所示相同,在减小了厚度的 Si 基片 21 的背面上面形成层间绝缘膜 26,其上形成微透镜 43 与 Al 膜 44,通过粘接剂层 45 粘合单晶 Si 片 41。

然后利用研磨或蚀刻从背面完全除去具有输出层 10'用结构的 Si 基片 11 一侧的 Si 基片 81,使绝缘膜 12 与导电性芯棒 15 的下端露出。接着,在露出的导电性芯棒 15 的下端部分形成微凸电极 16。

最后,用与图 12 所示相同的方法,形成腔体 42 与支承壁 50 后,粘合作为盖子的石英玻璃 51,形成光导入层 40。这样便得到图 15 所示结构。

本发明第 3 实施例的固体图像传感器 1B,由于是如上所述的构成,不用说可得到与第 2 实施例固体图像传感器 1A 同样的效果。

如上所述,第 3 实施例固体图像传感器 1B 中,对受光用 MOS 晶体管(光敏晶体管)M'从其栅极电极 24 相反一侧照射光。因而,这点与第 1 实施例的固体图像传感器 1 不同。

第 3 实施例的固体图像传感器 1B 中,也可使用光敏二极管取代光敏晶体管 M'。这样,便可通过形成有该光敏二极管的 Si 基片对该光敏二极管照射光。因而,这点与第 2 实施例固体图像传感器 1A 不同。

对上述第 3 实施例,也可设置插入式选择指层来取代输出层 10'。

第 4 实施例

图 16 示出本发明第 4 实施例固体图像传感器 1C 的构成。

该图像传感器 1C 与上述第 1 ~ 第 3 实施例不同,光导入层 40A 不具有腔体。此外,在受光元件层 20 与插入式选择指层 10A 之间设置有内置规定半导体元件(未图示)的半导体元件层 90。这些半导体元件,根据需要进行设于半导体元件层 90 上下两表面的电极 30 电连接。其他构成由于与上述第 1 实施例相同,故其说明从略。

如图 16 所示,第 4 实施例中的光导入层 40A 包含透光性本体即板状透光性盖 51A、一体

形成于该透光性盖 51A 的内部且在受光元件层 20 的透光区域上与多个像素区域 PX 相对应配置的多个微透镜 43。从图 16 可知，透光性盖 51A 的内部不存在腔体。透光性盖 51A 用石英板等任意透光性板材形成。

以下参照图 17 与图 18 说明具有以上构成的第 4 实施例固体图像传感器 1C 的制造方法。

首先，与第 1 实施例情形相同，得到图 17 所示构成的受光元件层 20。图 17 所示的受光元件层 20 的详细构成，除了在下表面设置电极 30 外，均与图 3 相同。

此外，利用公知方法在由石英板等构成的透光性盖 51A 的内部形成多个微透镜 43。例如，通过蚀刻选择性地按剖面圆弧形除去石英板的一面来形成多个凹部。然后在这些凹部中充填合适的透镜用材料，便可得到埋设并内置多个微透镜 43 的透光性盖 51A。

然后，将这样得到的透光性盖 51A，用粘接剂 52A 固定于受光元件层 20 的表面。这时，进行两者的定位，使多个微透镜 43 重叠配置于受光元件层 20 与各透光区域对应的像素区域 PX。而且，在受光元件层 20 的下表面形成电极 30。这时的状态如图 17 所示。

插入式选择指层 10A 用与第 1 实施例中形成输出层 10 所用方法相同的方法制作。半导体元件层 90 可用与第 1 实施例中形成受光元件层 20 所用方法相同的方法制作。然后用粘接剂 61 将半导体元件层 90 置于插入式选择指层 10 上加以固定。这时的状态如图 18 所示。

最后，在固定于插入式选择指层 10A 上面的半导体元件层 90（参照图 18）上面，用粘接剂 61 固定将透光性盖 51A 固定在表面上的受光元件层 20（参照图 17）。这样，可得到图 16 所示第 4 实施例的固体图像传感器 1C。

第 4 实施例的固体图像传感器 1C 也可用以下方法制造。参照图 19 与图 20 说明该方法。

插入式选择指层 10A 用与第 1 实施例中形成输出层 10 所用方法相同的方法制作。半导体元件层 90 用与第 1 实施例中形成受光元件层 20 所用方法相同的方法制作。然后用粘接剂 61 将半导体元件层 90 置于插入式选择指层 10 上固定。到此为止的工序与用图 17~图 18 说明的上述制造方法相同。然后，将支承基片（例如石英板）92 用紫外线分解型粘接剂 93 固定于半导体元件层 90 的上表面后，在插入式选择指层 10A 的下表面上形成电极 16。这时电极 16 的形成工序，是边用支承基片 92 支承由插入式选择指层 10A 与半导体元件层 90 构成的迭层体边进行的。这时的状态如图 19 所示。

然后，对硬化后的紫外线分解型粘接剂 93 照射规定的紫外线，粘接剂 93 便进行化学分解。其结果，可在不对周围造成不良影响的情况下容易地将支承基片 92 与半导体元件层 90 分离。这里，在半导体元件层 90 的表面上形成电极 17。这时的状态如图 20 所示。

另一方面，通过与用图 17~图 18 说明的上述制造方法相同的方法，形成图 16 所示的插

入式选择指层 10A 和受光元件层 20 的迭层体。然后，将插入式选择指层 10A 和受光元件层 20 的迭层体置于图 20 所示的半导体元件层 90 和插入式选择指层 10A 的迭层体上，在对置的电极 17 和电极 30 相接触状态下在其间隙充填粘接剂 61 并使之硬化，使两者固定。这样，便可得到图 16 所示第 4 实施例的固体图像传感器 1C。

也可以用其他任意的粘接剂代替紫外线分解型粘接剂 93。这种情况下，只要通过蚀刻来去除粘接剂层，就可将支承基片 92 与半导体元件层 90 分离。另外，也可以形成由其他任意绝缘体等构成的牺牲层代替紫外线分解型的粘接剂 93，通过该牺牲层将支承基片 92 固定于半导体元件层 90。这种情况下，只要通过蚀刻去除牺牲层，就可将支承基片 92 与半导体元件层 90 分离。

上述第 4 实施例中设置了插入式选择指层，但不用说，也可以设置输出层来取代插入式选择指层。

变形例

另外，上述第 1~第 4 实施例示出了本发明的优选例。本发明不限于这些实施例，不用说可作各种变更。

例如，可以在受光元件层 20 或输出层 10 中形成除放大以外的任意信号处理用的半导体元件或电路，也可以将任意的信号处理用半导体元件或电路作为另外的层形成，然后将该层配置于受光元件层 20 与输出层 10 之间。还可以根据需要在受光元件层 20 与输出层 10 之间增加一个或多个任意的其他层。

如上所述，利用本发明，能得到具有所谓芯片尺寸封装、而且不要求特别高度的技术而容易地制造的固体图像传感器。而且，可得到与近年来的信号处理速度提高要求相适应的足够高的工作速度（例如 GHz 数量级的工作频率）。而且，可根据需要加入输入电信号的放大电路和信号处理电路等各种电路。因此，可得到高速、高灵敏度且高性能的超小型固体图像传感器。

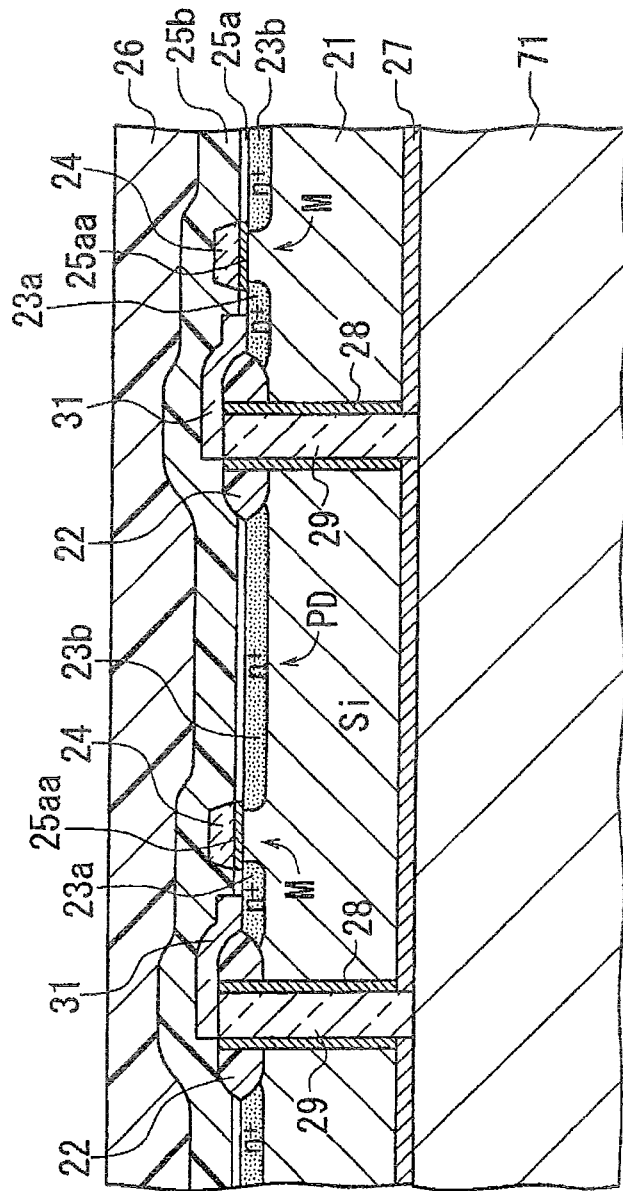


图 3

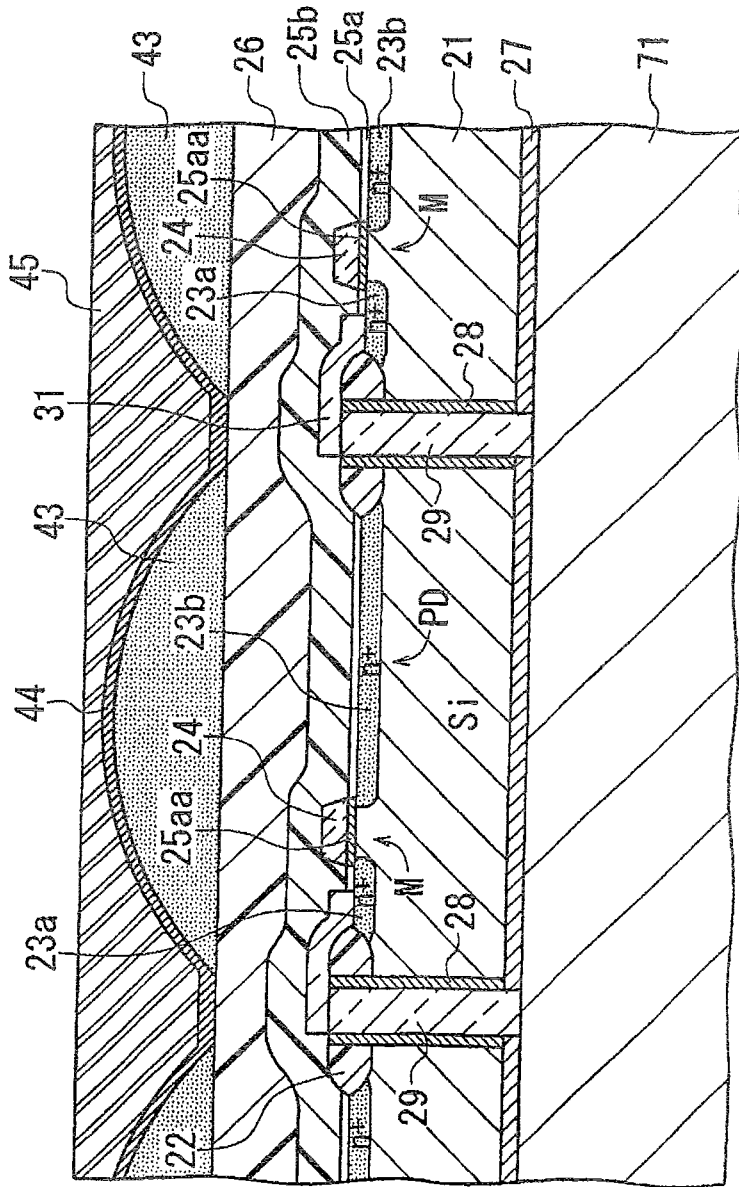


图 5

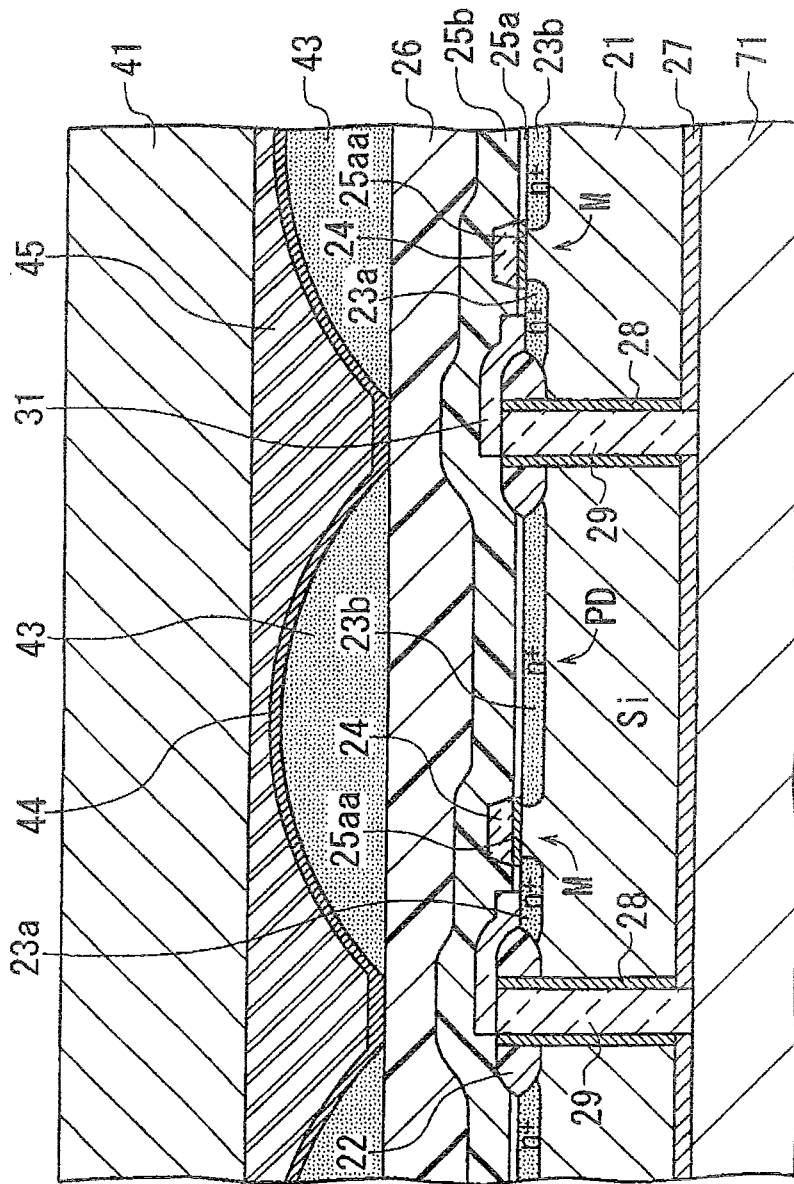


图6

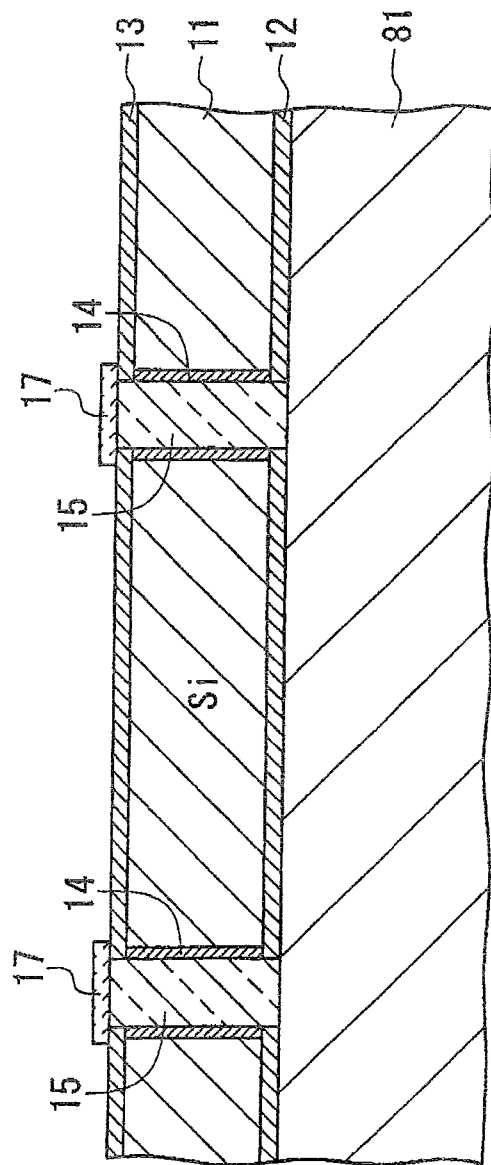


图 8

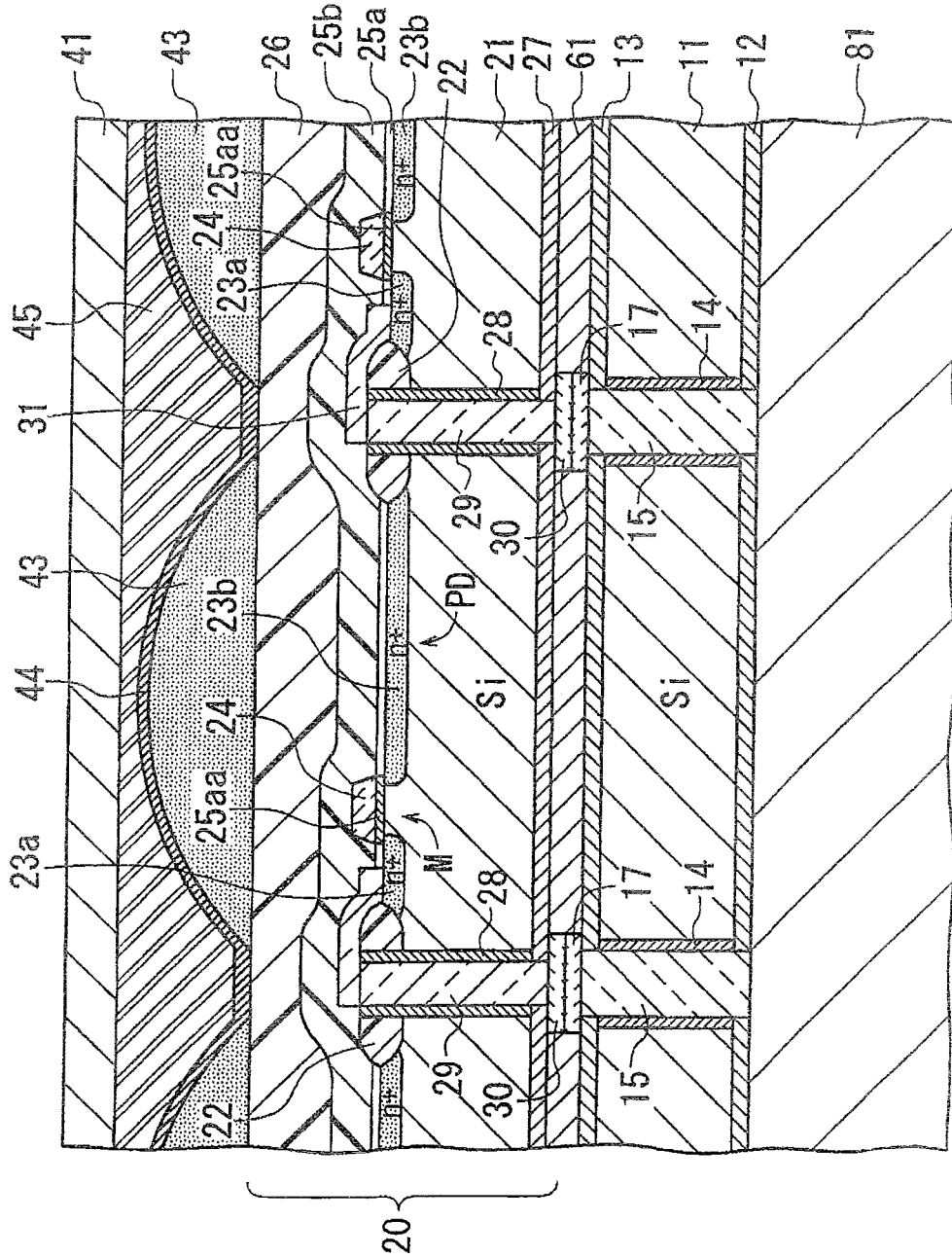


图 9

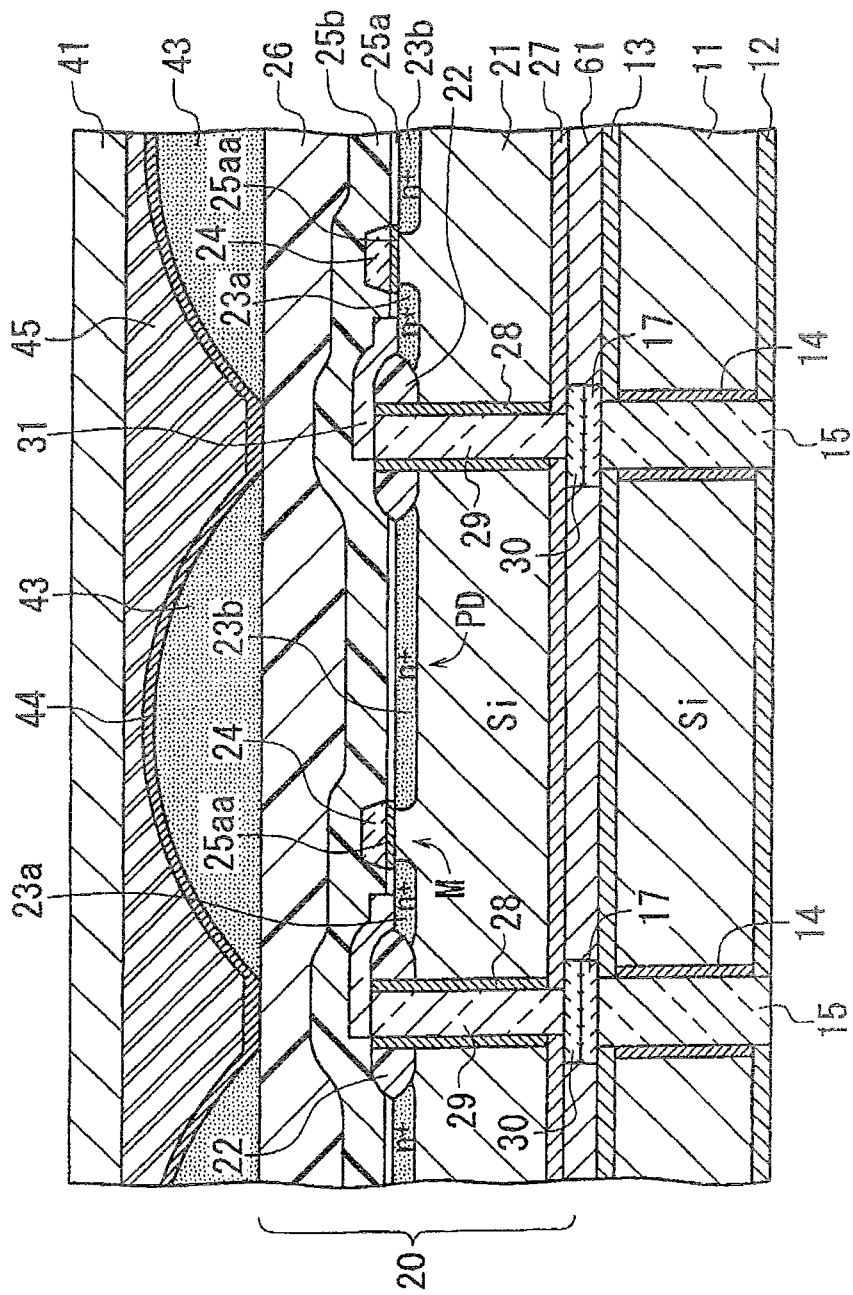


图10

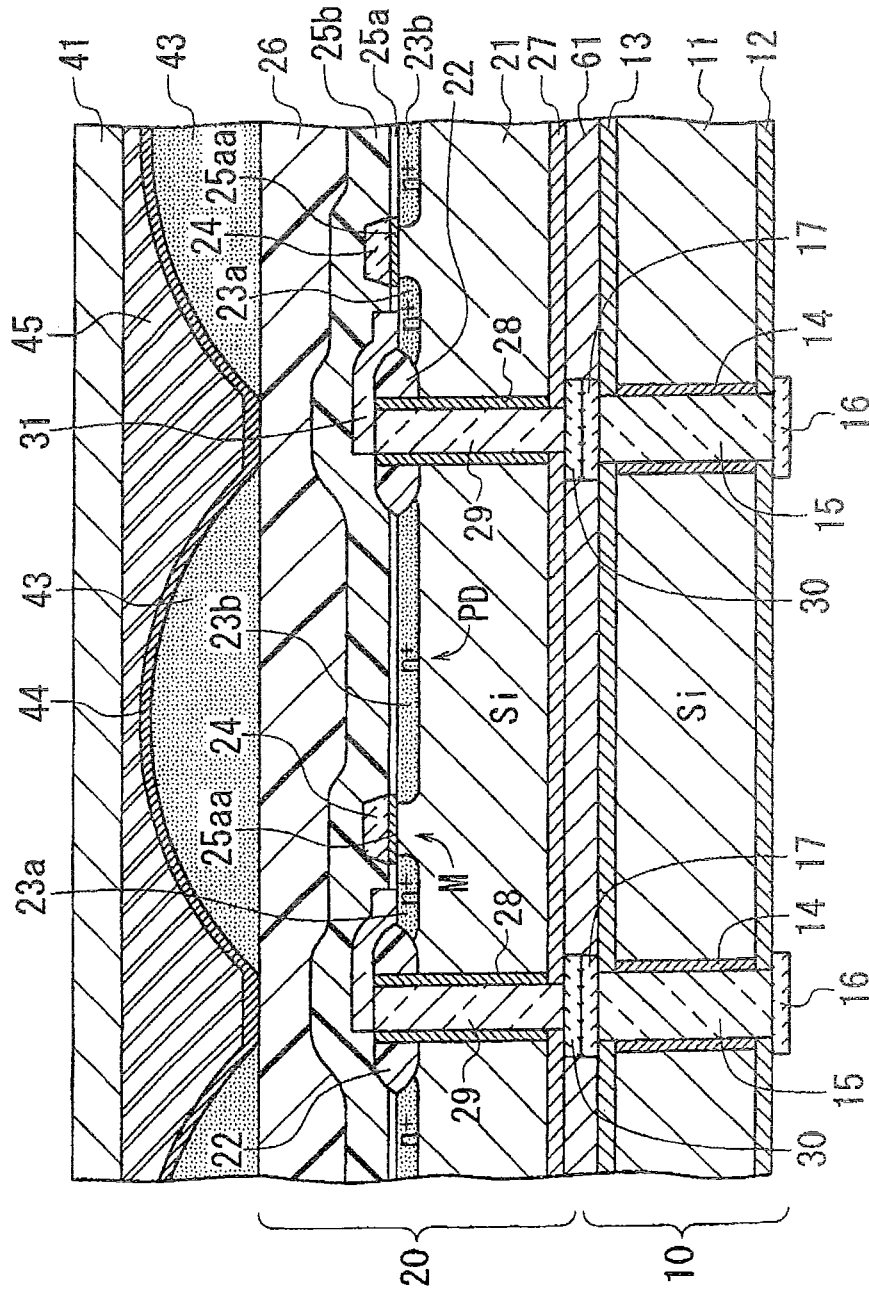


图 11

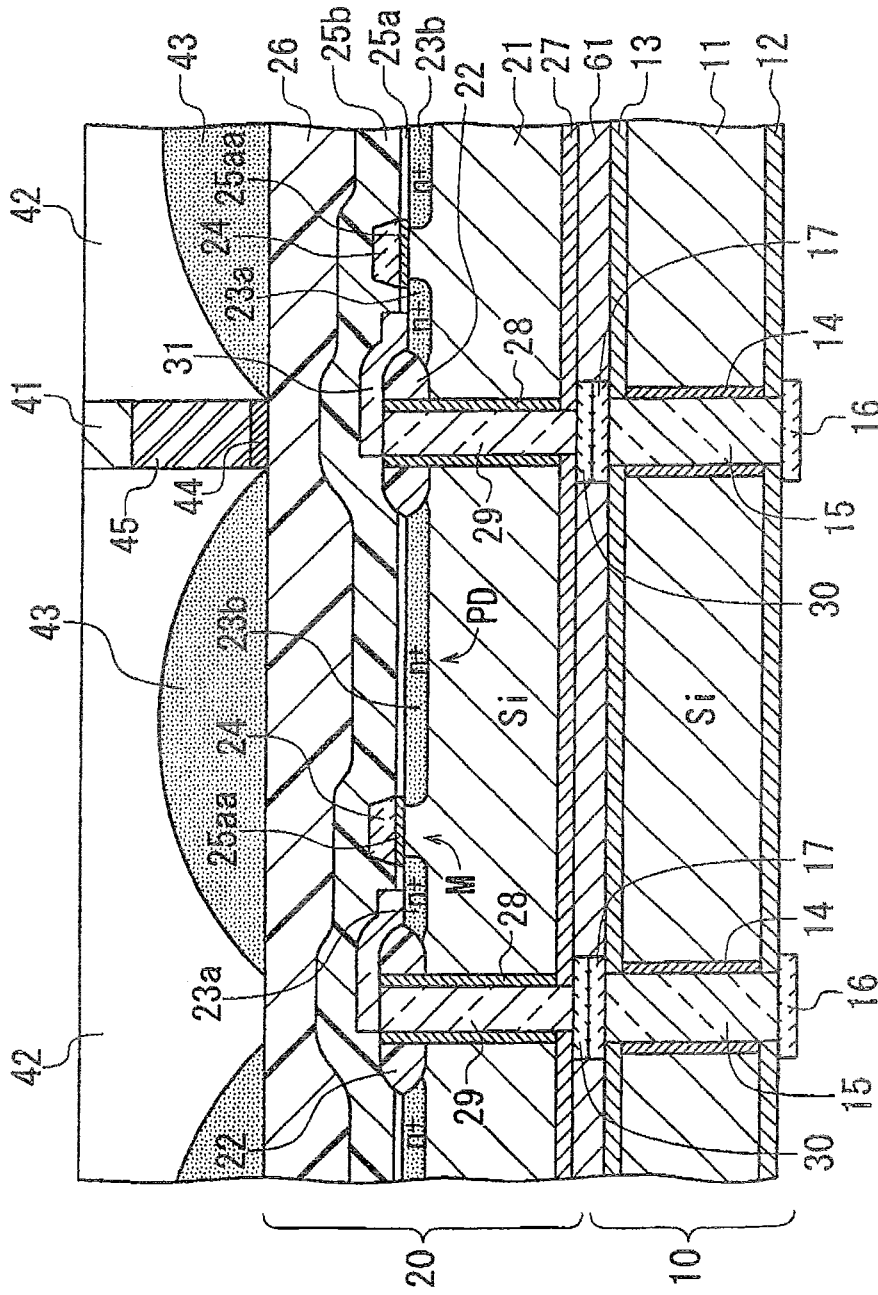


图 12

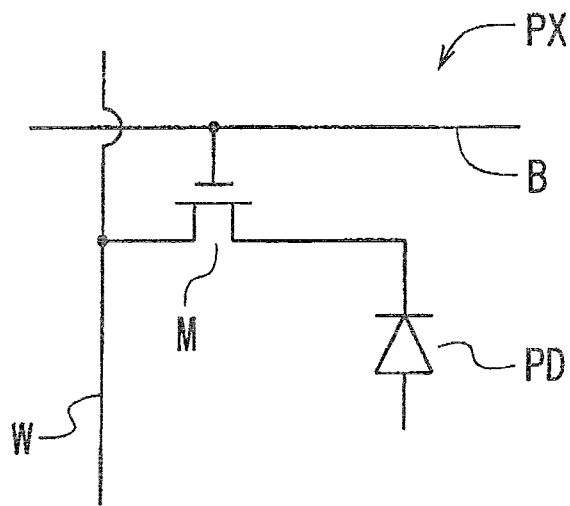


图 13

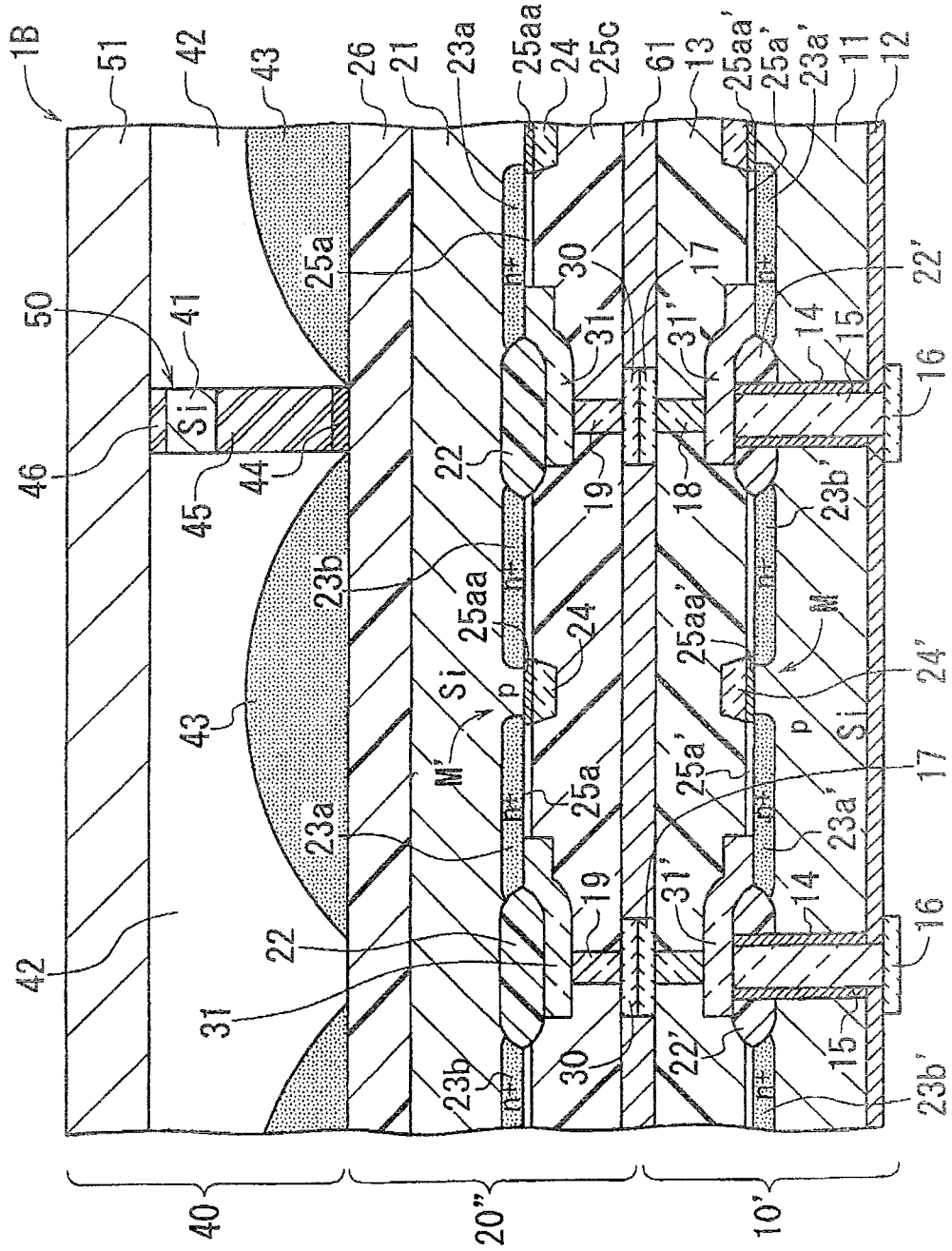


图 15

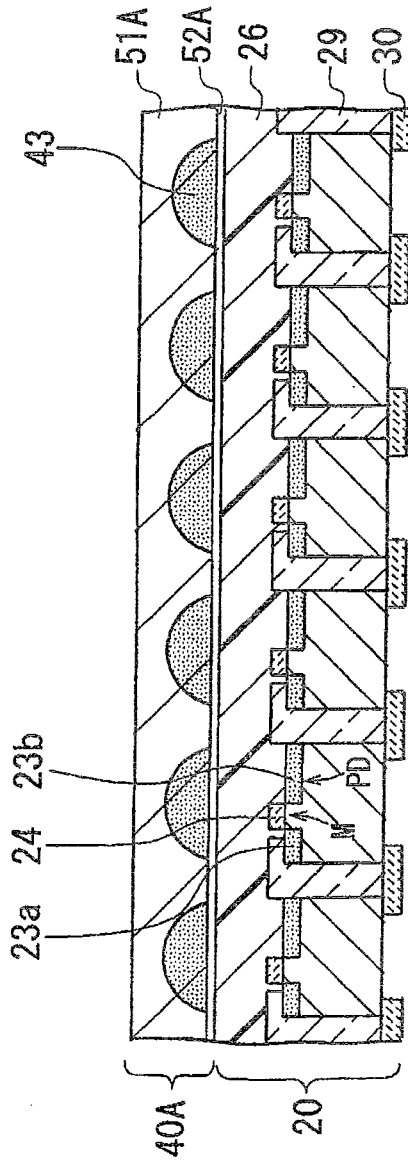


图 17

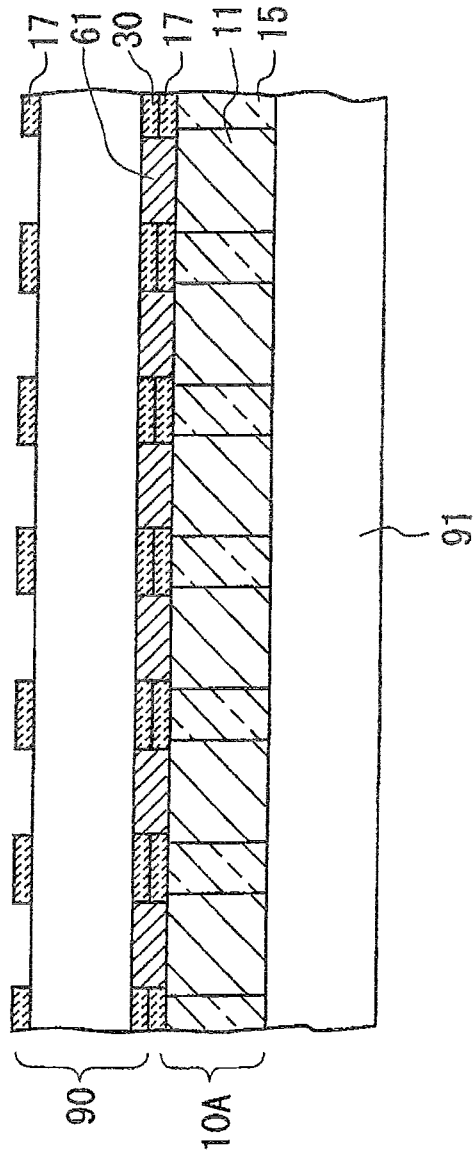


图 18

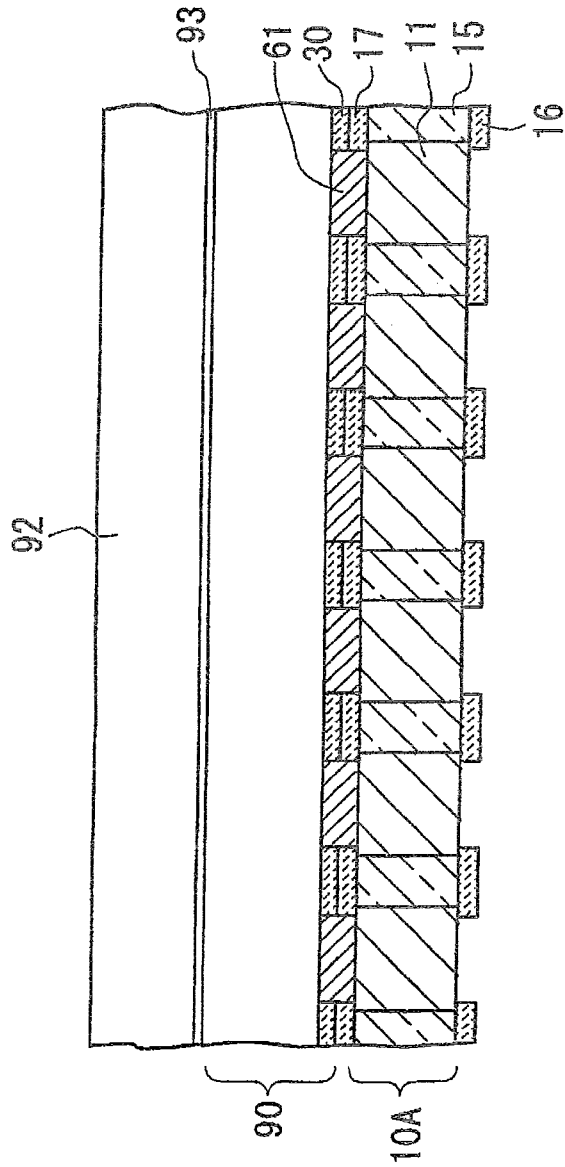


图 19

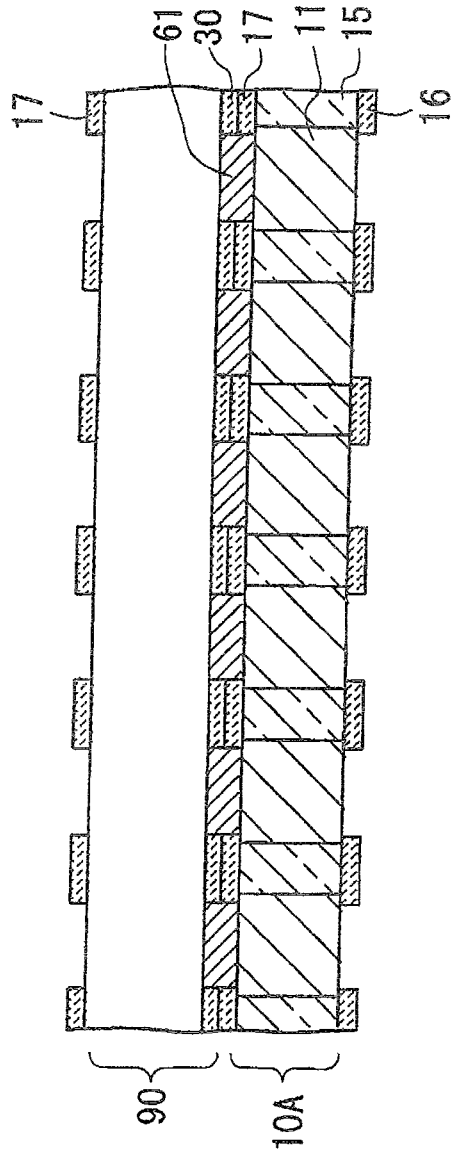


图 20