



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101535785 B

(45) 授权公告日 2011. 12. 28

(21) 申请号 200780041421. 7

(22) 申请日 2007. 11. 29

(30) 优先权数据

102006056579. 7 2006. 11. 30 DE

102007012115. 8 2007. 03. 13 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 05. 07

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2007/063007 2007. 11. 29

(87) PCT申请的公布数据

WO2008/065170 DE 2008. 06. 05

(73) 专利权人 奥斯兰姆奥普托半导体有限责任
公司

地址 德国雷根斯堡

(72) 发明人 阿恩特·耶格 彼得·施陶斯
克劳斯·施特罗伊贝尔
韦尔纳·库尔曼

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 陈炜 许伟群

(51) Int. Cl.

G01J 1/42(2006. 01)

G01J 3/36(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2004/0222359 A1, 2004. 11. 11,

US 5818977 A, 1998. 10. 06,

DE 10101457 A1, 2002. 07. 18,

DE 2920773 A1, 1980. 12. 04,

EP 1643565 A2, 2006. 04. 05,

EP 1521069 A2, 2005. 04. 06,

审查员 谢建军

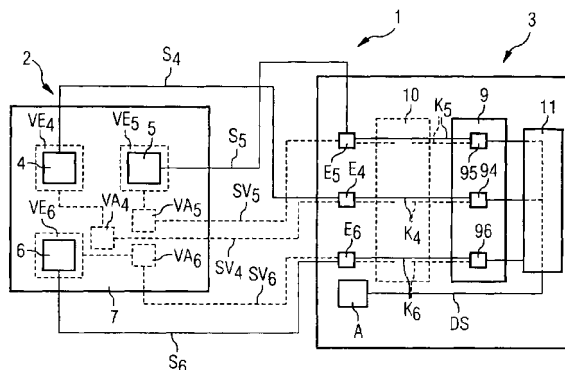
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 13 页

(54) 发明名称

具有可调节的光谱灵敏度的辐射检测器

(57) 摘要

本发明提出了一种辐射检测器 (1), 其具有: 检测器装置 (2), 该检测器装置具有多个检测器元件 (4, 5, 6), 借助所述检测器元件在辐射检测器工作中获得检测器信号 (DS); 以及调节装置 (3), 其中检测器元件分别具有光谱灵敏度分布 (400, 500, 600) 并且适于产生信号 (S4, S5, S6), 至少一个检测器元件包含化合物半导体材料, 并且所述检测器元件构建为用于检测可见光谱范围内的辐射, 辐射检测器构建为使得借助所述检测器元件的灵敏度分布形成辐射检测器的不同的光谱灵敏度通道 (420, 520, 620), 在灵敏度通道中借助检测器元件能够产生与相应的灵敏度通道关联的通道信号 (K4, K5, K6), 以及调节装置构建为使得不同地调节不同的通道信号对辐射检测器的检测器信号的贡献。



1. 一种辐射检测器 (1), 具有 : 检测器装置 (2), 该检测器装置具有多个检测器元件 (4, 5, 6), 借助所述检测器元件在辐射检测器工作中获得检测器信号 (DS); 以及调节装置 (3), 其中 :

- 检测器元件分别具有光谱灵敏度分布 (400, 500, 600) 并且适于产生信号 (S_4, S_5, S_6),
- 至少一个检测器元件包含化合物半导体材料, 并且所述检测器元件构建为用于检测可见光谱范围中的辐射,

- 辐射检测器构建为使得借助所述检测器元件的灵敏度分布形成辐射检测器的不同的光谱灵敏度通道 (420, 520, 620),

- 在灵敏度通道中借助检测器元件能够产生与相应的灵敏度通道关联的通道信号 (K_4, K_5, K_6), 以及

- 调节装置构建为使得不同地调节不同的通道信号对辐射检测器的检测器信号的贡献。

2. 根据权利要求 1 所述的辐射检测器, 其中调节装置使通道信号对检测器信号的贡献彼此不同地加权。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的辐射检测器, 其中辐射检测器的检测器信号借助通道信号的叠加来形成。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的辐射检测器, 其中调节装置具有多个输入端 (E_4, E_5, E_6), 通过这些输入端将检测器元件中产生的信号输送给调节装置, 并且不同的输入端与不同的检测器元件关联。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的辐射检测器, 其中调节装置具有多个调节端子 (94, 95, 96), 借助这些调节端子能够调节通道信号对检测器信号的贡献。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的辐射检测器, 其中借助不同的检测器元件中产生的两个信号来获得单个的通道信号。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的辐射检测器, 其中在对两个不同的检测器元件中产生的信号求差 (10) 的情况下获得通道信号。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的辐射检测器, 其中灵敏度通道在光谱中叠加。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的辐射检测器, 其中灵敏度通道叠加为使得可见光谱范围被覆盖。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的辐射检测器, 其中调节装置构建为使得辐射检测器能够作为环境光传感器来工作, 该环境光传感器具有根据人眼的灵敏度分布 (700, 702) 的检测器灵敏度的光谱分布。

11. 根据权利要求 10 所述的辐射检测器, 其中检测器灵敏度的光谱分布能够借助调节装置在适应光亮的人眼的灵敏度分布 (700) 与适应昏暗的人眼的灵敏度分布 (702) 之间切换。

12. 根据权利要求 1 或 2 所述的辐射检测器, 其中该辐射检测器能够作为色彩传感器来工作。

13. 根据权利要求 12 所述的辐射检测器, 其中该辐射检测器能够作为色彩传感器来工作用于检测三原色红、绿和蓝。

14. 根据权利要求 12 所述的辐射检测器, 其中调节装置构建为使得辐射检测器能够作

为环境光传感器来工作,该环境光传感器具有根据人眼的灵敏度分布(700,702)的检测器灵敏度的光谱分布,其中该辐射检测器借助调节装置不仅能够作为环境光传感器工作而且能够作为色彩传感器工作。

15. 根据权利要求1或2所述的辐射检测器,其中检测器装置具有半导体本体(200,401,501,601),该半导体本体包含检测器元件中的至少一个。

16. 根据权利要求15所述的辐射检测器,其中检测器元件具有用于产生信号的有源区(403,503,603),该有源区包含化合物半导体材料。

17. 根据权利要求15所述的辐射检测器,其中多个检测器元件单片地集成在共同的半导体本体(200)中。

18. 根据权利要求15所述的辐射检测器,其中半导体本体(200,401,501,601)外延生长。

19. 根据权利要求1或2所述的辐射检测器,其中辐射检测器具有多个分离的并排设置的检测器元件。

20. 根据权利要求1或2所述的辐射检测器,其中多个检测器元件包含化合物半导体材料。

21. 根据权利要求1或2所述的辐射检测器,其中多个检测器元件被构建为用于检测在可见光谱范围中的辐射。

22. 根据权利要求1或2所述的辐射检测器,其中该辐射检测器具有三个或者更多个灵敏度通道。

23. 根据权利要求22所述的辐射检测器,其中该辐射检测器具有五个或者更多个灵敏度通道。

24. 根据权利要求1或2所述的辐射检测器,其中该辐射检测器具有一个或者多个窄带的灵敏度通道(801,...,809)。

25. 根据权利要求1或2所述的辐射检测器,其中化合物半导体材料是III-V族半导体材料。

26. 根据权利要求25所述的辐射检测器,其中化合物半导体材料是来自材料系 $\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ 的III-V族半导体材料,其中 $0 \leq x \leq 1$ 以及 $0 \leq y \leq 1$ 。

27. 根据权利要求1或2所述的辐射检测器,其中调节装置实施为集成电路。

具有可调节的光谱灵敏度的辐射检测器

[0001] 本发明涉及一种辐射检测器。

[0002] 本发明的任务是提出一种辐射检测器，该辐射检测器可以以可变的方式使用。

[0003] 该任务通过具有权利要求 1 的特征的辐射检测器来解决。有利的扩展方案和改进方案是从属权利要求的主题。

[0004] 根据本发明的辐射检测器包括检测器装置，该检测装置具有多个检测器元件，借助这些检测元件在辐射检测器工作中获得检测器信号。此外，辐射检测器具有调节装置。检测器元件分别具有光谱灵敏度分布并且适于产生信号。在此，至少一个检测器元件包含化合物半导体材料，并且该检测器元件被构建为用于检测在可见光谱范围中的辐射。此外，辐射检测器被构建为使得借助检测器元件的灵敏度分布形成辐射检测器的不同的光谱灵敏度通道。在灵敏度通道中可以借助检测器元件产生与相应的灵敏度通道关联的通道信号。此外，调节装置被构建为使得不同的通道信号对辐射检测器的检测器信号的贡献可以被不同地调节并且优选被不同地调节。

[0005] 合乎目的的是，调节装置与检测器装置导电地相连。这样，检测器装置中产生的信号可以以简化的方式被输送给调节装置。

[0006] 化合物半导体材料特别适于检测可见光谱范围中的辐射。尤其是与元素半导体材料硅相比可以看到这一点。硅在红外光谱范围中具有特别高的灵敏度。对于将硅用于检测可见辐射的情况，必须费事地通过外部滤光器将红外辐射成分从射到检测器上的辐射中过滤掉，以便防止红外辐射成分影响检测器信号。

[0007] 而如果使用化合物半导体材料用于检测，则化合物半导体材料可以被简化地选择为使得其在红外光谱范围中是比较不灵敏的。这样可以避免针对长波红外辐射使用费事的外部滤光器。一方面这样减小了位置需求而另一方面降低了制造成本，因为外部滤光器比如干涉滤光器会极大地提高辐射检测器的总成本。

[0008] III-V 化合物半导体材料特别适于检测可见辐射，例如波长在 420nm 到 700nm 之间（包括两端值）的可见辐射，因为 III-V 化合物半导体材料在可见光谱范围中可以具有特别高的效率。在 III-V 化合物半导体材料中，来自材料系 $\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ （其中 $0 \leq x \leq 1$ 以及 $0 \leq y \leq 1$ ，优选 $x \neq 0, y \neq 0, x \neq 1$ 和 / 或 $y \neq 1$ ）的化合物半导体材料是特别适合的。借助来自材料系 (In, Al, Ga)P 的化合物半导体材料可以检测在整个可见光谱范围上的辐射。通过组合和尤其是通过 Al 含量的选择，可以调整由该材料系构成层的带隙。由于 InGaAlP 在红外光谱范围中不是非常灵敏的，所以已经可以通过带隙调整相应检测器元件的光谱灵敏度分布的长波的边界波长，尤其是可见光谱范围中的边界波长。对此并不需要外部滤光器。

[0009] 检测器元件的光谱灵敏度分布通过在相应检测器元件中产生的信号的强度（例如光电流的强度或者与此相关的量）与入射到检测器元件上的辐射的波长的相关性来确定。

[0010] 借助调节装置可以调整检测器灵敏度的预先给定的光谱分布，即整个辐射检测器的光谱灵敏度分布。整个辐射检测器的灵敏度分布例如从辐射检测器的输出信号与入射辐

射的波长的相关性得到,其中输出信号可以在通过调节装置之后被获得。因此,通过不同地调节不同的通道信号对整个检测器信号的贡献,可以由调节装置调整辐射检测器的预先给定的灵敏度分布。

[0011] 优选地,不同通道信号对辐射检测器的检测器信号的贡献的相对权重借助调节装置来调节。尤其是,调节装置可以将通道信号对检测器信号的贡献相对于彼此不同地进行加权。通过通道信号对整个检测器信号的贡献的不同权重,可以调整辐射检测器的预先给定的灵敏度分布。在此,相应的通道信号或灵敏度通道的相应光谱分布借助调节装置有针对地被减弱或者增强。

[0012] 随后,可以使不同地被加权的通道信号叠加,使得检测器信号根据检测器灵敏度的预先给定的分布来表现。辐射检测器的检测器信号尤其是可以借助优选被不同地加权的通道信号的叠加(例如借助相加)来形成。多个通道信号可以贡献于辐射检测器的检测器信号。优选的是,通道信号在调节装置中叠加。对于所希望的检测器灵敏度不必要的通道信号在此可以不予考虑。例如,对此一个通道信号对检测器信号的贡献在调节装置中被抑制。

[0013] 通过调节装置,于是可以借助预制的检测器装置实现辐射检测器的不同的灵敏度分布。所得到的检测器灵敏度分布于是从各个灵敏度通道的不同的权重中得到。

[0014] 特别优选的是,辐射检测器的不同灵敏度通道的数目对应于检测器元件的数目。

[0015] 不同的灵敏度通道优选在不同的波长的情况下具有其相应的灵敏度最大值。

[0016] 在一个优选的扩展方案中,调节装置具有多个输入端,通过这些输入端可以将检测器元件中产生的信号输送给该调节装置。优选地,不同的检测器元件或者不同的灵敏度通道尤其是分别与不同的输入端关联。特别有利的是,检测器元件或者灵敏度通道分别与各自的输入端关联。

[0017] 在另一优选的扩展方案中,该调节装置具有多个调节端子,借助这些调节端子可以调节通道信号对检测器信号的贡献。优选地,灵敏度通道的数目对应于调节端子的数目。各个通道信号的贡献可以通过调节端子优选彼此无关地进行调整。

[0018] 通过调节端子例如可以不同地调整对通道信号的放大因数,借助这些放大因数而相对于彼此相应地增强或者减弱通道信号。对此,调节装置合乎目的地包括特别是可调节的放大器。

[0019] 优选地,调节装置被构建为使得通道信号对检测器信号的贡献可在外部进行调节。对此,调节端子合乎目的地可在外部进行控制地实施。

[0020] 在另一优选的扩展方案中,检测器灵敏度的光谱分布在工作中可借助调节装置来调整。于是,用户可以通过调节端子调整辐射检测器的所希望的灵敏度分布。

[0021] 在另一优选的扩展方案中,灵敏度通道在光谱上叠加。优选地,灵敏度通道在光谱中叠加为使得通过叠加的通道覆盖辐射检测器的光谱检测范围,优选覆盖可见光谱范围。合乎目的地,辐射检测器对此具有多个在可见光谱范围中的灵敏度通道。

[0022] 例如,辐射检测器包括多个光谱灵敏度通道,这些光谱灵敏度通道在可见光谱范围中的波长的情况下具有光谱分布的最大值。

[0023] 由于多个在可见光谱范围中的灵敏度通道,所以检测器灵敏度可以借助调节装置以简化的方式根据预先给定的分布来成形。

[0024] 在一个优选的扩展方案中,调节装置被构建为使得辐射检测器作为环境光传感器来工作或者被驱动,其中该环境光传感器具有根据人眼的灵敏度分布的检测器灵敏度的光谱分布。合乎目的地,灵敏度通道对此借助调节装置不同地加权,使得通过不同地被加权的光谱灵敏度通道的叠加来形成根据人眼的灵敏度分布的光谱灵敏度分布。

[0025] 适应光亮的人眼的灵敏度最大值(昼视)为大约 555nm。而适应昏暗的人眼的灵敏度最大值(夜视)在大约 505nm 的短波范围中。

[0026] 借助调节装置可以对灵敏度通道不同地进行加权,使得辐射检测器按照调节装置的调整而具有根据适应光亮的或者适应昏暗的人眼的灵敏度分布的光谱灵敏度分布。

[0027] 优选地,检测器灵敏度的光谱分布借助调节装置可在适应光亮的人眼的与适应昏暗的人眼的灵敏度分布之间切换。切换过程例如可以借助亮度/暗度传感器来控制,其中该辐射检测器优选包括该亮度/暗度传感器。

[0028] 在另一优选的扩展方案中,辐射检测器可以作为色彩传感器来工作,尤其是用于检测三原色例如红、绿和蓝。合乎目的地,辐射检测器在此具有在光谱中处于相应基本色彩范围中的灵敏度通道。优选地,基本色彩中的每一种与单独的灵敏度通道关联。

[0029] 通过例如在调节装置中借助放大因数 0(这对应于抑制相应的通道信号贡献)减弱其他色彩通道,在其余的色彩通道中可以检测所希望的色彩。通过检测器信号于是可以确定入射到辐射检测器上的辐射中的色彩成分。由这些色彩成分例如可以确定入射的辐射的色觉或者色度坐标。

[0030] 优选地,辐射检测器借助通过调节装置的合适调节不仅可以作为环境光传感器而且可以作为色彩传感器来工作。

[0031] 在另一优选的扩展方案中,检测器装置具有半导体本体,该半导体本体包含检测器元件中的至少一个。半导体本体可以包括多个半导体层并且尤其是外延地生长。合乎目的地,半导体层相叠地沉积。优选地,检测器元件包括用于产生信号的有源区。该有源区优选设置在不同导电类型(p 型或者 n 型)的两个半导体层之间。这些层优选被掺杂。特别优选的是,有源区未被掺杂(本征地)地实施。检测器元件优选根据二极管结构来构建,例如根据 pin 二极管结构来构建。pin 二极管的特征在于有利地小的响应时间。有源区优选包含化合物半导体材料。特别优选地,多个检测器元件、尤其是相应的有源区包含化合物半导体材料,优选包含来自材料系(In,Ga,Al)P 的材料。合乎目的地,化合物半导体材料包含多个针对可见光谱范围构建的检测器元件。

[0032] 在一个优选的扩展方案中,多个检测器元件单片地集成到共同的半导体本体中。优选地,该半导体本体外延地生长。检测器元件可以堆叠地并且尤其是相叠地设置。检测器元件的这种布置具有有利地小的位置需求。

[0033] 在另一优选的扩展方案中,辐射检测器具有多个单独的、优选分立的和/或并排设置的检测器元件。这些元件可以分别包括带有有源区的单独的半导体本体。各个检测元件优选构建为分立的检测器芯片。相对于如上面描述的那样的单片集成的实施形式,可以简化地制造各个芯片。然而,具有多个分立的检测器芯片的布置相对于单片构型更占用空间。

[0034] 在另一优选的扩展方案中,辐射检测器具有三个或者更多的、优选四个或者更多的、特别优选五个或更多的灵敏度通道。这些灵敏度通道可以在可见光谱范围中。不同的

灵敏度通道的数目越多,则借助调节装置可以越精确地对辐射检测器的预先给定的灵敏度分布进行模仿。

[0035] 在另一优选的扩展方案中,辐射检测器具有一个或者多个窄带的灵敏度通道。窄带的灵敏度通道的光谱宽度(半高全宽,FWHM:Full width at half maximum)可以为100nm或者更小,优选60nm或者更小,特别优选40nm或者更小,例如20nm或者更小。通过设置窄带的灵敏度通道,可以将辐射检测器简化地用于检测精确定义的谱线。例如,灵敏度通道可以被构建为使得其仅仅响应特定的谱线。因此,辐射检测器例如可以用于对通过该谱线表征的对象进行实时检查,如用于钞票识别或者支票卡识别。该功能此外为了可工作性而可以设计为色彩传感器或者环境光传感器。

[0036] 在另一优选的扩展方案中,单个的通道信号借助两个在不同的检测器元件中产生的信号来获得。例如,可以在对两个不同的检测器元件中产生的信号求差的情况下获得通道信号。

[0037] 光谱灵敏度通道可以相应地借助对由两个检测器元件的光谱灵敏度分布求差来获得。特别优选的是,在调节装置中求差。随后同样在调节装置中调节从求差中获得的通道信号对检测器信号的贡献。

[0038] 对来自不同的检测器元件中的信号进行的这种处理简化了用于辐射检测器的具有不同的灵敏度通道的检测器元件的构建。对于灵敏度通道的构建,可以省去为使相应检测器元件的光谱灵敏度分布的短波侧展平的滤光。

[0039] 辐射检测器的两个(优选任意的)光谱灵敏度通道的分布合乎目的地在小于分布最大值的值处相交,优选在小于两个分布的最大值的值处相交。优选地,具有最大值的分布的长波边缘在较短的波长处与其他分布的短波边缘相交。

[0040] 在另一优选的扩展方案中,检测器元件、优选多个检测器元件包括滤光层。该滤光层优选吸收在包括如下波长的波长范围中的辐射:这些波长小于检测器元件的光谱灵敏度分布的最大值的波长。检测器元件的光谱灵敏度分布的短波边缘可以借助用于所限定的灵敏度通道的滤光层来形成。优选地,滤光层集成到检测器元件的半导体本体中。滤光层可以外延地生长和/或包含(III-V)化合物半导体材料。

[0041] 此外,滤光层可以确定相应灵敏度通道的短波的边界波长。

[0042] 相应地,可以在制造检测器元件时已经实现灵敏度通道的构建。有利的是,事后的信号处理(如上面所描述的求差)不是必需的。然而,相应滤光层的设置提高了检测器装置的制造成本。

[0043] 优选地,调节装置实施为集成电路,例如基于硅的集成电路。集成电路可以配备有可变的函数,并且尤其是针对信号贡献的不同的权重而对各个通道信号进行放大,并且必要时进行求差用以获得灵敏度通道。

[0044] 在另一优选的扩展方案中,辐射检测器具有电子控制装置。该控制装置优选与调节装置、尤其是调节装置的调节端子导电连接。此外,控制装置优选地以可编程的方式构建。借助该控制装置可以控制调节装置的调节端子的设置。于是通过该控制装置可以以编程的方式控制辐射检测器的工作状态(例如作为色彩传感器、环境光传感器或者用于检测预先给定的谱线)。例如可以通过控制装置以白天时间控制的方式(tageszeitgesteuert)将环境光传感器从白昼灵敏度切换到夜间灵敏度。对此合乎目的是,该控制装置相应地

激励调节端子。控制装置例如实施为可编程的微控制器。

[0045] 本发明的其他优点、特征和合乎目的性从以下结合附图对实施例的描述中得到。

[0046] 图 1 示出了辐射检测器的一个实施例的示意图。

[0047] 图 2 借助图 2A 示出了检测器装置的一个实施例的示意性截面图,借助图 2B 示出了针对图 2A 中的检测器元件的半导体本体的数据,借助图 2C 示出了检测器元件的光谱灵敏度分布,并且借助图 2D 示出了辐射检测器的从灵敏度分布中获得的灵敏度通道。

[0048] 图 3 借助图 3A 示出了检测器装置的另一实施例的示意截面图,借助图 3B 示出了针对图 3A 中的半导体本体的层的数据,并且借助图 3C 示出了检测器装置的灵敏度通道。

[0049] 图 4 借助图 4A 示出了根据图 2D 的对适应光亮的人眼的光谱灵敏度分布叠加的灵敏度通道,并且借助图 4B 示出了根据图 2D 的对适应昏暗的人眼的灵敏度分布叠加的灵敏度通道。

[0050] 图 5 借助图 5A 示出了检测器装置的另一实施例的光谱灵敏度通道,并且借助图 5B 示出了用于检测器元件的半导体本体的半导体层的数据,检测器元件的光谱灵敏度分布对应于相应的灵敏度通道。

[0051] 图 6 示出了辐射检测器的另一实施例的一部分。

[0052] 相同、类似和作用相同的要素在附图中设置有相同的参考标记。此外,附图中的各个要素不一定合乎比例地绘制。更为确切地说,为了更好的理解,附图的各个要素可以被夸大地示出。

[0053] 图 1 示出了辐射检测器 1 的一个实施例的示意图。

[0054] 辐射检测器 1 包括检测器装置 2 和调节装置 3。调节装置 3 与检测器装置 2 导电地连接,使得在检测器装置中产生的电信号可以被输送给调节装置。

[0055] 检测器装置 2 包括多个检测器元件 4、5 和 6。检测器元件合乎目的地被构建为用于接收辐射和用于产生信号。优选地,多个检测器元件被构建为用于检测可见辐射。例如,设置有三个检测器元件,其被构建为用于检测可见辐射。优选地,不同的检测区域例如不同色彩的光谱范围与检测器元件关联。这样,检测器元件 4 可以被构建为用于在蓝色光谱范围中进行检测,检测器元件 5 可以被构建为用于在绿色光谱范围中进行检测以及检测器元件 6 可以被构建为用于在红色光谱范围中进行检测。

[0056] 被构建为用于检测可见辐射的多个检测器元件(优选所有的检测器元件)包含化合物半导体材料。来自材料系 $\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ (其中 $0 \leq x \leq 1$ 并且 $0 \leq y \leq 1$, 优选 $x \neq 0$, $y \neq 0$, $x \neq 1$ 和 / 或 $y \neq 1$) 的 III-V 化合物半导体材料与 Si 相比由于可实现的高的量子效率和其在红外光谱范围中的不灵敏性而特别适于构建用于可见光谱范围的辐射检测器。在检测器装置中可以省去用于从待检测的辐射中过滤掉红外成分的外部滤光器,因为检测器元件本身已可以构建为具有在红外光谱范围中的可忽略的或者消失的灵敏度。

[0057] 检测器元件 4、5 和 6 设置在共同的支承体 7 上并且优选固定在其上。该支承体 7 例如可以借助壳体、尤其是借助器件壳体、优选借助用于可表面安装的器件的壳体来形成。出于清楚的原因而未明确地示出检测器元件的电端子。

[0058] 图 2A 示出了检测器装置 2 的一个实施例的示意性截面图。检测器元件 4、5 和 6 构建为分立的并且并排地设置在支承体 7 上的检测器元件。例如,检测器元件实施为分立的检测器芯片。

[0059] 检测器元件 4、5 和 6 分别具有半导体本体 401、501 或者 601。优选地，半导体本体分别包含多个半导体层。此外，检测器元件分别具有辐射入射侧 402、502 或者 602。辐射入射侧与支承体 7 背离。

[0060] 相应的检测器元件的半导体本体 401、501 或者 601 包括有源区 403、503 或者 603。有源区设置在两个势垒层 404 和 405、504 和 505 或者 604 和 605 之间。其中设置有有源区的势垒层优选具有不同的导电类型（p 型或者 n 型）并且对此合乎目的地被适当地掺杂。有源区包括半导体功能层，该半导体功能层优选未被掺杂地实施。

[0061] 检测器元件 4、5 和 6 的半导体本体分别设置在衬底 406、506 或者 606 上。衬底可以借助用于半导体本体的半导体层的生长衬底来形成，在生长衬底上外延地生长半导体层。

[0062] 此外，检测器元件 4、5 和 6 分别具有两个电接触部 407 和 408、507 和 508 或者 607 和 608。接触部 408、508 和 608 例如可以设置在衬底的与相应半导体本体背离的侧上。接触部 407、507 和 607 可以设置在相关半导体本体的与相应衬底背离的侧上。电接触部可以实施为金属化物。

[0063] 合乎目的地，电接触部与相应有源区导电连接，使得可以通过从入射到检测器装置 2 的辐射 8 中吸收一部分而从相应的检测器元件中引走有源区中产生的载流子，并且载检测器元件中这样产生的信号可以被采集。此外，各个检测器元件的信号可以彼此无关地被采集。

[0064] 此外，相应的半导体本体 401、501 或者 601 优选地具有接触层 409、509 或者 609。由此可以改进半导体本体与辐射入射侧的电接触部 407、507 或者 607 的电连接。接触层优选实施为被掺杂，例如 p 型掺杂。

[0065] 相应半导体本体的半导体层优选基于化合物半导体材料。对可见光谱范围，III-V 化合物半导体材料是特别适合的。有源区优选基于材料系 $\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ 。通过 Al 的含量可以调整功能层的带隙，该功能层包括相应的有源区或者该功能层形成有源区。

[0066] 对于材料系 $\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ ，GaAs 衬底特别适于作为（生长）衬底。在与 GaAs 衬底的良好晶格匹配方面，已证明为有利的是使用来自子材料系 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$ 的材料。GaP 特别适于相应的接触层。

[0067] 有源区的半导体层的带隙随着增大的 Al 含量而增加。通过选择有源区的 Al 含量，尤其是可以调整相应检测器元件的光谱灵敏度分布的长波的边界波长。较长波长的辐射（即其波长大于长波的边界波长的辐射）在相应的检测器元件中不再产生明显的信号。检测器元件 4、5 和 6 的长波的边界波长优选分别在可见光谱范围中，其中可以省去外部滤光器，例如用于红外辐射的滤光器。

[0068] 图 2B 中的表格示出了图 2A 中的检测器元件的半导体层的材料的实施例。此外，说明了相应层的层厚、相应的带隙 (E_g)、对应于带隙的波长 (λ_g) 和相应层的导电类型。检测器元件 4 被构建为用于检测蓝色辐射、检测器元件 5 被构建为用于检测绿色辐射并且检测器元件 6 被构建为用于检测红色辐射。

[0069] 图 2C 示出了检测器元件 4、5 和 6 的光谱灵敏度分布的模拟，其中假设根据图 2B 中的表格构建半导体层。所示的为响应度 R 与入射的辐射的波长 λ （单位为纳米）的相关性。响应度在此说明了入射的辐射功率的、在相应检测器元件中产生的光电流的强度（单

位为安培 / 瓦)。

[0070] 曲线 600 说明了检测器元件 6 的光谱灵敏度分布、曲线 500 说明了检测器元件 5 的光谱灵敏度分布,而曲线 400 说明了检测器元件 4 的光谱灵敏度分布。由于较小的 Al 含量,检测器元件 6 已经在红色光谱范围中是灵敏的。检测器元件 5 由于较大的 Al 含量而在橙色到绿色光谱范围中表现出高灵敏度值,而检测器元件 4 由于又升高的 Al 含量而主要在蓝色光谱范围中是灵敏的。

[0071] 可见光谱范围通过根据 CIE (Commission Internationale de l'Éclairage 国际照明委员会) 的适应光亮的人眼的灵敏度分布 700 来表示。在可见光谱范围中,所有三个检测器元件都表现出决定性的灵敏度。由于例如在蓝色光谱范围中在所有三个检测元件中都产生有意义的信号,所以直接从检测器元件的三个信号中获得入射辐射中的色彩成分是困难的。灵敏度分布尤其是并未形成明显分离的灵敏度通道,而是明显彼此覆盖。这样,例如分布 600 完全覆盖了另外两个分布。

[0072] 图 3A 借助示意性截面图示出了检测器装置 2 的另一实施例。

[0073] 与根据图 2A 的检测器装置不同,检测器元件 4、5 和 6 单片地集成到共同的半导体本体 200 中。因此,半导体本体 200 包括检测器元件 4、5 和 6。半导体本体 200 设置在衬底 206 上并且可以在衬底上外延地生长。此外,半导体本体还具有辐射入射侧 202。检测器元件 4、5 和 6 优选设置为使得相应的有源区 403、503 和 603 的功能层的带隙随着距辐射入射侧 202 的增大的距离而下降。与根据图 2A 的具有分立的并排设置的检测器元件的检测器装置相比,这种单片集成的具有多个外延地相叠地生长的检测器元件的检测器装置 2 具有较小的位置需求。然而检测器装置 2 的这种构型的制造费用提高。

[0074] 检测器元件 4、5 和 6 中所产生的信号可以通过与检测器元件关联的电接触部彼此无关地被采集。在此,接触部 210 和 211 与检测器元件 4 关联,接触部 211 和 212 与检测器元件 5 关联,而接触部 212 和 213 与检测器元件 6 关联。与相应的检测器元件关联的接触部与检测器元件的有源区导电地连接。两个相邻的检测器元件分别具有共同的接触部。这些接触部可以实施为金属化物。

[0075] 此外,半导体本体 200 具有滤光层 214,该滤光层单片地集成到半导体本体中并且尤其是可以外延地生长。滤光层 214 优选在辐射入射侧设置在半导体本体中,并且特别优选地吸收包括如下波长的波长范围中的辐射:该波长小于与有源区的带隙对应、尤其是设置在辐射出射侧的有源区 403 的带隙对应的波长。在被过滤的波长范围中,在有源区中产生了相应被减小的信号。滤光层 214 用作至检测器装置的产生信号的区域窗口层。

[0076] 图 3B 示出了一个表格,该表格包含图 3A 中相应标识的层的数据,这些层是对检测器装置 2 的光谱灵敏度分布的模拟的基础(参见图 3C)。

[0077] 在图 3C 中示出了检测器元件 4、5 或者 6 的灵敏度分布 400、500 和 600。与图 2C 中的灵敏度分布不同,已经通过检测器元件的灵敏度分布构建了明显的在光谱上彼此分开的灵敏度通道。灵敏度分布尤其仅仅部分彼此交叠。相对于根据图 2 的检测器装置,简化了直接从检测器元件中产生的信号中获得关于入射辐射中的色彩成分的信息。然而,相应地提高了制造成本。

[0078] 由于在辐射入射侧的检测元件 4 中已经吸收了短波辐射的大部分,所以短波辐射在之后的检测器元件 5 和 6 中只是较少地贡献于信号产生。因此,检测器元件 5 和 6 在短

波范围中产生了比在图 2A 中所示的具有多个并排设置的分立的检测器元件的检测器装置中更小的信号。而必要时,在根据图 2 的分立的检测器元件的情况下,也可以通过设置合适的滤光层(优选基于(In,Ga,Al)P 或者(Al)GaAs 的滤光层)通过对短波辐射的相应过滤来抑制重要的灵敏度通道的相应的灵敏度分布的短波边缘。相应的滤光层优选在针对中波辐射和长波辐射的检测器元件 5 和 6 中设置在辐射入射侧与相应的半导体本体的有源区之间。

[0079] 根据图 2A 中的图示,如果没有设置这种滤光层,则例如可以从两个灵敏度分布求差,以便在根据图 2C 的灵敏度分布的情况下获得分离的灵敏度通道。

[0080] 图 2D 示出了从这种求差获得的用于光谱基本色彩(红、绿和蓝)的色彩检测的灵敏度通道。此外,还示出了适应光亮的人眼的灵敏度分布 700,以便表明可见的光谱范围。

[0081] 长波的灵敏度通道 620 由根据图 2C 的长波的灵敏度分布 600 与中波的灵敏度分布 500 的差来形成,该中波的灵敏度通道 520 通过中波的和长波的灵敏度分布 500 和 400 的差来形成。短波的灵敏度通道 420 通过检测器元件 4 的光谱灵敏度分布来形成,该光谱灵敏度分布并未被改变。

[0082] 在(例如根据图 2 或者 3 的实施例的)检测器元件 4、5 或者 6 工作时,在这些检测器元件中产生的信号可以被输送给调节装置 3(参见图 1)。灵敏度通道已经可以通过相应地形成检测器元件的光谱灵敏度分布来预先给定(例如参见图 3C)。可替代地,尚未与预先形成的灵敏度通道关联的信号可以被输送给调节装置(参见图 2C 中的宽的分布 500 和 600)。

[0083] 调节装置具有多个输入端(参见输入端 E_4 、 E_5 或者 E_6)。合乎目的地,在检测器元件中产生的信号 S_4 、 S_5 或者 S_6 分别被输送给调节装置的单独的输入端。在信号被输送给调节装置之前,信号还可以被预放大。在此情况下,支承体 7 优选实施为放大器,特别优选是实施为放大器芯片,例如基于硅的放大器芯片。检测器元件 4、5 和 6 在此情况下优选分别与放大器输入端 VE_4 、 VE_5 或者 VE_6 关联(参见图 1 中的虚线所示的支承体 7 的元件)。

[0084] 在分立的检测器元件的情况下,如例如与图 2 相结合所描述的那样,各个检测器元件优选分别设置在放大器芯片的单独的输入端上并且与该输入端导电地连接。对于该连接,特别适合的是导电连接层,例如(银)导电粘合剂层。

[0085] 由于在检测器元件中通常产生较低强度的信号(例如在 nA 或者 μA 的量级),所以通过例如厚度为 $1 \mu m$ 或者更小的、优选 $500 \mu m$ 或者更小的连接层的、至放大器的短的连接段特别合适。通过导电的层连接,有利的是将易受干扰的“弱”信号在其上受到外部电磁干扰的段保持为较小。

[0086] 通过放大器芯片的与相应的检测器元件关联的输出端,可以将被预放大的信号输送给调节装置 3 的相应的输入端(参见输出端 VA_4 、 VA_5 和 VA_6 以及被预放大的信号 SV_4 、 SV_5 和 SV_6)。

[0087] 其中检测器装置的信号被预放大的变形方案通过直至调节装置的虚线条来表示。在此,每个检测器元件优选与恰好一个放大器输入端(VE_i , $i = 4, 5, 6$)和/或放大器输出端(VA_i , $i = 4, 5, 6$)关联。

[0088] 调节装置 3 具有调节单元 9。该调节单元 9 优选构建为放大器,在该放大器中来自不同的灵敏度通道的通道信号 K_4 、 K_5 和 K_6 可以分别借助不同的放大因数被放大。调节单元

9 具有调节端子 94、95 和 96,通过这些调节端子可以对来自灵敏度通道的通道信号的放大因数彼此独立地进行调整。

[0089] 如果检测器装置尚不具有预先形成的灵敏度通道(参见图 2C),则调节单元可以被构建为使得在检测器元件中产生的信号在调节装置 3 中被处理,使得构建与灵敏度通道关联的通道信号。在信号被输送给调节单元之前,在调节装置中优选通过该装置的元件来构建灵敏度通道。

[0090] 例如,可以在调节装置中设置求差单元 10,该求差单元对由检测器装置获得的信号求差,由此构建通道信号(参见图 2D)。

[0091] 在调节单元 9 中可以对通道信号的相对权重彼此不同地进行调整。

[0092] 被不同地加权的通道信号随后可以在调节装置 3 的叠加单元 11 中被叠加。优选地,叠加单元 11 使通过调节单元 9 之后的被不同地加权的通道信号相加。这通过在叠加单元中的虚线条来表示。

[0093] 被不同地加权的通道信号在叠加单元 11 中被叠加(尤其是被相加)成辐射检测器的检测器信号 DS。该检测器信号 DS 可以在调节装置 3 的输出端 A 上被采集,该输出端与叠加单元 11 导电地连接。

[0094] 调节装置 3 有利地构建为集成电路,优选为基于 Si 的集成电路。为此简化了辐射检测器 1 的小的并且紧凑的结构形式。

[0095] 通过将被不同地加权的通道信号叠加,可以实现具有不同的灵敏度分布(在输出端 A 上的输出信号 DS 与波长的相关性)的辐射检测器。

[0096] 例如,辐射检测器可以通过借助调节单元 9 对通道信号不同的加权构建为环境光传感器,该环境光传感器具有根据人眼的灵敏度分布的灵敏度分布。这针对根据图 2D 的灵敏度通道示出在图 4A 和 4B 中。

[0097] 在图 4A 中,用于根据适应光亮的人眼的灵敏度分布来叠加灵敏度分布的灵敏度通道。来自各个灵敏度通道的信号对此相对于彼此被减弱或者被增强。所示的叠加的灵敏度分布 701 通过将灵敏度通道 620 放大因数 0.9、将灵敏度通道 520 放大因数 1.2 并且将灵敏度通道 420 放大因数 0.25 来得到。相加的灵敏度分布 701 基本上对应于适应光亮的人眼 700 的灵敏度分布。

[0098] 在图 4B 中,与红色光谱范围关联的长波的灵敏度通道 620 被抑制,这对应于 0 的放大因数。与绿色光谱范围对应的灵敏度通道 520 以 0.7 的因数来放大,而与蓝色光谱范围关联的灵敏度通道 420 以 1.3 的因数来放大。相加的分布 703 近似对应于适应昏暗的人眼的灵敏度分布 702。对于适应昏暗的人眼的分布,例如可以考虑根据 1951 年的 CIE 的相应分布。

[0099] 检测器灵敏度的光谱分布优选可以通过调节端子 94、95 和 96 在适应光亮的人眼的光谱分布(图 4A,分布 700)与适应昏暗的人眼的光谱分布(图 4B,分布 702)之间切换。切换过程例如可以借助亮度/暗度传感器(未明确示出)来控制,辐射检测器优选包括该亮度/暗度传感器。单片的检测器装置的灵敏度通道(参见图 3)可以相应不同地加权并且针对各所希望的分布来叠加。

[0100] 除了辐射检测器 1 作为环境光传感器来工作的可能性之外,该辐射检测器当然也可以用作色彩传感器,用于检测与灵敏度通道对应的基本色彩(在这些实施例中是红、绿

和蓝色)。通过检测器信号于是可以确定入射到辐射检测器上的辐射中的色彩成分。由这些色彩成分例如可以确定入射的辐射的色度坐标或者色觉。对此,可以通过调节端子的相应调整来抑制来自并不与待检测的色彩关联的灵敏度通道的信号贡献。

[0101] 此外,辐射检测器的预先给定的灵敏度分布可以通过调节端子上的相应调节来调整。辐射检测器总体上可节约位置地构建并且有利地可变化地使用。

[0102] 图 5A 示出了具有多个独立的光谱灵敏度通道 801...809 的检测器装置的光谱灵敏度分布。在此,灵敏度通道通过与光谱灵敏度分布对应的检测器元件来形成。对此,检测器元件具有相应的滤光层,该滤光层设置在相应半导体本体的有源区与辐射入射侧之间。例如,9 个检测器元件可以类似于图 2A 中的图示并排地设置,其中除了图 2A 中所示的层结构之外还在辐射入射侧与相应的有源区之间设置有滤光层。

[0103] 对于检测器元件的灵敏度分布在此使用了与图 5B 中的表格对应的数据。

[0104] 有源区分别基于材料系 $\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ 。相应的滤光层基于相同的材料系或者由 GaP 构成。

[0105] 检测器元件的光谱灵敏度分布在可见光谱范围中的波长 $\lambda_{\max}$ 附近分别具有最大值。

[0106] 此外,各个灵敏度通道以窄带形式实施,并且特别是至少部分具有为 60nm 或者更小,优选 40nm 或者更小,特别优选 30nm 或者更小的或者甚至 20nm 或者更小的光谱宽度。

[0107] 多个灵敏度通道由于将通道在可见光谱上更为精细地划分而一方面使得对预先给定的灵敏度分布的精确模仿更容易,而另一方面也使得特定的谱线的检测(例如用于对钞票或者支票卡进行实时检查)更容易。

[0108] 对于特定的谱线的检测,合乎目的地抑制了对谱线的检测不必要的灵敏度通道。

[0109] 此外,在图 5A 中示出了适应昏暗的人眼的光谱灵敏度分布 702。借助来自图 5B 中的表格的针对各个灵敏度通道的放大因数而相加的灵敏度分布 703 非常精确地根据适应昏暗的人眼的灵敏度分布 702 来延伸。

[0110] 所示的通道 801...809 也适于色彩检测,其中色彩信息优选从多个通道信道中获得。

[0111] 优选地,辐射检测器的工作状态的调整(作为色彩传感器、作为针对适应光亮的眼睛的环境光传感器、作为针对适应昏暗的眼睛的环境光传感器或者必要时作为谱线传感器)以程序控制的方式来实现,例如通过可编程的微控制器来实现。该微控制器合乎目的地与调节装置 9 的调节端子 94、95、96 导电地连接。

[0112] 图 6 示出了根据图 1 的辐射检测器 1 的部分视图,在该视图中,除了根据图 1 的辐射检测器之外,这种微控制器 12 与调节装置 9 的调节端子 94、95、96 导电地连接。图 1 中所示的辐射检测器的其他元件在图 6 中出于清楚的原因而未明确地示出,但它们当然也可以被设置。调节端子借助微控制器合乎目的地可以彼此独立地控制。例如,调节端子 94、95 和 96 分别与微控制器 12 的单独的电接触部 124、125 或者 126 导电地连接。

[0113] 微控制器 12 优选被编程为使得其根据辐射检测器的固定预先给定的工作状态(例如作为色彩传感器、作为针对适应光亮的眼睛的环境光传感器、作为针对适应昏暗的眼睛的环境光传感器或者作为谱线传感器)来激励调节端子。用户于是可以通过微控制器的相应的响应自由地在预先给定的工作状态之间进行切换。可以避免用户方费事地确定调节

端子相对于彼此的、适于相应工作状态的调整。更确切地说,这些调整已经可以在厂方通过微控制器的相应编程来实施。

[0114] 可替代地或者补充地,微控制器可以暂时地控制工作状态,例如鉴于白天时间而控制。例如,微控制器可以被编程为使得其从某个白天时间开始,优选在黄昏开始之后,在辐射检测器作为环境光传感器工作的情况下仅仅还允许根据适应昏暗的人眼来检测。优选地,微控制器可以由用户来编程,使得在辐射检测器的工作状态之间的切换、尤其是时间控制的切换可在用户方被预先调整。

[0115] 本专利申请要求于 2006 年 11 月 30 日申请的德国专利申请 10 2006056 579.7 和于 2007 年 3 月 13 日申请的德国专利申请 10 2007 012 115.8 的优先权,其全部公开内容通过引用明确地结合到本申请中。

[0116] 本发明并未通过借助实施例的描述而受到限制。确切地说,本发明包括任意新的特征和特征的任意组合,特别是包括权利要求中的特征的任意组合,即使该特征或者该组合本身没有明确地在权利要求或者实施例中说明。

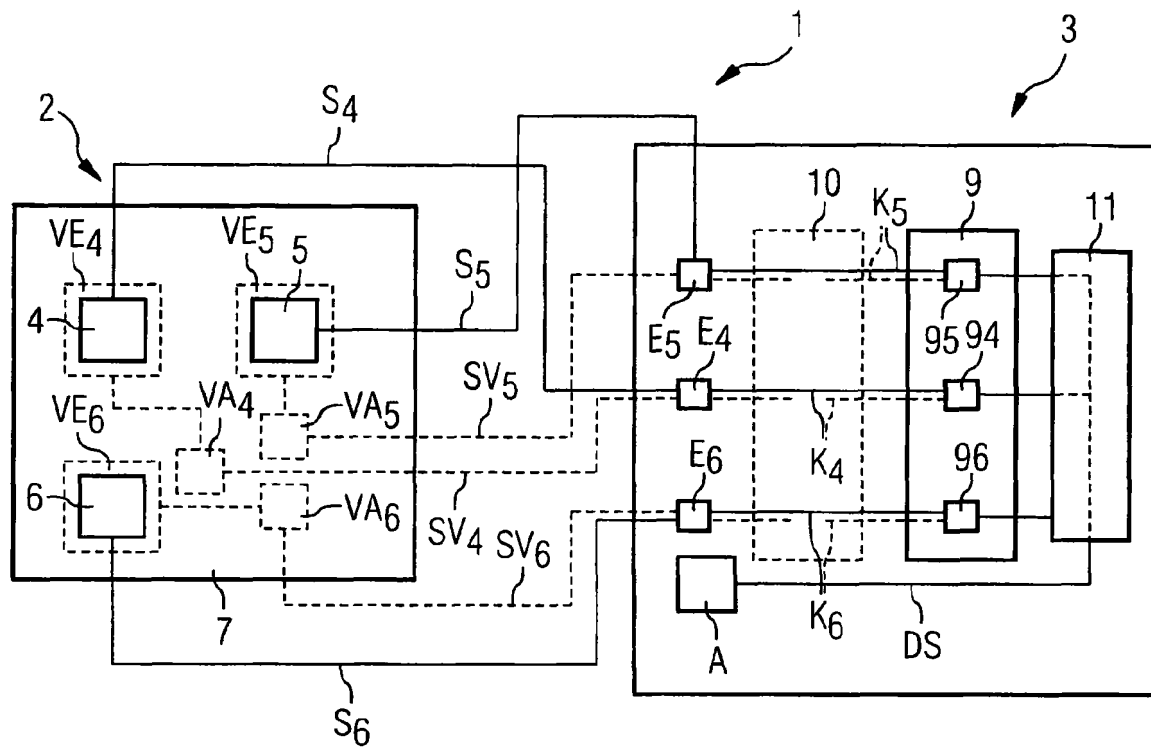


图 1

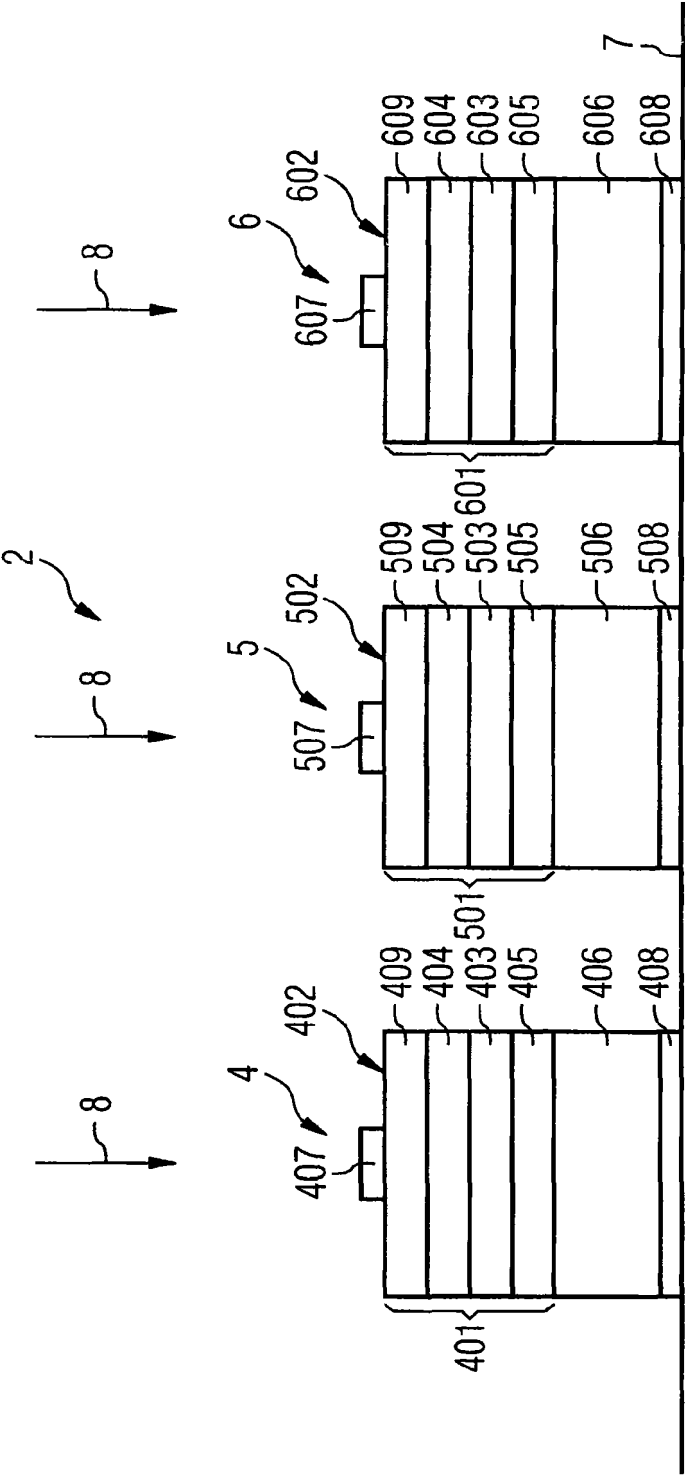


图 2A

	材料	D [nm] ≈	E _G [eV] ≈	λ _G [nm] ≈	导电类型
接触层 409, 509, 609	GaP	100	2,73	454	p
有源区 603	In _{0,5} (Ga _{0,8} Al _{0,2}) _{0,5} P	600	2,02	614	本征的
有源区 503	In _{0,5} (Ga _{0,5} Al _{0,5}) _{0,5} P	750	2,22	559	本征的
有源区 403	In _{0,5} (Ga _{0,2} Al _{0,8}) _{0,5} P	600	2,40	517	本征的
势垒层 404, 504, 604	In _{0,5} Al _{0,5} P	300	2,52	492	p
势垒层 405, 505, 605	In _{0,5} Al _{0,5} P	300	2,52	492	n

图 2B

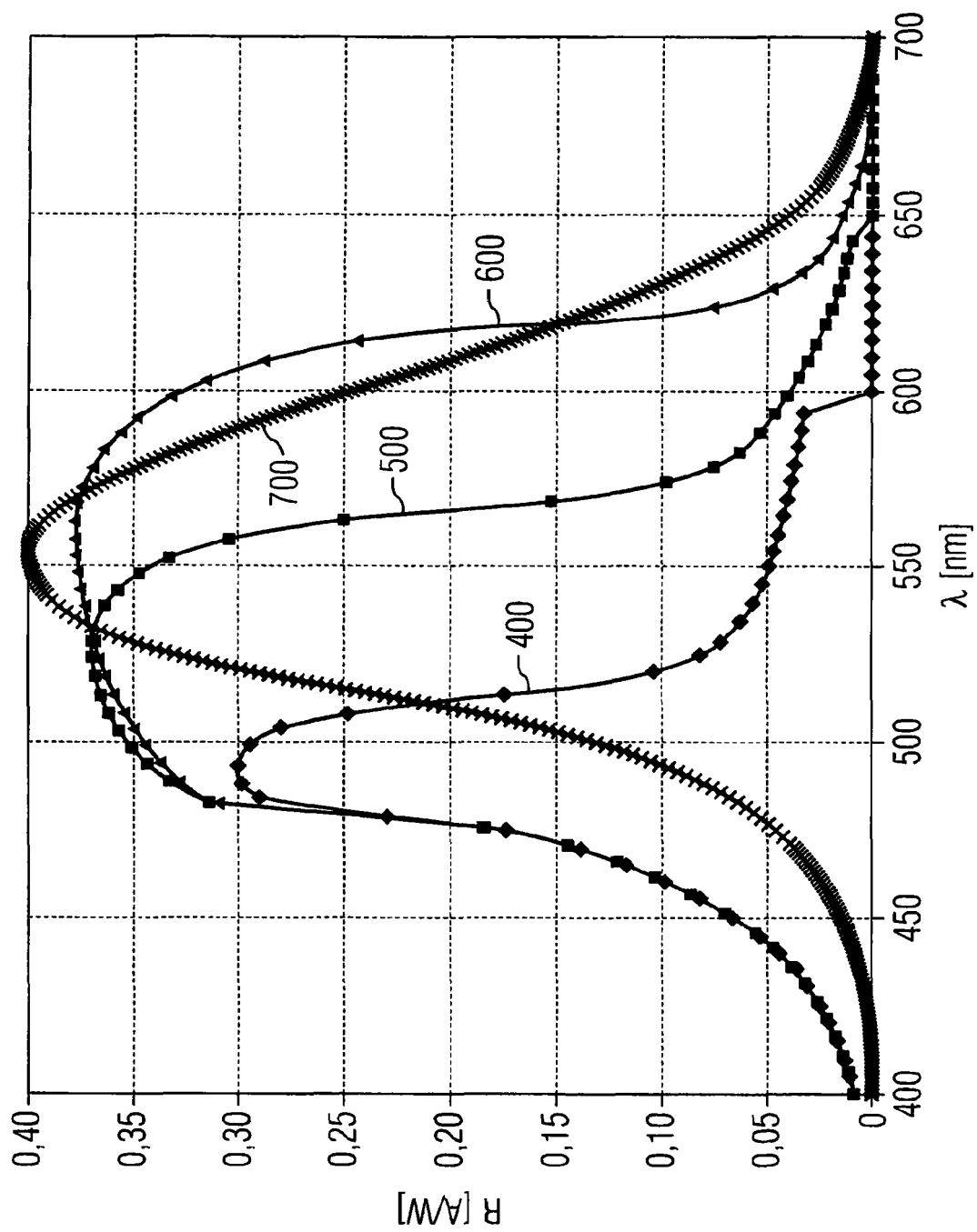


图2C

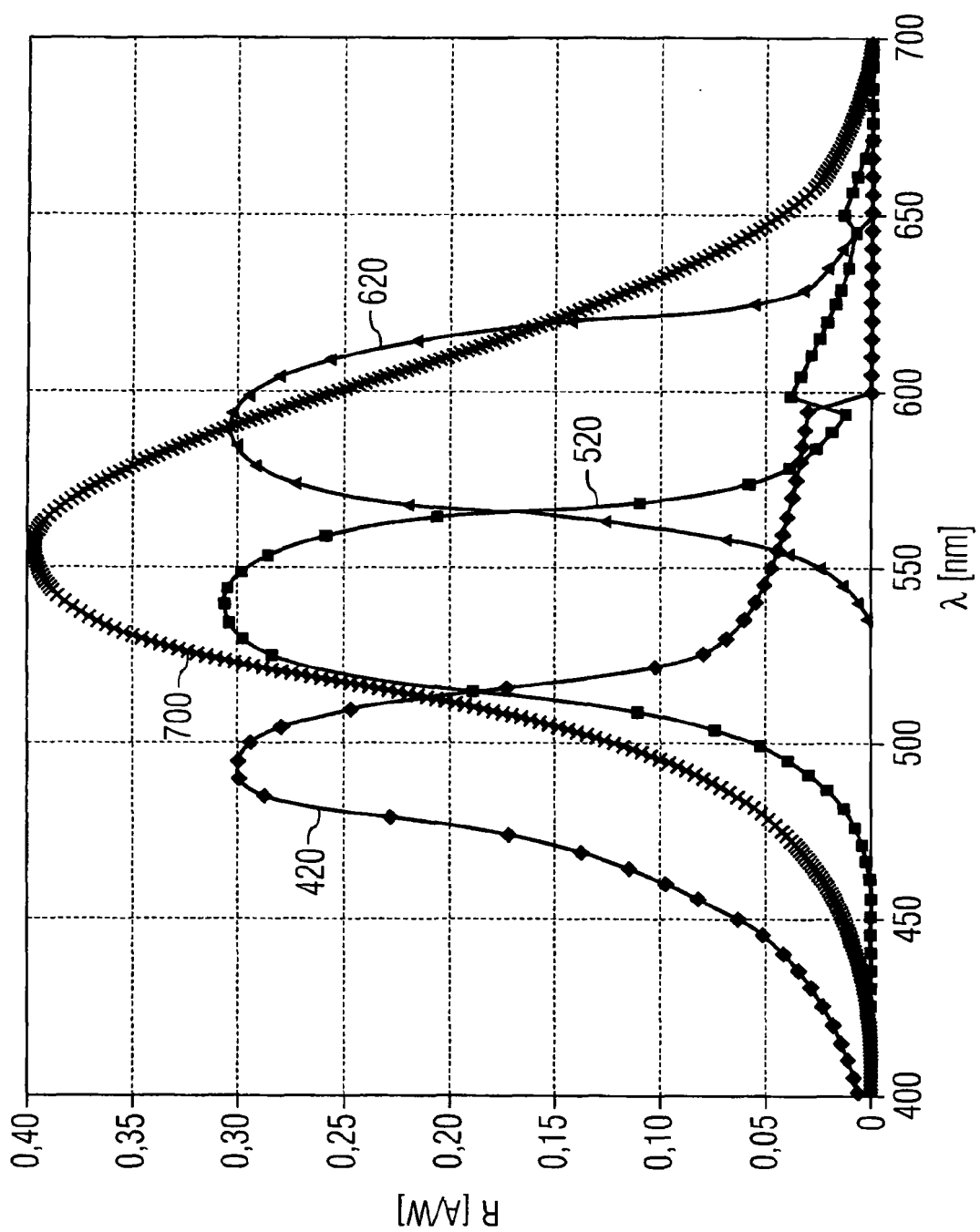


图2D

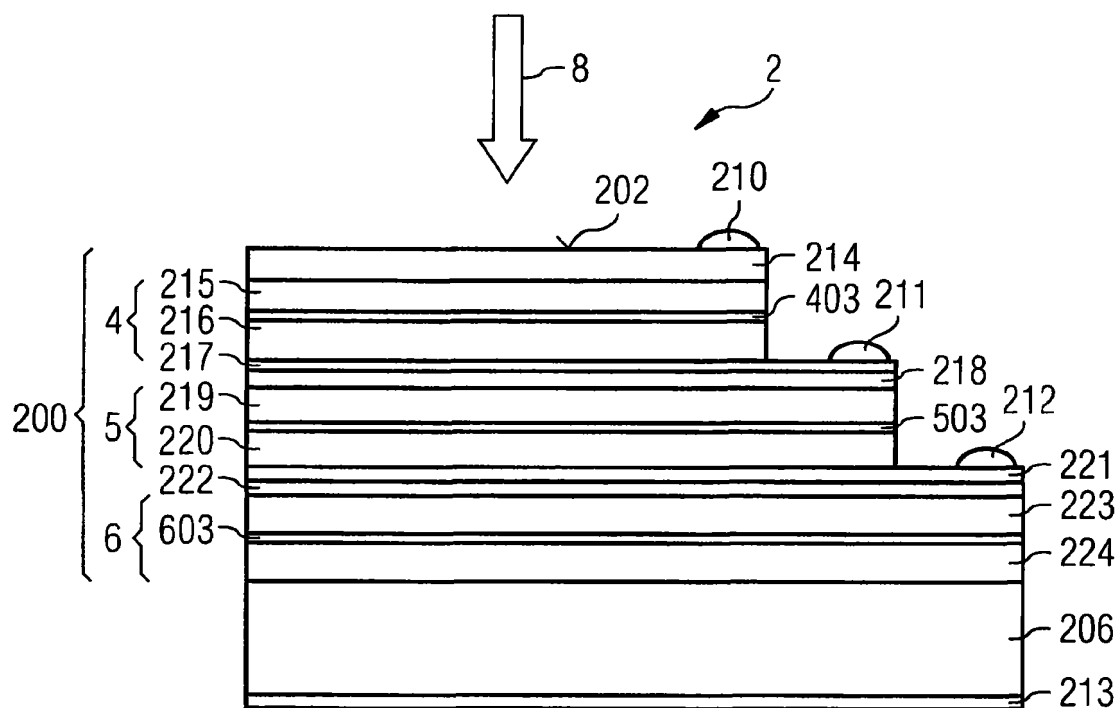


图 3A

层	材料	D [nm] ≈	E _G [eV] ≈	λ _G [nm] ≈	导电类型
224	In _{0,5} Al _{0,5} P	500	2,52	492	n-型
603	In _{0,5} (Ga _{0,8} Al _{0,2}) _{0,5} P	1000	2,02	614	本征的
223	In _{0,5} Al _{0,5} P	300	2,52	492	p-型
222	In _{0,5} (Ga _{0,6} Al _{0,4}) _{0,5} P	200	2,15	577	p-型
221	Al _{0,5} Ga _{0,5} As	200	2,00	620	p-型
220	In _{0,5} Al _{0,5} P	300	2,52	492	p-型
503	In _{0,5} (Ga _{0,5} Al _{0,5}) _{0,5} P	1400	2,22	559	本征的
219	In _{0,5} Al _{0,5} P	300	2,52	492	n-型
218	In _{0,5} (Ga _{0,35} Al _{0,65}) _{0,5} P	150	2,31	538	n-型
217	Al _{0,7} Ga _{0,3} As	50	2,05	605	n-型
216	In _{0,5} Al _{0,5} P	300	2,52	492	n-型
403	In _{0,5} (Ga _{0,2} Al _{0,8}) _{0,5} P	600	2,40	517	本征的
215	In _{0,5} Al _{0,5} P	300	2,52	492	p-型
214	GaP	100	2,73	454	p-型

图 3B

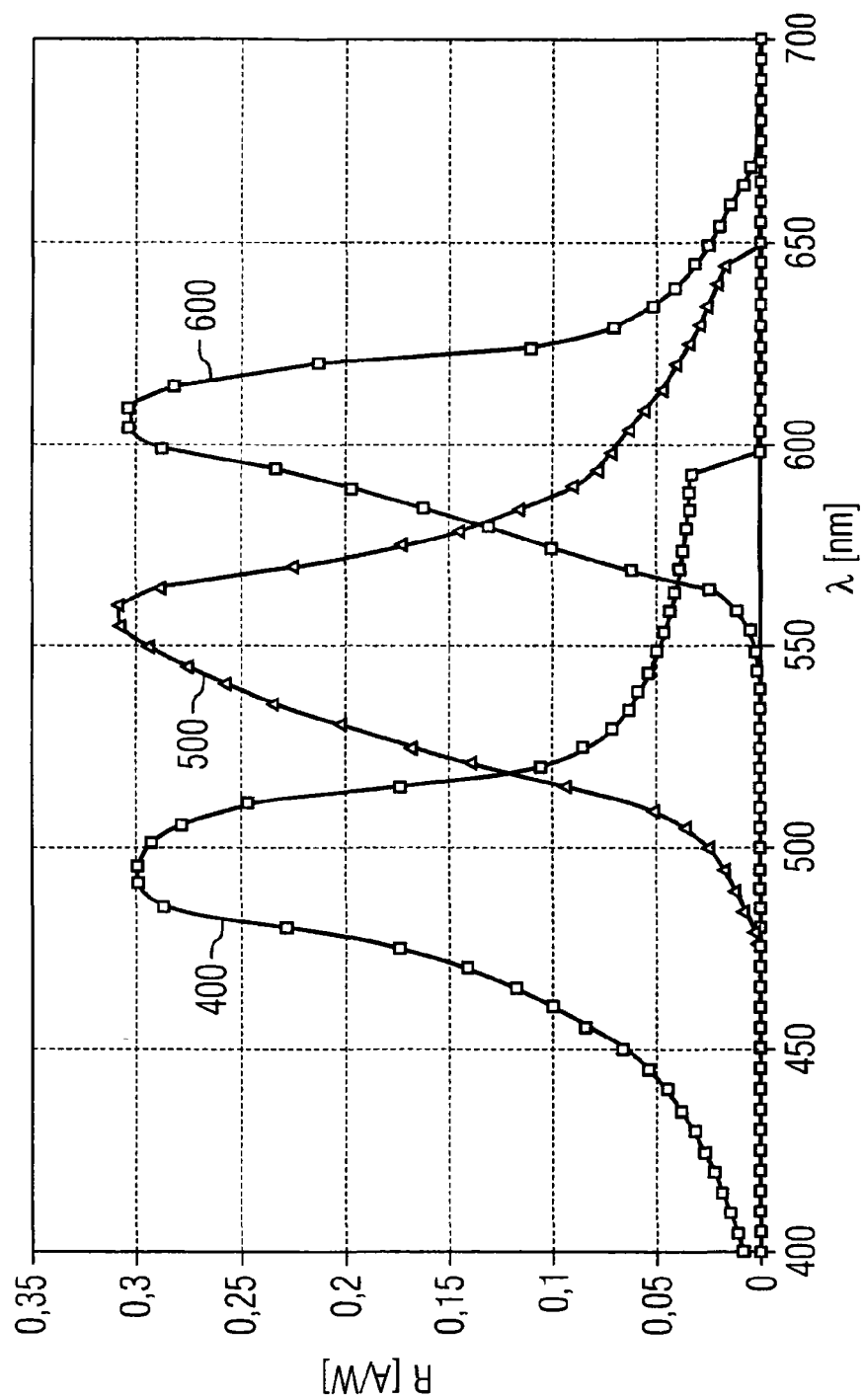


图 3C

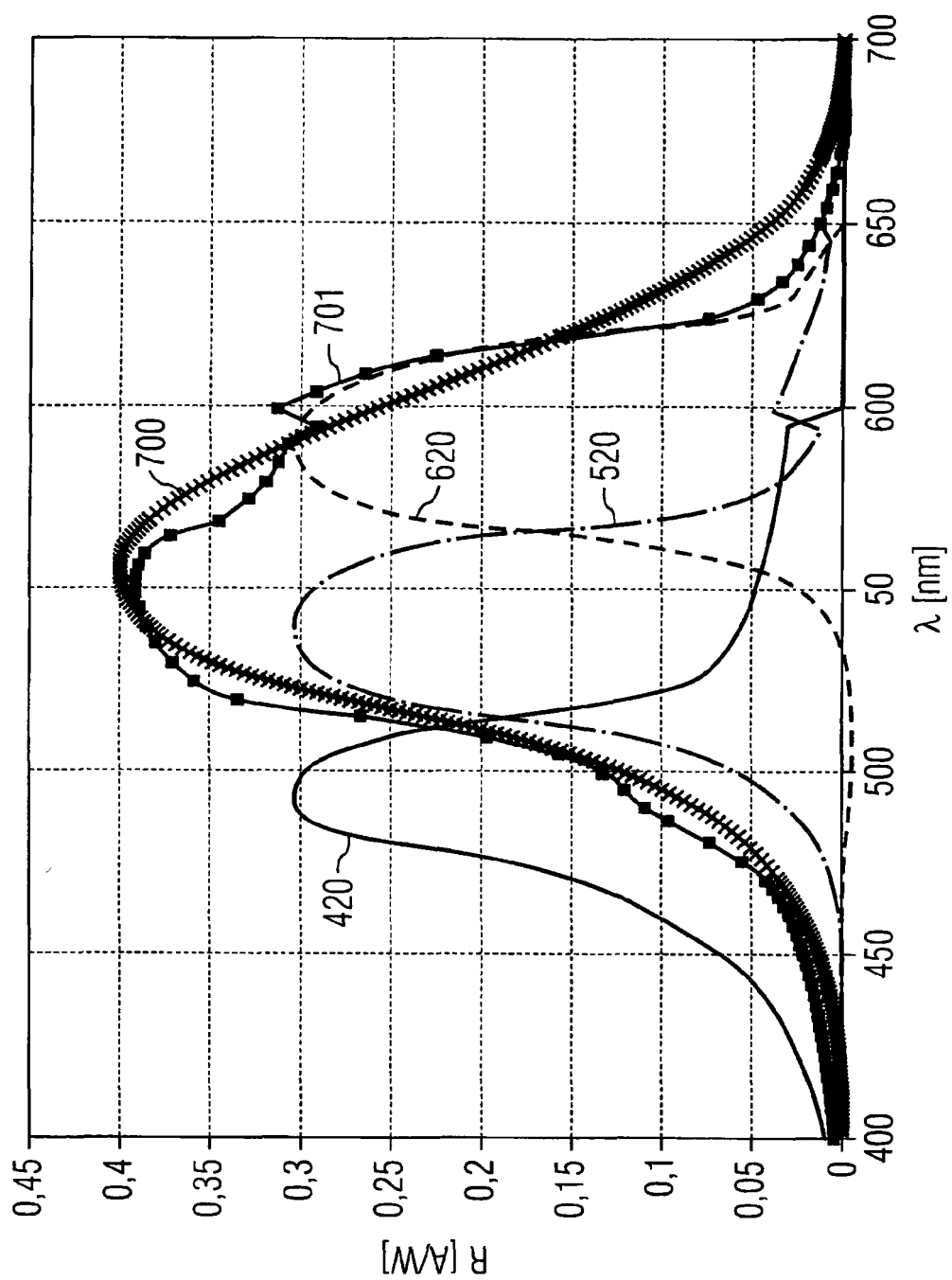


图 4A

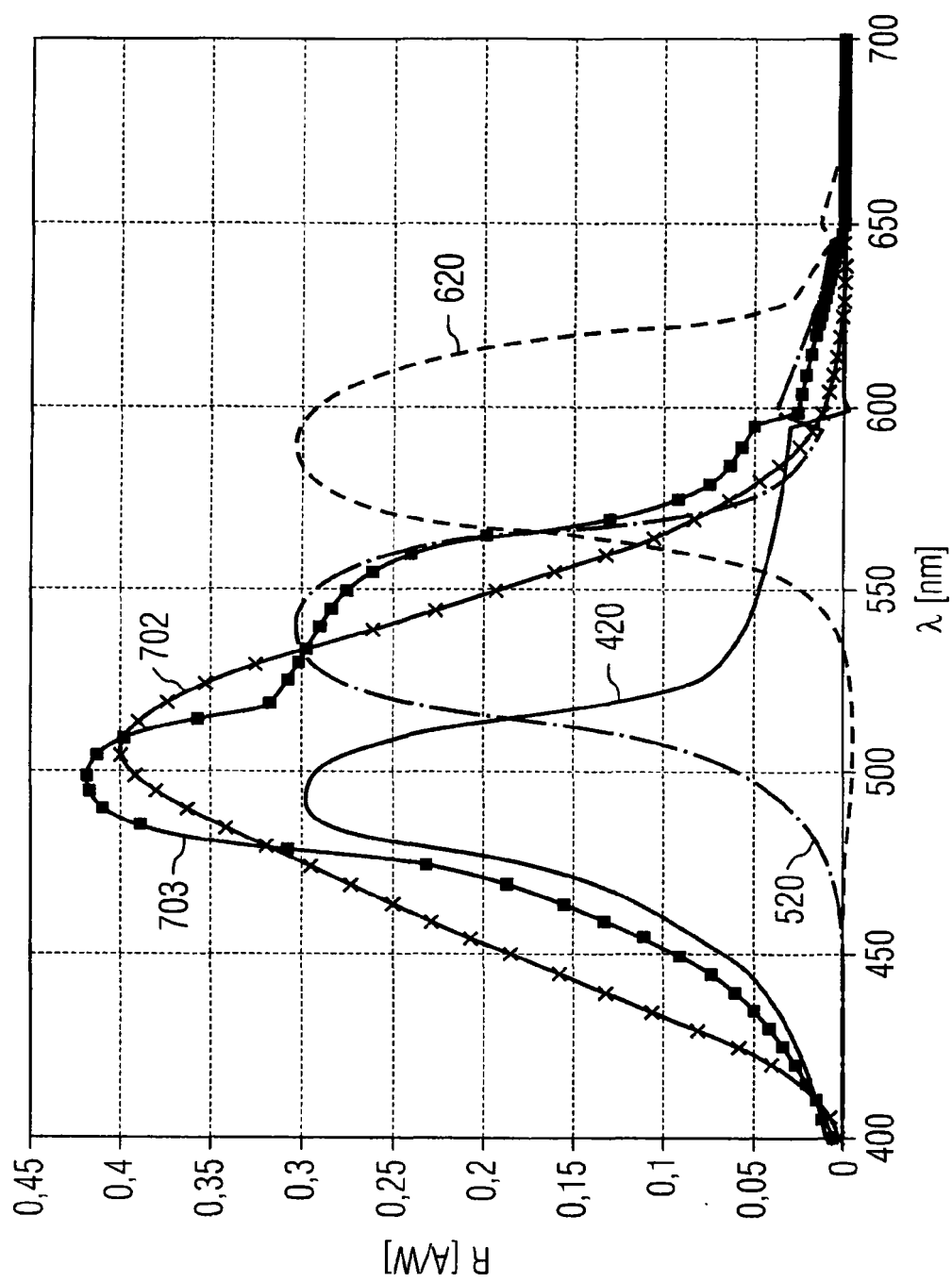


图 4B

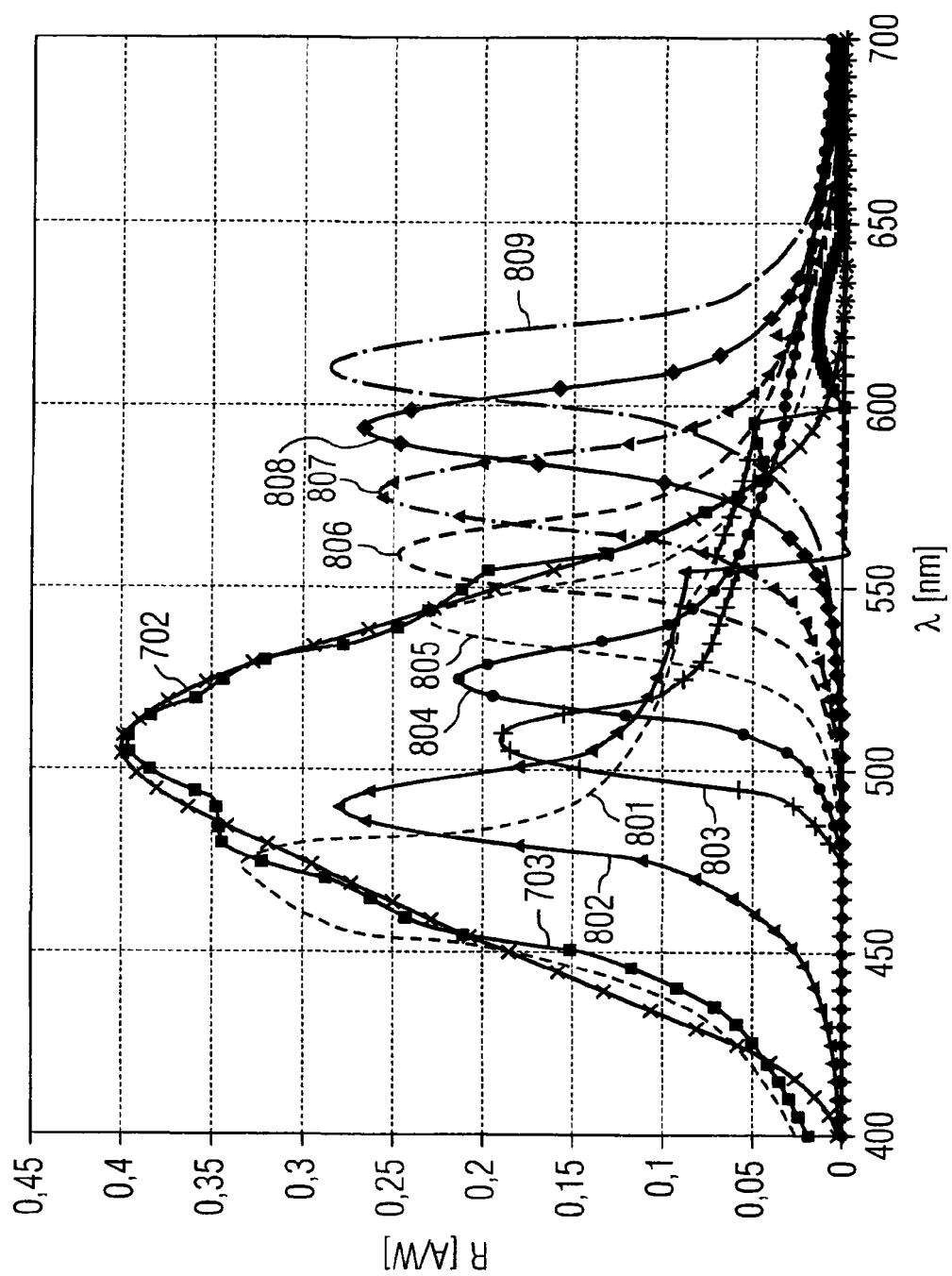


图 5A

分布	有源区 (In _{0,5} (Al _x Ga _{1-x}) _{0,5} P)		滤光层 (GaP oder (In _{0,5} (Al _x Ga _{1-x}) _{0,5} P)		λ_{max} [nm]	对分布703求和的相应分布的放大因数
	Al-含量 x	厚度 [nm]	材料	厚度 [nm]		
801	1,0	1000	GaP	1000	475	0,7
802	0,9	1000	x=1,0	1000	490	0,75
803	0,8	1000	x=0,9	1000	510	1,05
804	0,7	1000	x=0,8	1000	525	0,5
805	0,6	1000	x=0,7	1000	545	0
806	0,5	1000	x=0,6	1000	560	0
807	0,4	1000	x=0,5	1000	575	-0,25
808	0,3	1000	x=0,4	1000	595	-0,12
809	0,2	1000	x=0,3	1000	610	0

图 5B

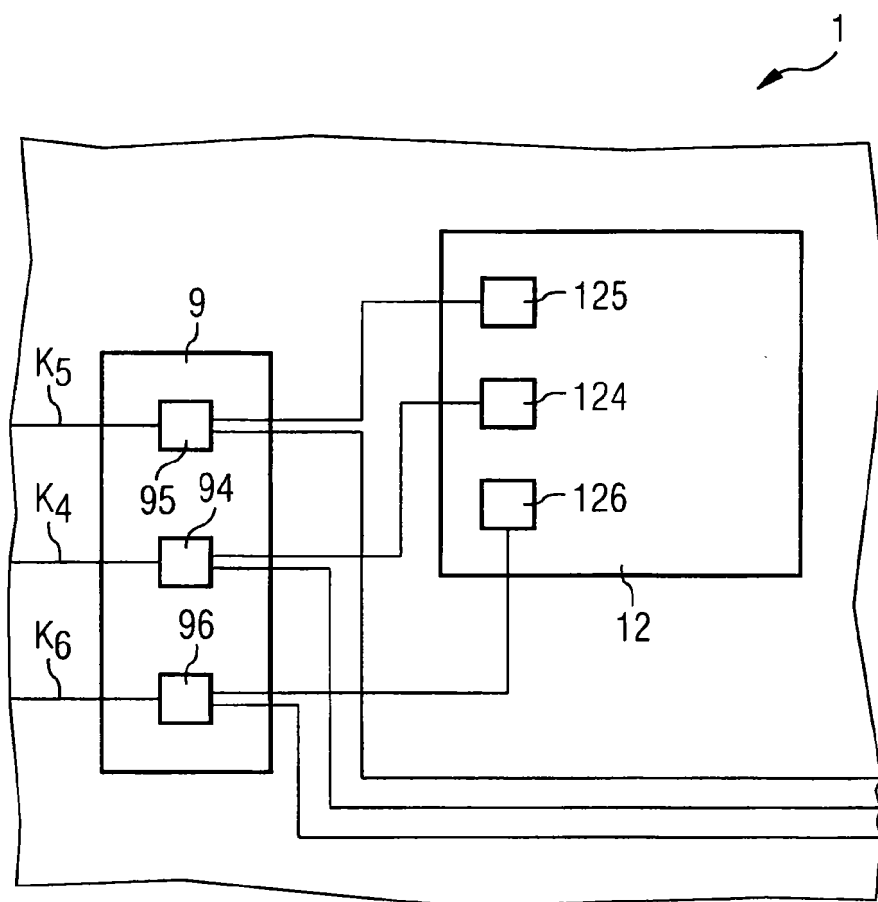


图 6