



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510064890.3

[43] 公开日 2005 年 10 月 12 日

[11] 公开号 CN 1680792A

[22] 申请日 2005.4.5

[21] 申请号 200510064890.3

[30] 优先权

[32] 2004.4.5 [33] DE [31] 102004016624.2

[71] 申请人 PMD 技术有限公司

地址 联邦德国锡根

[72] 发明人 许展平 T·莫勒 H·科拉夫特

J·弗雷 M·阿尔布雷克特

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

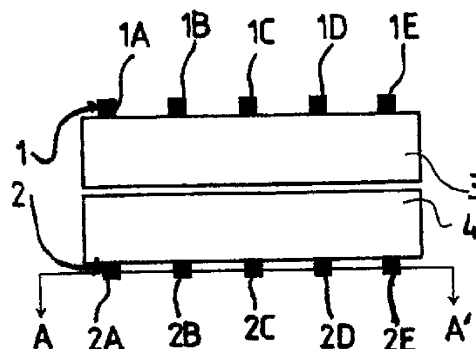
代理人 李 玲

权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称 光子混合器件

[57] 摘要

本发明涉及一种光子混合器件，该器件包括一个光敏层，至少两个调制栅极(3、4、103、104、203、204、303、304、403、404)和至少两个连接着光敏层的读出电极(1、2、101、102、201、202、301、302、401、402、501、502、601、602)，调制栅极(3、4、103、104、203、204、303、304、403、404)能够连接着一个调制器件，该调制器件可以对应于所需调制功能来提升和降低调制栅极相互之间的电位以及相对于读出电极较佳是恒定的电位。为了能够进一步开发所熟知光子混合器件，使得它能够显示出增加的电荷变换效率和减小的暗电流，根据本发明的提议，在各种情况下的读出电极(1、2、101、102、201、202、301、302、401、402、501、502、601、602)都具有至少两个分离的电极部分(1A-1E, 2A-2E)且相隔一定距离来设置。



1. 一种光子混合器件，该器件包括一个光敏层，至少两个调制栅极（3、4、103、104、203、204、303、304、403、404）和至少两个连接着光敏层的读出电极（1、2、101、102、201、202、301、302、401、402、501、502、601、602），调制栅极（3、4、103、104、203、204、303、304、403、404）能够连接着一个调制器件，该调制器件可以对应于所需调制功能来提升和降低调制栅极相互之间的电位以及相对于读出电极的最好恒定的电位，其特征在于，读出电极（1、2、101、102、201、202、301、302、401、402、501、502、601、602）在各种情况下都具有至少两个分离的电极部分（1A-1E，2A-2E）且以相隔一定距离来设置。

2. 根据权利要求1所述的光子混合器件，其特征在于，所述读出电极（1、2、101、102、201、202、301、302、401、402、501、502、601、602）都具有金属接触（20A-20E），较佳的是铝的金属接触。

3. 根据权利要求1或2所述的光子混合器件，其特征在于，在所述读出电极（1、2、101、102、201、202、301、302、401、402、501、502、601、602）的金属接触之下区域中的光敏层是对剩余光敏层进行补充掺杂的。

4. 根据权利要求1至3中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述读出电极（1、2、101、102、201、202、301、302、401、402、501、502、601、602）是pn二极管。

5. 根据权利要求1至4中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述读出电极（1、2、101、102、201、202、301、302、401、402、501、502、601、602）的分离电极部分（1A-1E，2A-2E）的长度至多是其宽度的三倍，较佳的是两倍。更佳的是等于其宽度。

6. 根据权利要求1至5中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述分离电极部分的宽度是0.5微米至5微米，较佳的是1微米至3微米，且更佳的是1.8微米。

7. 根据权利要求1至6中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述读出电极1、2、101、102的各自电极部分具有在其侧向边缘之间的距离在2微米和10微米之间的距离，较佳的是在4微米和8微米之间，且更佳的是6微米。

8. 根据权利要求1至7中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述读出电极（1、2、101、102、201、202、301、302、401、402、501、502、601、602）

的接触剖面部分是 T 形，且部分向相邻的材料层凸出。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述读出电极（1、2、101、102）的分离电极部分在各种情况下都是相互连接着的。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述调制栅极（3、4、103、104）是以条状且相互并行的方式形成的，较佳的是也基本并行于所述读出电极的分离电极部分的行。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述调制栅极（3、4、103、104）对所入射的电磁辐射是透明的。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述调制栅极（3、4、103、104）包括 p-或者 n-掺杂的半导体材料。

13. 根据权利要求 1 至 12 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述调制栅极（3、4、103、104）与所述光敏层是电绝缘的。

14. 根据权利要求 1 至 13 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述调制栅极（102A—102E）采用一层氧化硅层（122）与所述光敏层（105）电绝缘。

15. 根据权利要求 1 至 14 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述读出电极（1、2）的电极部分（1A—1E、2A—2E）在空间上与所述调制电极（3、4）相邻。

16. 根据权利要求 1 至 15 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，在所述各个读出电极（1、2）的电极部分的接触之间设置一层电绝缘层（7）。

17. 根据权利要求 1 至 16 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述读出电极（101、102）的电极部分在空间上设置在所述调制栅极（103、104）的区域内。

18. 根据权利要求 1 至 17 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述读出电极（101、102）的接触是与所述调制栅极（103、104）电绝缘的。

19. 根据权利要求 1 至 18 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述探测器的两个相邻混频元件（213、214、215）具有一个共同的读出电极（216、217）。

20. 根据权利要求 1 至 19 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述探测器的两个相邻混频元件（213、214、215）具有一个共同的调制栅极（218、219）。

21. 根据权利要求 1 至 20 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，至少有两个存储器栅极（323、324）设置成环绕着所述读出电极（301、302）。

22. 根据权利要求 21 所述的光子混合器件，其特征在于，所述存储器栅极（323、

324、423、424)是条状的。

23. 根据权利要求 21 或 22 所述的光子混合器件, 其特征在于, 所述存储器栅极(323、324、423、424)是采用对入射电磁辐射不透明的材料覆盖的。

24. 根据权利要求 21 至 23 中任一所述的光子混合器件, 其特征在于, 所述存储器栅极(323、324、423、424)是与读出电极(301、302401、402)电绝缘的。

25. 根据权利要求 21 至 24 中任一所述的光子混合器件, 其特征在于, 所述存储器栅极(323、324、423、424)是与光敏层电绝缘的。

26. 根据权利要求 21 至 25 中任一所述的光子混合器件, 其特征在于, 所述存储器栅极(323、324、423、424)连接着一个可调电压源。

27. 根据权利要求 21 至 26 中任一所述的光子混合器件, 其特征在于, 所述存储器栅极(323、324、423、424)是采用正向或反向电压偏置的。

28. 根据权利要求 21 至 27 中任一所述的光子混合器件, 其特征在于, 所述存储器栅极(323、324、423、424、531、532、633)各自形成一个分离的栅极。

29. 根据权利要求 21 至 28 中任一所述的光子混合器件, 其特征在于, 所述存储器栅极(323、324、423、424)各自处于不同于所述读出电极的电位上。

30. 根据权利要求 21 至 29 中任一所述的光子混合器件, 其特征在于, 所述探测器的两个相邻混频元件(613、614、615)具有一个共同的存储器栅极(633)。

31. 根据权利要求 1 至 30 中任一所述的光子混合器件, 其特征在于, 所述光子混合器件具有至少一个附加的存储器结构。

32. 根据权利要求 31 所述的光子混合器件, 其特制在于,

所述存储器结构具有至少一个读出电极(427、428)且具有存储器栅极(425、426)环绕着它,

所述读出电极(427、428)具有相互电连接的分离电极部分,

所述读出电极(427、428)的电极是与所述存储器栅极(425、426)电绝缘的,

所述存储器结构是采用一层对电磁辐射不透明的层覆盖着, 以及,

所述存储器结构的读出电极(427、428)是与混频元件的读出电极(401、402)电连接的。

33. 根据权利要求 31 或 32 所述的光子混合器件, 其特征在于, 在每一个混频元件中实际上设置了两个存储器结构。

34. 根据权利要求 31 至 33 中任一所述的光子混合器件, 其特征在于, 所述探测器的两个相邻混频元件具有一个共同的存储器结构。

35. 根据权利要求 31 至 34 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述存储器栅极（425、426）连接着一个第二可调电压源。

36. 根据权利要求 31 至 35 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述混频元件的存储器栅极（423、424）处于不同于所述存储器件的存储器栅极（425、426）的电位。

37. 根据权利要求 31 至 36 中任一所述的光子混合器件，其特征在于，所述存储器件的存储器栅极（425、426）处于不同于所述混频元件的存储器栅极（423、424）的电位且处于比所述混频元件的输出电极（401、402）更高的电位。

光子混合器件

(1) 技术领域

本发明涉及一种光子混合器件，该器件包括一个光敏层，至少两个调制栅极和至少两个连接着光敏层的读出电极，调制栅极连接着一个调制器件，该调制器件可以对应于所需调制功能来提升和降低调制栅极相互之间的电位以及相对于读出电极的最好恒定的电位。

(2) 背景技术

用于记录电磁波的幅值和相位的光子混合器件和方法在现有技术中是众所周知的技术，例如，DE 198 21 974A1 专利中所披露的。现有技术中众所周知地测量原理使用了一种光学探测器，该光学探测器包括一层光敏层，在该光敏层中使得入射光子产生电荷载流子；和两个读出电极或读出栅极，使得它有可能从探测器读出正比于入射光子数量的电流或电压信号。此外，调制栅极设置成接近于读出电极，调制栅极可以采用调制电压来偏置以便于驱动在光敏层中所产生的电荷载流子流向读出电极。调制电压信号施加在调制栅极上，它可以采用调制的方式进行校正，该调制是以所检测到的电磁辐射的密度调制预先外加的。一般来说，就实现而言，入射电磁辐射的密度调制和调制栅极的调制显示出相同的频率。关键的因素不仅仅是电磁辐射的调制和调制栅极的调制电压显示出相同的频率，而且信号也可以产生相互间的相位锁定。调制信号可以遵循余弦形状的图形，而且还可以具有任何其它周期性或者准周期性的结构。因此，施加在调制栅极上的信号也可以称之为参考信号。通过两个调制栅极的参考信号显示出相互间相位偏移 180° ，其结果是，调制栅极产生光子混合器件中的电位梯度，从而可驱动电荷载流子流向一个读出电极或另一读出电极。通过读出电极所测量到的电压或电流信号是所产生的电荷载流子的数量和调制或参考电压的函数。随后，所测量到的信号基本上正比于入射电磁波的密度，并且它的相位偏移与调制电压有关。如果入射电磁波的积分分量可以采用一个第二混频元件进行同步测量，且该第二混频元件可方便地安放在相同的光子混合器件上，这样，所入射电磁信号的幅值和相位信息可直接从混频元件所读取到的两个数值中所获取。于是，相对于第一混频元件的调制电压，施加在第二混频元件的调制栅极

上的调制电压必须显示出 90° 的相位偏移。

从德国专利申请 DE 198 21 974A1 中可了解到相对应的光子混合器件，并且本文参考现有申请的完整披露尽可能多的讨论了光子混合器件的基本工作模式、结构以及可能的使用，在 DE 198 21 974A1 中所披露的光子混合器件具有至少两个调制栅极和至少两个读出电极且还具有长窄的以及并行的条状形状。栅极或电极的该条状形状使得它有可能保持栅极的长度，即，栅极在电荷载流子运动方向上的尺寸尽可能的小，同时为入射电磁辐射所产生的电荷载流子提供足够大的表面面积。从而，即使短的栅极长度也可以使光子混合器件获得非常高的效率。

读出电极一般都具有金属触点，该触点是采用蒸发或者溅射的方法直接形成在光敏层上的。光敏层包括一层半导体材料，例如，p-或者 n-掺杂硅。半导体材料是对在触点下区域中的其余晶圆进行补充掺杂。于是，读出电极可以由 pn 二极管构成。然而，光子混合器件在本领域中是众所周知的，其中，金属触点可应用于本征或连续掺杂的半导体材料。随后，读出电极因为金属-半导体转移而显示出类二极管的非欧姆的特性。

已经证明采用现有技术所熟知的条状形状的读出二极管或者类二极管读出电极不利于显示出当使用电压测量时可限制电荷变换效率（CCE）的许多功能。术语电荷变换效率可用于讨论在光敏感材料中所产生的每个电荷载流子所引起的电压。

此外，因为条状读出电极的二极管特性，所以所使用的条状读出电极存在着它们所显示出的热暗电流增加的缺点，这将影响电流测量方法的使用。

(3) 发明内容

与现有技术相比较，本发明的目的是进一步开发所熟知的光子混合器件，使之显示出增加的电荷变换效率和减小的暗电流。

本目的的获得在于所提供的光子混合器件包括一层光敏层，至少两层调制栅极和至少两层连接着光敏层的读出电极，该调制栅极能够连接着调制器件，该调制器件可以对应于所需调制功能来提升和降低调制栅极相互之间的电位以及相对于读出电极的最好恒定的电位，在各种情况下，读出电极都至少具有两个分离的电极部分且以相隔一定距离来设置。

在电压测量的操作中，光子混合器件的电荷变换效率正比于读出电极能够接受的良好近似值。读出电极的能力，即，十分类似于产生暗电流的能力，是读出电极的表面面积的函数。这适用于在金属接触和基片之间金属-半导体转移的能力以及在读出电极中的 pn 转移的能力。通过使用至少两个分离的电极部分且以隔一定距离

来设置，而不是连续条状形状的读出电极，电极的整个表面面积就可减小以及它的能力也因此而减小。

读出电极的整个长度最好是对应于现有技术中所熟知的一片读出电极的长度。

希望读出电极的电极部分是以行一个接一个设置的。几个电极部分是相互间接着设置允许在具有电极读出能力的电极中形成电荷载流子的有效俘获。为了读出电极的有效读出，各个电极部分必须是相互间电连接的，但是在各个电极部分之间的电连接不应该形成对光敏层的直接电连接，否则分离电极部分的优点就会消失。

本发明的一个实施例特别适用于具有诸如较佳的是铝的金属接触的读出电极。这些金属接触可采用蒸发或溅射的方式直接形成在光敏层上。

读出电极较佳的是设计成 pn 二极管，在读出电极所接触下的面积中的光敏层或者基片是采用 p-或 n-补充掺杂的剩余基片。

本发明的一个实施例较佳的是读出电极的分离电极部分的长度最多是它们宽度的三倍，较佳的是两倍，并且更佳的是，等于它们的宽度。分离电极部分的宽度是 0.5 至 5 微米，较佳的是 1 至 3 微米，并且更佳的是 1.8 微米。

本发明的实施例较佳的是读出电极的各个电极部分所具有的它们侧向边缘之间的距离为 2 微米和 10 微米之间，较佳的是在 4 微米和 8 微米之间，更佳的是 6 微米。

希望读出电极的金属接触具有一个 T 形的剖面，且它们可以部分凸出于相邻的金属层的。采用这种方法所设计的金属接触具有适用于建立接触所需的适当尺寸，同时它们与光敏感材料的接触表面能够尽可能得小。

在现有技术所熟知的 CMOS 技术中，可以有效地产生这种结构。然而，在其它技术的实施例中，例如，在 GaAs 中也是有利的并且可能没有任何功能上的限制。

本发明的一个实施例更佳的是调制栅极基本上是条状的，即，长度大于宽度。它们可以并行于读出电极以行设置的分离电极部分延伸。

如果调制电极对于入射的电磁辐射是透明的，且入射探测器的辐射可以通过调制电极到达在其下面的光敏层。调制栅极可以由透明的 p-或 n-掺杂的半导体层和透明的金属层来形成的。

如果调制栅极可籍助于绝缘层，较佳的是氧化层，与光敏层电分离的是有利的。这可以保持对在光敏层中在绝缘层下所产生的电荷载流子的影响，而这是调制栅极难以俘获的。

本发明的一个实施例较佳的是读出电极的电极部分空间毗邻调制电极，但与其电绝缘。从而就能够获得读出电极对电荷载流子的有效俘获。

一个实施例较佳的是调制栅极可以是由 p-或 n-掺杂半导体材料所制成的。

希望读出电极在其不毗邻调制栅极的一侧是由绝缘层所环绕着的。

本发明的一个实施例较佳的是读出电极的电极部分是空间设置在调制栅极的区域中，且与其是电绝缘的。于是，在读出电极的电极部分上至少有三侧能够流出电荷载流子。

本发明的一个实施例较佳的是读出电极的各个电极部分显示出在它们侧向边缘之间的距离在 2 微米和 10 微米之间，较佳的是在 4 微米和 8 微米之间，且更佳的是 6 微米。所引用的距离允许有效收集在读出电极的各个电极部分上的电荷载流子。

如果探测器的两个相邻混频元件具有一个共同的读出电极的话，就能够获得根据本发明的光子混合器件的特殊紧凑到实施例，共同读出电极的电极部分可以是空间设置在两个探测器的共同调制栅极的区域中或者空间相邻两个探测器的两个分离调制栅极。

本发明的一个实施例较佳的是环绕着读出电极设置至少两个额外的存储器栅极。存储器栅极较佳的是与读出电极电绝缘并具有电偏置电压。存储器栅极在读出电极周围至少形成两个电势阱，由电磁辐射所产生的电荷载流子在经过调制栅极所产生的电位梯度之后收集在电势阱中。如果是采用诸如硅之类的半导体作为光敏层的话，就能够充分的提供具有正向偏置电压的存储器栅极，其结果是产生确定电流的电子电势阱。

存储器栅极较佳的是采用一层对于诸如电磁辐射不透明的层覆盖，其结果是，在存储器栅极区域中就不会产生电荷载流子。此外，希望读出电极的电极部分是存储器栅极电绝缘的。

通过读出电极的分离电极部分与其周围较佳的条状存储器栅极的组合，就可以将现有技术中的条状读出电极的优点与根据本发明的读出电极的分离电极部分的优点相组合。现有技术中的条状读出电极有可能得到一个有效的电荷载流子的流量，即，所有光子产生的电荷载流子，这是因为在垂直于条状读出电极地方向上的电场加速光子所产生的电荷载流子，使之到达读出电极和能够流到这些电极。类似于条状读出电极，根据本发明的存储器栅极也可以收集在垂直于条状电极方向上加速的所有电荷载流子。随后，可以籍助于读出电极的分离电极部分进行读出，读出电极的分离电极部分显示出比现有技术所熟知的条状读出电极更小的读出能力。在读出电极中俘获来自存储器栅极的电荷载流子也是十分有效的。

此外，根据本发明包括存储器栅极的光子混合器件可以具有两级电荷转移效

率，该效率取决于照明的强度。如果照明强度是低的，则光子所产生的电荷载流子就少，探测器的积分能力等于读出电极的金属-半导体接触或者 pn 二极管的本征能力。如果读出电极通过电荷载流子的流量达到存储器栅极的电势，则探测器的积分能力就等于读出电极的本征能力和存储器栅极的能力之和。对于入射电磁辐射的低强度来说，所讨论的流程可引起高的灵敏度或者电荷转移效率，而对于高的强度（许多光子产生的电荷载流子），假定电荷转移效率为第二较低的数值。根据本发明的光子混合器件，随着对于高强度的敏感性降低，与没有存储器栅极的探测器相比较，就只能够在较高的强度下达到饱和，其结果是可以改善光子混合器件的动态范围。通过采用存储器栅极的偏置电压，就可以随意设置可达到降低转移效率的阈值数值。

由恒定偏置电压所提供的存储器栅极可减少光子混合器件的调制栅极和读出电极之间的边与边的串扰。用这种方式，由于调制信号而使得读出电极的可能干扰最小化。理想的是，高频干扰完全与读出二极管相分离。因此，存储器栅极又可以称为“分离栅极”。

当探测器的两个相邻混频器元件使用一个共用的存储器栅极时，就可以得到特别紧凑的设计。

本发明的一个实施例较佳的是光子混合器件至少有一个附加的存储器结构。希望该存储器结构是由至少有一个存储器栅极且在其周围环绕着的读出电极所构成的，其中，读出电极是由相互电连接的分离电极部分所构成，读出电极的电极部分与存储器栅极是电绝缘的，存储器的结构是被一层对电磁波不透明的层所覆盖，且存储器结构的读出电极电连接混频元件的至少一个读出电极。

更为有利的是，存储器结构的存储器栅极是处于在混频元件的存储器栅极和电位和混频元件的读出电极的电位之间的电位上。

根据本发明的存储器结构，通过将存储器结构的附加功能附加在三级变换效率上，来延伸原先所讨论的两级电荷变换效率的存储器栅极的原理。因此，提供了一个具有三级灵敏度的光子混合器件，该器件具有进一步改善的动态范围。

希望每一个检测元件能够设置两个真正的存储器结构，其中存储器结构的读出电极都能够电连接探测器元件。因此，可以获得检测元件的动态范围的扩展。

此外，希望在同一光学混合器件上的两个相邻混频元件具有一个共同的存储器结构。

本发明的一个实施例较佳的是光子混合器件具有多个混频元件。该混频元件可以连接成使得它们的信号叠加在一起，但是它们也可以施加相位相差 90° 的调制信

号，这样在一次测量中就能够记录下用于确定入射电磁信号的正交分量。

较佳实施例的下列讨论有助于使得本发明的其它特征、优点和应用的可能性变得更加清晰。

(4)附图说明

图 1 示出现有技术中具有条状读出电极的探测器元件的俯视图。

图 2 示出根据本发明的光子混合器件的第一实施例的俯视图。

图 3 示出图 2 所示光子混合器件沿着线 A—A' 的垂直剖面图。

图 4 示出根据本发明的光子混合器件的第二实施例的俯视图。

图 5 示出图 4 所示光子混合器件沿着线 B—B' 的垂直剖面图。

图 6 示出图 2 和图 4 所示光子混合器件沿着线 A—A' 的电位分布。

图 7 示出根据本发明的光子混合器件的第三实施例的俯视图。

图 8A 根据本发明的光子混合器件的第四实施例的俯视图。

图 8B 示出图 8A 所示光子混合器件沿着线 A—A' 的电位分布。

图 9A 示出根据本发明的光子混合器件的第五实施例的俯视图。

图 9B 示出图 9A 所示光子混合器件沿着线 B—B' 和 A—A' 的电位分布。

图 10 示出根据本发明的光子混合器件的另一实施例的俯视图。

图 11 示出根据本发明的光子混合器件的一例实施例的俯视图。

(5)具体实施方式

图 1 示出现有技术中具有条状读出电极的探测器元件的俯视图。可以清楚地识别出探测器元件的两个读出电极 1' 和 2' 以及调制栅极 3' 和 4'。附图中没有显示由硅所制成的光敏层设置在栅极 1', 2', 3', 和 4' 的下面。在实际操作中, 读出电极 1' 和 2' 采用正向偏置电压, 其结果是电极或栅极可起到在光敏层中产生的电荷载流子的电势阱的作用。正向偏置电压是可选择的, 因为空穴具有较低的迁移率, 它有助于忽略电流的传输。参考电压 U_{ref} 施加在调制栅极 3' 和 4' 上, 调制栅极的调制作用与入射电磁辐射的调制是相同的。电磁辐射的调制和调制栅极 3' 和 4' 的调制电压可以显示相位偏置 ϕ 。一旦采用强度调制的辐射照明时, 在光敏层中就会产生电荷载流子, 并且随后加速到处于由调制栅极 3' 和 4' 所产生的电位梯度中的读出电极 1' 和 2' 中。这时, 两个调制栅极必须采用相反相位的调制信号来偏置, 以便于在调制栅极 3' 和 4' 之下的两个光敏层区域之间产生电位差。到达读出电极 1' 和 2' 的电荷载流子的数量是入射电磁辐射强度的函数且具有相位差 ϕ 。于是, 入射电磁辐射的强度以及在入射电磁辐射的调制信号和调制栅极 3' 和 4' 的调制信号之间的相位差 ϕ 可以采用

电压和电流测量的帮助下进行记录。

读出电极 1'和 2'具有与铝的欧姆接触,该铝是直接涂覆在半导体材料上,在 p 掺杂硅的情况下,在金属接触之下的区域中,半导体材料是对剩余材料进行 n⁺补充掺杂的材料,其结果是读出电极是由 pn 二极管所制成的。如果 n 掺杂的半导体材料拉替代的话,则在读出电极 1'和 2'接触之下的区域是 p 掺杂的。

在图 1 所示的平面视图中,仅仅是只表示了读出电极的补充掺杂区域的基础。在该基础上的条状结构是第二重要的。如读出电极是采用电压测量方式读出的话,则测量电压信号正比于 $1/C_A$, C_A 是读出电极的电容。读出电极 1'和 2'的 pn 跃迁具有本征电容,该本征电容基本上是由读出电极的电容 C_A 所确定的。为了获得尽可能大的由于在光子混合器件中产生电荷载流子所引起的电压变化,读出电极的本征电容必须保持尽可能地小。

图 2 示出根据本发明的光子混合器件的第一实施例的俯视图,在该实施例中,读出电极 1 和 2 是由分离的电极部分 1A-I 和 2A-I 所构成的。于是,各个读出电极 1 和 2 的电容小于条状读出电极的电容,且其长度基本对应于分别分开的两个分离电极部分 1A, 1E 和 2A 之间的距离。读出电极 1 和 2 的电极在空间上直接毗邻调制栅极,且在所讨论的实施例中,是与调制栅极电绝缘的。

图 3 示出图 2 所示光子混合器件沿着线 A-A'的垂直剖面图,该部分是直接穿过分离电极。可以清楚地识别出电极部分 2A-2E 的垂直结构。光敏层是由硅所制成的 p 掺杂基片 5。正如图 3 的剖面视图所表示的,在各个情况中,基片的电极部分区域具有 n⁺掺杂 6,其结果是,电极部分 2A-2E 是由 pn 二极管所构成,它在其上面具有金属接触 20A-20E。如果是采用 n 掺杂半导体基片替代的话,则在电极部分的区域中,材料是 p 掺杂的。欧姆接触直接施加在补充掺杂区域 6 中。

氧化硅层 7 可设置在电极或其周围之间的基片 5 上。接触 20A-20E 各自具有一种 T 形的剖面。电极部分 1A-2E 和 2A-1E 的补充掺杂区域 6 的基础部分 9 各自是 1.8 微米边长的平方。从图 3 中可以清楚地看到,正如在图 2 和 4 以及下列附图中所表示的,读出电极的电极部分仅仅是由电极部分的补充掺杂区域 6 的基础部分 9 所表示。

图 4 所示的分离电极部分 101A 至 101E, 102A 至 102E 的结构不同于图 2 所示的结构,在该结构中,电极部分是延伸至调制栅极 103 和 104 的区域中。调制栅极 103 和 104 与读出电极是电绝缘的,如同以前一样。该结构允许改善在电极部分上的电荷载流子的流动,这电荷载流子的流动大多来自三个边的 110、111 和 112,正

如电极 102C 所表示的。

图 5 示出图 4 所示光子混合器件沿着线 B—B' 的垂直剖面图。可以清楚地识别出电极部分 102A 至 102E 凸出进入调制栅极 104 的区域中, 调制栅极分别与电极部分 102A 至 102E 和它们的接触 120A 至 120E 电绝缘, 或与其保持着一定的距离。剖面图也清楚地示出调制栅极 104 可采用氧化硅层 122 与其下面的 p 掺杂硅基片相分离。氧化硅层 122 可用于在调制栅极 104 和硅基片 105 之间的电绝缘。

图 6 示出图 2 和图 4 所示光子混合器件沿着线 A—A' 的电位分布。很显然, 由于正向偏置电压, 读出电极 1, 2, 101, 和 102 的电极部分形成了电势阱, 采用这些电势阱可以俘获光子所产生的电子。

图 7 示出光子混合器件包括三个混频元件 213、214 和 215。混频元件 213 至 215 各自具有两个读出电极 201、202、216 和 217 在这种情况下所构成的这些读出电极形成了五个分离的电极部分, 正如从图 2 和图 4 中所知道的。

混频元件 213 和 215 各自使用读出电极 216 和 217 分别与在这两个元件之间所设置的混频元件 214 相结合。分别使用混频元件 213 之 215 结合的读出电极 216 和 217 可设置在两个大的表面调制栅极 218 和 219 的区域中。两个调制电极 218 和 219 各自的宽度基本上是图 2 和图 4 所显示的光子混合器件的调制栅极的两倍宽。调制电极 218 和 219, 正如读出电极 216 和 217, 各自用于和两个相邻的光子混合器件相结合。调制栅极 218 至 221 相连接, 使得各个相邻的调制栅极可由调制信号的相反相位的激发。在各种情况下, 四个读出电极 201、202、216 和 217 中的两个电极相互连接着且共同读出。两个栅极始终是与相邻设置且提供同相调制信号的调制栅极相互连接在一起。

探测器元件 213 和 215 的两个外部的读出电极 201 和 202 各自是以类似于图 4 所示的读出电极 201 和 202 的结构来构成的, 但是图 7 所示的整个读出电极 201 和 202 处于在调制栅极 220 和 221 的区域中, 并且不是像图 4 所示的调制栅极 201 和 202 的一半。

在另一实施例中, 不同于图 7 所示的实施例, 多于三个混频元件也可以连接构成一个光子混合器件。也有可能将图 7 所示的两个三级混频元件相互设置在一个光子混合器件上, 两个三级混频元件的调制信号显示出相互间 90° 的相位偏置, 其结果是能够采用信号测量的方法读出正交分量以及同时入射电磁辐射的强度和相位。

在图 8 中, 呈现的光子混合器件的另一例实施例。读出电极 301 和 302 可以由相邻着调制栅极 303 和 304 的其它存储器栅极 323 和 324 所环绕着。存储器栅极 323

和 324 都可以采用正向直流电压偏置，这里图 8B 示出沿着图 8A 中的 A—A' 线的电位分布的发展。工作的偏置电压可以选择，使得由其下面的硅基片中的存储器栅极所产生的电势阱处于比读出电极 302 的电极更高的电位上。存储器栅极对光子产生电子形成了一个大的电势阱。在低照明时，在读出电极 301 和 302 中或者周围的电位分布的序列是电荷载流子引起大的电压电平差，因为分压二极管小的本征电容。另一方面，如果在光子混合器件具有强照明时，就会产生许多电子，它们会迅速填满读出电极的电势阱，并且还在存储器栅极 323 和 324 中收集其它电子，因为在存储器栅极存在着大的容量，每一个电荷载流子只产生小的电压电平差。总之，一旦由存储器栅极的偏置电压所确定的指定阈值数值超出了所假定的低的数值，其结果是在低照明下仍具有高的灵敏度。这样，根据本发明的光子混合器件的动态范围就可以比没有存储器栅极的光子混合器件大得多。

图 9A 示出具有存储器栅极 423 和 424 的光子混合器件的扩展变型，在该变型中，在硅基片上和实际混合器件一起设置了另一存储器栅极 425 和 426。另一存储器栅极 425 和 426 相互间电绝缘，以及与光子混合器件的其余栅极电绝缘。在另一存储器栅极 425 和 426 的区域中，还设置了以分离、点电极所构成的读出电极 427 和 428。这些读出电极 427 和 428 分别电连接读出电极 401 和 402。具有读出电极 427 和 428 的另一存储器栅极 425 和 426 可以采用金属层覆盖，其结果是没有电磁辐射可以辐射到这些电极（在图 9A 中没有显示）。另一存储器栅极 425 和 426 业可以采用直流电压的相同偏置方法。另一存储器栅极 425 和 426 的偏置电压的绝对数值大于存储器栅极 423 和 424 的偏置电压的绝对数值。

图 9B 清楚地示出另一存储器栅极 425 和 426 的工作模式，它示出沿着图 9A 所示线 B—B' 和 A—A' 的电位分布。由读出电极的电极所形成的电势阱 429 可以更加清楚地识别出。具有存储器栅极 425 和 426 的存储器结构的附加容量形成了根据所辐射强度地光子混合器件的变换效率的第三级。因为强度与变换效率或者灵敏度之间的关系，该探测器的实施例清楚地示出增大的动态范围。

图 10 和 11 示出两例三个探测器元件 513 至 515 和 613 至 615 的集成实施例，在光子混合器件的各种情况下，读出电极 501、502、516、517 以及 601、602、616、617 分别环绕着存储器栅极。两例实施例的不同之处在于，在图 10 所示实施例的情况下，存储器栅极是采用在读出电极和其周围的调制栅极之间的两个窄的条状电极 531 和 532 来形成的，而在图 11 所示实施例的情况下，读出电极是设置在较宽的存储器栅极 633 中的。

图 8A、9A、10 和 11 所示的存储器栅极 323、324、423、424、531、532 和 633，因为它们的恒定偏置电压，起到了减小在调制栅极 303、304。403、404 和读出电极 301、302、401、402、501、502、516 和 517 之间的电气边与边的串扰。这样，读出电极与在调制栅极 303、304。403 和 404 上的高频调制电压的干扰是完全解耦的。

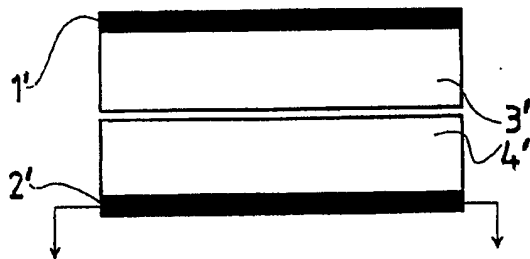


图 1

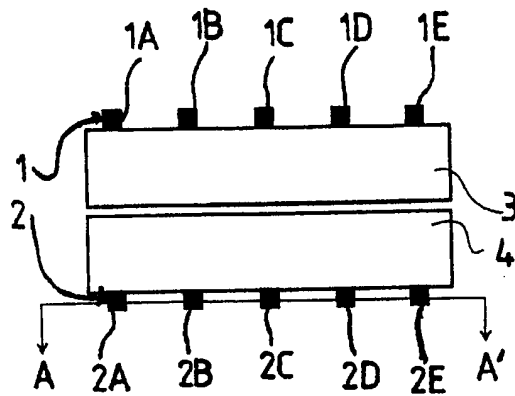


图 2

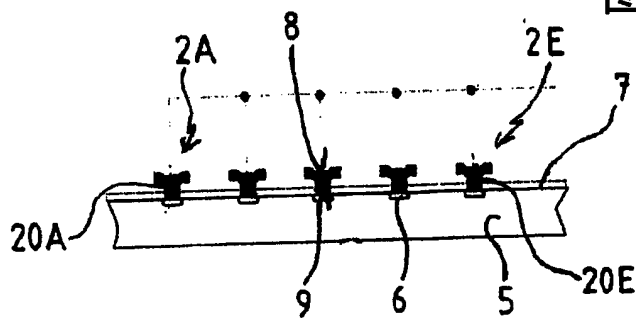


图 3

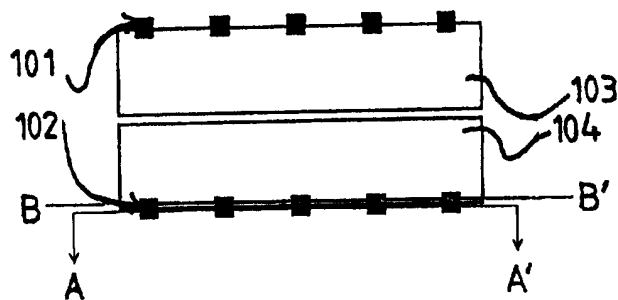


图 4

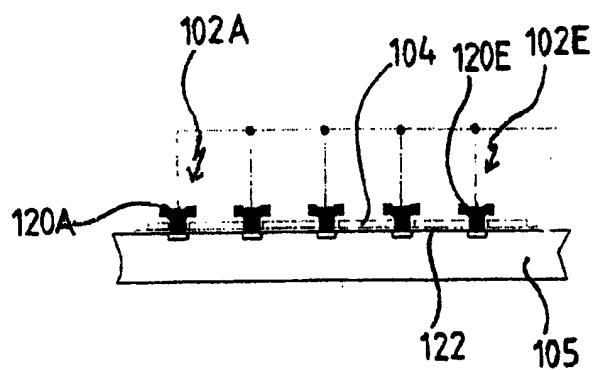


图 5

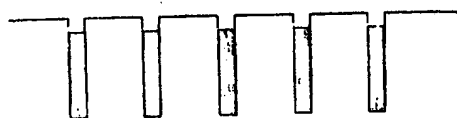


图 6

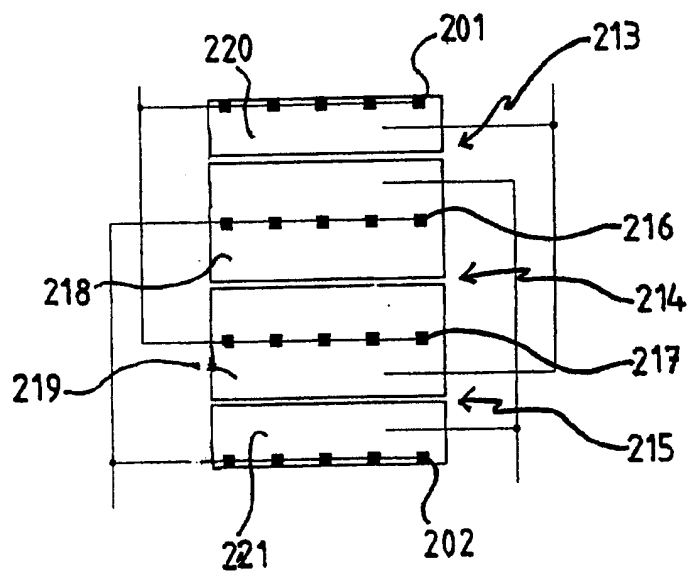


图 7

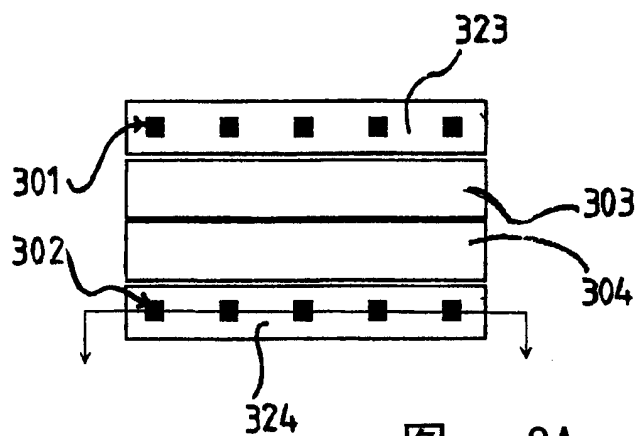


图 8A

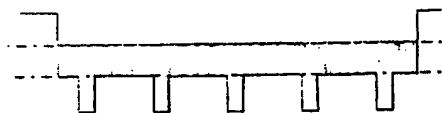


图 8B

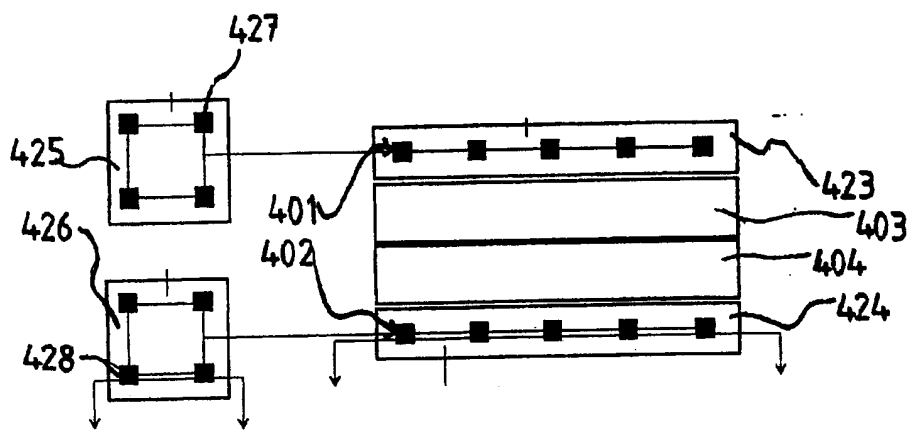


图 9A

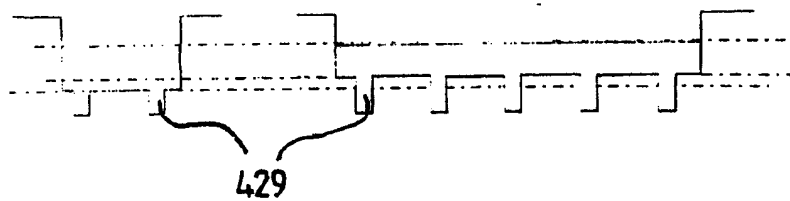


图 9B

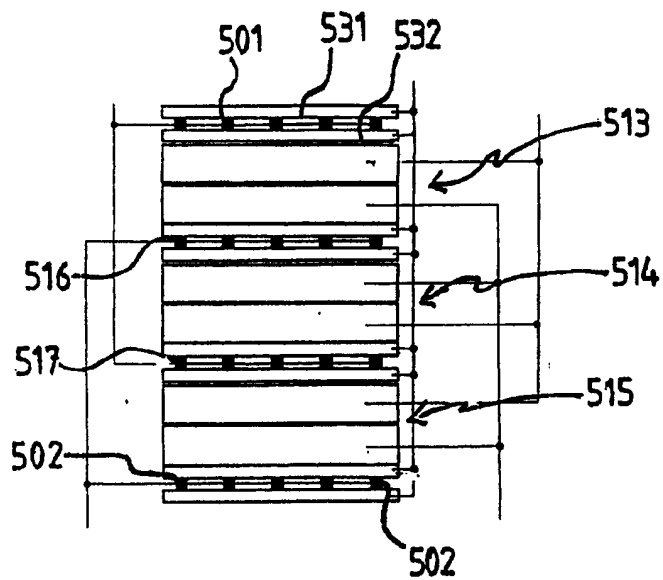


图 10

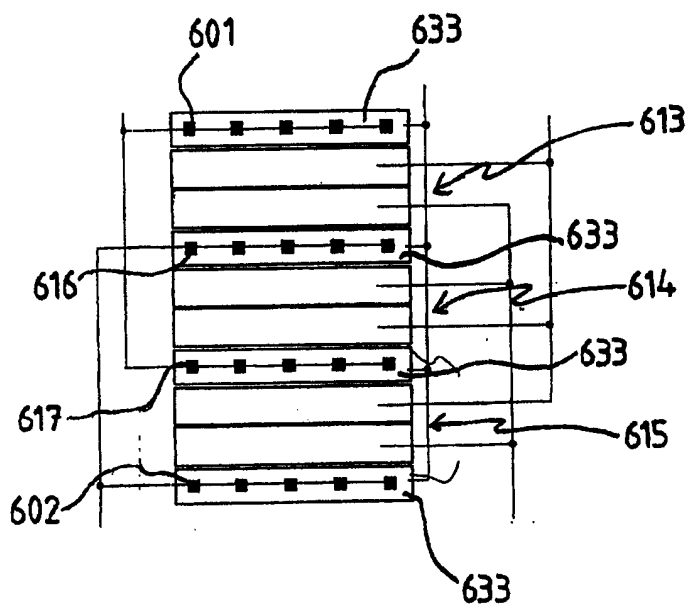


图 11