

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04N 3/14
H01L 27/148

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98811879.3

[43] 公开日 2001 年 1 月 24 日

[11] 公开号 CN 1281612A

[22] 申请日 1998.10.5 [21] 申请号 98811879.3

[30] 优先权

[32] 1997.10.6 [33] US [31] 08/944,794

[86] 国际申请 PCT/US98/20884 1998.10.5

[87] 国际公布 WO99/18717 英 1999.4.15

[85] 进入国家阶段日期 2000.6.6

[71] 申请人 光彼特公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 E·福瑟姆

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

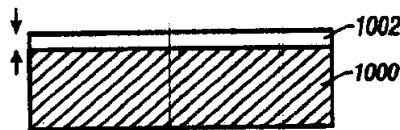
代理人 陈 霁 张志醒

权利要求书 3 页 说明书 4 页 附图页数 8 页

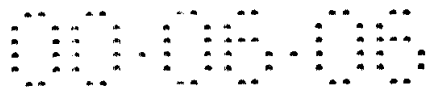
[54] 发明名称 有源像素传感器中的量子效率的改进

[57] 摘要

通过光电二极管的合适的尺寸和形状改进有源像素传感器(100)的量子效率。光电二极管元件(102)由被优化用于获得扩散的电荷而不是直接获得电荷的特定的形状构成。光电二极管(图 11)由薄的多晶硅覆盖层构成。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4



权 利 要 求 书

1. 一种图像传感器，包括：

5 多个像素区域，每个像素区域包括电路区域和光电二极管区域，
所述光电二极管区域包括在其中的光电二极管元件，所述光电二极管
元件占据的空间小于由电路区域剩下的散开空间的总量。

2. 如权利要求 1 所述的传感器，其中所述光电二极管在所述基
片上位于这样的位置，使得所述基片包括在所述基片内的基本上离开
所述光电二极管等距离的多个收集区域。

10 3. 如权利要求 2 所述的传感器，其中所述光电二极管呈从像素
的一个边沿向着像素的中心延伸的棒形。

4. 如权利要求 2 所述的传感器，其中所述光电二极管的形状为
环形的一部分。

15 5. 如权利要求 2 所述的传感器，其中所述光电二极管沿着所述
像素的对角线延伸。

6. 如权利要求 2 所述的传感器，其中所述光电二极管呈一个环
形的形状，所述环的中心是所述像素的中心。

7. 如权利要求 2 所述的传感器，其中所述光电二极管呈 H 形。

8. 如权利要求 2 所述的传感器，其中所述光电二极管呈 X 形。

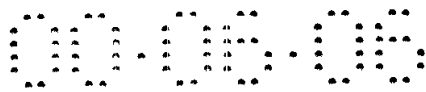
20 9. 一种图像传感器，包括：

多个像素区域，每个像素区域被形成在可以接收入射光并和所述
入射光相互作用从而形成被改变的可以扩散的基片部分的那种类型
的基片上，每个所述像素区域包括电路区域和光电二极管区域，所述
光电二极管区域包括在其中的光电二极管元件，所述光电二极管元件
25 具有被优化的形状，以便获得所述改变的基片部分的扩散，而不是直
接获得光。

10. 如权利要求 9 所述的传感器，其中所述光电二极管元件占据
的空间小于由电路区域剩下的散开的空间的总量。

30 11. 如权利要求 10 所述的传感器，其中所述光电二极管在所述
基片上位于这样的位置，使得所述基片包括在所述基片内的基本上离
开所述光电二极管等距离的多个收集区域。

12. 如权利要求 10 所述的传感器，其中所述光电二极管呈从像



素的一个边沿向着像素的中心延伸的棒形。

13. 如权利要求 10 所述的传感器，其中所述光电二极管的形状是环形的一部分。

14. 如权利要求 10 所述的传感器，其中所述光电二极管沿着所述像素的对角线延伸。

15. 如权利要求 10 所述的传感器，其中所述光电二极管呈一个环形的形状，所述环的中心是所述像素的中心。

16. 如权利要求 10 所述的传感器，其中所述光电二极管呈 H 形。

17. 如权利要求 10 所述的传感器，其中所述光电二极管呈 X 形。

18. 一种图像传感器，包括：

多个像素区域，每个像素区域被形成在可以接收入射光的基片上，每个所述像素区域包括电路区域和光电二极管区域，所述光电二极管区域包括在其中由不透明的用于阻断直接达到所述光电二极管元件上的光的材料制成的光电二极管元件。

19. 如权利要求 18 所述的传感器，其中所述不透明材料是多酸。

20. 如权利要求 18 所述的传感器，其中所述光电二极管元件占据的空间小于由电路区域剩下的敞开的空间的总量。

21. 如权利要求 18 所述的传感器，其中所述光电二极管在所述基片上位于这样的位置，使得所述基片包括在所述基片内的基本上离开所述光电二极管等距离的多个收集区域。

22. 如权利要求 21 所述的传感器，其中所述光电二极管呈从像素的一个边沿向着像素的中心延伸的棒形。

23. 如权利要求 21 所述的传感器，其中所述光电二极管的形状为一部分的环形。

24. 如权利要求 21 所述的传感器，其中所述光电二极管沿着所述像素的对角线延伸。

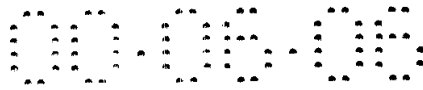
25. 如权利要求 21 所述的传感器，其中所述光电二极管呈一个环形的形状，所述环的中心是所述像素的中心。

26. 如权利要求 21 所述的传感器，其中所述光电二极管呈 H 形。

27. 如权利要求 2 所述的传感器，其中所述光电二极管呈 X 形。

28. 一种图像传感器，包括：

多个像素区域，每个像素区域被形成在可以接收入射光并和所述



入射光相互作用从而形成电子空穴对的那种类型的基片上，每个所述像素区域包括电路区域和光电二极管区域，所述光电二极管区域包括在其中由不透明的多酸制成的光电二极管元件，所述光电二极管元件具有被优化的形状，以便获得所述电子空穴对的扩散，而不是直接获得光。

5

29. 一种图像传感器，包括：

多个像素区域，每个像素区域被形成在可以接收入射光并和所述入射光相互作用的那种类型的基片上，每个所述像素区域包括电路区域和光电二极管区域，所述光电二极管区域由厚度小于 400 埃的多晶硅层覆盖。

10

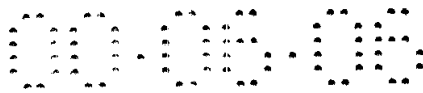
30. 如权利要求 1 所述的图像传感器，其中所述光电二极管元件由不透明的材料制成。

31. 如权利要求 30 所述的图像传感器，其中所述光电二极管元件由多酸制成。

15

32. 如权利要求 9 所述的图像传感器，其中所述光电二极管元件由不透明的材料制成。

33. 如权利要求 32 所述的图像传感器，其中所述光电二极管元件由多酸制成。



说明书

有源像素传感器中的量子效率的改进

5 本发明涉及一种在 CMOS 图像传感器中尤其是在有源像素传感器中的优化量子效率的技术。

电子图像传感器用于获得物体的图像。传感器把输入光的光子转换为电子信号（电子）。光子和电子之间的转换效率通常被称为量子效率（“QE”）。QE 是传感器的主要成像性能基准之一。

10 CCD 型光传感器在基片上形成的阵列中存储电荷。阵列的每个部分存储一个图像元素，或整个图像的“像素”。

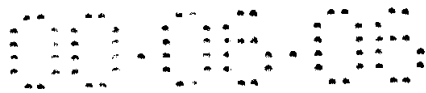
由互补金属氧化物半导体（“CMOS”）形成的传感器包括在像素内的相关的电路。所述相关的电路部分对光是不敏感的。不收集光的那些区域包括用于通过操作把存储在像素上的信息转换成电子信号的相关的电路。这些对光不敏感的区域包括但不限于布线总线，晶体管，和被不透明的材料例如硅化物覆盖的区域。

许多图像传感器装置使用光控制极（photogate）把输入的光子转换为电荷。所述电荷被存储在基片上。其它装置使用光电二极管把输入的光子转换成电子。然而，光电二极管因此必须接收光子以便转换它们。因此，本领域的普通技术人员理解，对光不敏感的区域将减少装置的总的量子效率，因而减少装置的总的光灵敏度。因此，本领域的普通技术人员一直尝试把用于相关电路的像素面积的数量减到最小，以便使对光敏感的面积最大。这例如通过增大光电二极管的尺寸借以使由其接收的光的数量最大来实现。

25 在本领域中另一个共同的趋势是使用多晶硅和金属的组合来减少电阻。多晶硅和金属的组合物通常被称为多酸（polycide）。特殊的材料包括硅化物和盐酸（salacide）。许多现代亚微处理使用这些材料，以便减少电阻。然而，这些材料也是不透明的。

30 包括可以用在有源像素传感器中的光电二极管在内的二极管可以利用所述的多酸制成。然而，就本发明人所知，尚未有人建议这样做，因为由多酸制成的光电二极管是不透明的，因此不能用来接收输入光的信息。

一种基本的有源像素传感器在美国专利 5471515 中披露了，该专



利被包括在此作为参看。

本发明披露了一种用于改进 CMOS 中的量子效率的技术。按照本发明这是通过使用不同的技术实现的。第一种技术说明通过减少而不是增加在像素中的光敏感面积的数量来改进光电二极管像素中的 QE。

5 第二种技术说明改进光控制极结构的 QE 响应。

本发明的一个方面涉及制造较小的光电二极管而不是如现有技术建议的制造较大的光电二极管。这是通过使用本发明人对一种新的操作技术的理解实现的。光子在光电二极管的基片内被捕获，并且被转换为电子-空穴对。这些电子-空穴对扩散到二极管中而形成电
10 流。按照这个实施例，二极管的尺寸被优化，以便获得来自基片的扩散，而不是直接获得光。这要求二极管小于基片内的总的敞开面积。

本发明的另一个方面包括这些光电二极管的特定的形状，所述形状能够减少光电二极管的电容，此外，能够增加光电二极管的增益。

15 本发明的另一个方面是使用一种覆盖在在光控制极结构上的薄的多晶硅层。这种薄的多晶硅层能够避免某种光子衰减。

附图包括：

图 1 表示使用光电二极管器件的有源像素传感器；

图 2-6 表示光电二极管的几种可能的不同形状；

图 7 表示有源像素传感器的响应的例子；

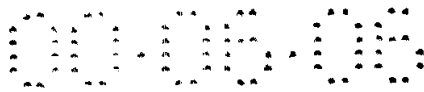
20 图 8 表示由多酸制成的光电二极管；

图 9 和图 10 表示本发明的光电二极管的两种附加的形状；以及

图 11 表示具有薄的多晶硅覆盖层的光控制极。

图 1 示意地表示一个光电二极管像素。每个像素 100 包括光电二
25 极管区域 102 和相关电路区域 104。图 1 所示的器件是一个“有源像素”，这意味着，每个像素至少包括一些和像素相关的并且实际上被形成在像素内的电路。电路 104 被示意地表示为一种具有源极跟随器的电路，但是应当理解，其它的相关电路也可以被集成在所述像素内。相关的电路最好由 NMOS 或 CMOS 构成。最好是 NMOS，因为 CMOS 电路的尺寸较大。不需要专门的半导体形成技术用于形成 NMOS 或者
30 CMOS，例如电荷耦合器件（“CCD”）所需的那些技术。关于这方面的详细情况可以在美国专利 5471515 中找到。

光电二极管元件 102 也在图 1 中示出了。光电二极管 102 由 CMOS



兼容的方法制成，例如 CMOS 或 NMOS。图 1 表示按照本发明的系统，借以使光电二极管 102 的尺寸小于像素内的可为该光电二极管利用的总面积。

5 图像传感器尤其是有源像素传感器领域内的现有的教导是，光电二极管像素应当具有尽可能大的光子收集面积。常规的光电二极管像素把光电二极管制成固态的多边形的形状，例如正方形、长方形或 L 形的光电二极管面积。例如，在图 1 所示的示例的像素布置中，光电二极管应当具有除去转换电路 104 之外所剩下的 L 形面积。

10 在有源像素传感器中的源极跟随器把来自光电二极管的积累的电荷转换为电压。本发明人认识到，在节点 106 的电压是和除以 C (电容) 的 Q (电荷) 成比例的电压 V 。本发明人意外地发现，根据每个电子伏 (微伏) 表示的转换增益可以通过减少二极管的尺寸而意外地增加，因为这使得和相关的电荷减少相比，更多地减少了电容。这有效地减少了图 1 所示的用于二极管的电路的数量，而增加了光的灵敏度。

15 本发明人假设之所以如此的原因是，光子产生电子-空穴对，例如 110。本发明人认为，在基片 112 的未占用部分中的电子-空穴对 110 扩散进入光电二极管 102。

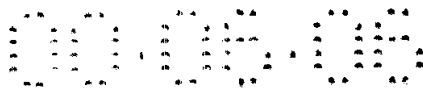
20 本发明人认识到，这个系统可被用于保持电子-空穴对扩散进入光电二极管 102 而不扩散进入基片的深部。在后一种情况下，电子-空穴对将被丢失。

为了获得从基片向光电二极管的扩散，而不是为了直接获得光，光电二极管的形状最好被优化。图中所示的系统表示本发明人已经发现有用的不同布置。

25 图 2 表示按照本实施例的光电二极管结构的第一种布置。图 2 中的光电二极管 200 位于由矩形轮廓 202 表示的像素内。因此，光电二极管 200 由基本上从像素的边沿 204 向着像素的中心部分 206 延伸的基本上为矩形的区域构成。光电二极管 200 只沿着该线形成，使像素的其余部分基本敞开。

30 图 3 表示另一个实施例，其中光电二极管 300 也从像素 302 的边沿向着像素 304 的中心部分延伸。

图 4 表示一种部分环形的光电二极管。光电二极管 400 从靠近像素的一个近边沿的点 400 向着像素另一端的点 404 延伸。光电二极管



400 遵循一个基本上是弧形的路径，该路径使得其包围像素的中央质心部分 404。

5 图 5 表示一种具有光电二极管 500 的系统，所述光电二极管形成一个跨过像素从像素的一个边沿 502 向着像素的一个相对边沿 504 延伸的对角线。

图 6 表示每个像素包括一个环形的光电二极管 600 的一种系统。光电二极管 600 形成一个围绕中心点 602 的形状。本发明人认为，这种形状是尤其有利的，因为其能够使得光子从环形的内部和外部被收集。

10 所有的这些形状被优化，使得积聚在基片上形成的电子空穴对。

另一种可能性是使用像素上的掩膜进一步阻止光的积聚。图 7A 表示各种像素的布置，图 7B 表示掩蔽的结果。

15 还有另外一种方案是使用图 1 到图 7A 所示的任何一个实施例可以具有由多酸 (polycide) 制成的光电二极管，一般由图 8 所示。多酸材料能够阻止光直接射到光电二极管上。光不直接射到光电二极管 100 上，而是射到基片 802 的一部分上。没有光能够直接被光电二极管 800 所接收，因为它由不透光的多酸制成。光只被在相连的基片部分中被接收。

20 本发明人设想到的其它形状包括图 9 所示的“H”形光电二极管和图 10 所示的“X”形光电二极管。

所有这些形状的一个共同的构思是，光电二极管元件应当位于这样的位置，在此位置光电二极管能够从基片的许多区域收集大量的电荷。

25 图 11 表示可以使用在光控制极型器件中的本发明的第二实施例。图 11 表示电荷收集基片 1000，具有在基片 1000 上的多晶硅控制极 1002。按照本实施例，多晶硅控制极 1002 比过去作得较薄。虽然一种通常的多晶硅控制极一般为 1000 个埃那样薄，但图 11 的光控制极的 APS 的控制极在 300 到 400 埃之间。

30 已经发现多晶硅使输入光衰减特别是使入射光的兰色分量衰减。通过变薄便可以在光的采集方面得到改进。

在所披露的本发明内还可以包括许多其它的实施例。

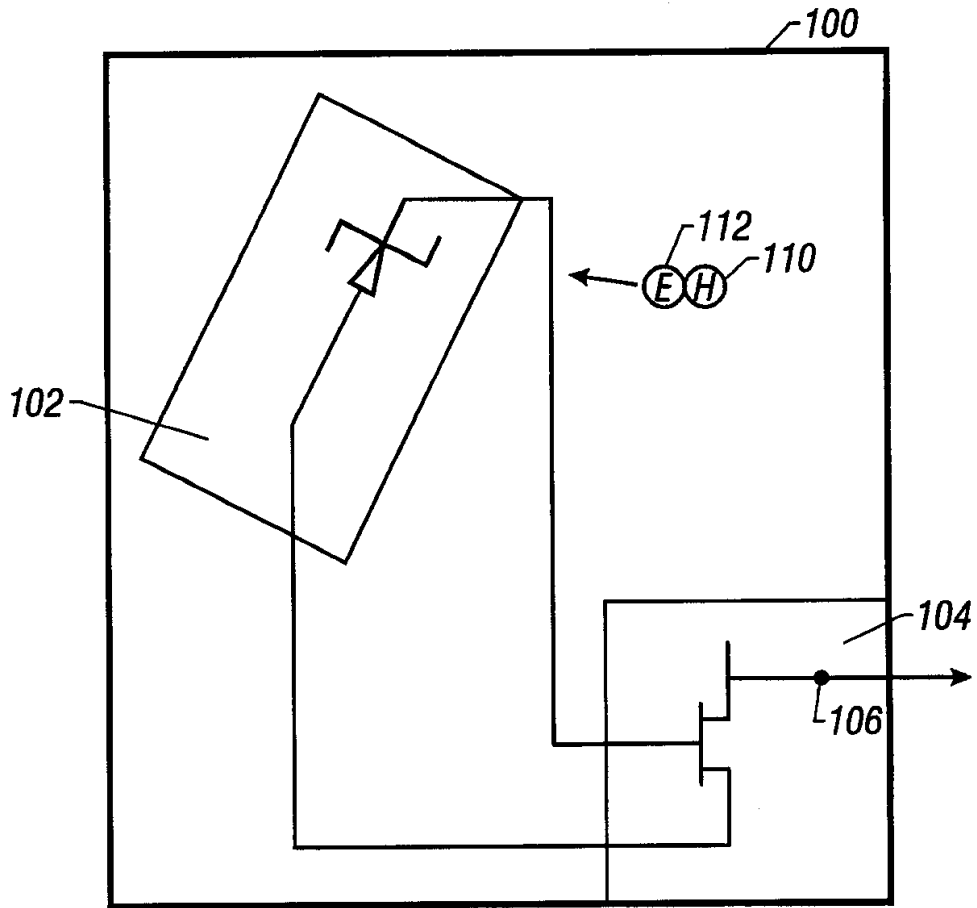


图 1

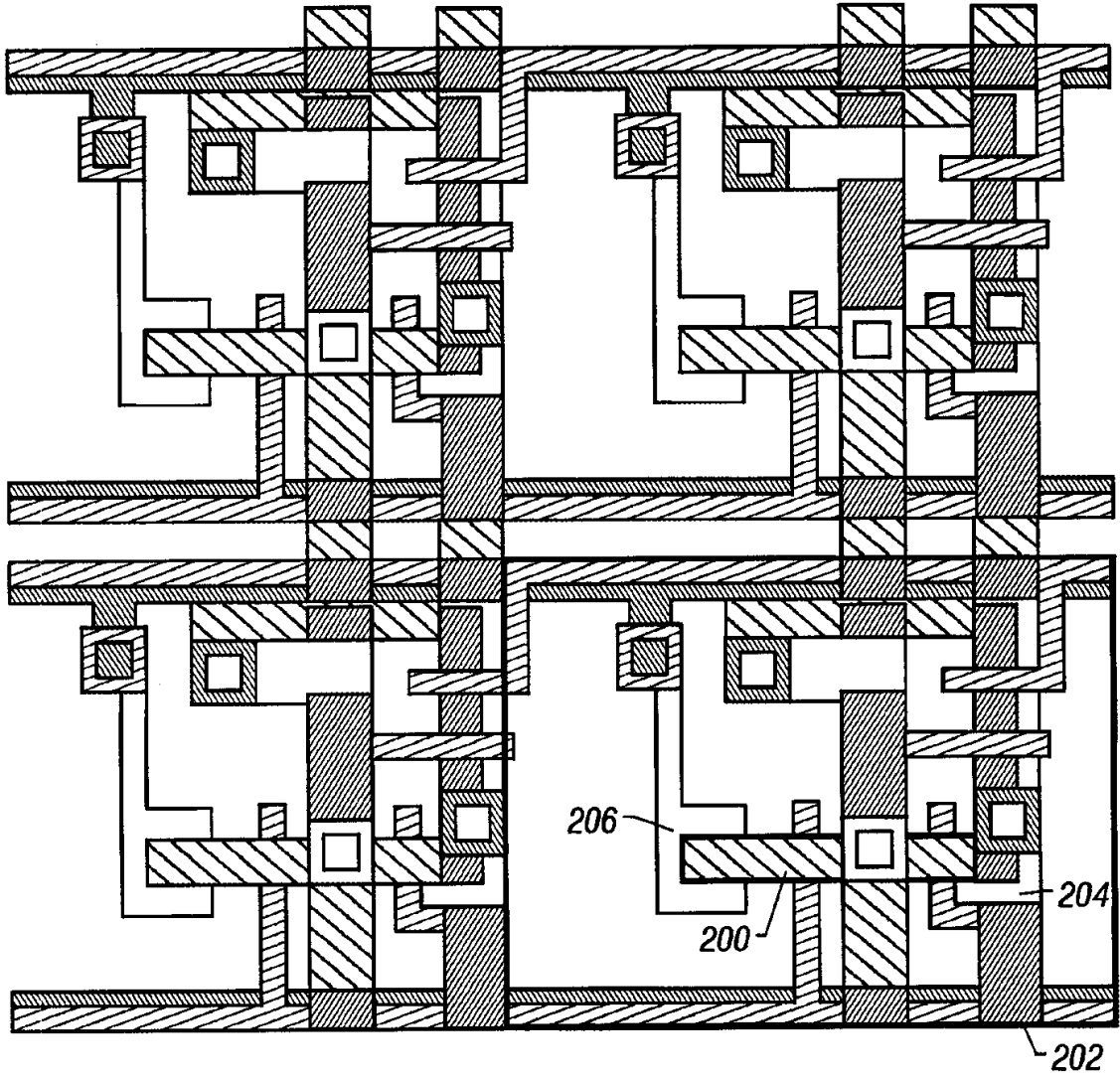


图 2

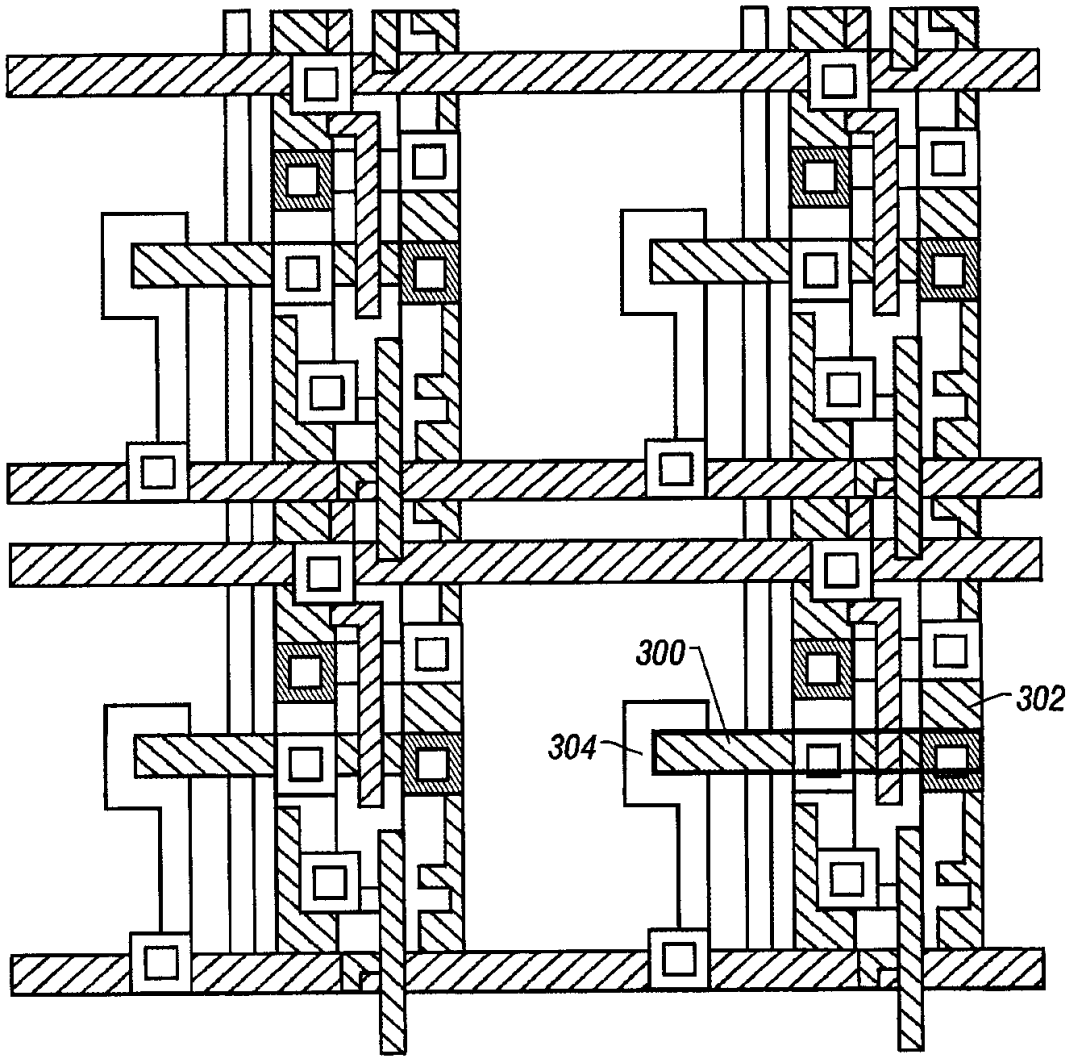


图 3

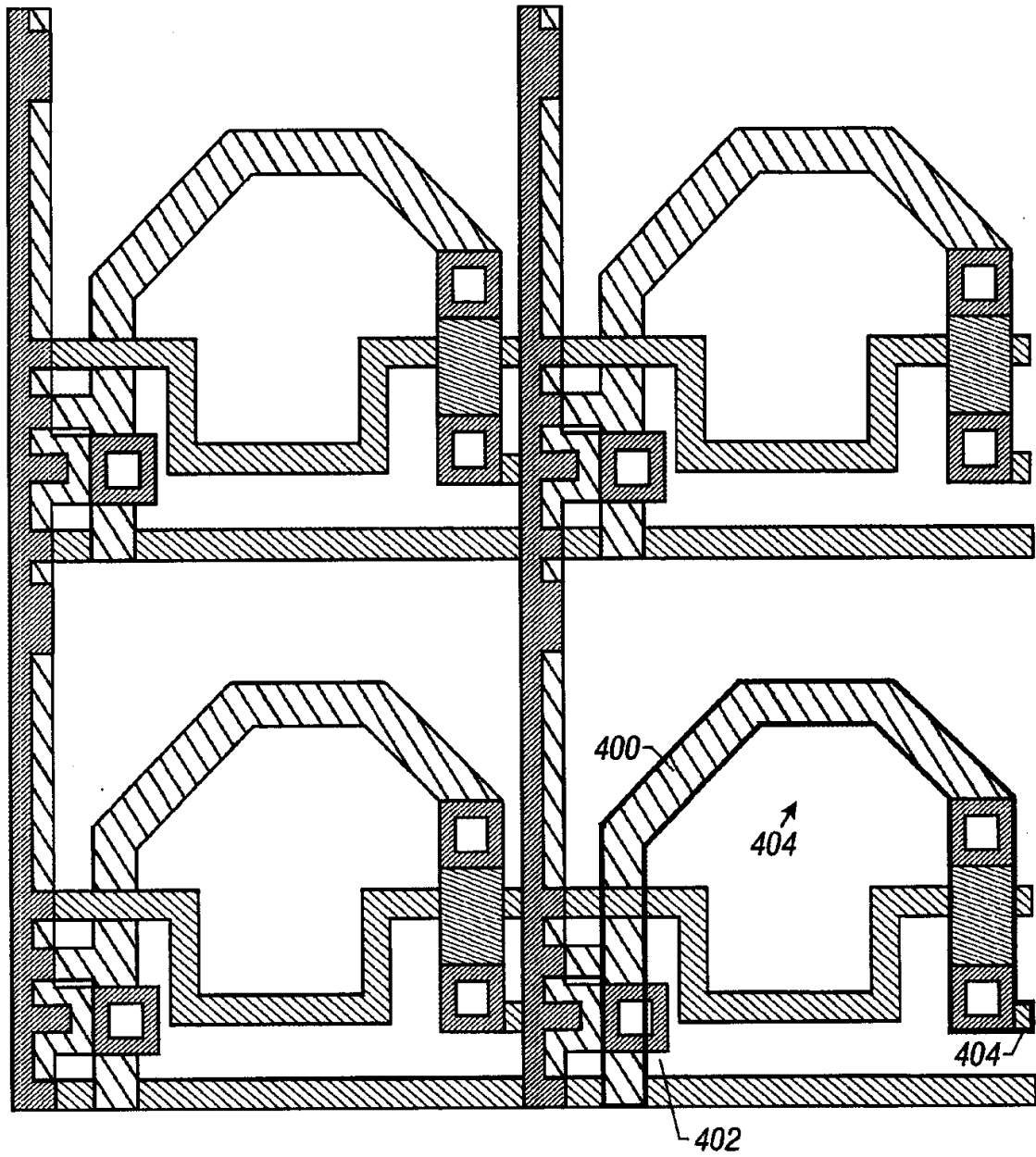


图 4

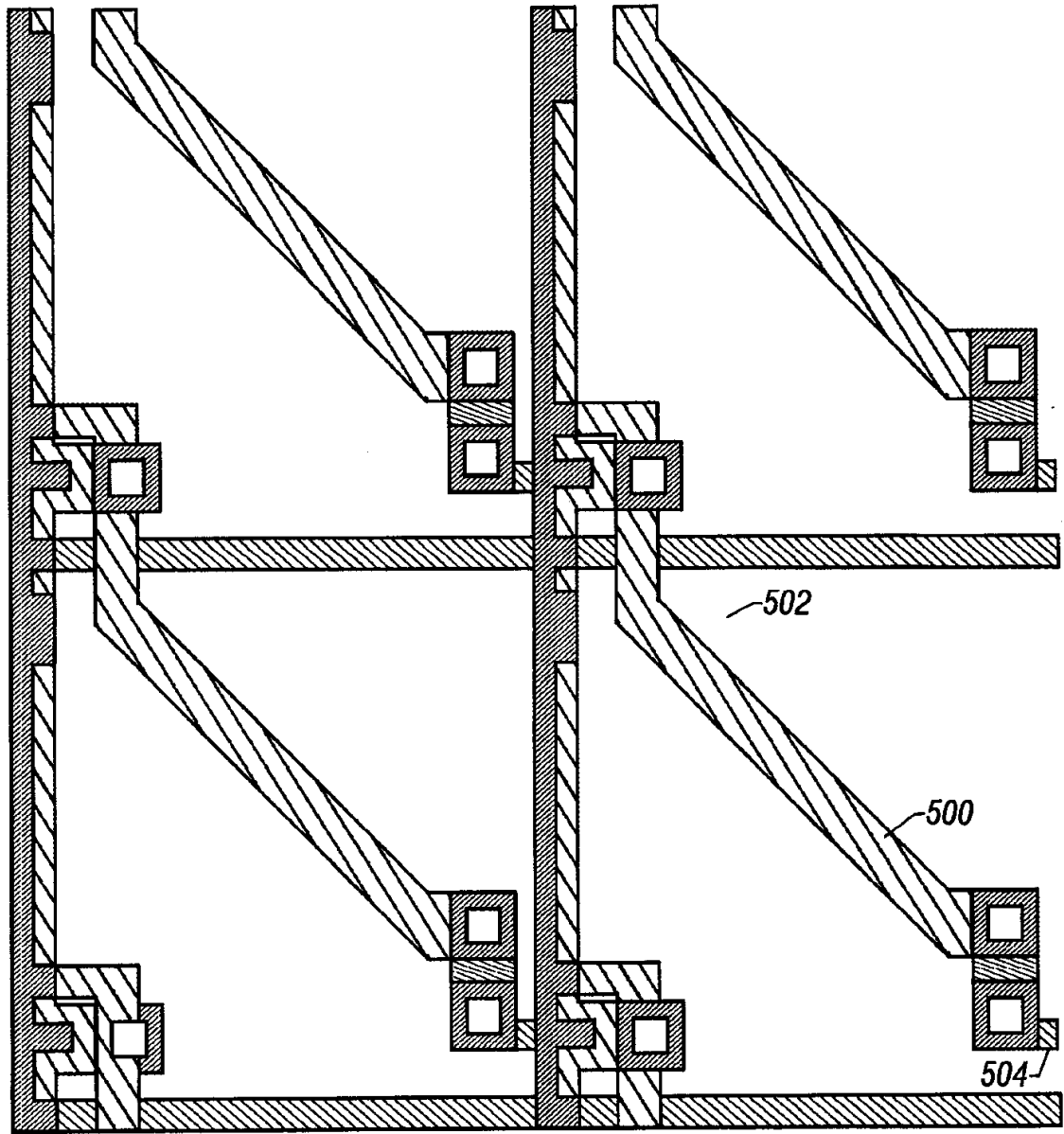


图 5

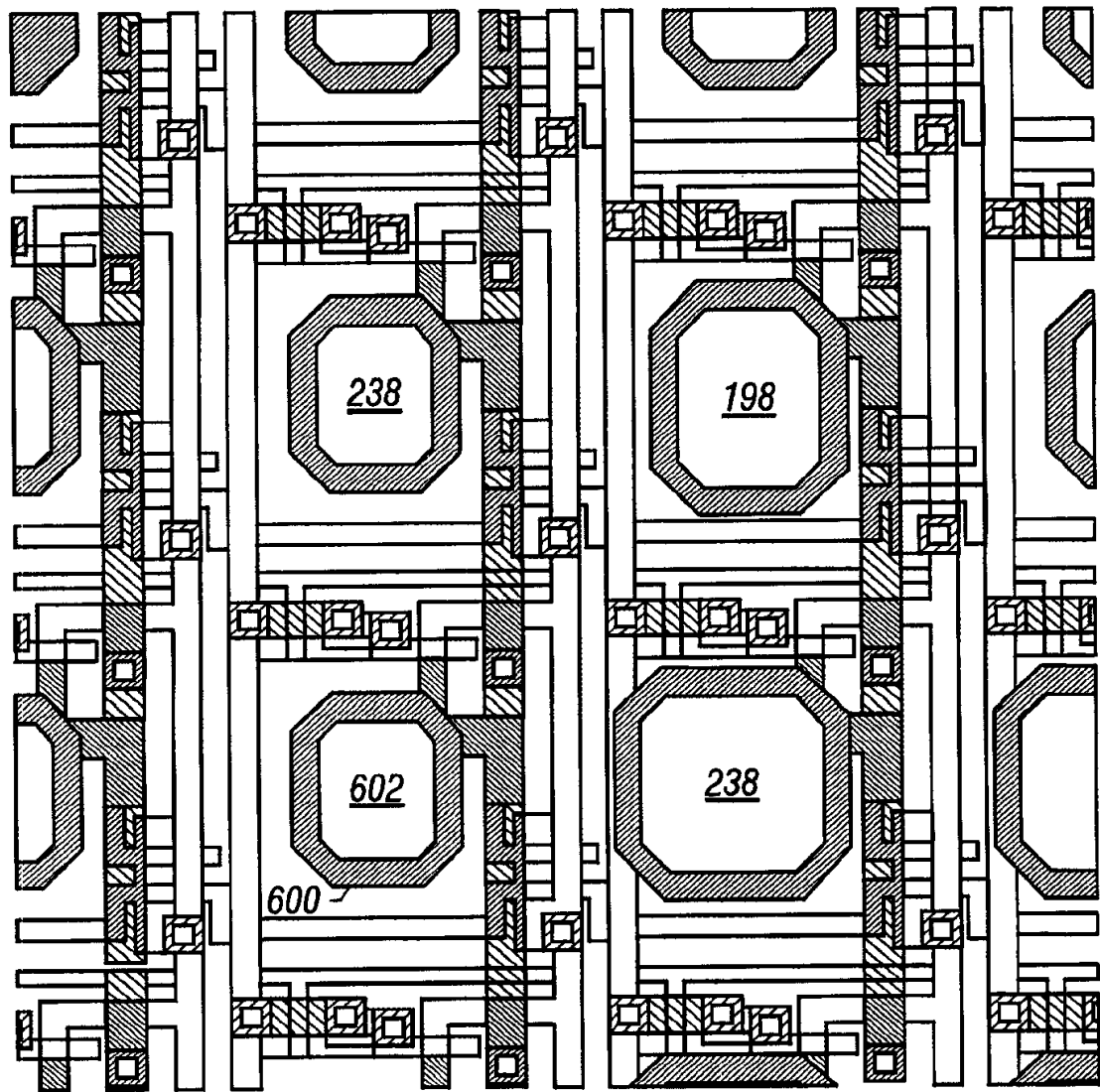


图 6

测试结果

散开像素对掩膜像素

散开像素收集的光多于掩膜像素

- 掩膜显示计算出的对真实的填充因素效应
- 掩膜有助于验证环形二极管模型

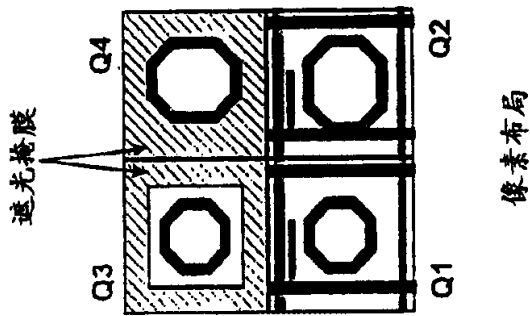
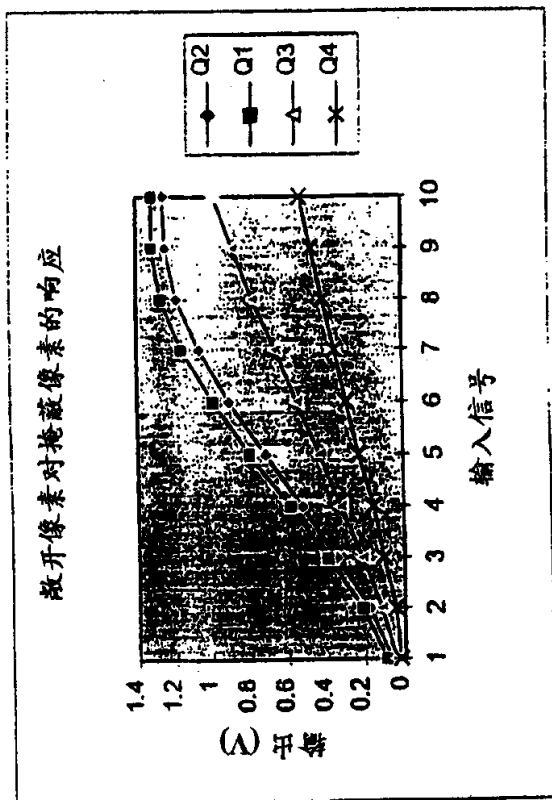


图 7

导致有源像素分辨率

CC, RT, SK

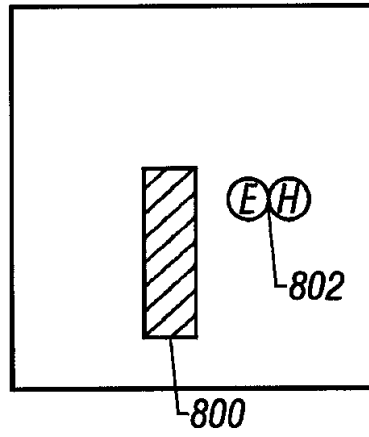


图 8

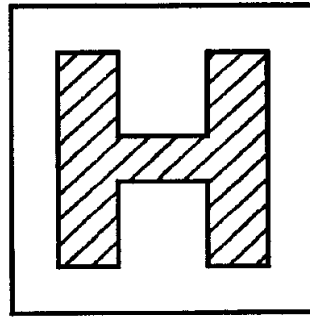


图 9

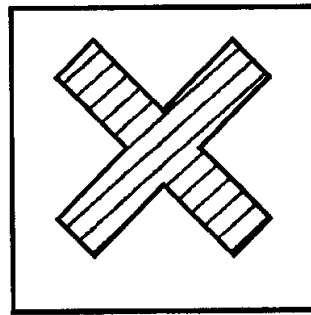


图 10

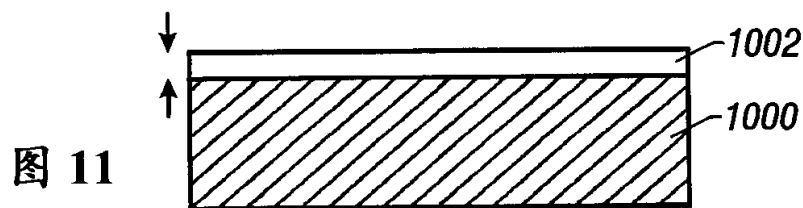


图 11