

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01J 31/48 (2006.01)

H01J 31/26 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02819977.4

[45] 授权公告日 2008 年 6 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 100397548C

[22] 申请日 2002.10.9 [21] 申请号 02819977.4

[30] 优先权

[32] 2001.10.9 [33] US [31] 09/973,907

[86] 国际申请 PCT/US2002/032101 2002.10.9

[87] 国际公布 WO2003/032358 英 2003.4.17

[85] 进入国家阶段日期 2004.4.9

[73] 专利权人 ITT 制造企业公司

地址 美国特拉华

[72] 发明人 鲁道夫·G·本茨

尼尔斯·I·托马斯

阿里恩·W·史密斯

[56] 参考文献

US6303918B1 2001.10.16

CN2441277Y 2001.8.1

CN1086347A 1994.5.4

US4555731A 1985.11.26

CN86103271A 1987.11.25

US4471378A 1984.9.11

US5099128A 1992.3.24

审查员 刘 琼

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王 英

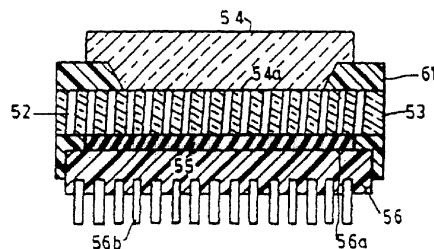
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 8 页

[54] 发明名称

增强复合型固态成像传感器

[57] 摘要

增强复合型固态传感器包括一个成像装置，该成像装置包括与一个图像增强器阴极(54)，一个微通道片(MCP)(53)和主体外壳(61)组装在一起的固态传感器(56)。该装置将图像增强器的最好的功能，良好的信噪比和高对数增益与互补金属氧化物半导体(CMOS)或者电荷耦合装置(CCD)的电子读出功能相结合。本发明主要应用于需要良好的弱光灵敏性和高增益的夜视系统。



1、一个增强复合型固态成像传感器，包括：

光电阴极，具有一个输入面，用于接收来自图像的光，和一个输出面，由光电阴极产生的电子从该输出面射出；

微通道板，具有与所述光电阴极输出面相邻的输入面，和一个输出面，数目增加了的电子从该输出面输出，以及形成于输入面和输出面之间的多个通道；

第一电连接，用于在所述光电阴极和所述微通道板间施加第一偏压；

固态成像传感器，具有一个与所述微通道板的输出面相邻的电子接收面，用于接收从所述微通道板射出的数目增多的电子，以及一个输出端，用于输出增强的图像信号；

第二电连接，用于在所述微通道板和所述固态成像传感器间施加第二偏压；

真空腔体，用于安放物理地相互紧靠在一起的所述光电阴极、微通道板和固态成像传感器；

绝缘层，用于隔开所述微通道板的输出面和所述固态成像传感器的电子接收面。

2、根据权利要求1所述的增强复合型固态成像传感器，其中所述第一偏压不超过 2000 V。

3、根据权利要求1所述的增强复合型固态成像传感器，其中所述第二偏压不小于 100 V。

4、根据权利要求1所述的增强复合型固态成像传感器，其中所述固态成像传感器是一个电荷耦合器件（CCD）。

5、根据权利要求4所述的增强复合型固态成像传感器，其中所述

电荷耦合器件是一个薄型背照式电荷耦合器件。

6、根据权利要求4所述的增强复合型固态成像传感器，其中所述电荷耦合器件是一个标准电荷耦合器件。

7、根据权利要求1所述的增强复合型固态成像传感器，其中所述固态成像传感器是一个互补金属氧化物半导体(CMOS)成像传感器。

8、根据权利要求1所述的增强复合型固态成像传感器，其中所述微通道板的输出面和所述固态成像传感器的电子接收面的至少一部分有物理接触。

9、根据权利要求1所述的增强复合型固态成像传感器，其中所述绝缘层包含一层薄膜，该薄膜沉淀于所述固态成像传感器的电子接收面或所述微通道板的输出面二者之一上。

10、根据权利要求9增强复合型固态成像传感器，其中所述薄膜厚度不超过10 μm。

11、根据权利要求1所述的增强复合型固态成像传感器，其中所述微通道板的多个通道的每一个有一个基本上是圆形的截面。

12、根据权利要求1所述的增强复合型固态成像传感器，其中所述微通道板的多个通道的每一个有一个基本上是方形的截面。

13、根据权利要求1所述的增强复合型固态成像传感器，其中所述微通道板里的多个通道中的每一个有一预定宽度，并以预定间隔分开。

14、根据权利要求13所述的增强复合型固态成像传感器，其中所

述固态成像传感器包括多个预定尺寸的收集势阱,其中所述多个通道的每一个通道的位置都相对于多个收集势阱中的一个势阱而设定,从而从多个通道发出的电子射向预定数目的收集势阱。

15、根据权利要求 14 所述的增强复合型固态成像传感器,其中所述预定间隔,通道宽度和收集势阱的尺寸使得从两个或更多的通道射出的电子被单个收集势阱接收。

16、根据权利要求 14 所述的增强复合型固态成像传感器,其中所述预定间隔,通道宽度和收集势阱的尺寸使得从一个通道射出的电子被单个收集势阱接收。

17、根据权利要求 14 所述的增强复合型固态成像传感器,其中所述预定间隔,通道宽度和收集势阱的尺寸使得从一个通道射出的电子被两个或者更多的收集势阱接收。

18、根据权利要求 1 所述的增强复合型固态成像传感器,进一步包括:

连接在所述光电阴极和所述固态成像传感器之间的电路,以在其间施加至少一个偏压;

其中所述固态成像传感器进一步包括:

i、与所述微通道板相连的多个收集势阱,用于接收从所述微通道板输出的增多了的电子和产生增强的图像信号;和

ii、向显示装置输出增强的图像信号的输出端;以及

其中所述光电阴极,微通道板和固态成像传感器在该真空腔体中处于至少半真空状态。

19、如权利要求 1 所述的增强复合型固态成像传感器,

其中所述光电阴极、微通道板和固态成像传感器作为一个单元安放在所述真空腔体中。

增强复合型固态成像传感器

发明领域

本发明涉及一种增强（intensified）复合型固态传感器。尤其是，本发明涉及到一种使用与微通道板（MCP）非常近地连接在一起的CMOS 或 CCD 传感装置和光电阴极的图像增强器。

发明背景

本发明涉及利用固态传感器，例如 CMOS 或 CCD 装置，的图像增强装置的领域。图像增强装置用来放大低强度光或者将非可见光转换为可见图像。图像增强装置对从红外线中产生图像尤其有用，并在工业和军事上也有许多的应用。例如，图像增强管用于提高飞行员的微光摄像电视，拍摄天体和为有色素性视网膜炎（夜盲症）的患者提供夜视能力。

在现有技术中有三种类型已知的图像增强装置：用于照相机的图像增强管，全固态 CMOS 和 CCD 传感器，复合型 EBCCD/CMOS(电子轰击的 CCD 或 CMOS 传感器)。

图像增强管是众所周知的，被广泛用于许多行业。图 1 示出了现有技术的第三代（GEN III）图像增强管 10 的当前状态。关于这种现有技术的第三代图像增强管应用的例子在授予 Naselli 等的专利权的名称为 REPLACEMENT DEVICE FOR A DRIVER'S VIEWER 的美国专利 No. 5,029,963 中，以及授予 Phillips 专利权的名称为 TELESCOPIC SIGHT FOR DAYLIGHT VIEWING 的美国专利 No.5,084,780 中被举例说明。图中所示的，以及在这两篇被引用的参考文献中的 GEN III 图像增强管 10 是这里的代理机构 ITT 公司当前所生产的类型。在图 1 所示的图像增强管 10 中，红外线能量射到光电阴极 12。该光电阴极 12 包括一个一面涂有一抗反射层 16 的玻璃面板 14，一个镓铝砷化物(GaAlAs)的窗层 17 和一个镓砷化物(GaAs)

的活性层（active layer）18。红外线能量被 GaAs 活性层 18 吸收，因此导致了电子/孔穴对的产生。产生的电子穿过涂在 GaAs 活性层 18 上的负电子亲和势（NEA）覆盖层 20 出射到真空室 22 里。

微通道板（MCP）24 被安置在真空室 22 里，与光电阴极 12 的 NEA 覆盖层 20 相邻。传统上，MCP 24 是用有导电性输入面 26 和导电性输出面 28 的玻璃制成的。一旦电子脱离光电阴极 12，电子就会在导电性输入面 26 和光电阴极 12 间大约 300 到 900 伏的电势差作用下，向 MCP 24 的导电性输入面 26 加速运动。当电子轰击到 MCP 24 的输入面 26 时，MCP 24 里便会产生二次电子。每个进入输入面 26 的电子，可能在 MCP 24 中产生几百个电子。MCP 24 受输入面 26 和输出面 28 间电势差的影响，该电势差典型地在 1100 伏特左右，从而该电势差使得使电子数量增加。

当增多的电子脱离 MCP 24 时，在磷屏 30 和输出面 28 之间大约 4200 伏的电势差作用下，这些电子在真空室 22 中向磷屏 30 加速。当这些电子撞击在磷屏 30 上时，每个电子产生许多光子。这些光子在光学反相器元件 31 的输出面 28 上产生了图像增强管 10 上的图像。

如图 1 所示的图像增强器比其他形式的图像增强器有更多的优点。首先，增强器有一个对数增益曲线。也就是说，增益随着输入光强的增加而减少。这正好与人眼的反应匹配，尤其是当明亮的光和暗淡的光出现在同样场景时。大多数的固态装置具有线性响应；即，光线越明亮，输出的信号就越明亮。结果是亮光在固态系统的观察器上显现得更加明亮，这可能会使场景一片空白。可以改造固态传感器以产生一个随输入光的增强而减少的增益，然而，这需要利用模板（shuttering）或者利用抗增大（anti-blooming）控制来改变放大器的增益。

图像增强器的另外一个优点是具有在大的输入光强变化范围上工作的能力。电源能控制阴极电压，从而能通过改变图像增强管的增益来适应场景。这样图像增强管能在从有云的星光到白昼的情形下工作。

然而，图像增强器/ Γ^2 照相机也有许多的缺点。磷屏的电子光学

器件产生低对比度的图像。当通过图像增强器观察时，这导致对人类观察者或固态传感器来说，物体看起来会更加模糊。虽然这种不足随着图像增强器的进一步发展得到一些削弱，但是固态成像器通常拥有更好的性能。

图像增强器/ I^2 照相机的另一个缺点是“晕环”。“晕环”是由于电子被 MCP 或屏幕反射所造成的。被反射的电子被放大，转变成围绕在原图像周围的形成圆环的光。在图像管里，大多数最近生产的成像管将从 MCP 反射的电子造成的晕环减弱到可忽略的程度。然而，由屏幕部分产生的晕环仍然存在，虽然这部分晕环没有达到阴极晕环的那种程度。不过，当 CCD 或 CMOS 阵列耦合到图像增强器时，屏幕晕环仍然是成像系统很明显的缺点。这是因为这些阵列对屏幕晕环的微光比眼更敏感。

另一个缺点是图像增强器没有一个能提供电子读出（electronic read-out）的方法。电子读出是需要的，这可使得从热传导器来的图像能与增强的图像结合，结果可以同时观测到从两种光谱得到的信息。一种解决方案是将 CCD 或 CMOS 阵列耦合到图像增强管来制造一种 I^2 照相机。当一个固态装置与一个像管（image tube）耦合时，得到的照相机就有像管的所有性能上的缺点，也就是低对比度，和由于无效耦合造成的较差的极限分辨率以及将像管的成本加到了照相机上。

固态装置通常包括 CCD 或 CMOS 传感器。它们的作用是通过直接探测光，用电学方法将信号传送到固态放大器，然后在电视显像管或液晶显示器上显示图像。图 2a 和图 2b 展示了一个典型的 CCD 传感器的流程图和示意图。

CCD 和 CMOS 传感器是固态装置；也就是说，没有真空外壳（vacuum envelope），输出的是必须其他地方而不是在传感器里显示的电子信号。该固态装置在 5~15 伏条件下运行。光被标示为“S”单个的像素探测到，然后被转化为储存在像素里的电子，直到像素被读出到存储寄存器里。从存储寄存器里，包含在多个像素里的电子信息被传输至读出寄存器，然后输出到放大器，最后到视频显示装置，

例如阴极射线管。

一个全固态装置的缺点是在微光下性能差，在强光源下有潜在的图象浮散（blooming），较差的极限分辨率和能耗高。微光下性能差是由导致了低信噪比的暗电流和读取噪声造成的。如果在读出之前能提供一个信号增益机制的话，这个问题就能得到消除，因为会有足够强的信号来克服噪声源。固态装置结构通常不允许在读出前有一放大部分。较差的极限分辨率是由于选择了大尺寸像素以收集大信号，从而提高信噪比而造成的。这些缺点严重地阻止了固态传感器在夜视摄像装置中的应用。固态传感器的优点是相对于图像增强器/ Γ^2 照相机有更好的图像对比度，具备电子读出和低成本，尤其当固态传感器是一个 CMOS 阵列的时候。

可以看到，图像增强器和固态传感器的优缺点互补，因此理论上，两个装置的结合会带来更好的性能。作为除图像增强器/ Γ^2 照相机和固态传感器之外的另一选择，所提出的两装置的结合是电子轰击式 CCD/CMOS 传感器（EBCCD/CMOS）。该装置由光电阴极和像管外壳（body envelope）以及一个集成在该外壳里的 CCD 或 CMOS 传感器组成。图 3 所示的是用以说明的一个 EBCCD/CMOS 传感器的例子。在阴极和固态传感器之间加上高压，这样通过电子轰击使得得到的电子在固态传感器中的硅中被放大。

EBCCD/CMOS 装置的优点是它能够提供电子读出。但缺点有很多。首先，内景动态范围（intra-scene dynamic range）被压缩了。这意味着当明亮物体紧邻暗淡物体时，相对于图像增强器/ Γ^2 照相机和全固态装置，场景内总体的对比度降低了。其次，由于固态传感器的电子反射，使得传感器受到了亮光周围的晕环导致的成像质量下降的影响。这种晕环存在于常规的像管之中；但是，技术的进步已将晕环降低到不存在的地步。第三，运行该装置能需要的很高的电压（2~10kv）会破坏硅的表面，时间长了就会造成性能的衰减。

因此，本发明的一个目标就是提供一种增强复合型固态传感器，能将图像增强器的功能，良好的信噪比，高对数增益与互补金属氧化物半导体（CMOS）或电荷耦合装置（CCD）的电子读出功能结合在

一起。

发明概述

本发明提供了一个增强复合型固态传感器。根据本发明的固态传感器包括一个成像装置，一个微通道板（MCP）和外壳，该成像装置包含与一个图像增强阴极组装在一起的固态传感器。这一装置将图像增强器的最佳功能，良好的信噪比和高对数增益与互补金属氧化物半导体（CMOS）或电荷耦合装置（CCD）的电子读出功能结合在一起。这项发明主要应用于需要良好的微光灵敏度和高增益的夜视系统。

根据本发明，提供一个增强复合型固态成像传感器，包括：

光电阴极，具有一个输入面，用于接收来自图像的光，和一个输出面，由光电阴极产生的电子从该输出面射出；

微通道板，具有与光电阴极输出面相邻的输入面，和一个输出面，数目增加了的电子从该输出面输出，以及形成于输入面和输出面之间的多个通道；

第一电连接，用于在光电阴极和微通道板间施加第一偏压；

固态成像传感器，具有一个与微通道板的输出面相邻的电子接收面，用于接收从微通道板射出的数目增多的电子，以及一个输出端，用于输出增强的图像信号；

第二电连接，用于在微通道板和固态成像传感器间施加第二偏压；

真空腔体，用于安放物理地相互紧靠在一起的光电阴极、微通道板和固态成像传感器；

绝缘层，用于隔开所述微通道板的输出面和固态成像传感器的电子接收面。

优选地，其中所述固态成像传感器进一步包括：i、与电子增加装置相连的多个收集势阱，用于接收从电子增加装置输出的增多了的电子和产生增强的图像信号；和 ii、向显示装置输出增强了的图像信号的输出端；以及所述增强固态成像传感器进一步包括：连接在光电阴极和固态成像传感器之间的电路，以在其间施加至少一个偏压；真空腔体，其中光电阴极、微通道板和固态成像传感器安置在该真空腔体中，

并处于至少半真空状态。

附图说明

为了使本发明更清晰易懂，下面结合附图进行更详细的介绍，其中：

图 1 是一个典型的图像增强管的示意图；

图 2A 是一个典型的 CCD 传感器的流程图；

图 2B 是一个典型的 CCD 成像表面示意图；

图 3 是一个典型的电子轰击 CCD 装置的截面图；

图 4A 是根据本发明的增强复合型固态传感器的截面图；

图 4B 是根据本发明的增强复合型固态传感器的示意性表示；

图 5A 是用于本发明的微通道板（MCP）和薄型背照式 CCD 的示意图；

图 5B 是用于本发明的微通道板（MCP）和标准 CCD 的示意图；

图 5C 是用于本发明的 CMOS 型图像传感器的透视图；

图 6A 是具有圆形剖面的 MCP 通道和 CMOS 势阱的透视图；

图 6B 是具有方形剖面的 MCP 通道和 CMOS 势阱的透视图；

图 7A 是根据本发明的传感器表面每单位面积上大像素/小 MCP 通道间距的俯视示意图；

图 7B 是根据本发明的传感器表面上每单位面积上的一对一的像素和 MCP 通道的俯视示意图；

图 7C 是根据本发明的传感器表面每单位面积上的小 CMOS 像素间距/大 MCP 通道的俯视示意图；

优选实施方式介绍

图 4B 是对根据本发明的增强复合型固态传感器 41 的示意性描述。传感器 41 包括一个标准像管光电阴极 54，一个微通道板（MCP）53 和一个固态成像传感器 56。固态成像传感器 56 可以是任何一种固态成像传感器。固态成像传感器 56 优选地是一个 CCD 装置。固态成像传感器 56 更佳的选择是一个 CMOS 成像传感器。图 5A 中将薄型

背照式 CCD 显示为成像传感器 56'。在本实施例中, MCP 53 与一个薄型背照式的 CCD 传感器 56' 相连。薄型背照式 CCD 56' 包括一个电子接收面, 例如扩散聚集区 56a' 和一个读出区 62。图 5B 显示了另一种标准的 CCD 成像装置, 该装置包括与标准 CCD 56'' 相连的 MCP 35。CCD 56'' 包括一个氧化物盖 (cover) 63 和多个收集势阱 (collection well) 64。图 5C 示出了一个 CMOS 传感器作为传感器 56, 包括一个 CMOS 基底 56''' 和多个收集势阱 65。

由于各种原因, 基于 CCD 的图像传感器在许多应用领域里的运用是有限的或不实用的。首先, CCD 需要至少两层插入了埋入沟道的多晶硅层以达到其高性能, 这意味着它们不能用标准 CMOS 制作工序来制作。其次, 以 CCD 为基底的成像器达到的集成度很低, 因为在应用中它们不能包含能将其与其他装置集成在一起的装置。最后, 用来将图像阵列的数据转移到系统板上的其他装置的电路, 例如数字信号处理器 (DSP) 和其他图像处理电路, 拥有大电容, 同时需要比其他电路高的电压。因为对这些电容的充、放电的电流通常都很强, 所以一个 CCD 成像器不是很适合便携式或用电池供电的应用。

因此, 需要一种利用标准 CMOS 工序的由集成电路制造的不那么昂贵的图像传感器。在本质上, 和 CMOS 类型的图像传感器一起, 光电二极管, 光电晶体管或者其他类似装置被用作光探测元件。这种光探测元件输出的是模拟信号, 其振幅大约正比于元件所接收光的总量。因为 CMOS 成像器消耗更少的能量, 生产成本更低, 以及, 与用 CCD 步骤制成的成像器相比, 具有更高的系统集成度, 所以在一些应用中 CMOS 成像器更受欢迎。而且, CMOS 成像器还具有额外的优点, 即可以用类似于制造逻辑晶体管的通常的工序来制造 CMOS 成像器。尽管本发明优选实施例引入 CMOS 传感器作为成像传感器 56, 任何一种固态成像传感器都可适用而且也在本专利范围之内。

再一次参照图 4B, 光电阴极 54 可以是用在任何已知类型的图像增强装置中的标准光电阴极。光电阴极 54 的材料可以是, 例如 GaAs, BiAlkali, InGaAs, 或类似材料, 但不仅仅限于这些材料。光电阴极 54 包含一个输入面 54a 和输出面 54b。MCP 53 的材料可以是硅和玻璃,

但也不仅仅限于这些材料,而且最好是 10~25 mm 厚。MCP 53 有在输入面 49 和输出面 50 之间形成的多个通道 52。通道 52 可以有任意类型的剖面,例如圆形剖面 52' (图 6A) 和方形剖面 52'' (图 6A)。MCP 53 与成像传感器 56 的电子接收面 56a 相连接。

MCP 53 的输出面 50 优选地与成像传感器 56 的电子接收面 56a 存在物理连接。然而,在 MCP 53 和成像传感器 56 之间是须要绝缘的。从而,可以将绝缘薄片 55 嵌入 MCP 53 的输出面 50 和成像传感器 56 的电子接收面 56a 之间。绝缘薄片 55 可以用任何一种电绝缘材料来制造,并且最好形成沉积于成像传感器 56 的电子接收面 56a 上的不超过几微米厚的薄层。例如,绝缘薄片可以是但又不限于约 10 μm 厚的薄膜。或者,绝缘薄层 55 可以是形成于 MCP 53 的输出面 50 上的一层薄膜(未示出)。

CMOS 成像传感器 56 包括电子接收面 56a 和输出面 56b。从 MCP 53 出射的增多的电子 48 撞击到电子接收面 56a。电子接收面 56a 包含一层 CMOS 基底 56''' 和多个收集势阱 65 (图 5c)。聚集在收集势阱 65 中的电子 48 (见图 4B) 通过用于 CMOS 传感器的标准信号处理仪器来处理,以产生增强图像信号,该图像信号通过输出面 56b 发送到图像显示装置 46。

电子偏压线路 44 在传感器 41 中产生一个偏压电流。电偏压线路 44 包含第一电连接 42 和第二电连接 43。第一电连接 42 光电阴极 54 和 MCP 53 之间产生偏压。第一电连接 42 产生的偏压,优选地设置为比 EBCCD/CMOS 传感器阴极到 CCD 的电压,即 2-10 kv 低。例如,一个优选的偏压与图像管的偏压类似,比如~1400 V。第二电连接 43 在 MCP 53 和 CMOS 传感器 56 之间施加一个偏压。优选地,通过第二电连接 43 施加的偏压远远小于现有技术装置(如图 1)中的图像管-屏幕之间约 4200 V 的电压。例如,通过第二电连接 43 施加的偏压可以 但不限于~100 V。图 4A 示出了传感器 41 的可能的构造。在该结构中,光电阴极 54, MCP 53 和图像传感器 56 安置在真空室或外壳 61 里,形成独立单元,在物理上紧密连接。

在工作时,参照图 4B,从图像 57 来的光 58, 59 通过光电阴极

54 的输入面 54a 进入增强复合型固态传感器 41。光电阴极 54 将入射光转变成电子 48, 该电子由光电阴极 54 的输出面 54b 输出。从光电阴极 54 射出的电子 48 通过 MCP 53 的输入面 49 进入通道 52。当电子 48 射入 MCP 53 的输入面 49 之后, 在 MCP 53 的多个通道 52 中产生了二次电子。每个通过输入面 49 进入的电子使 MCP 53 在每个通道 52 里产生几百个电子。因此, 从通道 52 出来的电子 47 的数量远远多于进入通道 52 的电子 48 的数量。数量增多了的电子 47 穿过 MCP 53 的输出面 50 而离开通道 52, 然后撞击 CMOS 成像装置 56 的电子接收面 56a。

图 6 示出了数量增多的电子 47 怎样离开通道 52 并撞击 CMOS 成像传感器 56 的一个特定的收集势阱 65'。从图中可以看出, 在收集势阱 65' 与出射电子 47 的通道 52 的数量之间存在一种关系。一般来说, MCP 53 的相邻通道 52 以预先确定的通道间隔 52a 分开。图 6 展示了一种通道间隔 52a, 该通道间隔导致了每个收集势阱 65' 对应多于一个通道 52。

图 7A-7C 示出了根据本发明的三种不同的 CMOS 势阱/通道间隔的相互关系。图 7A 示出了通道间隔 52a 和 CMOS 收集势阱 65' 的一种相互关系。在这种情况下, 通道间隔 52a 相对较小, 而 CMOS 势阱 65' 的尺寸就相对较大。这使得从两个或更多通道 52 发出的几个电子可以撞击到 CMOS 收集势阱 65'。图 7B 示出了另一种 CMOS 势阱/通道间隔的关系。在这种情况下, 通道间隔 52a 和 CMOS 势阱 65' 的尺寸大约是一一对应的关系。从而从单个通道 52 出射的电子 47' 撞击单个的收集势阱 65'。图 7C 示出了另一种 CMOS 势阱/通道间隔的关系, 其中通道间隔 52a 相对较大而 CMOS 势阱的尺寸就相对较小。这样从单个通道 52 射出的电子 47'' 就撞击多个收集势阱 66。虽然每种结构都有各自的优点, 但本发明更倾向于采用图 7A 所示的结构关系。

结果, 增强复合型固态传感器可以在与任何其他现有技术的传感器不同的条件下工作。结果是 MCP 53 能直接安置在 CMOS 传感器 56 上, 使该复合型装置具有与全固态装置相似的对比度, 但伴随有

较少的晕环，以及良好的信噪比和图像管的对数增益。由于工作电压更低，该复合型装置可以象图像管一样门控，从有云的星光情景到白昼情景都可以工作。MCP 53 和 CMOS 传感器 56 之间没有了物理间隙使得复合型传感器有更弱的晕环。这种两部件间物理隔离的缺失也是与 EBCCD/CMOS 或图像增强照相机相比对比度提高的原因。这种复合型装置也有图像管的对数增益曲线。与 EBCCD/CMOS 传感器不同，由于低阴极电压，该复合型传感器能被门控。

以上关于本发明的优选实施例的详细描述，阐明了发明者在提出该申请时所考虑的能够实现本发明的最好模型，同时上述描述是示例性的而不是限定。因此，对于本领域中一般技术人员来说，显而易见的各种修改和变化均在下面的权利要求所提出的本发明的精神和范围之内。

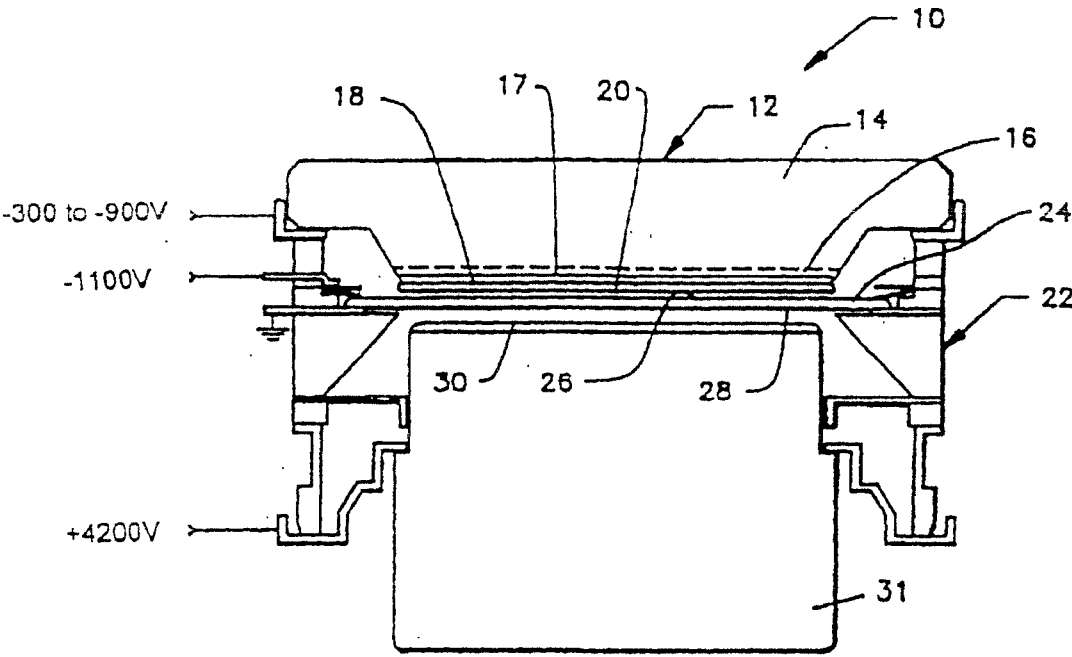


图1

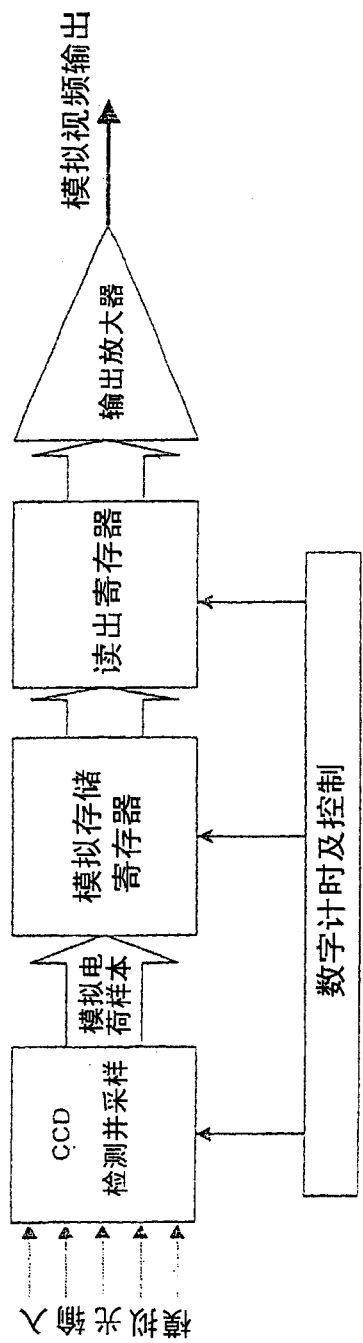


图2A

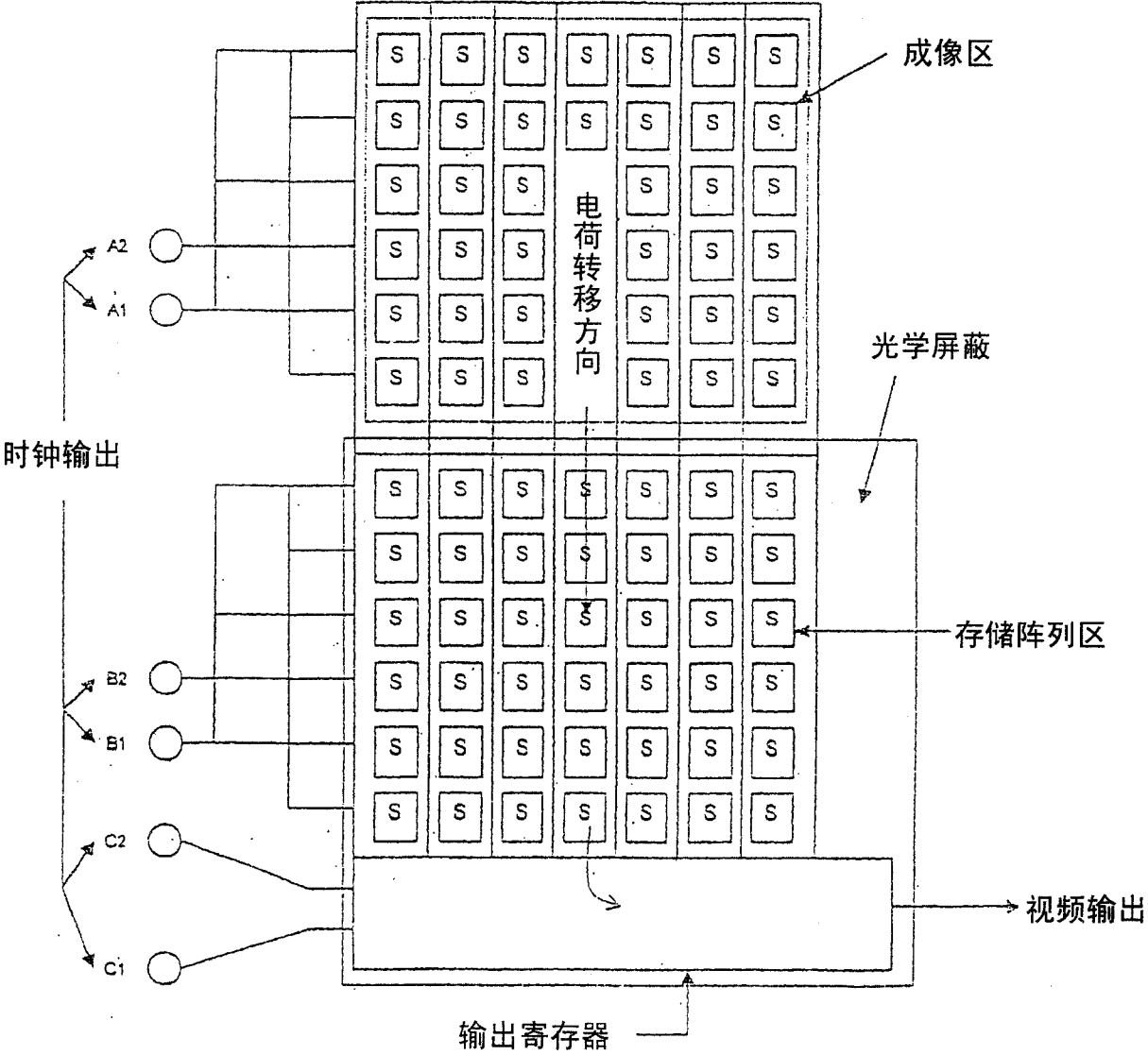


图2B

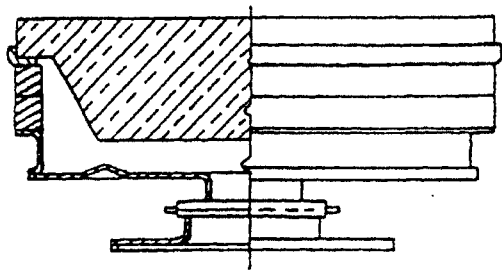


图3

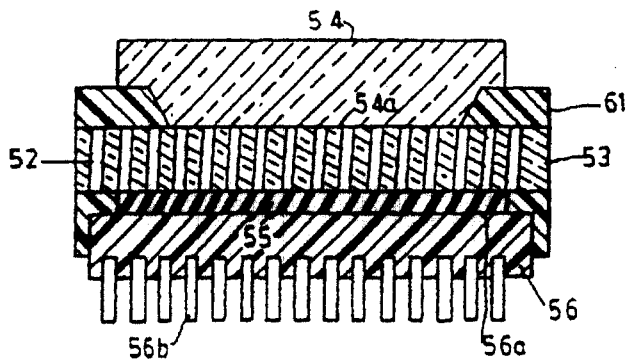


图4A

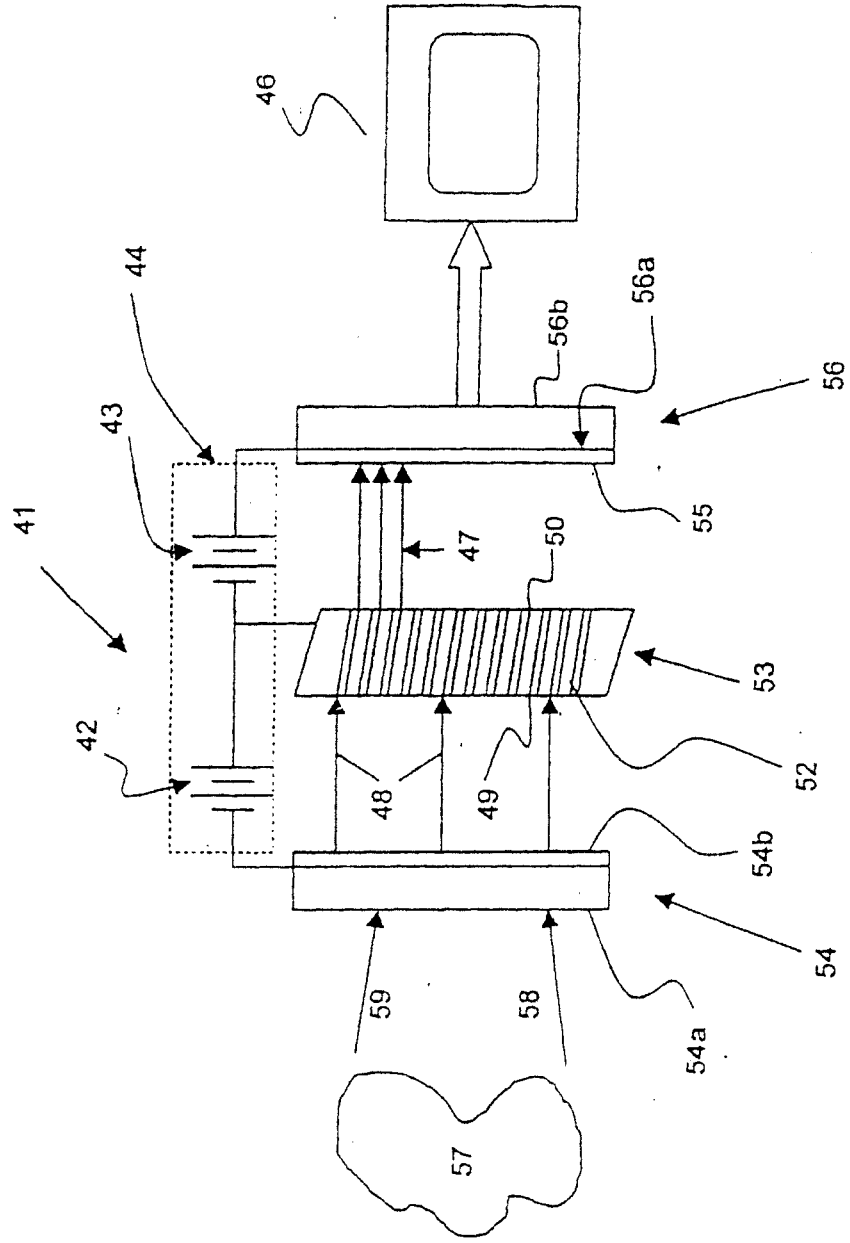


图4B

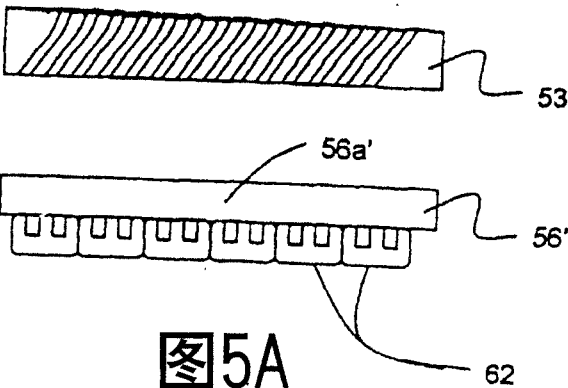


图5A

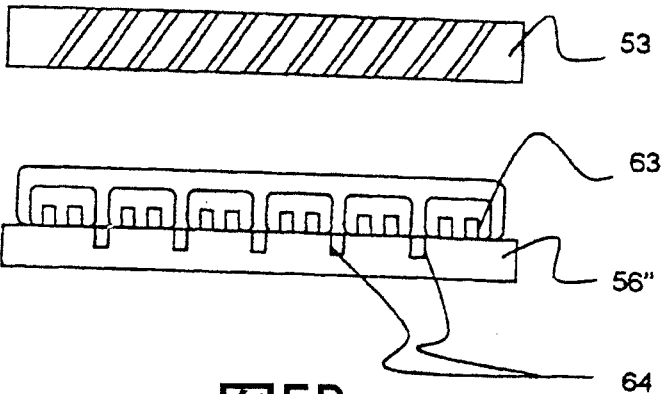


图5B

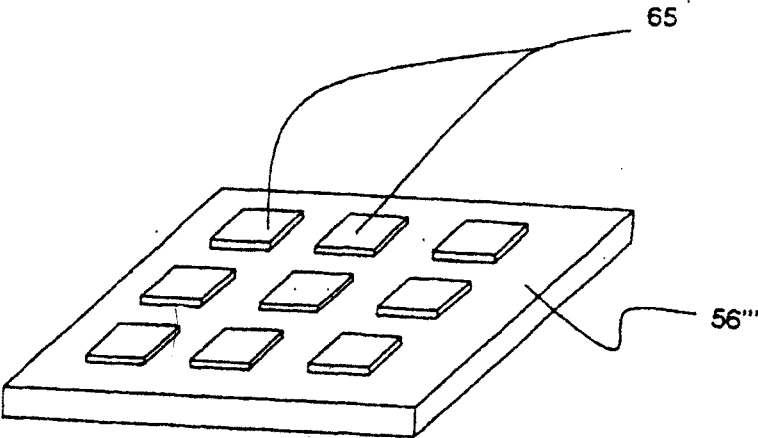


图5C

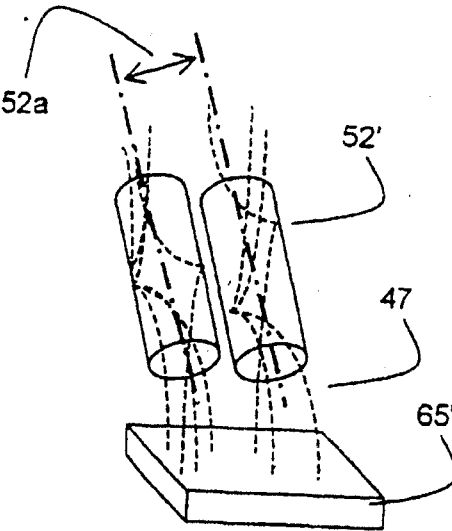


图6A

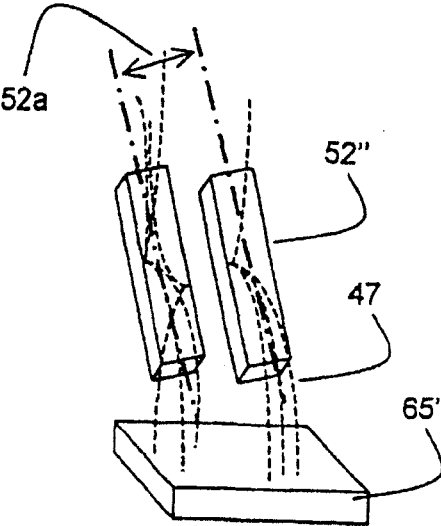


图6B

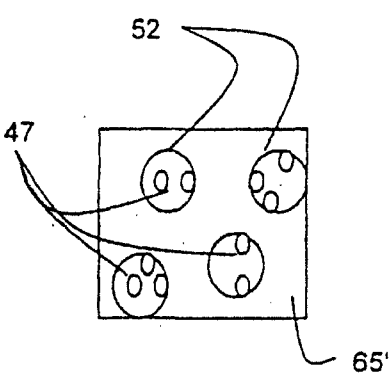


图7A

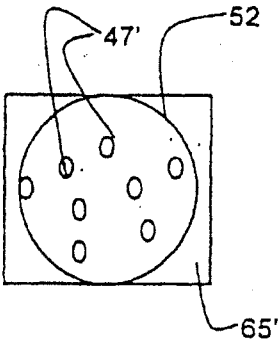


图7B

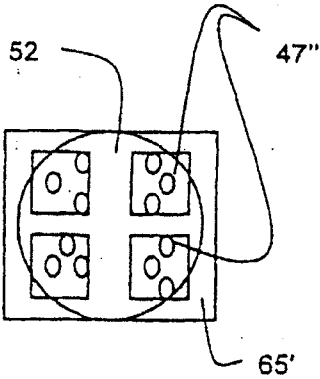


图7C