

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G01J 1/02

G01J 5/02 G01J 5/16

A61B 5/00 H01L 27/14

H01L 35/32 H01L 37/00



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02800474.4

[43] 公开日 2003 年 11 月 19 日

[11] 公开号 CN 1457423A

[22] 申请日 2002.1.31 [21] 申请号 02800474.4

[30] 优先权

[32] 2001. 3. 16 [33] JP [31] 76033/2001

[86] 国际申请 PCT/JP02/00812 2002.1.31

[87] 国际公布 WO02/075262 日 2002.9.26

[85] 进入国家阶段日期 2002.10.30

[71] 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 佐藤茂美 山下秀人 萩原努

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

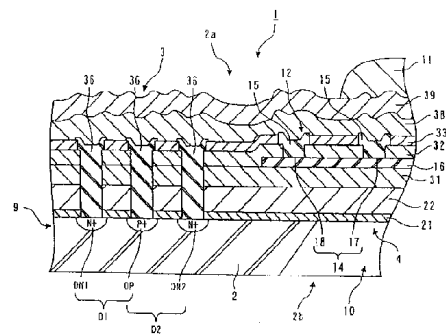
代理人 于静 李峥

权利要求书 3 页 说明书 23 页 附图 23 页

[54] 发明名称 红外检测元件、制造这种元件的方法及温度测量装置

[57] 摘要

本发明提供一种能够以低成本精确测量温度的热电堆红外检测元件。提供一种使用氮化硅膜作为第一结构层 22 构成薄膜部分 4 的结构红外检测元件 1。与氧化硅不同，第一结构层 22 有拉伸方向的内部应力，并这样能够防止出现弯曲。而且，使用第一结构层 22 作为元件的隔离区在硅基片 2 中能够形成二极管 D1 和 D2，这样能够防止由于环境的变化所引起的热电堆 12 的变形，以便抑制热电堆 12 的测量误差。此外，能够提供可使用二极管 D1 和 D2 精确检测冷接点温度的高精度红外检测元件。



- 1: 红外检测元件
- 2: 硅基片
- 4: 薄膜部分
- 11: 红外吸收体
- 12: 热电堆
- 14: 热电偶
- 17: 热接点
- 18: 冷接点
- 21: 第一结合层
- 22: 第一结构层
- D1, D2: 二极管

1. 一种用于制造红外检测元件的方法，包括以下步骤：  
在半导体基片上形成由氮化硅制成的第一结构层；  
在半导体基片的周边部分中对第一结构层构图以便在半导体基片的表面上形成 PN 结；  
在第一结构层上形成多个热电偶，使得冷接点位于半导体基片的周边部分，并且热接点位于半导体基片的中心部分，并且串联这些热电偶以形成热电堆；以及  
从下面蚀刻出半导体基片的中心部分。
2. 根据权利要求 1 的制造红外检测元件的方法，还包括蚀刻步骤之前，在半导体基片的中心部分上形成红外吸收体的步骤，以便覆盖热接点之上或附近的热电堆的至少一部分。
3. 根据权利要求 1 的制造红外检测元件的方法，其中形成第一结构层的步骤包括以低压 CVD 形成由氮化硅制成的第一结构层。
4. 根据权利要求 1 的制造红外检测元件的方法，其中形成 PN 结的步骤包括形成多个 PN 结。
5. 根据权利要求 1 的制造红外检测元件的方法，其中形成 PN 结的步骤包括通过 PN 结形成二极管。
6. 根据权利要求 1 的制造红外检测元件的方法，其中形成 PN 结的步骤包括形成沿半导体基片周边部分延伸的 PN 结。
7. 根据权利要求 6 的制造红外检测元件的方法，其中形成 PN 结的步骤包括在 PN 结的第一电导体层和第二电导体层的上表面上分别形成电极，使得电极分别沿第一和第二电导体层延伸。
8. 根据权利要求 1 的制造红外检测元件的方法，其中在形成第一结构层的步骤之前，还包括在半导体基片上形成由氧化硅制成的第一结合层的步骤。
9. 根据权利要求 8 的制造红外检测元件的方法，其中第一结合层比第

一结构层薄。

10. 根据权利要求3的制造红外检测元件的方法，还包括在第一结构层上形成由氧化硅制成的第二结构层，以及在第二结构层上形成由氮化硅制成的第三结构层的步骤。

11. 根据权利要求1的制造红外检测元件的方法，还包括在蚀刻步骤之前在半导体基片上形成表面防护膜的步骤。

12. 一种红外检测元件，包括：

半导体基片，具有从下面蚀刻出的中心部分；

由氮化硅制成的第一结构层，形成在半导体基片上并在中心部分具有薄膜结构；

PN结，通过对半导体基片周边部分中第一结构层构图在半导体基片的表面上形成；以及

热电堆，包括在第一结构层上形成并被串联的多个热电偶，使得冷接点位于半导体基片的周边部分，并且热接点位于半导体基片的中心部分。

13. 根据权利要求12的红外检测元件，还包括在半导体基片的中心部分上形成的红外吸收体，以便覆盖热接点之上或附近的热电堆的至少一部分。

14. 根据权利要求12的红外检测元件，其中第一结构层包括产生拉伸方向内部应力的膜。

15. 根据权利要求14的红外检测元件，其中第一结构层是通过低压CVD沉积的。

16. 根据权利要求12的红外检测元件，包括多个PN结。

17. 根据权利要求12的红外检测元件，其中PN结形成二极管。

18. 根据权利要求12的红外检测元件，其中PN结沿半导体基片周边部分延伸。

19. 根据权利要求18的红外检测元件，其中PN结包括沿PN结的第一电导体层和第二电导体层上表面延伸的电极。

20. 根据权利要求12的红外检测元件，还包括由氧化硅制成并在第一

结构层和第二结构层之间形成的第一结合层。

21. 根据权利要求 20 的红外检测元件, 其中第一结合层比第一结构层薄。

22. 根据权利要求 14 的红外检测元件, 还包括由氧化硅制成的第二结构层以及由氮化硅制成的第三结构层, 它们在第一结构层上形成。

23. 根据权利要求 12 到 22 任何之一的红外检测元件, 其中半导体基片是 N 电导型。

24. 一种温度测量装置, 包括根据权利要求 12 的红外检测元件, 以及用于通过由红外检测元件的 PN 结的输出确定的温度来校正冷接点温度以便基于从热电堆的输出确定温度的装置。

25. 根据权利要求 24 温度测量装置, 还包括带有可插入到耳洞中的远端的圆柱部分, 其中红外检测元件这样配置, 使得中心部分的上表面面向圆柱部分的远端。

26. 根据权利要求 25 温度测量装置, 其中红外检测元件包括在中心部分形成的红外吸收体, 以便覆盖热接点之上或附近的热电堆的至少一部分。

## 红外检测元件、制造这种元件的方法及温度测量装置

### 技术领域

本发明涉及热电堆红外检测元件及制造这种元件的方法。

### 背景技术

红外辐射从人体表面以与身体温度有关的量而被发射，耳朵与腋窝一样有正常的温度。因而，已知用于通过检测耳洞中发射的红外辐射而测量体温的临床用耳体温计(温度测量装置)。在临床用耳体温计中，基于把接收的红外辐射转换为电信号的红外检测元件的输出来确定体温。虽然通常有各种类型的元件，诸如热电型，热电堆型等可以作为红外检测元件，但是热电堆型红外检测元件可用作为临床体温计的热敏元件，其优点是允许使用半导体制造工艺大量生产并小型化。以下除非有其它说明，热电堆型红外检测元件被简称为“红外检测元件”。

图 26 简略示出装有热电堆红外检测元件 110 的红外传感器 100。红外传感器 100 包括装有热电堆 12 的红外检测元件 110，及热敏电阻 120，红外检测元件 110 和热敏电阻 120 安装在组装基片 130 上，并包含在壳体 140 中以形成一整体单元。在红外传感器 100 中，热敏电阻 120 用来确定在红外检测元件 110 上形成的热电堆 12 的基准温度，即：用它来确定冷接点的温度。

红外检测元件 110 包括薄膜部分 116 以及在硅基片 2 蚀刻之后保持未蚀刻的厚壁部分 117，其中薄膜部分包含通过蚀刻硅基片 2 挖空在下部分或背面的中心部分 10 形成的膜。即，红外检测元件 110 的结构是，其基础 115 的下侧中心部分做成中空的以在顶部形成薄膜(膜)。而且，通过溅射沉积方法等在硅基片 2 的中心部分 10 上，即在薄膜部分 116 上沉积金黑(gold

black), 以形成吸收红外辐射的红外吸收体 11。

这一红外吸收体 11 吸收红外辐射而引起温度变化, 使得由装设在红外吸收体 11 四边上的多个热电偶 14 检测到该温度的变化。每一热电偶 14 的热接点 17 配置在薄膜部分 116 的红外吸收体 11 附近, 且每一热电偶 14 的冷接点 18 配置在硅基片 2 的周边部分 9 中的厚壁部分 117 之上。热电偶 14 被串联而形成热电堆 12。

在使用红外传感器 100 的温度测量装置中, 首先检测到对应于热电堆 12 的热接点 17 和冷接点 18 之间产生的温度变化的电动力, 并基于输出的电压计算出热接点 17 和冷接点 18 之间的温差。然后, 基于热敏电阻 120 的输出计算出冷接点 18 的温度, 并通过冷接点 18 的温度校正该温差以确定体温。然而, 用来确定热电堆 12 的冷接点 18 的温度的热敏电阻 120 配置在距红外检测元件 110 一定距离的侧部, 这样红外检测元件 110 的周围温度被简单地检测。因而, 不能说检测到了精确的冷接点的温度。这样, 在如上所述确定的体温中可能出现很大的误差。特别地, 临床温度计在 37℃ 到 39℃ 的温度范围内要求的精度为  $\pm 0.1^\circ\text{C}$ , 并要求以高精度进行温度测量, 因而需要尽可能降低这种误差。

还要求红外传感器 100 具有排布热敏电阻 120 的空间, 这样就存在不能使元件本身小型化的问题。因而, 即使把热敏电阻 120 排布在与红外传感器 100 接触的地方以改进由热敏电阻 120 检测的冷接点温度的精度, 红外检测元件仍然不能很有效地以紧凑的形式排布。

于是, 申请人提出一种包含 PN 结的红外检测元件, 例如结合到硅基片 2 中的二极管, 其中使用二极管的正向电压降大约依赖于温度线性变化这样的事实, 检测冷接点温度。

这种红外检测元件能够精确地检测冷接点的温度, 并能够以很紧凑的形式配置。

图 27 是表示该红外检测元件的一部分的剖视图。图 27 所示的红外检测元件 150 包括在硅基片 2 的周边部分 9 中形成的二极管 D, 使得热电堆 12 的冷接点 18 的温度由二极管 D 检测到。二极管 D 包括 P+ 阳极区 DP 和

N+ 阴极区 DN，它们是通过向在硅基片 2 的表面形成场效氧化膜 (LOCOS)151 而被隔离的一区域进行离子注入而形成的。就是说，二极管 D 能够通过半导体工艺形成，包括在硅基片 2 上形成场效氧化膜 151，然后在硅基片 2 的周边部分 9 中对氧化膜 151 构图，以便在硅基片 2 的表面上形成区域 DP 和 DN。在热电堆型红外检测元件中，在形成包括区域 DP 和 DN 的二极管 D 之后，还使用半导体制造工艺形成构成热电偶 14 的多晶硅电导体 16 和铝电导体 15、氧化膜 152、表面保护膜 153 及红外吸收本 11。因而，能够通过一系列半导体制造技术的步骤简单地形成装有二极管的热电堆型红外检测元件，于是降低了制造成本。

在红外检测元件 150 中，二极管 D 能够配置在热电堆 12 的冷接点 18 附近，允许精确地检测冷接点 18 的温度。而且，排布热电堆 120 的空间能够被减小，以实现红外检测元件排布在包含测量基准温度的功能的紧凑的单元中。

另一方面，对于热电堆 12 的测量精度总是存在改进的要求。

在红外检测元件 150 中，场效氧化膜 151 对用于蚀刻硅基片的蚀刻剂，例如氟化氢，氢氧化钾等具有很低的蚀刻率，因而在从其下侧或背面蚀刻硅基片 2 的中心部分 10 时可起到阻挡物的作用。然而，即使当场效氧化膜 151 具有低的蚀刻率，但它还是要被蚀刻，因而场效氧化膜 151 的厚度必须设置为大约 5000 到 7000 Å，以便赋予场效氧化膜 151 作为阻挡物足够的功能。另一方面，场效氧化膜 151 包含具有压缩方向的内部应力的膜，因而具有因膨胀所至而凸起弯曲的性质。该内部应力大到 2 到  $3 \times 10^9 \text{ dyne/cm}^2$  ( $1 \text{ dyne/cm}^2 = 0.1 \text{ Pa}$ )。因而，当温度上升时，包含上述这种厚膜的场效氧化膜 151 可能因压缩方向内部应力而变得弯曲，或者由于变形而破裂。

此外，场效氧化膜 151 的弯曲引起在场效氧化膜 151 上形成的每个热电偶 14 的铝电导体 15 和多晶硅电导体 16 的形状改变，因而这些电导体的电阻与原来的电阻相比增加了，以至引起出现无用的压降。这影响了由热电堆 12 测量的热接点 17 和冷接点 18 之间温差测量的精度。因而，因为冷

接点温度能够被二极管 D 精确地检测，红外检测元件 150 具有高的精度。然而在以较高的精度测量温度中，热电堆 12 的测量误差由于场效氧化膜 151 的变形而不能被忽略。而且，场效氧化膜 151 弯曲程度随各种因素诸如制造工艺、大气压、环境温度等的变化而变化，因而通过使用适当的因素校正由热电堆 12 检测的温度也很难去除场效氧化膜 151 变形的影响。

于是，本发明的目的是要提供一种红外检测元件及制造这种元件的方法，这种元件使用 PN 结能够精确检测冷接点温度，并能够去除由于膜变形等所引起的热电堆的测量误差，允许高精度的温度检测。本发明的另一目的是要提供一种温度测量装置，它能够使用该红外检测元件精确地测量温度。而不会受到测量环境变化的影响。

## 发明内容

本发明中，由氮化硅制成的第一结构层是形成在半导体基片上而不是形成在场效氧化膜上，并用作为元件隔离物用于形成用来检测冷接点温度的 PN 结，以及用作为在进行形成膜部分的蚀刻时的阻挡物。就是说，本发明的制造红外检测元件的方法包括在半导体基片上形成由氮化硅制成的第一结构层的步骤，在半导体基片的周边部分中对第一结构层构图以便在半导体基片的表面上形成 PN 结的步骤，在第一结构层上形成多个热电偶使得冷接点位于周边部分，及热接点位于半导体基片的中心部分，并然后串联这些热电偶以形成热电堆的步骤，以及从下面蚀刻出半导体基片中心部分的步骤。本发明的红外检测元件包括一半导体基片，它具有从下面被蚀刻出的中心部分，由氮化硅制成的第一结构层，它在半导体基片上形成并具有包括膜结构的中心部分，一个 PN 结，它在半导体基片表面上通过对半导体基片周边部分第一结构层构图形成，以及一个热电堆，它包括在第一结构层上形成并被串联的多个热电偶，使得冷接点位于半导体基片的周边部分，热接点位于半导体基片的中心部分。

本发明的制造方法包括在半导体基片上而不是在场氧化膜上形成氮化硅制成的第一结构层。当第一结构层在从下面蚀刻半导体基片中心部分中

起到阻挡物作用时，因为氮化硅具有比氧化膜(氧化硅)低的蚀刻率，第一结构层能够变薄，因而在蚀刻之后留下的膜结构能够被制成比氧化硅制成的膜要薄。因而，在通过本发明的制造方法制造的红外检测元件中，及具有本发明结构的红外检测元件中，膜部分能够进一步变薄以降低热逸出。因而热电堆的测量误差能够进一步降低，且能够获得高精度温度。此外，通过使膜部分进一步变薄，能够降低膜部分的热容量，且热接点的温度快速增加而允许增加响应速度。

另一方面，通过形成氮化硅膜，硅基片表面能够象氧化硅那样被绝缘。因而，通过对由氮化硅制成的第一结构层构图能够实现用于在半导体基片周边部分中形成 PN 结的元件隔离。这样，使用本发明的制造方法和本发明结构，通过在硅基片上形成由氮化硅制成的第一结构层，半导体基片的表面能够被隔离，从而既形成用于以高精度测量基准温度的 PN 结，又改进了由热电堆进行的温度测量的精度。因而，能够进一步改进通过形成 PN 结已改进了测量精度的红外检测元件的测量精度。使用该红外检测元件，能够提供一种可精确测量温度而不会受到测量环境温度影响的温度测量装置。

在本发明的制造方法中，形成由氮化硅制成的第一结构层的步骤，及对第一结构层构图以形成 PN 结的步骤包含在半导体制造工艺中，因而使本发明的红外检测元件可以低成本大量生产。于是，使用本发明的红外检测元件，可以提供能够以低成本高精度测量温度的紧凑的温度测量装置。

本发明的制造方法最好在从下面蚀刻出半导体基片中心部分的步骤之前，还包括在半导体基片的中心部分上形成红外吸收体的步骤，以便覆盖热接点以上或附近的热电堆的至少一部分。在通过该制造方法制造的红外检测元件中，红外吸收体吸收红外辐射以增加温度，从而增加热接点与冷接点之间的温差，并增加热电堆的输出电压。因而，能够增加温度测量的灵敏度。

在形成第一结构层的步骤中，由氮化硅制成的第一结构层最好通过低压(降低的压力)CVD 工艺(低压化学汽相淀积)形成。按这种方法形成的氮

化硅的第一结构层包括具有拉伸方向的内部应力的膜。因而第一结构层倾向于收缩，这样产生较少的变形和挠曲。这样就能够进一步防止膜结构的变形，并减少由热电堆进行的测量的误差因素。因而，可以提供能够以较高精度测量温度的红外检测元件和温度测量装置。

在形成用于获得基准温度的 PN 结的步骤中，最好形成多个 PN 结。形成多个 PN 结，确定 PN 结之间的正向电压降之间的差异以消除电压降上的反向饱和电流的影响。这样，能够进一步提高基准温度的测量精度，以提供能够获得更高精度的温度的红外检测元件和温度测量装置。能够使用二极管作为 PN 结。

在半导体基片的周边部分形成的 PN 结能够精确地获得接近冷接点的基准温度。当构成热电堆的多个冷接点排布在半导体基片中心部分上形成的红外吸收体四边时，PN 结最好沿半导体基片周边部分延伸，因为通过 PN 结能够获得冷接点的平均温度，以便更精确地获得冷接点的温度。在形成沿周边部分延伸的长 PN 结时，最好在 PN 结的第一电导体层和第二电导体层的上表面上分别形成电极，以便沿第一和第二电导体层延伸。这些电极能够降低具有相同极性的电导体层之间的电位差，以获得更高精度的基准温度。

当在硅制成的半导体基片表面上直接形成氮化硅制成的第一结构层时，有可能不能保证第一结构层与半导体基片之间有足够的粘合性。因而在半导体基片上形成第一结构层之前，最好在半导体基片上形成由氧化硅制成的第一结合层以改进半导体基片和第一结构层之间的粘合性。由于第一结合层是为结合而形成，故第一结合层不需要有阻挡物功能，这样能够比第一结构层做得更薄。因而，即使结合层有压缩方向的内部应力，内部应力也能够尽可能小。通过低压 CVD 形成的由氮化硅制成的第一结构层一般有很强拉伸方向的内部应力，这样能够消除引起挠曲。

由于通过低压 CVD 形成的由氮化硅制成的第一结构层一般有很强拉伸方向的内部应力，故当沉积有足够的厚度膜以便去除薄膜部分的弯曲时第一结构层可能被分开。因而，本发明的制造方法可进一步包括在第一结

构层上形成由氧化硅制成的第二结构层的步骤，以及在第二结构层上形成由氮化硅制成的第三结构层的步骤。在包含由氧化硅制成第二结构层和由氮化硅制成的第三结构层的红外检测元件中，这两者都是在第一结构层上形成的，具有用于消除薄膜部分弯曲的足够厚度的膜能够被划分为第一结构层和第三结构层。因而，即使当膜厚度设置为可以防止第一和第三结构层分开时，也能够易于在整个薄膜部分中获得拉伸方向的应力。

虽然在形成由氮化硅制成的第一结构层之后，蚀刻半导体基片中心部分而形成薄膜结构，但在蚀刻步骤之前最好在半导体基片上形成表面保护膜，以避免蚀刻剂对构成电热堆的金属层的影响。

作为半导体基片，可使用 P-电导型硅基片，但是最好是 N-电导型。当在 P-电导型硅基片上形成二极管时，在硅基片表面提供的绝缘层之下形成 N 反向层，且反向电流流过 N 逆变层而使二极管的正向特性畸变。另一方面，使用 N-型硅基片，不形成 N 反向层而获得了二极管较好的正向特性，因而允许精确的温度测量。

这样，通过使用本发明红外检测元件，能够提供以高精度测量温度的温度测量装置。因而，使用本发明的红外检测元件的温度测量装置适合于以高精度进行体温测量所需的温度计。例如，在临床耳温度计中，可提供具有可插入到耳洞中的远端圆柱部分，且红外检测元件这样排布，使得中心部分的上部分面向圆柱部分的远端，这提供了总能够精确测量体温的临床温度计。使用包括层叠在中心部分的红外吸收体的红外检测元件，能够提供具有高灵敏度温度测量的临床温度计。

#### 附图的简要说明

图 1 是表示根据本发明的一实施例的红外检测元件的简化结构的图示。

图 2 是表示根据本发明的实施例的红外检测元件表侧结构的图示。

图 3 是表示根据本发明的实施例的红外检测元件的热电堆的图示。

图 4 是表示根据本发明的实施例的红外检测元件的详细结构的剖视

图。

图 5 是表示在根据本发明的实施例的用于制造红外检测元件的过程中在硅基片上形成第一结构层的步骤的图示。

图 6 是表示在图 5 所示的步骤之后形成二极管的步骤的图示。

图 7 是表示在图 6 所示的步骤之后在第一结构层上形成氧化膜和由多晶硅制成的电导体的步骤的图示。

图 8 是表示在图 7 所示的步骤之后对由多晶硅制成的电导体构图的步骤的图示。

图 9 是表示在图 8 所示的步骤之后在由多晶硅制成的电导体上形成两个氧化膜的步骤的图示。

图 10 是表示在图 9 所示的步骤之后对在由多晶硅制成的电导体上所形成的两个氧化膜构图的步骤的图示。

图 11 是表示在图 10 所示的步骤之后形成热电堆的步骤的图示。

图 12 是表示在图 11 所示的步骤之后形成两个表面防护膜和一个红外吸收体的步骤的图示。

图 13 是一剖视图，表示红外检测元件的另一例子。

图 14 是表示使用根据本发明的一实施例的红外检测元件的临床耳温度计的外形的图示。

图 15 是表示图 14 中所示临床耳温度计的简化结构的框图。

图 16 是一局部剖视图，表示根据本发明的另一实施例的红外检测元件。

图 17 是表示根据本发明的实施例的红外检测元件表侧结构的图示。

图 18 表示在根据本发明的实施例的用于制造红外检测元件的过程中在硅基片上形成第一结构层的步骤的图示。

图 19 是表示在图 18 所示的步骤之后形成二极管的步骤的图示。

图 20 是表示在图 19 所示的步骤之后在第一结构层上形成氧化膜和由多晶硅制成的电导体的步骤的图示。

图 21 是表示在图 20 所示的步骤之后对由多晶硅制成的电导体构图的

步骤的图示。

图 22 是表示在图 21 所示的步骤之后在由多晶硅制成的电导体上形成两个氧化膜的步骤的图示。

图 23 是表示在图 22 所示的步骤之后对在由多晶硅制成的电导体上所形成的两个氧化膜构图的步骤的图示。

图 24 是表示在图 23 所示的步骤之后形成热电堆的步骤的图示。

图 25 是表示在图 24 所示的步骤之后形成两个表面防护膜和一个红外吸收体的步骤的图示。

图 26 是表示传统的红外检测元件的图示。

图 27 是表示由本发明的申请人按惯例提出红外检测元件结构的剖视图。

实施本发明的最佳方式

以下将参照附图对本发明作进一步详细说明。图 1 示出一红外检测元件的简化结构。

实施例的红外检测元件 1 包括硅基片 2，其结构是其中心部分 10 通过蚀刻从下面去除，在中心部分 10 留下薄膜作为膜部分 4，并且在硅基片 2 蚀刻之后未蚀刻的部分作为厚壁部分 3。而且，通过溅射汽相淀积在薄膜部分 4 上表面基本按一方形沉积金黑，以形成一红外吸收体 11。

红外检测元件 1 包括排布在红外吸收体 11 四边的多个热电偶 14。每一热电偶 14 的热接点 17 排布在薄膜部分 4 的红外吸收体 11 之下，且每一热电偶 14 的冷接点 18 排布在厚壁部分 3 中。热电偶 14 被串联以形成一热电堆 12。这一实施例的红外检测元件 1 中，在硅基片 2 的周边部分 9 即在厚壁部分 3 中形成二极管 D1 和 D2，用于检测热电堆 12 的冷接点 18 的温度。

图 2 是表示红外检测元件 1 的表侧结构的图示。虽然这一图示是表示在硅基片 2 的上表面 2a 上形成的结构的平面图，该结构实际上包括几个不同的层次。如上所述，红外吸收体 11 在位于硅基片 2 上表面 2a 的中心处的薄膜部分 4 的中心处基本形成一方形，多个热电偶 14 排布在红外吸收体

11 的四边。多个热电偶 14 被串联而形成热电堆 12，使得能够从端子 T1 和 T2 获得热电堆 12 的输出电压。

图 3 是表示热电堆 12 的图示，以及表示热电偶 14 结构的放大视图。每一热电偶 14 包括两类电导体，包括铝(AL)电导体 15 和多晶硅(Poly-Si)电导体 16。多晶硅电导体 16 是线性地形成的以便稍微重叠于红外吸收体 11 并延伸到四边。而且，相邻的多晶硅电导体 16 之一的红外吸收体 11 的侧端 16a，通过铝电导体 15 电连接到另一多晶硅电导体 16 的厚壁部分 3 侧端 16b。这能够形成热电偶 14，每一具有在红外吸收体 11 侧的热接点 17 和在厚壁部分 3 侧作为热沉的冷接点 18，且热电偶 14 被串联而形成一热电堆 12。

再参见图 2，在作为硅基片 2 的厚壁部分 3 的周边部分 9 中形成两个二极管 D1 和 D2。二极管 D1 和 D2 形成为条带，沿硅基片 2 的周边部分 9 延伸以围绕位于基片 2 的中心的薄膜部分 4 的四边。二极管还围绕热电偶 14 的冷接点 18 形成，使得多个冷接点 18 所位于的厚壁部分 3 的平均温度反应在二极管 D1 和 D2 的输出中。二极管 1 包括围绕冷接点 18 形成的第一电导体层 DP，及与第一电导体层 DP 的外周边之外的区域 DP 平行形成的第二电导体层 DN1。另一方面，二极管 D2 包括第一电导体层 DP 及与第一电导体层 DP 的内周边之内的区域 DP 平行形成的第二电导体层 DN2。

第一电导体层 DP 是 P+扩散层，这是通过向硅基片 2 的硼(B)离子注入以受主杂质掺杂的，其功能是作为二极管的阳极。同时第二电导体层 DN1 和 DN2 是 n+扩散层，这是通过向硅基片 2 的磷(P)离子注入以施主杂质掺杂的，其功能是作为二极管的阴极。包括共用阳极的两个二极管 D1 和 D2 的输出连接到在厚壁部分 9 中形成的阳极端 DA 和阴极端 DK1 和 DK2。因而，当预定的电流提供给每一二极管 D1 和 D2 时，能够测量二极管 D1 和 D2 的正向电压降，并通过电压降之间的差精确地确定基准温度。

虽然能够通过任一二极管检测热电堆 12 的冷接点的温度，但使用正向电压降之间的差能够以较高的精度确定基准温度，即冷接点的温度。就是说，二极管的正向电流  $I_F$  和正向电压(或正向电压降)  $V_F$  具有以下关系：

[方程式 1]

$$IF = IS (\exp (qVF/KT) - 1)$$

在方程式 1 中;

IF: 正向电流[A]

IS: 反向饱和电流[A]

T: 绝对温度[°K]

VF: 正向电压[V]

K: 玻尔兹曼常数( $1.3804 \times 10^{-23}$  [JK<sup>-1</sup>])

q: 电荷( $1.602 \times 10^{-19}$  [C])

通过对 VF 求解, 方程式 1 能够变为方程式 2。

[方程式 2]

$$VF = (KT/q) \log (IF/IS)$$

从方程式 2 可见, 能够基于二极管 D1 和 D2 的正向电压降 VF 确定冷接点 18 的温度。然而, 为了从二极管之一的正向电压降 VF 确定冷接点 18 的温度, 必须确定正向电流 IF 和反向饱和电流 IS。直接确定这些电流值是相对困难的, 于是采用了可获得的现实的方法, 其中事先测得温度和电压之间的关系并通过一个表存储, 并基于检测到的正向电压 VF 确定温度。

然而, 根据以下方程式 3 确定正向电压降 VF 之间的差 $\Delta VF$ :

[方程式 3]

$$\Delta VF = (KT/q) \log (IF1/IS1) - (KT/q) \log (IF2/IS2)$$

$$= (KT/q) [\log (IF1/IS1) - \log (IF2/IS2)]$$

$$= (KT/q) [\log (IF1/IF2) - \log (IS1/IS2)]$$

此外, 当通过相同的生产方法在同一半导体基片上形成有相同杂质浓度的两个二极管时, 反向饱和电流 IS 可认为基本上是相同的, 这样反向饱和电流 IS 项能够省略。因而, 方程式 3 能够变为以下的方程式 4:

[方程式 4]

$$\Delta VF = (KT/q) \log (IF1/IF2)$$

而且, 正向电流 IF 由流过二极管 D1 和 D2 的正向电流的比值表示,

因而不必确定电流值。于是，在红外检测元件 1 中，假设二极管 D1 和 D2 正向电压分别为  $V_{F1}$  和  $V_{F2}$ ，差  $\Delta V_F$  的温度系数根据以下方程式 5 确定：

[方程式 5]

$$\Delta V_F/T = (K/q) \log (I_{F1}/I_{F2}) \dots (5)$$

这样，当装设二极管 D1 和 D2 以采用这些二极管正向电压降之间的差时，装有二极管 D1 和 D2 的厚壁部分 3 的温度，即冷接点 18 的温度，能够被精确地确定。

因而，阳极端 DA 和阴极端 DK1 之间的电位差与阳极端 DA 和阴极端 DK2 之间的电位差之间的差被确定并连接到能够放大和计算的电路，以允许精确地确定基准温度。因而，通过热电堆 12 的输出确定的温差被校正以允许高精度的温度测量。用于把本实施例的红外检测元件 1 连接到具有以上功能的电路的端子集中在厚壁部分 3 的一个角中，这样所有热电堆 12 的输出，以及二极管 D1 和 D2 能够易于取到外部去。

图 4 是表示半导体基片 2 的上表面 2a 上叠层结构的剖视图。在红外检测元件 1 中，由氧化硅制成的第一结合层 21，由氮化硅制成的第一结构层 22，作为结合层的氧化膜 31，由多晶硅制成并构成每一热电偶 14 的电导体 16，两个氧化硅膜 32 和 33，及两个表面防护膜 38 和 39 按从下起的顺序层叠在硅基片 2 上。红外吸收体 11 沉积在表面防护膜上。半导体基片 2 的中心部分从下面部分 2b 被蚀刻掉而在中心部分 10 形成薄膜部分 4。

在这些层中，由氮化硅制成的第一结构层 22 包括通过低压(降低的压力)CVD 工艺沉积的膜。通过低压(降低的压力)CVD 工艺沉积的氮化硅膜在一定的温度下具有大约  $8\sim 10 \times 10^9 \text{ dyne/cm}^2$  ( $1 \text{ dyne/cm}^2 = 0.1\text{Pa}$ ) 的应力。因而，通过低压(降低的压力)CVD 工艺沉积的氮化硅制成的第一结构层 22 倾向于被作为基础的厚壁部分 3 拉伸，而引起由第一结构层 22 支撑的薄膜部分 4 较少的弯曲。

而且，氮化硅与氧化硅相比对诸如氟化氢、氢氧化钾等蚀刻剂有较低的硅蚀刻率。因而，氮化硅与氧化硅相比作为蚀刻阻挡物是更有效的，并即使在膜厚很小时也能可靠地防止侵蚀。因而，能够可靠地控制用于形成

包含第一结构层 22 的中心部分 10 的蚀刻。

此外，如同氧化硅那样，氮化硅具有绝缘性，这样当在硅基片表面形成时，能够使元件彼此绝缘。在本实施例的红外检测元件 1 中，在硅基片 2 的周边部分 9 中延伸的第一结构层 22 被构图以作为一膜使构成二极管 D1 和 D2 的区域 DN1，DN2 和 DP 彼此隔离。因而，在本实施例的红外检测元件 1 中，如上所述，在硅基片 2 的上表面 2a 之上形成由氮化硅制成的第一结构层 22 能够实现用于形成二极管的元件的隔离，并形成不会弯曲的足够薄的膜。于是，与图 27 所示的其元件的隔离和薄膜部分是使用氧化膜实现的红外检测元件相比，能够使薄膜部分薄到防止热逸出，并能够防止弯曲等变形而不会增加制造工艺的复杂性。这样，能够提供有高灵敏度和精确性的红外检测元件。

由氧化硅制成并在第一结构层 22 下面形成的第一结合层 21 是用于保证由氮化硅制成的第一结构层 22 与硅基片 2 之间的粘合性的一层。而且，在中心部分 10，多晶硅电导体 16 是通过作为蚀刻阻挡物的氧化膜 31 在第一结构层 22 上形成的，且铝电导体 15 是在多晶硅电导体 16 上形成的，以形成热电偶 14。另一方面，在周边部分 9，构成二极管 D1 和 D2 的导电区域 DN1，DN2 和 DP 是在硅基片 2 上形成的，以便由第一结构层 22 彼此隔离，且铝导线 36 在这些区域上形成。

此外，作为绝缘层的氧化膜 32，及用于平面化的氧化膜 33 被层叠而覆盖中心部分 10 及周边部分 9，氧化硅表面防护膜 38 和氮化硅表面防护膜 39 被层叠在这些氧化膜 32 和 33 上。在中心部分 10，在最上层上形成红外吸收体 11，以便覆盖热电堆 12 的热接点 17 之上的部分。红外吸收体 11 吸收红外辐射以增加温度，从而保证热接点 17 和冷接点 18 之间大的温差。其结果是，热电堆 12 的输出电压增加，而提高了温度测量的灵敏度。

图 5 到 12 简略示出制造本实施例的红外检测元件 1 的工艺过程。如图 5 所示，由氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 制成厚度小为大约  $400\text{\AA}$  的第一结合层 21 通过热氧化过程在 p-型硅基片 2 的上表面 2a 形成。第一结合层 21 包括一膜，用于增加与在其上形成的第一结构层 22 的粘合，该膜比在一般半导体制造

工艺中作为元件隔离膜而沉积的场氧化膜要薄。如上所述，第一结合层 21 是由氧化硅制成，具有压缩方向的内部应力，并在小厚度时易于弯曲。然而，由于第一结合层 21 薄，并如上所述，由具有拉伸方向内部应力的氮化硅制成的第一结构层 22 层叠在第一结合层 21 上，因而第一结合层 21 压缩方向的内部应力基本上不会对弯曲引起影响。

然后，由氮化硅( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )制成的厚度大约为 2500 Å 的第一结构层 22 通过低压 CVD 工艺在第一结合层 21 的上表面上形成。第一结构层 22 包括具有拉伸方向内部应力的膜，并且当以薄膜形式形成时，能够防止弯曲。在具有图 27 所示结构的红外检测元件中，场氧化膜厚度大约为 5000 到 7000 Å，以便对氧化膜赋予作为阻挡物足够的功能。然而，由氮化硅制成具有低蚀刻率的第一结构层降低厚度到大约 1/3。由于由氮化硅制成的第一结构层 22 是作为阻挡物，不必指望在第一结构层 22 之下形成的第一结合层 21 起到阻挡物的作用，因而降低了厚度。

然后，向第一结构层 22 涂敷光刻胶，并使其曝光和显影，然后使用光刻胶(图中未示出)作为掩模进行蚀刻对第一结构层 22 和第一结合层 21 构图。然后，使用第一结构层 22 作为隔离区，在设计要形成二极管 D1 和 D2 的硅基片 2 的周边部分 9 的区域中形成二极管 D1 和 D2。于是，以 35 KeV 用于加速的高电压向第一电导体层 DP 形成的区域 25 注入硼(B)离子，以形成具有  $4 \times 10^{15}$  离子/ $\text{cm}^2$  杂质浓度的 P+扩散层(第一电导体层)DP。而且，以 80 KeV 用于加速的高电压向第二电导体层 DN1 和 DN2 形成的区域 26 注入磷(P)离子，以形成具有  $4 \times 10^{15}$  离子/ $\text{cm}^2$  杂质浓度的 N+扩散层(第二电导体层)DN1 和 DN2。在每一电导体层形成之后，在 900℃和 20 min 的条件下进行退火，以便补偿在离子注入中产生的晶体缺陷并活化注入到区域 25 和 26 中的杂质。接下来，形成由第一结构层 22 彼此隔离的二极管 D1 和 D2。

然后，如图 7 所示，通过高温 CVD 工艺形成厚度大约 1000 Å 的氧化膜(HTO: 高温氧化物)31。这样沉积的氧化膜 31 包括具有低杂质扩散系数的硬膜。沉积氧化膜 31 能够防止杂质从叠层在氧化膜 31 上的金属层，即

构成热电偶 14 的多晶硅电导体 16 和铝电导体 15, 向硅基片 2 的扩散。

然后, 在氧化膜 31 上形成构成每一热电偶 14 的电导体之一的多晶硅电导体 16。从而, 使用硅烷( $\text{SiH}_4$ )气体通过 CVD 工艺形成厚度大约为 4000 Å 的多晶硅电导体 16。反应公式是  $\text{SiH}_4 \rightarrow \text{Si} + \text{H}_2$ 。多晶硅电导体 16 例如以作为施主杂质的磷掺杂, 然后通过热扩散而达到 15 ohm/sq 的薄膜电阻。

然后, 图中未示出的光刻胶被涂敷到多晶硅电导体 16 上, 并曝光和显影, 然后通过使用光刻胶作为掩模的蚀刻对多晶硅电导体 16 构图, 如图 8 所示以便使扩散层 DP, DN1 和 DN2 暴露。

然后, 如图 9 所示, 厚度大约为 1000 Å 的氧化膜(HTO)32 再次通过 CVD 工艺被沉积, 并进而通过 CVD 工艺在氧化膜 32 上沉积厚度大约为 8000 Å 的氧化膜(BPSG)33。氧化膜 33 包含 LTO(低温氧化物), 并赋予氧化膜本身以黏滞性以便形成能够被易于平面化的状态。因而, 在形成氧化膜 33 之后, 氧化膜 33 通过在 900 °C 和 20 min 的条件下的退火被平面化。在退火期间, 硼和磷易于在膜中扩散, 但是包含 HTO 的氧化膜 32 是在氧化膜 33 之下形成的, 因而通过膜 32 阻挡了硼和磷向硅基片的扩散。

在沉积膜的表面被平面化而形成铝金属膜能够被形成而不会有上述的断开的状态之后, 如图 10 所示, 对扩散层 DP, DN1 和 DN2, 及在硅基片 2 上形成的多晶硅电导体 16, 以及金属(铝金属)之间的导电性进行构图 35。就是说, 光刻胶(图中未示出)涂敷到氧化膜 33 上, 并曝光和显影, 然后使用光刻胶作为掩模对氧化膜 33 和 32 进行蚀刻, 使扩散层 DP, DN1 和 DN2, 及对应于多晶硅电导体 16 的热接点 17 和冷接点 18 的各部分暴露。

然后, 通过溅射汽相沉积法沉积铝, 以便在氧化膜 33 上填充由构图形成的凹陷并形成图中未示出的铝膜。然后, 将光刻胶涂敷到该铝膜上, 曝光并显影, 并通过使用光刻胶作为掩模进行蚀刻对该铝膜进行构图, 以形成金属导线 36 和铝电导体 15, 如图 11 所示。结果是, 铝电导体 15 连接到多晶硅电导体 16 而形成热接点 17 和冷接点 18。同时, 多个热电偶 14 串联形成热电堆 12。由于氧化膜(BPSG) 33 沉积在氧化膜 32 上并被平面化, 故在蚀刻期间能够防止铝电导体 15 和金属导线 36 的断开。

这样，在硅基片 2 的上表面 2a 上叠层的结构基本上完成。然后，如图 12 所示，通过使用 TEOS(原硅酸四乙酯)气体的等离子 CVD 工艺沉积厚度大约为 2000 Å 的表面防护膜(PADA)38。在沉积了膜 38 之后，涂敷 SOG(Spin On Glass)，并然后在 400°C 和 30 min 条件下焙烧。结果是，表面防护膜 38 被平面化。

本实施例中，通过等离子增强型 CVD 工艺，等离子氮化物膜(SixNy)作为厚度大约为 1000 Å 的第二表面防护膜(PADB)39 沉积到第一表面防护膜 38 上。两个表面防护膜 38 和 39 的厚度组合不限于以上情形，表面防护膜 38 的厚度可以是 2000，20000 或 6000 Å，而表面防护膜 39 的厚度根据表面防护膜 38 的厚度可以是 10000，5000 或 10000 Å。另外，可以沉积厚度为 30000 Å 的表面防护膜 38 以省略表面防护膜 39。上述其它层的厚度只是示例，厚度不限于以上的值。

表面防护膜是用于在硅基片 2 的最后蚀刻期间防止在硅基片 2 的上表面 2a 上形成的诸如铝电导体 15 和多晶硅电导体 16 等结构层的蚀刻。因而，对于厚度非常小的表面防护膜 39，表面防护膜 39 不正确地在不平坦的部分形成，以至引起蚀刻剂的进入，从而由于表面防护膜 38 的蚀刻可能破坏热电堆 12。因而，两个膜 38 和 39 的厚度最好根据蚀刻率适当地设置。

此外，金黑沉积在表面防护膜 39 上以形成厚度大约为 1 到 10 μm 的红外吸收体 11。最后，硅基片 2 的下部分 2b 被掩盖而留下中心部分 10，且硅基片 2 的中心部分 10 以 KOH 或 NaOH 作为蚀刻剂从下面被各向异性蚀刻。于是，硅基片 2 的中心部分 10 被去除而形成图 4 所示的红外检测元件 1。在蚀刻期间，第一结构层 22 起到防止过分蚀刻的阻挡物的作用。因而，硅基片 2 的中心部分 10 能够基本上完全被去除，在中心部分 10 形成所需厚度的薄膜部分 4。

本实施例的红外检测元件 1 能够通过上述的制造方法制造。本实施例的红外检测元件 1 包括由氮化硅而不是氧化硅制成并在硅基片 2 上形成的第一结构层 22。具体来说，在本实施例的红外检测元件 1 中，第一结构层 22 通过低压 CVD 工艺形成，这样第一结构层 22 包括具有在拉伸方向很强

的内部应力的膜。因而薄膜部分不大可能弯曲，能够降低因薄膜部分 4 的变形所至的热电堆 12 的测量误差。

此外，在蚀刻期间使得由氮化硅制成的第一结构层 22 起到阻挡物的作用。因而，起阻挡物作用的第一结构层 22 能够做得比场氧化膜作为阻挡物的结构薄，从而降低了薄膜部分 4 的热容量。这样热接点 17 的温度可迅速增加，而增加了响应速度。通过使第二结构 22 层变薄，能够减少从热接点 17 向冷接点 18 的热逸出。因而，热电堆 12 的测量误差能够进一步被降低而获得较高精度的温度。

此外，由氮化硅制成的结构层可被划分为两层。图 13 示出本发明一修改的实施例。在图 13 所示的红外检测元件 1a 中，在第一结构层 22 和氧化膜 31 之间形成第二结构层 41 和第三结构层 42。即，由氧化硅制成的厚度为 5500 Å 的第二结构层 41 沉积在厚度为 1000 Å 的第一结构层 22 上。由氮化硅制成的厚度为 2000 Å 的第三结构层 42 按与第一结构层 22 相同的生产方法沉积在第二结构层 41 上。此外，在第三结构层 42 上形成氧化膜 31。在氧化膜 31 上的结构及其生产方法与红外检测元件 1 相同。

在红外检测元件 1a 中，为防止薄膜部分 4 弯曲而有足够厚度的膜能够被划分为第一结构层 22 和第三结构层 42。因而，即使当第一结构层 22 和第三结构层 42 的厚度被设置为防止分开时，就整体而言在薄膜部分 4 中能够易于实现拉伸方向的应力。就是说，薄膜部分 4 不会弯曲，这样由于薄膜部分 4 的变形所至热电堆 12 测量误差能够被降低。

这样，通过使用氮化硅制成的结构层，薄膜部分 4 能够进一步变薄，变形能够被抑制。另外，能够基本上完全防止薄膜部分 4 的变形。而且，在红外检测元件 1 和 1a 中，用于检测冷接点 18 的温度的二极管 D1 和 D2 通过使用由氮化硅制成作为元件隔离区的结构层 22 结合到半导体基片 2。因而，能够通过二极管 D1 和 D2 与半导体基片 2 的直接接触确定半导体基片 2 的温度，这样与传统的包括组装的热敏电阻芯片的红外检测元件相比，能够精确地获得基准温度。此外，由于装有两个二极管 D1 和 D2 而获得正向电压降之间的差，从而允许进行如上所述简单而精确的温度测量。

如上所述,在本实施例的红外检测元件 1 和 1a 中,能够把因薄膜部分 4 的变形所至的热电堆 12 的测量误差降低到最小,且能够以高精度测量作为基准温度的冷接点的温度。因而,测量误差显著地降低以至允许温度测量有高精度。与热敏电阻不同,由于使用二极管的温度测量理论上与温度无关,因而不需要校正。这样的优点在于能够提供有宽测量范围的红外检测元件。

能够使用由氮化硅制成的第一结构层 22 形成二极管,且能够防止由于薄膜变形所至的误差,因而如上所述简化了制造工艺,并允许通过半导体制造工艺进行批量生产。因而,能够以低成本提供有高测量精度的红外检测元件。

此外,在本实施例的红外检测元件 1 和 1a 中,二极管 D1 和 D2 围绕多个热电偶 14 的冷接点 18 排布,使得冷接点的平均温度被检测到。因而,能够以高精度检测冷接点的温度。而且,电极沿导电条带排布,这些导电条带构成沿周边延伸的二极管 D1 和 D2,以便控制导电条带的电位。这是用来以高精度测量基准温度的结构。

于是,通过使用在本实施例的红外检测元件 1 和 1a 形成诸如临床温度计等温度测量装置,能够实现有高精度温度测量的温度测量装置。图 14 是表示使用本实施例的红外检测元件 1 的临床耳温度计的透视图。这一实施例的临床耳温度计 50 包括有易于以手平面抓握的伸长形状的外壳 51,以及可插入耳洞中的圆柱形探头 58,用于显示由温度计测量的体温的 LCD 55,通电开关 56 和电池盒 57 装设在前面 52。红外检测元件 1 包含在壳体 51 中,使得红外吸收体 11 面向探头 58 的远端 58a。因而,在耳洞内发射的红外辐射由红外检测元件 1 的红外吸收体 11 通过探头 58 接收,使得能够由热电堆 12 测量该温度。

于是,当操作装设在临床耳温度计 50 壳体 51 的背面 53 的测量启动开关 54 时,红外检测元件 1 的输出,即热电堆 12 的输出,由从二极管 D1 和 D2 的输出确定的温度,或冷接点 18 的温度校正,以高精度显示出体温(温度)。

图 15 是表示临床耳温度计 50 简化的电路结构的框图。本实施例的临床耳温度计 50 包括一温度推导部分 61，用于使用来自红外检测元件 1 的输出计算温度，测量启动开关 54，LCD 55，通电开关 56，及电池 57。温度推导部分 61 包括第一数据输出部分 71，用于向 CPU 63 提供二极管 D1 和 D2 的正向电压降之间的差，这是作为指示热电堆 12 冷接点 18 的温度  $T_r$  的信号，第二输出部分 72，用于向 CPU 63 输出热电堆 12 的输出电压，这是作为指示冷接点 18 和热接点 17 之间的温差  $\Delta T$  的信号，CPU 63，用于从数据输出部分 71 和 72 分别获得的温度  $T_r$  和温差  $\Delta T$  推导体温，并控制整个温度计，以及 RAM 64，作为 CPU 63 的各种操作的工作区。将通过来自二极管 D1 和 D2 的输出所确定的冷接点 18 的温度  $T_r$ ，添加到由来自热电堆 12 的输出所确定的冷接点 18 和热接点 17 之间的温差  $\Delta T$ ，以便推导出体温。推导出的体温显示在装设在外壳 51 的前面 52 的 LCD 55 上。

由于上述的红外检测元件 1 被结合到临床耳温度计 50 中，基于元件 1 的热电堆 12 的输出及二极管 D1 和 D2 的输出，能够以高精度不断地测量体温，而不受工作环境的影响。而且，能够使用半导体制造工艺以低成本提供红外检测元件 1，这样使用元件 1 的临床耳温度计 50 是小型而且廉价的。因而，临床温度计 50 能够易于购买和使用。

本实施例的红外检测元件 1 和 1a 不仅能够用于临床耳温度计，而且还能够用于其它类型的临床温度计，及其它类型的温度计。红外检测元件 1 和 1a 还是小型和低成本的，并能够以高精度测量温度，因而拓宽了应用范围。

已知在平行的平面中具有平面电极的 P-型硅基片上形成的平面二极管的平面结合部分，当通过在 P-型硅基片表面层中扩散 N-型杂质而形成 PN 结时，以及当用于元件隔离的氧化硅膜的绝缘层出现在硅基片表面时，由于施加到 PN 结的电压在绝缘层下 P-型硅基片表面层中形成 N-型反向层，且一电流通过 N-型反向层流过绝缘层与 P-型硅基片之间(例如，Takashi Tokuyama 所著的“Electronics Gijutu Zensho[3], MOS Device”，p300 - p305，由 Kogyo Chosa-kai Kabushiki Kaisha 发布(1973 年 8 月 20))。

因而,当平面二极管在 P-型硅基片上形成时,反向电流与 N-型反向层的面积成正比增加,并且反向电流使二极管的正向特性畸变,以至在精确温度测量中造成困难。作为对本实施例的红外检测元件 1 的研究结果,发明人发现,半导体 D1 和 D2 的输出电压(正向电压)不稳定地引起被测温度的温差。这样,为了获得能够有高精度温度测量的红外检测元件,发明人研发了如图 16 所示的一种使用 N-型硅基片的红外检测元件。

图 16 是表示根据本发明的另一实施例的红外检测元件的局部剖视图。在图 16 中,红外检测元件 1b 包括硅基片 2c,该基片含其中扩散有 N-电导型杂质(施主杂质)的 N-基片。在红外检测元件 1b 中,由氧化硅制成的第一接点层 21,由氮化硅制成的第一结构层 22,作为结合层的氧化膜 31,由构成热电偶 14 的多晶硅制成的电导体 16,两个氧化硅膜 32 和 33,及两个表面防护膜 38 和 39,从下面按顺序层叠在 N-型硅基片 2c 上,且红外吸收体 11 沉积在表面防护层 38 和 39 上。如上述实施例那样,由氮化硅制成的第一结构层 22 包括通过低压(降低的压力)CVD 工艺沉积的膜,以防止由第一结构层 22 支撑的薄膜部分 4 出现弯曲。

半导体基片 2c 的中心部分 10 从下面部分 2b 被蚀刻以形成薄膜部分 4。在 N-型硅基片 2c 中,薄膜部分 4 的周边部分在蚀刻之后留下以形成厚壁部分 3。红外检测元件 1b 包括 P+电导体层 DP1a 及 DP2a,它们是通过在 N-型硅基片 2c 的周边部分 9 的表层,即厚壁部分 3 中扩散诸如硼等 P-电导型杂质(受主杂质)形成的。而且,通过在电导体层 DP1a 与电导体层 DP2a 之间扩散诸如磷等 N-电导型杂质(施主杂质)提供 N+电导体层 DNa。

这些电导体层 DP1a、DP2a 及 DNa 构成了两个二极管 D1a 和 D2a。即,电导体层 DP1a 形成二极管 D1a 的阳极,而电导体层 DNa 形成二极管 D1a 的阴极。而且,电导体层 DNa 也形成二极管 D2a 的阴极,而电导体层 DP2a 形成二极管 D2a 的阳极。如以上实施例那样,使用同一阴极的二极管 D1a 和 D2a 的是围绕热电堆 14 的冷接点 18 装设的。

如图 17 所示,在本实施例的 N-型硅基片 2c 中形成的红外检测元件 1b 中,作为二极管 D1a 和 D2a 的阳极的电导体层 DP1a 及 DP2a 连接到阳极

端子 DA1 和 DA2, 且作为阴极的电导体层 DNa 连接到阴极端子 DK。

能够通过上述实施例的红外检测元件基本相同的方法形成本实施例的红外检测元件 1c。图 18 到图 25 简略示出用于制造本实施例红外检测元件 1b 的过程。

如图 18 所示, 在制造本实施例的红外检测元件 1b 中, 由厚度为小至 400 Å 的氧化硅( $\text{SiO}_2$ )制成的第一接点层 21 通过热氧化过程在硅基片 2c 的上表面 2a 上形成。第一接点层 21 包括一个膜, 该膜用于增加对在其上形成的第一结构层 22 的粘合性, 该膜比一般半导体制造过程中作为元件隔离物而沉积的场氧化膜要薄。

然后, 通过低压 CVD 工艺在第一结合层 21 的上表面上形成由氮化硅( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )制成的厚度大约为 2500 Å 的第一结构层 22。第一结构层 22 包括有拉伸方向内部应力的膜, 并能够防止当 N-型硅基片 2c 以薄膜形成时弯曲。

然后, 光刻胶(图中未示出)涂敷到第一结构层 22 上, 并曝光和显影, 然后通过使用光刻胶(图中未示出)作为掩模进行蚀刻对第一结构层 22 和第一结合层 21 进行构图, 如图 19 所示。然后, 使用第一结构层 22 作为隔离区, 在 N-型硅基片 2c 的周边部分 9 设计为形成二极管 D1a 和 D2a 的区域中形成二极管 D1a 和 D2a。于是, 以 80 KeV 用于加速的高电压使磷离子注入到形成第一电导体层 DNa 的区域 25a, 以形成杂质浓度为  $4 \times 10^{15}$  离子/ $\text{cm}^2$  的 N+扩散层(第一电导体层)。而且, 以 35 KeV 用于加速的高电压使硼离子注入到形成第二电导体层 DP1a 和 DP2a 的区域 26a, 以形成杂质浓度为  $4 \times 10^{15}$  离子/ $\text{cm}^2$  的 P+扩散层(第二电导体层)。

在形成每一电导体层之后, 在 900°C 和 20min 条件下进行退火, 以便补偿在离子注入中产生的晶体缺陷并活化注入到区域 25a 和 26a 中的杂质。然后, 通过第一结构层 22 形成彼此隔离的二极管 D1a 和 D2a。

然后, 如图 20 所示, 通过高温 CVD 工艺形成厚度大约为 1000 Å 氧化膜(HTO: 高温氧化物)31。然后, 构成每一热电偶 14 的电导体之一的多晶硅电导体 16 在氧化膜 31 上通过使用硅烷( $\text{SiH}_4$ )气体的 CVD 工艺形成为大约 4000 Å 厚度。然后, 光刻胶涂敷到多晶硅电导体 16, 并曝光和显影,

然后通过使用光刻胶作为掩模的蚀刻对多晶硅电导体 16 进行构图使电导体层 DNa, DP1a 和 DP2a 暴露, 如图 21 所示。

然后, 如图 22 所示, 再次通过 CVD 工艺沉积厚度大约为 1000 Å 的氧化膜(HTO)32, 并进而在氧化膜 32 上通过 CVD 工艺沉积厚度大约为 8000 Å 的氧化膜(BPSG)33。在氧化膜 33 形成之后, 通过在 900 °C 和 20 min 的条件下退火使氧化膜 33 平面化。

在沉积氧化膜 33 的表面被平面化而形成铝金属膜能够被形成而不会有断开的状态之后, 光刻胶(图中未示出)涂敷到氧化膜 33 上, 并曝光和显影。然后, 为了实现在 N-型硅基片 2c 中形成的扩散层(电导体层) DNa, DP1a 和 DP2a, 及多晶硅电导体 16, 和金属(铝金属)之间的导电性, 使用光刻胶作为掩模进行构图 35 使扩散层及对应于多晶硅电导体 16 的热接点 17 和冷接点 18 部分暴露, 如图 23 中所示。

然后, 通过溅射汽相淀积从氧化膜 33 上面沉积铝以便填充由构图形成的凹陷形成铝膜(图中未示出)。然后, 向铝膜涂敷光刻胶, 曝光并显影, 并通过使用光刻胶作为掩模的蚀刻对铝膜进行构图形成金属导线 36 和铝电导体 15, 如图 24 所示。结果是, 铝电导体 15 连接到多晶硅电导体 16 形成热接点 17 和冷接点 18。同时, 多个热电偶 14 串联而形成热电堆 12。这样, 层叠在半导体基片 2 的上表面 2a 的结构基本完成。

然后, 如图 25 所示, 通过使用 TEOS(原硅酸四乙酯)气体等离子 CVD 工艺沉积大约 2000 Å 厚度的表面防护膜(PADA)38 覆盖氧化膜 33, 铝电导体 15 和金属导线 36。在沉积膜 38 之后, 涂敷 SOG(Spin On Glass)并然后在 400 °C 和 30min 条件下焙烧。结果, 表面防护膜 38 被平面化。此外, 在表面防护膜 38 上通过等离子增强型 CVD 工艺沉积等离子氮化物膜(SixNy)作为厚度大约为 1000 Å 的第二表面防护膜(PADB) 39。

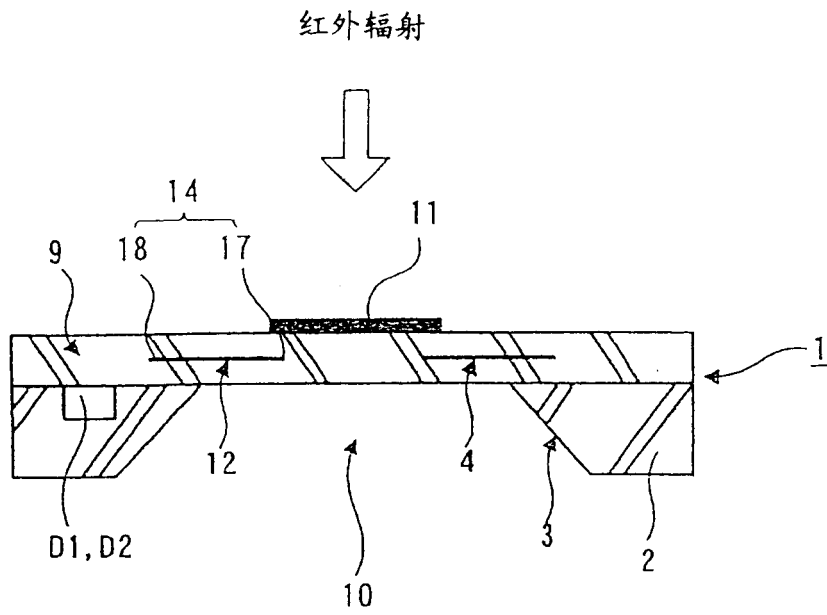
此外, 在表面防护膜 39 上沉积金黑形成厚度大约 1 到 10 μm 的红外吸收体 11。最后, N-型硅基片 2c 的下部分 2b 被掩盖留下中心部分 10, 且以 KOH 或 NaOH 作为蚀刻剂从下面各向异性地蚀刻 N-型硅基片 2c 的中心部分 10。于是, N-型硅基片 2c 的中心部分 10 被去除而形成图 16 所示的

红外检测元件 1c。

在上述使用 N-型硅基片 2c 形成的红外检测元件 1b 中,不会在第一结合层 21 下面形成 N 反向层,因而获得二极管 D1a 和 D2a 良好的正向特性。而且,与在 P-型硅基片上形成的二极管相比,二极管 D1a 和 D2a 的输出电压(正向电压)非常稳定,这样能够进行精确的温度检测。因而,使用本实施例的红外检测元件 1b,能够获得有高精度的温度测量元件。

即使当使用 N-型硅基片 1c 时,可以在第一结构层 22 和氧化膜 31 之间提供如图 13 所示的由氧化硅制成的第二结构层 41 及氮化硅制成的第三结构层 42。

如上所述,在本发明中,在半导体基片上形成由氮化硅制成的第一结构层而不是场氧化膜。第一结构层能够通过低压 CVD 工艺形成为在拉伸方向有内部应力的膜,这样能够防止薄膜部分弯曲。而且,能够防止第一结构层上形成的热电堆变形,而允许以高精度检测温差。此外,使用第一结构层彼此隔离了结合到半导体基片中的 PN 结,这样 PN 结能够同时结合到半导体基片,用于精确检测冷接点温度。因而,能够以低成本制造以高精度检测体温等温度的红外检测元件,并能够以低成本提供高精度的小型温度测量装置。



- 1: 红外检测元件
- 2: 硅基片
- 4: 薄膜部分
- 11: 红外吸收体
- 12: 热电堆
- 14: 热电偶
- D1, D2: 二极管

图 1

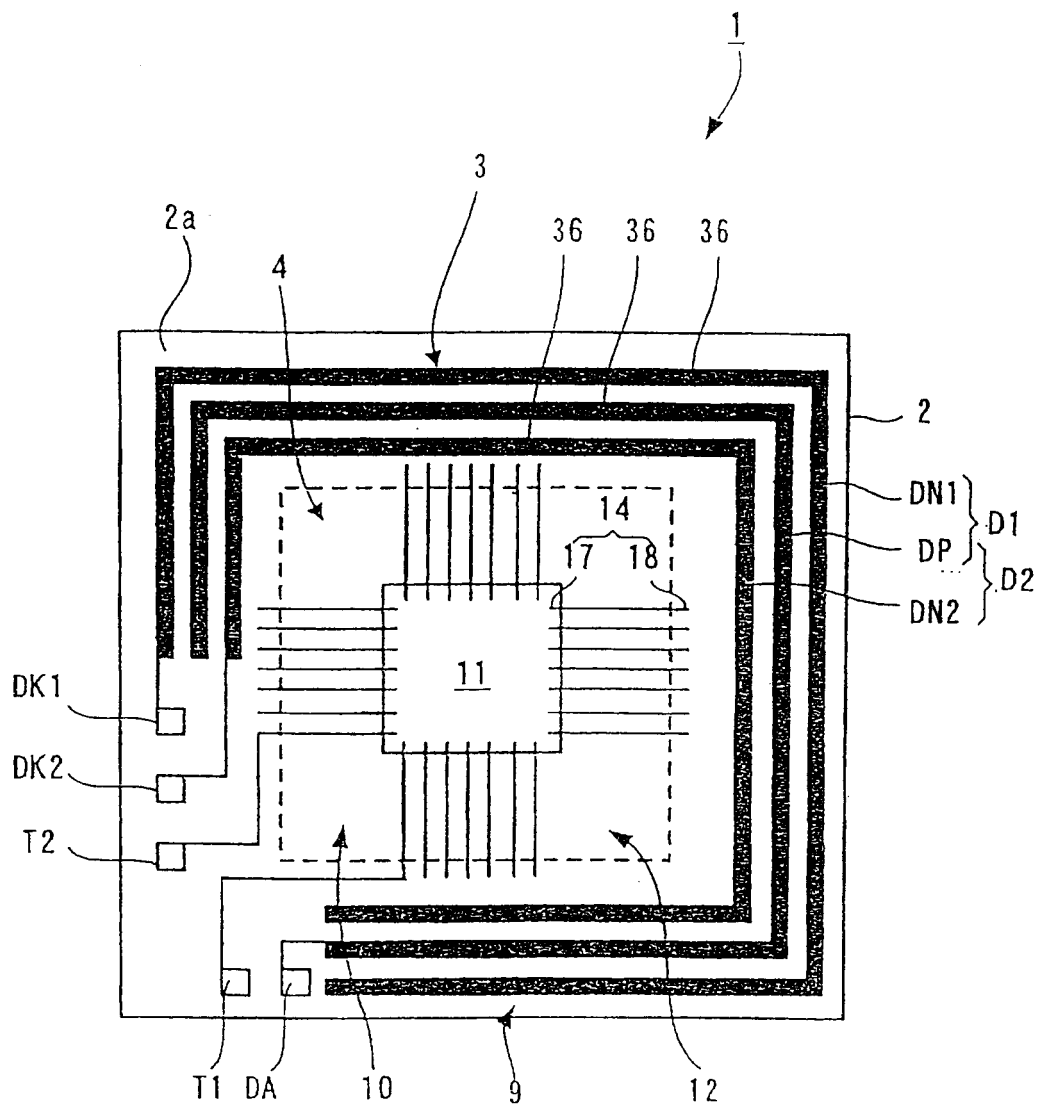


图 2

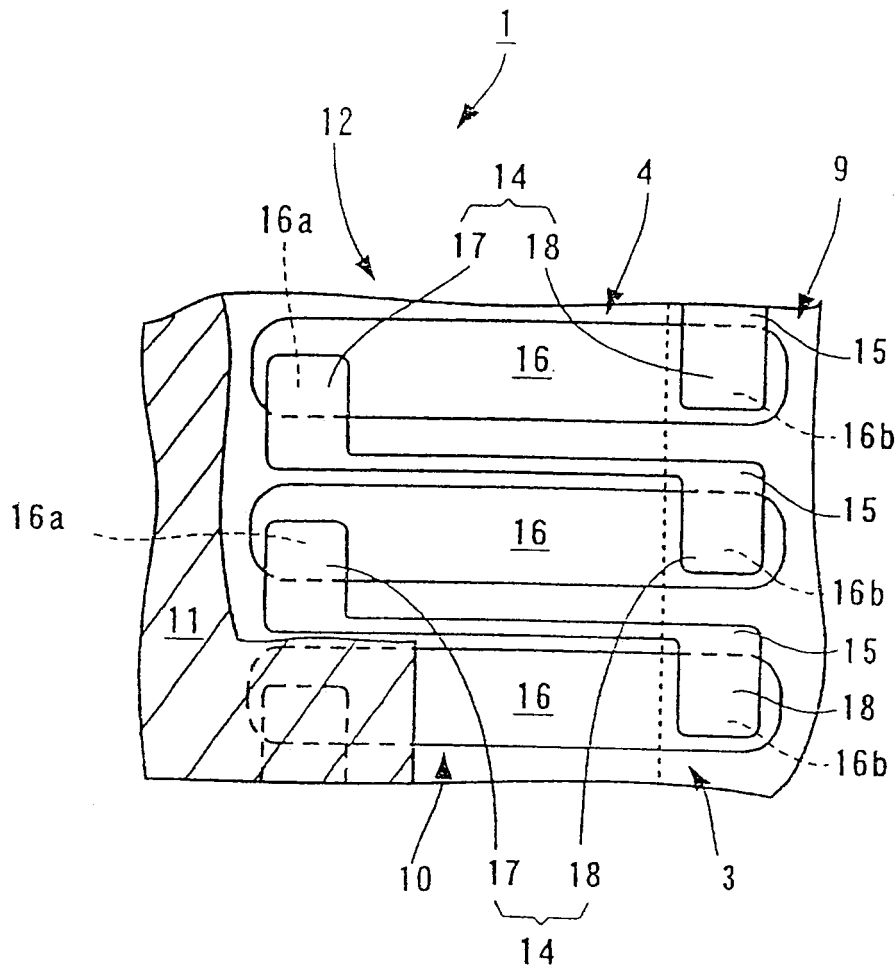
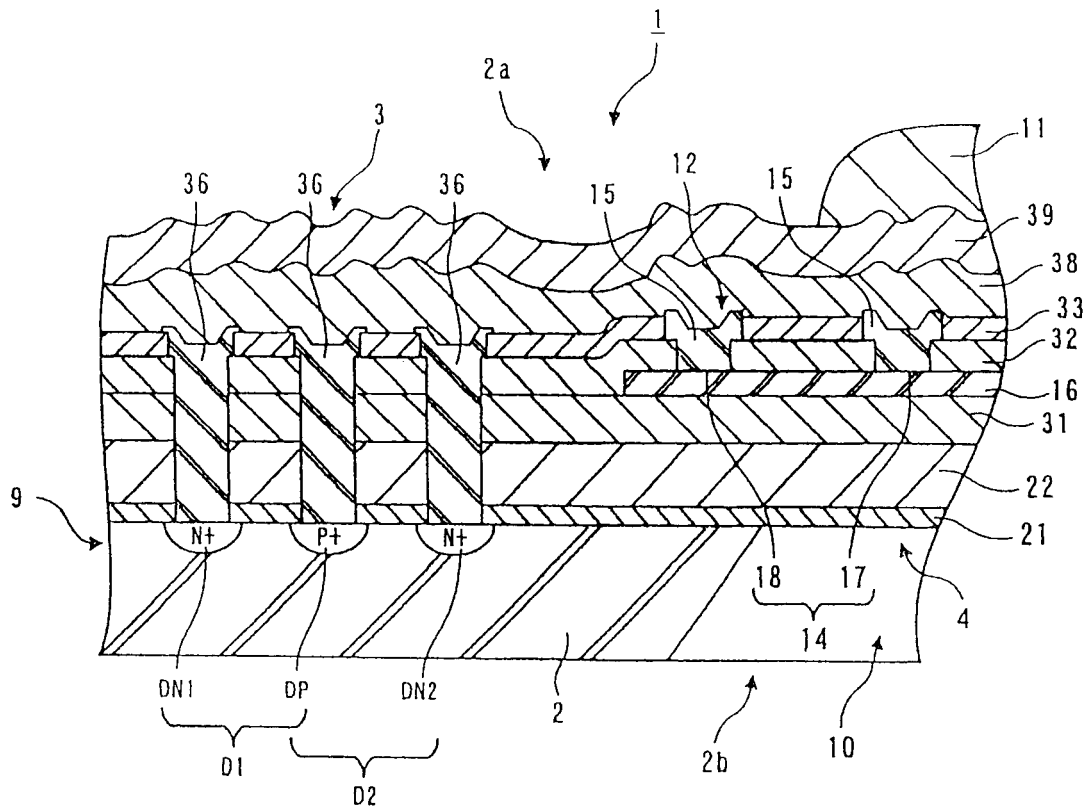


图 3



- |           |           |             |
|-----------|-----------|-------------|
| 1: 红外检测元件 | 14: 热电偶   | D1, D2: 二极管 |
| 2: 硅基片    | 17: 热接点   |             |
| 4: 薄膜部分   | 18: 冷接点   |             |
| 11: 红外吸收体 | 21: 第一结合层 |             |
| 12: 热电堆   | 22: 第一结构层 |             |

图 4

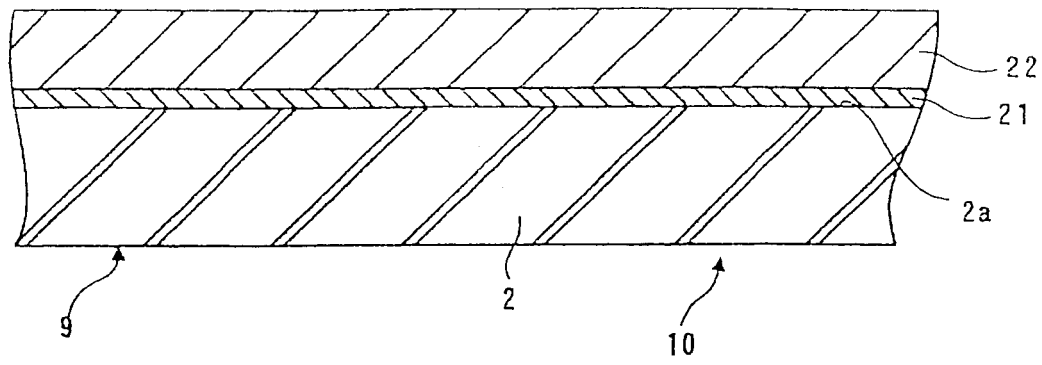


图 5

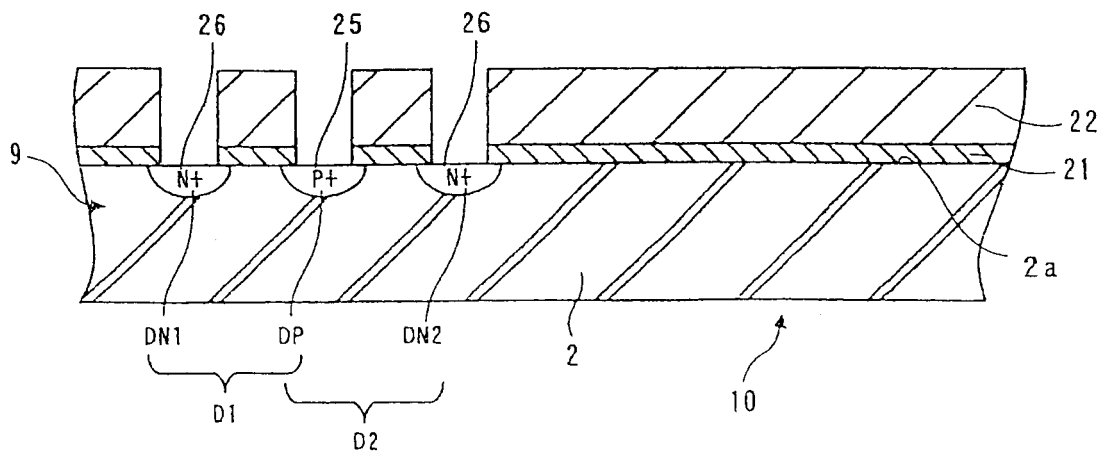


图 6

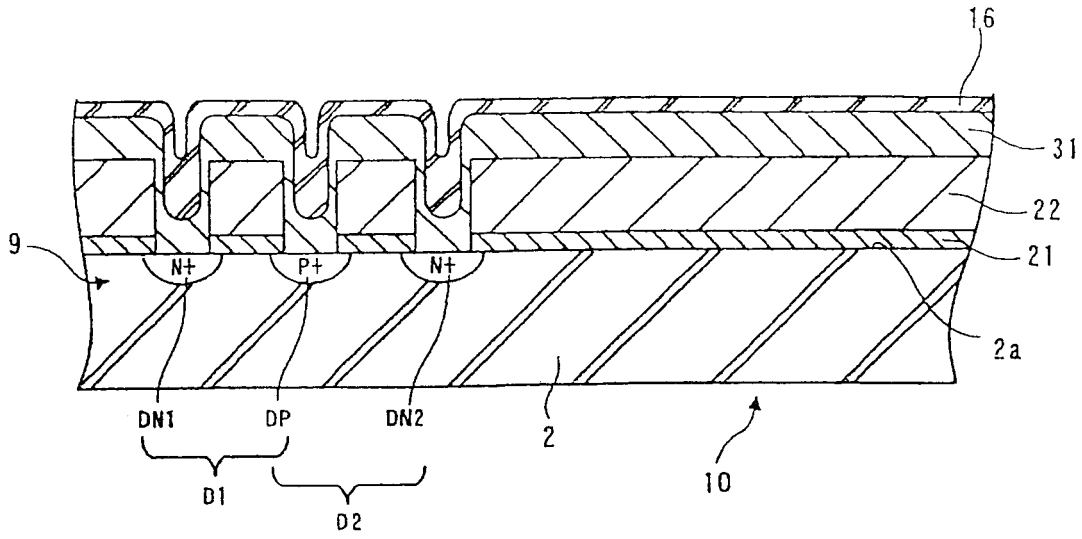


图 7

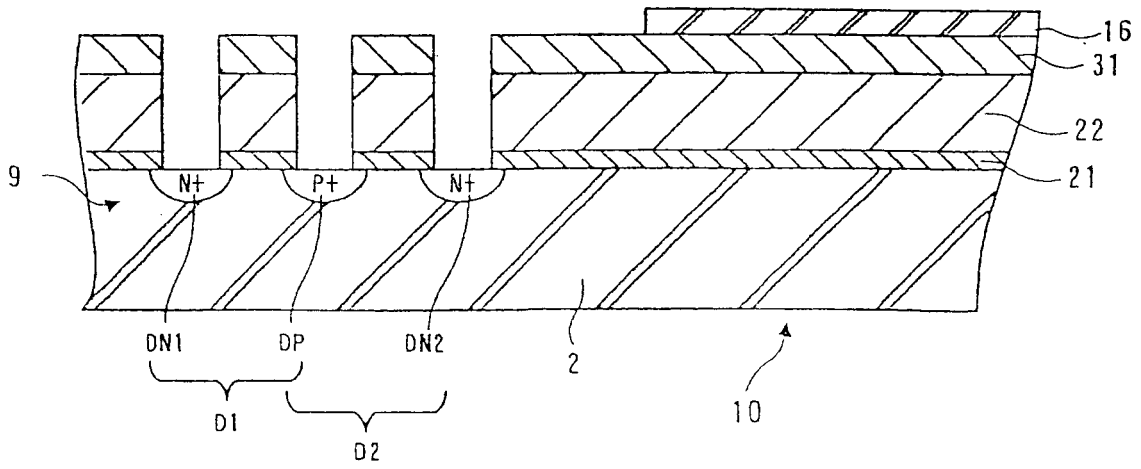


图 8

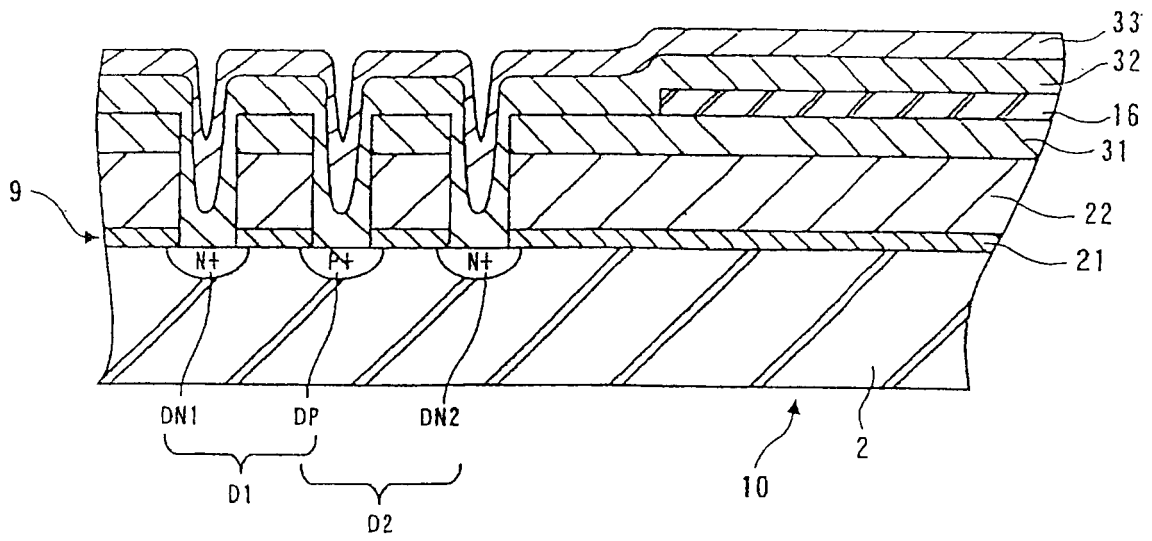


图 9

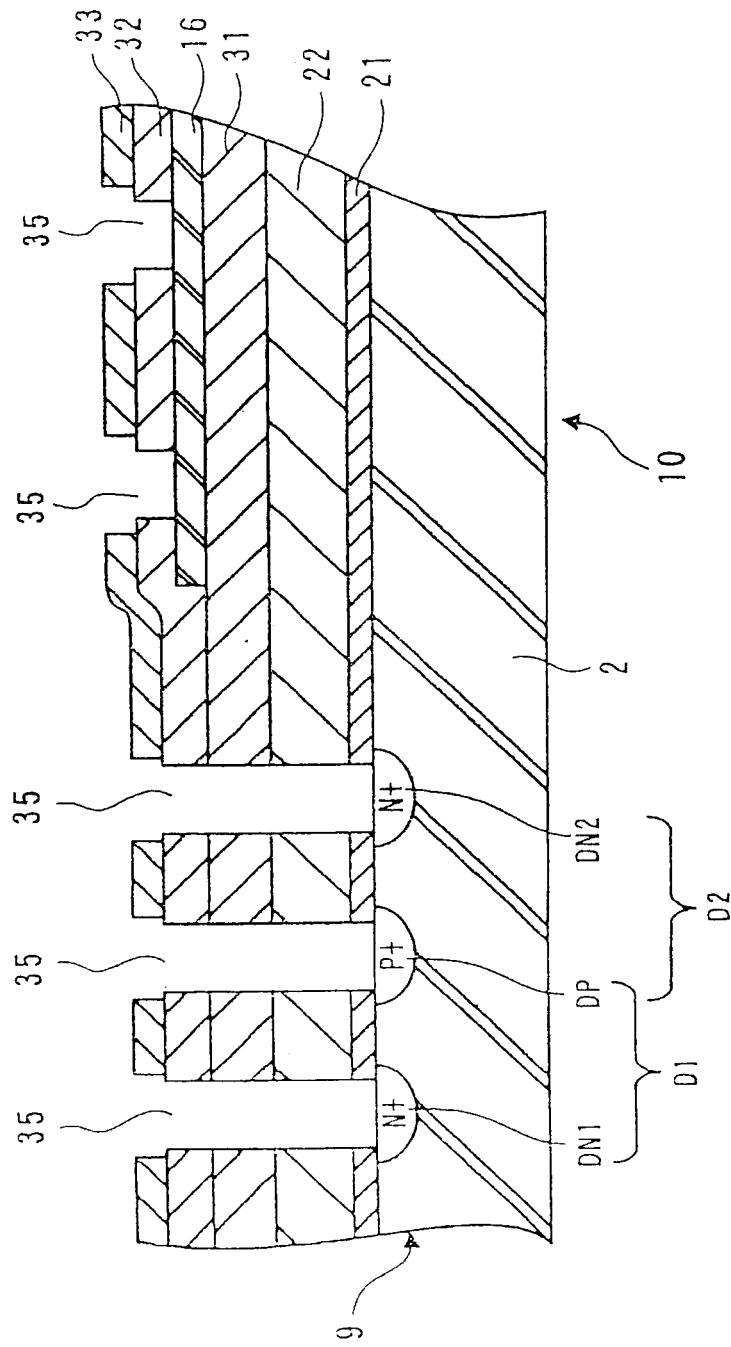


图 10

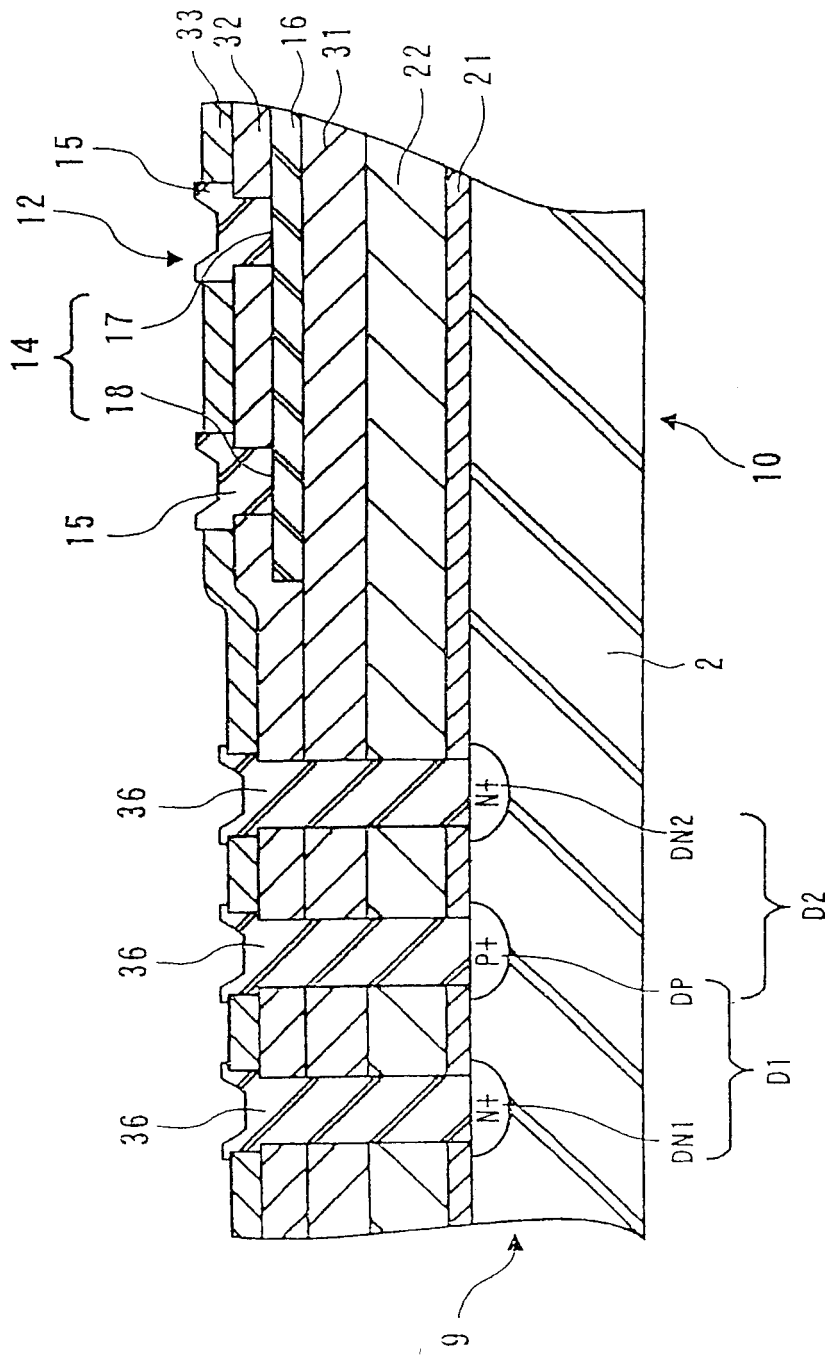


图 11





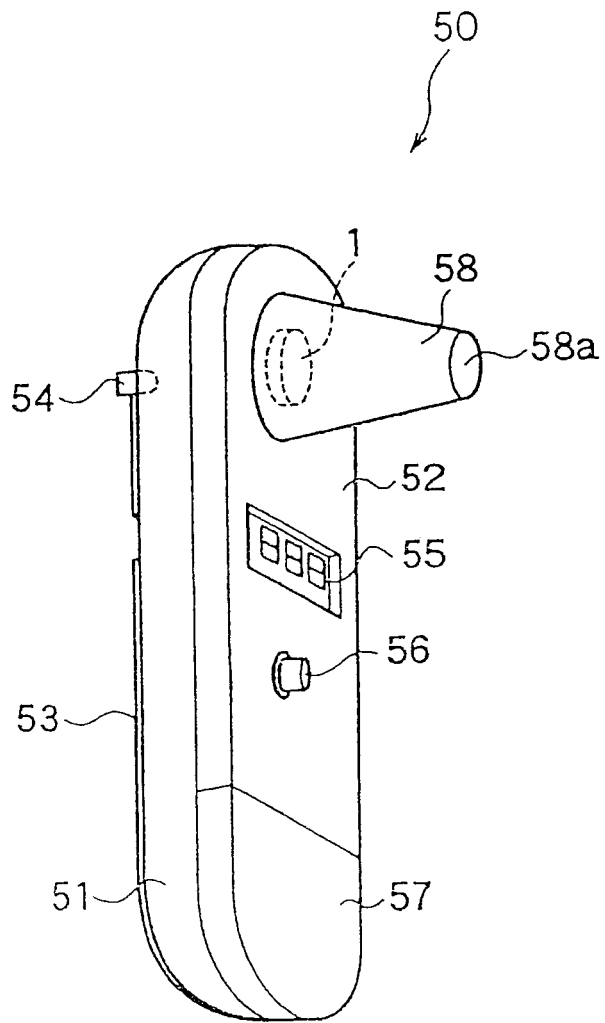


图 14

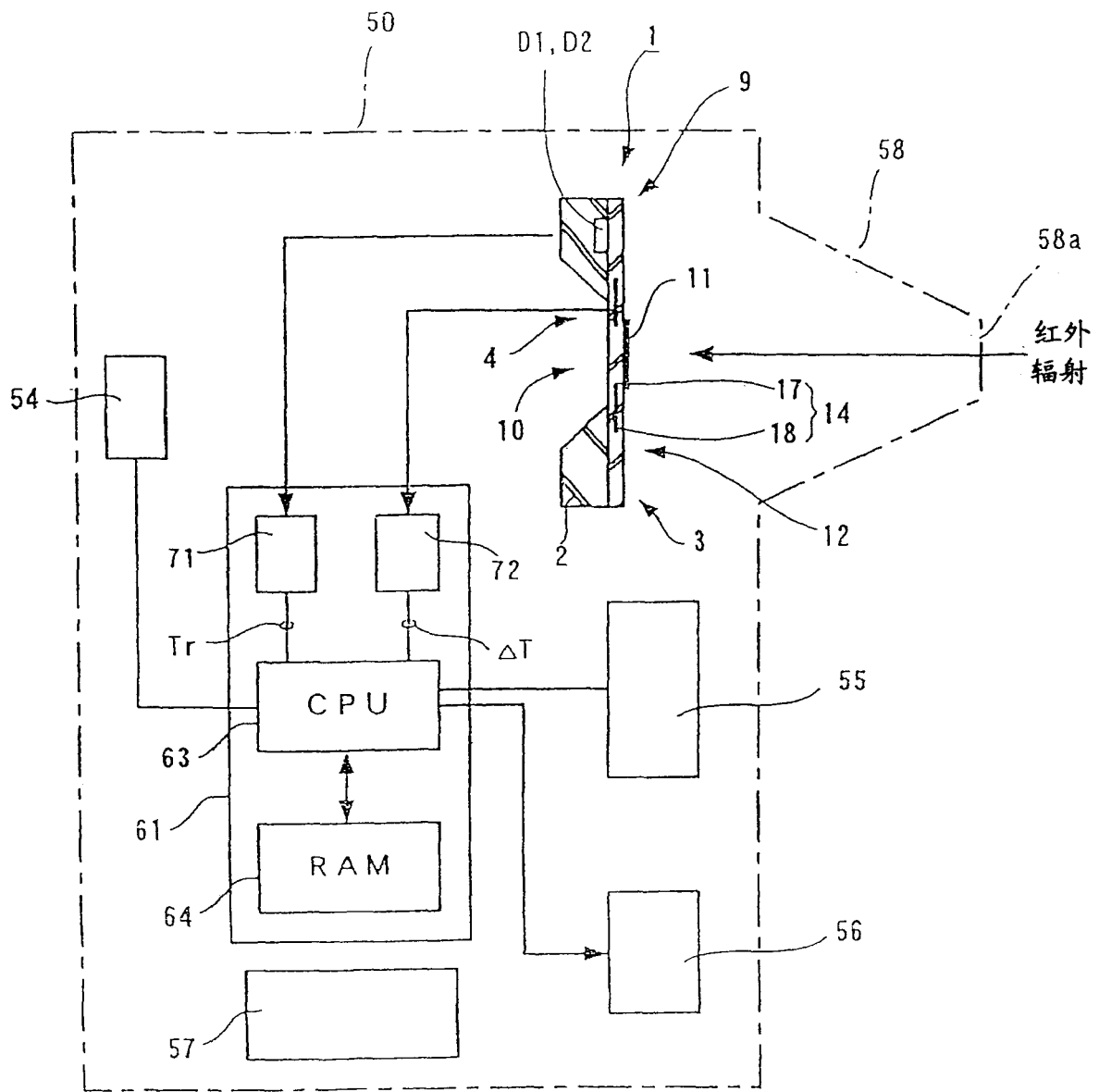


图 15



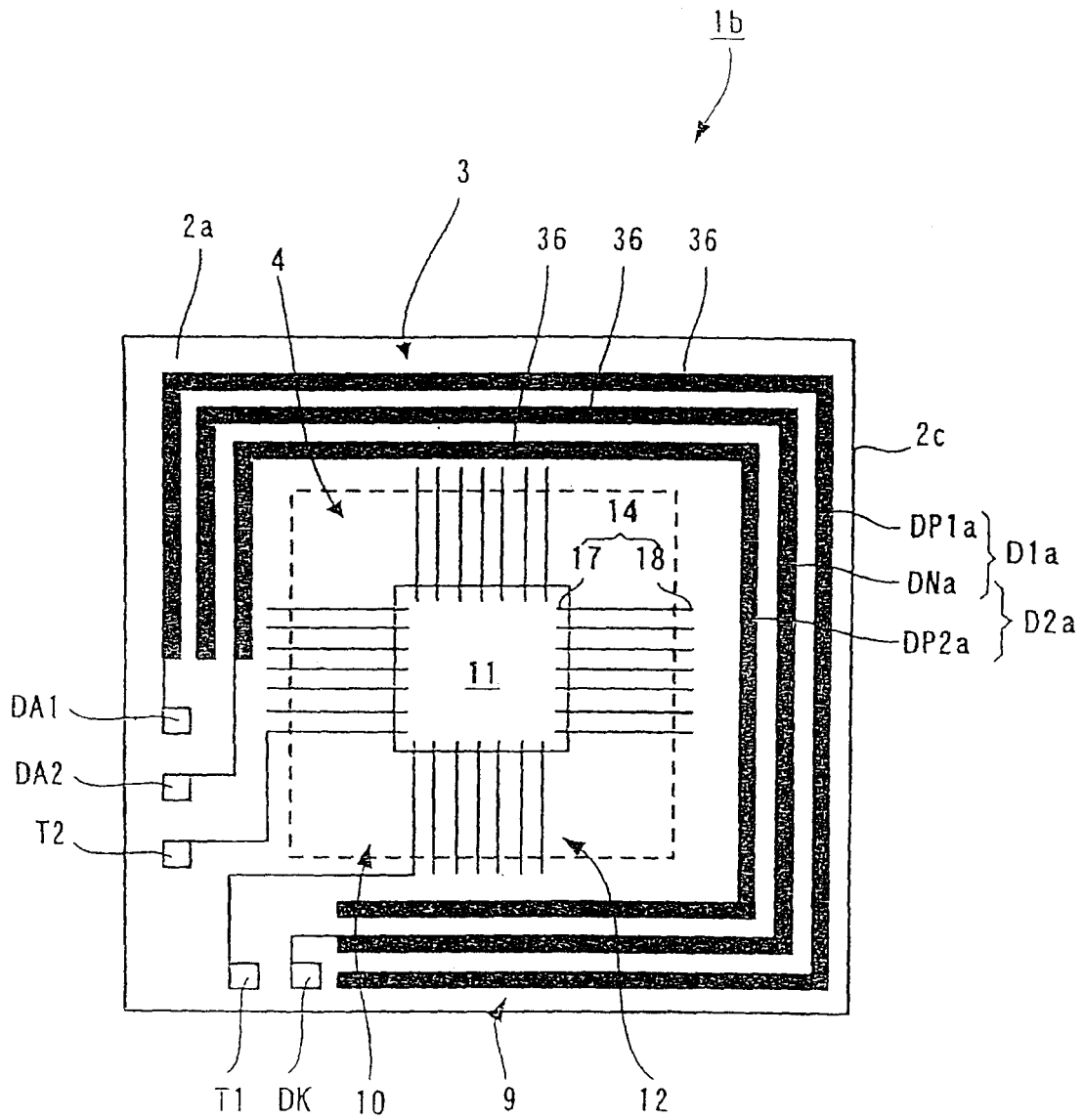


图 17

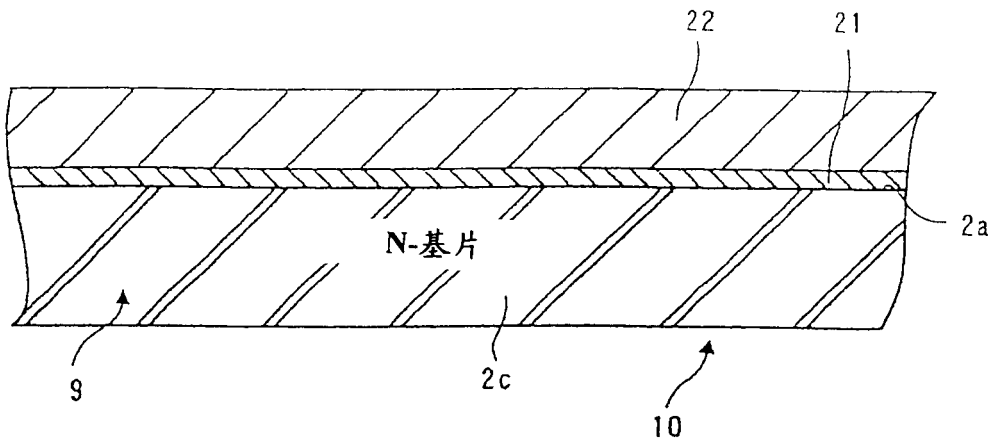


图 18

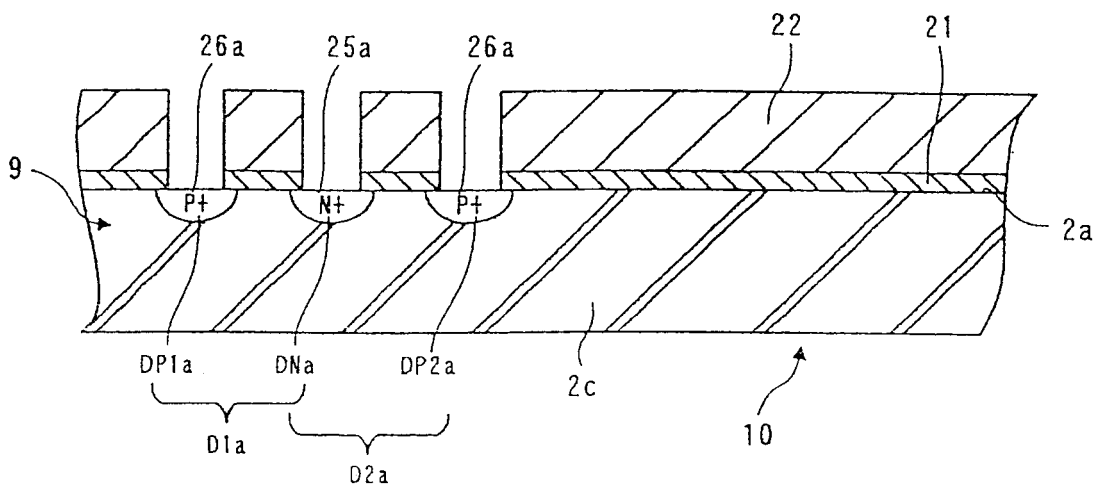


图 19

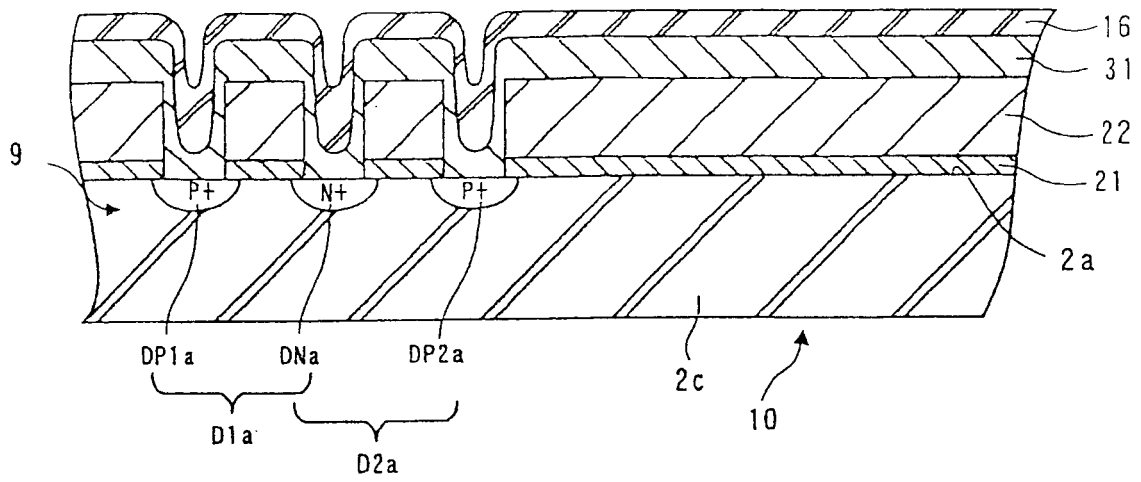


图 20

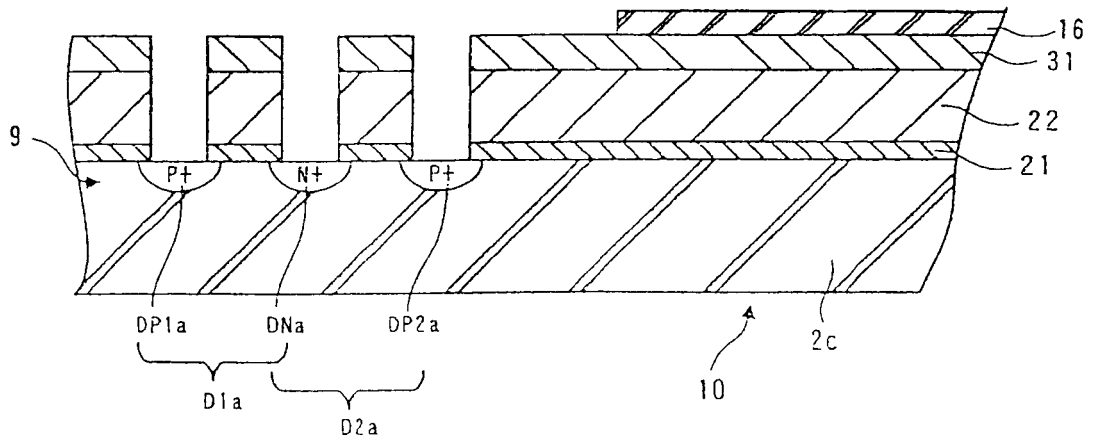


图 21

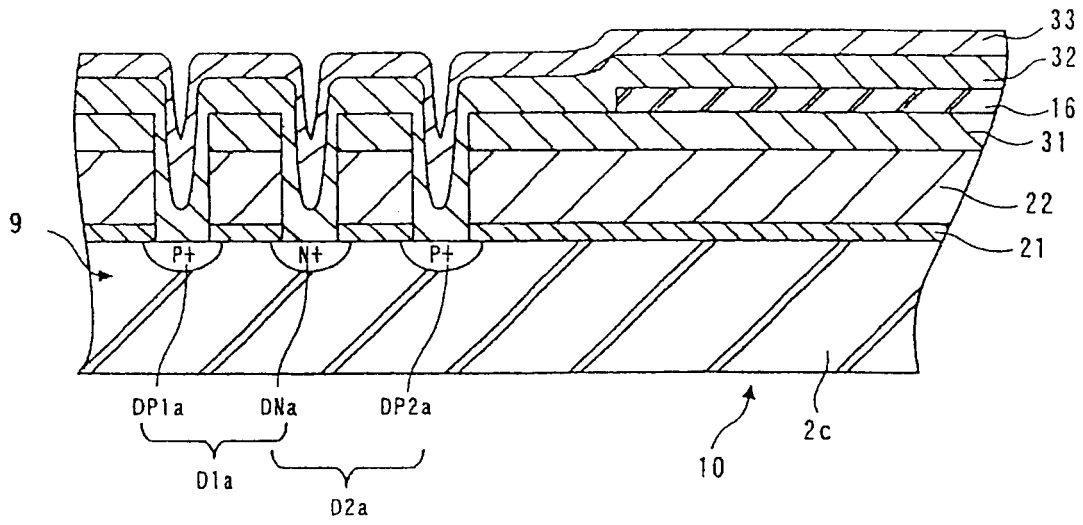


图 22

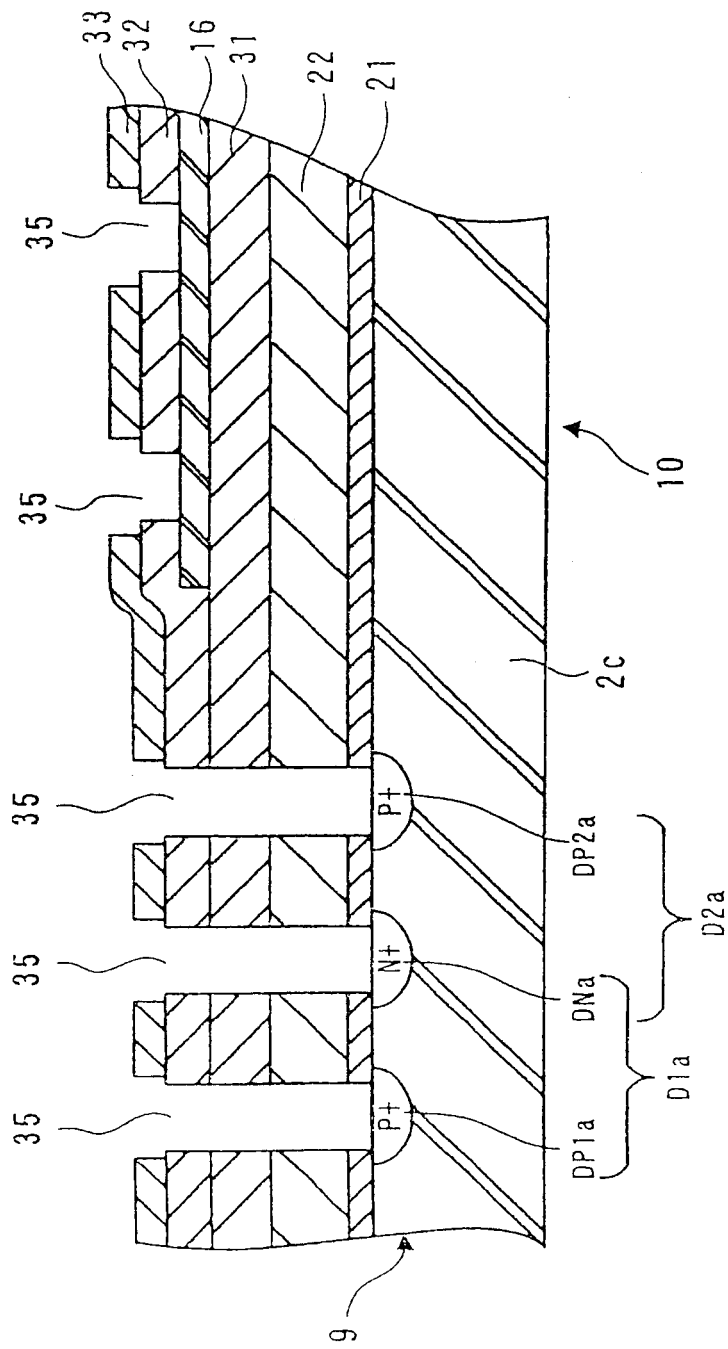


图 23

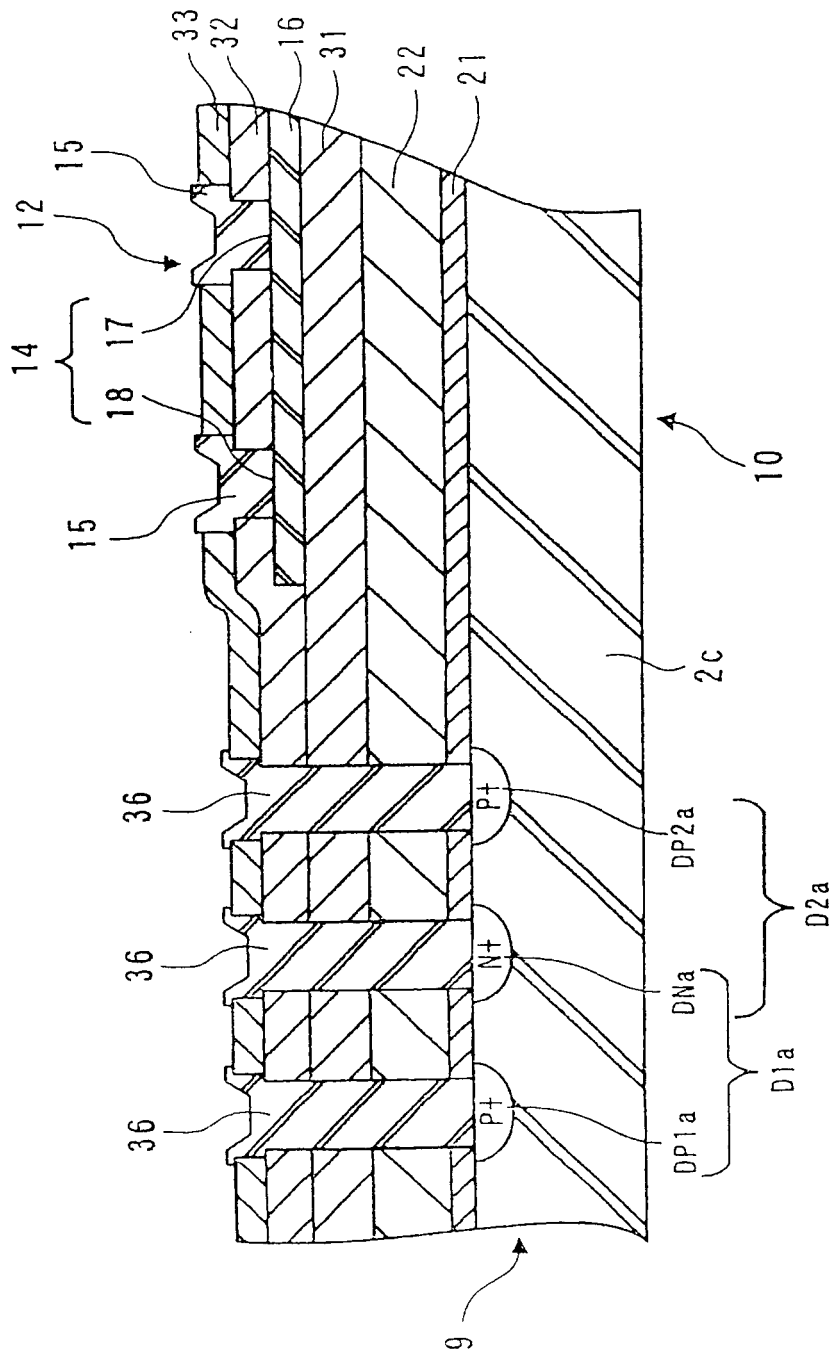


图 24

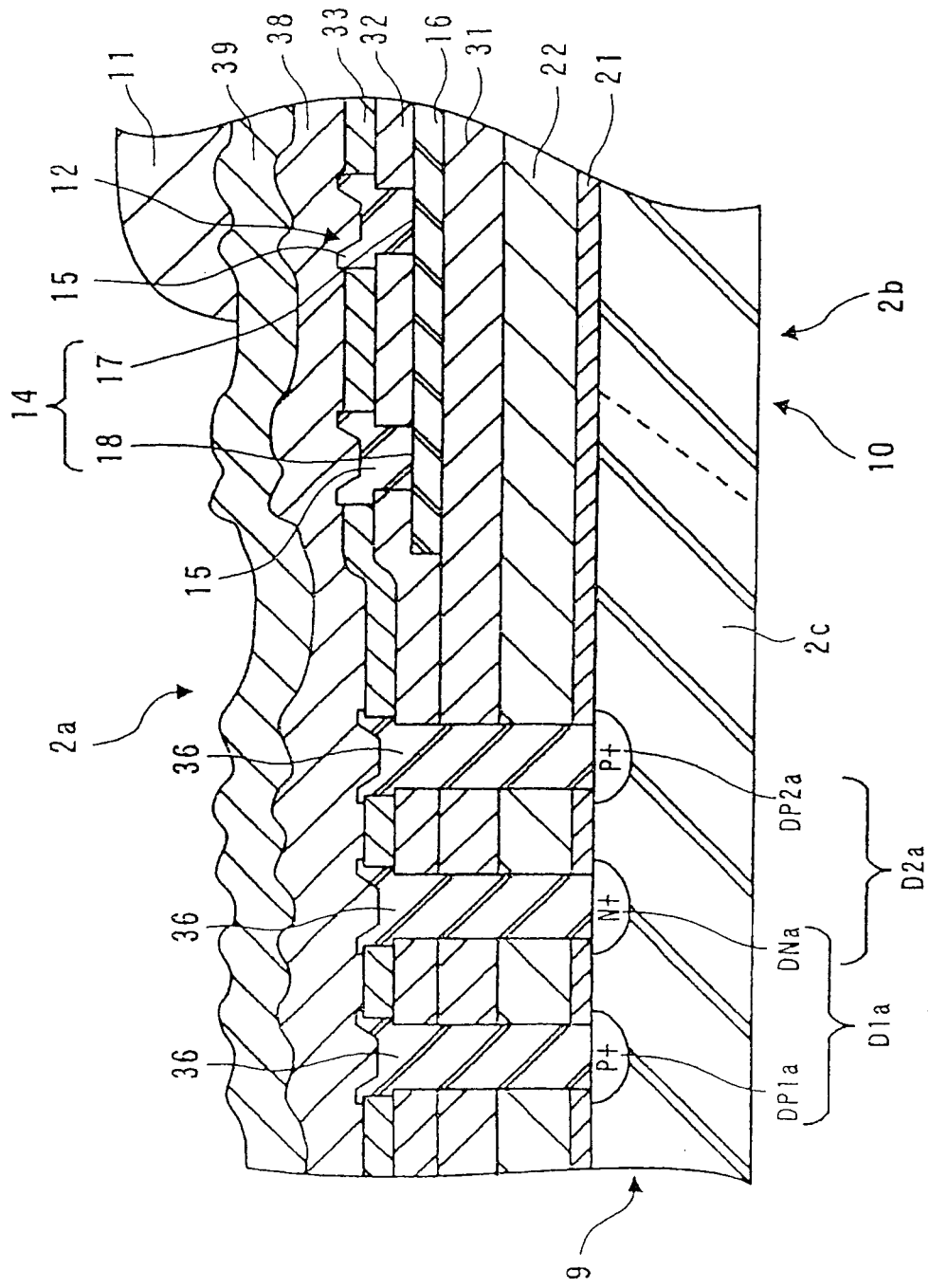


图 25

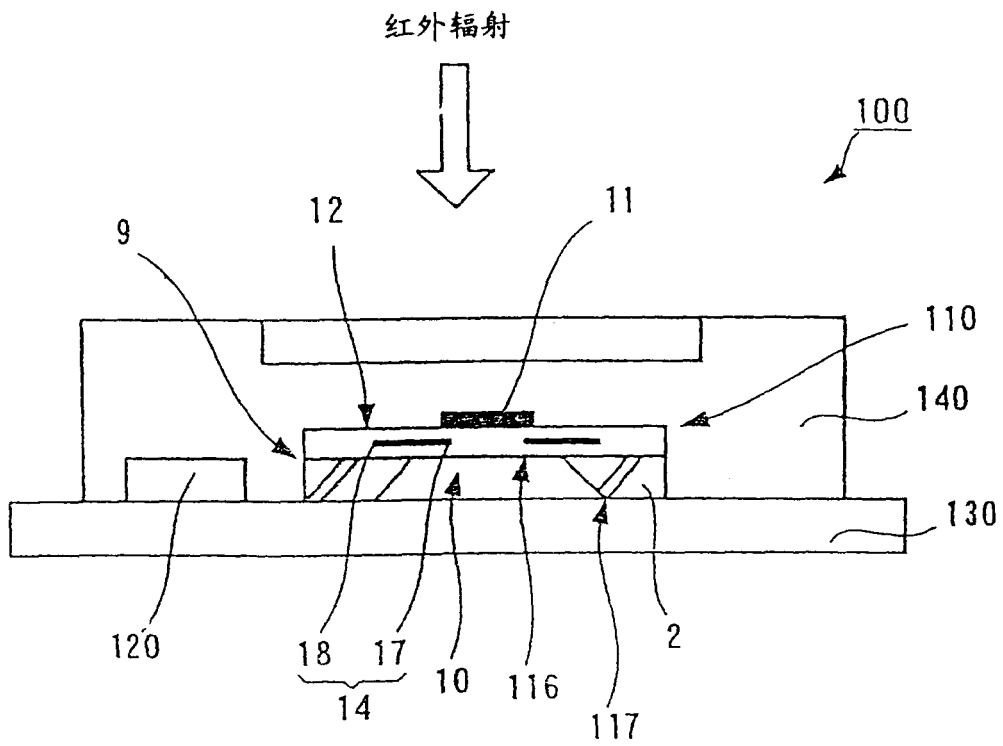


图 26

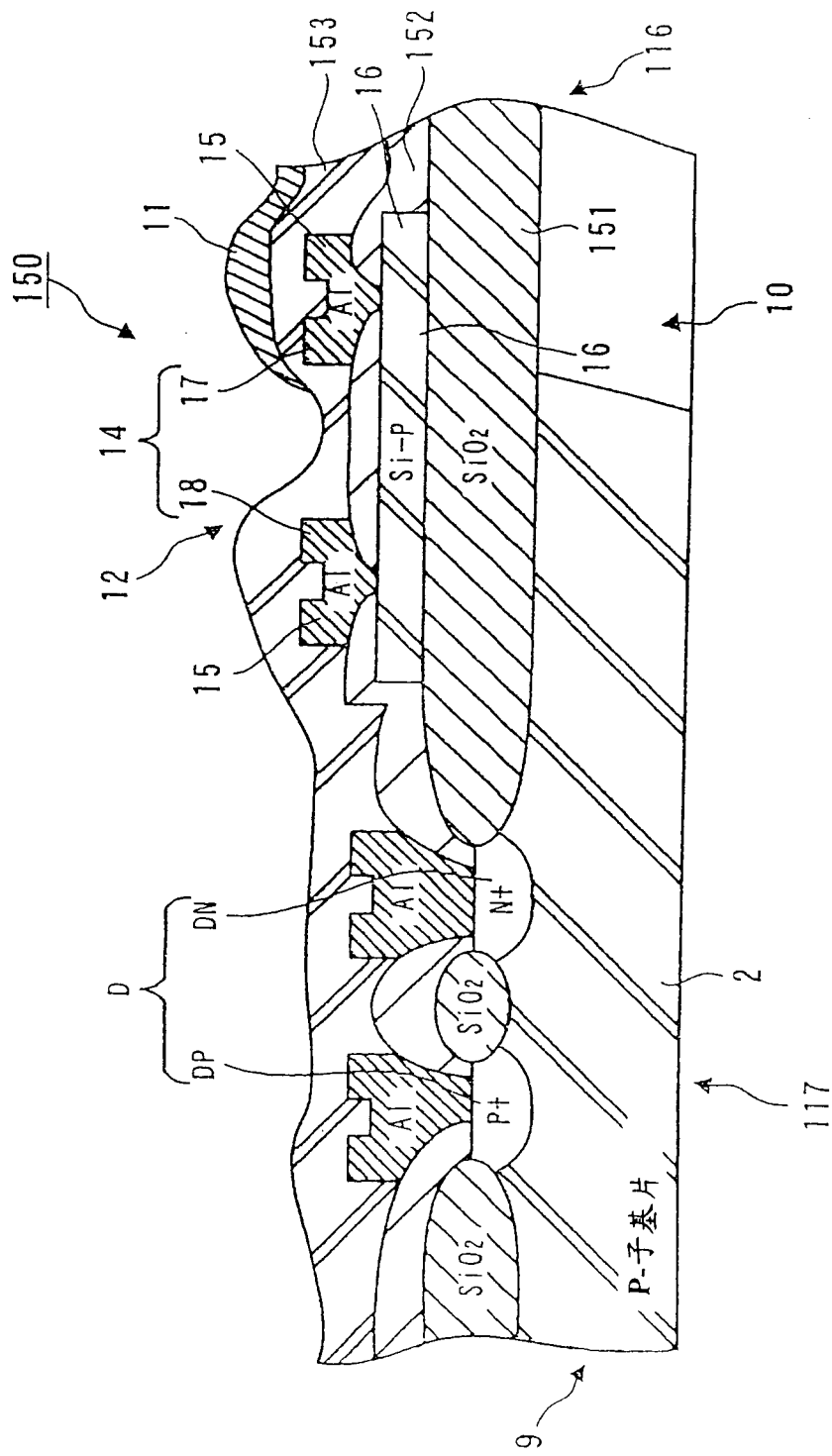


图 27

专利名称(译)	红外检测元件、制造这种元件的方法及温度测量装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN1457423A</a>	公开(公告)日	2003-11-19
申请号	CN02800474.4	申请日	2002-01-31
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
[标]发明人	佐藤茂美 山下秀人 萩原努		
发明人	佐藤茂美 山下秀人 萩原努		
IPC分类号	A61B5/01 G01J5/16 H01L23/00 G01J1/02 G01J5/02 A61B5/00 H01L27/14 H01L35/32 H01L37/00		
CPC分类号	G01J5/16		
代理人(译)	于静 李峥		
优先权	2001076033 2001-03-16 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种能够以低成本精确测量温度的热电堆红外检测元件。提供一种使用氮化硅膜作为第一结构层22构成薄膜部分4的结构红外检测元件1。与氧化硅不同，第一结构层22有拉伸方向的内部应力，并这样能够防止出现弯曲。而且，使用第一结构层22作为元件的隔离区在硅基片2中能够形成二极管D1和D2，这样能够防止由于环境的变化所引起的热电堆12的变形，以便抑制热电堆12的测量误差。此外，能够提供可使用二极管D1和D2精确检测冷接点温度的高精度红外检测元件。

