[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04N 5/217 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580036673.1

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 100515034C

[22] 申请日 2005.10.27
[21] 申请号 200580036673.1
[30] 优先权
[32] 2004.10.28 [33] US [31] 10/975,865
[86] 国际申请 PCT/US2005/038744 2005.10.27
[87] 国际公布 WO2006/050017 英 2006.5.11
[85] 进入国家阶段日期 2007.4.25
[73] 专利权人 伊斯曼柯达公司
地址 美国纽约州
[72] 发明人 R·D·麦格拉思 E·T·纳尔逊
R·M·圭达什
C·V·斯坦坎皮亚诺
J·P·拉文
[56] 参考文献
EP 1223623A2 2002.7.17
US 6730899B1 2004.5.4
CN 1047589A 1990.12.5
审查员 唐晓明
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 曾祥麦 张志醒

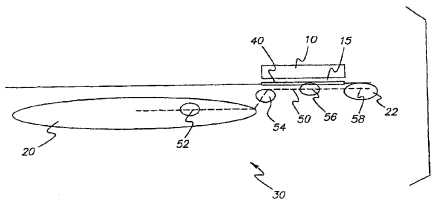
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 8 页

[54] 发明名称

减少不希望有的暗电流的方法

[57] 摘要

用于降低图像传感器像素中暗电流的方法，该方法包括如下步骤：设置用于接收入射光的感光区，该入射光被转换成电荷；设置将从感光区转移电荷的栅区；其中，栅区被保持于在感光区的积分期间在半导体－介电体界面处积聚多数载流子的电压上。 作为可选方案，也可形成在栅区下将暗电流从光生电扩散区排出的电势曲线。



1. 一种降低图像传感器中暗电流的方法，所述图像传感器包括多个像素，所述方法包括如下步骤：

（a）设置衬底；

（b）在所述衬底中为每个像素设置用于接收入射光的感光区，该入射光被转换成电荷；以及

（c）为每个像素设置用于从所述感光区转移出电荷的栅区，其中

步骤（a）包含为充分邻近栅区的衬底提供产生转移沟道电势的杂质浓度，所述转移沟道电势在感光区积分期间使暗电流转移出感光区并进入感光区相反侧的扩散区。

2. 如权利要求 1 所述的方法，还包括如下步骤：为每个像素设置从所述感光区接收电荷的电荷－电压转换节点。

3. 一种图像传感器，所述图像传感器包括多个像素，其中每个像素包括：

（a）衬底；

（b）衬底中的、用于接收入射光的感光区，该入射光被转换成电荷；以及

（c）用于将电荷转移出所述感光区的栅区，其中

充分接近于栅区的衬底包括产生转移沟道电势的杂质浓度，所述转移沟道电势在感光区积分期间使暗电流转移出感光区并进入感光区相反侧的扩散区。

4. 如权利要求 3 所述的图像传感器，还包括：从所述感光区接收电荷的电荷－电压转换节点。

5. 一种包括图像传感器的图像捕获装置，所述图像传感器包括多个像素，其中每个像素包含：

（a）衬底；

（b）衬底中的、用于接收入射光的感光区，该入射光被转换成电

荷；以及

（c）将电荷转移出感光区的栅区，其中

充分邻近栅区的衬底包括产生转移沟道电势的杂质浓度，所述转移沟道电势在感光区积分期间使暗电流转移出感光区并进入感光区相反侧的扩散区。

6. 如权利要求 5 所述的图像捕获装置，还包括：从所述感光区接收电荷的电荷－电压转换节点。

减少不希望有的暗电流的方法

技术领域

本发明一般涉及图像传感器，具体涉及充分消除不希望有的暗电流的图像传感器。

背景技术

本领域周知，暗电流会给图像传感器（尤其是 CMOS 图像传感器）的性能带来严重的限制。典型的图像传感器包含具有光敏感区即电荷数据区的衬底及转移栅，该转移栅将电荷从该光敏感区转移到电荷－电压变换机构（例如 CMOS 图像传感器中的浮置扩散区，电荷耦合器件图像传感器中的一种转移机构）或复位机构。介质体位于栅区和衬底之间，后两者之间的区域业内通常称为半导体/介质体界面。在图像捕获的一些阶段，例如在积分（integration）阶段，那些不与捕获图像的电子表示的感光过程（即光生电（photo-generation）过程）相关联的电子积聚在传感器的某些部分，例如相邻的栅区，并本征地迁移到感光区。这些电子（其中的一部分称为暗电流）是不希望有的，因为它们会降低所捕获图像的质量。

众所周知，钉扎光电二极管实质上包括所有上述的器件，除了下文所述的以外。在这方面，钉扎光电二极管包含跨越感光区的钉扎层。据知，钉扎光电二极管可降低感光区的暗电流。但是，来自相邻栅区的暗电流仍然存在。

因此，需要消除与相邻栅区和类似结构相关的暗电流。

发明内容

本发明旨在克服上述一个或多个上述问题。简言之，根据本发明

的一个方面，本发明涉及降低图像传感器像素中暗电流的方法，该方法包括如下步骤：设置用于接收被转换成电荷的入射光的感光区；设置用于将电荷转移出感光区的栅区；其中栅区保持于在感光区积分期间会在半导体－介质体界面上积聚多数载流子的电压上。

提出了克服上述一个或多个问题的可选方法，其中在邻近的栅区下建立电势曲线以使与栅区有关的暗电流从光生电扩散区（photogeneration diffision）排出。

本发明的这些和其它方面、目标、特征及优点将从优选实施例和所附权利要求的下面详细描述中并且通过参照附图来获得更清晰的理解。

本发明的效果：

本发明具有充分消除邻近栅区及类似区域的暗电流的优点。

附图说明

图 1 是典型技术的图像传感器像素的俯视图；

图 2 是图 1 的横截面的侧视图；

图 3 是具有钉扎光电二极管（pinned-photodiode）的图 1 的图像传感器像素的横截面侧视图；

图 4 是表示离开光生电扩散区的电荷转移沟道的图像传感器像素的横截面侧视图；

图 5A 是现有技术的在信号积分期间光生电区域中的沿电荷转移沟道的电势曲线；

图 5B 是本发明的从光生电区域转移电荷期间沿电荷转移沟道的电势曲线；

图 5C 是在信号积分期间具有负电压的光生电区域中的沿电荷转移沟道的电势曲线；

图 5D 是在本发明的在信号积分期间光生电区域中的沿电荷转移沟道的电势曲线；

图 5E 是本发明可选实施例的在信号积分期间光生电区域中的沿电荷转移沟道的电势曲线;

图 6 是包括一些片上、片外电路的图像传感器的俯视图;

图 7 是用来说明本发明图像传感器的典型商用实施例的摄像机。

具体实施方式

图 1 和图 2 是表示本发明图像传感器的像素的俯视图和侧视图。虽然仅示出像素 70，但是如本领域周知，有多个这种像素存在于图像传感器上，而为了简明只示出一个。图像传感器包括衬底 30，最好是硅层，其中有感光区或电荷收集区 20；所述光生电过程发生在所述电荷收集区 20。如本领域周知，在图像积分期间，感光区 20 接收入射光并随后将入射光转换成电荷包（charge packets）。感光区 20 与像素的其它区域及其它相关电路电隔离。具有跨越到其较低部分的介质体 15 的栅区 10 提供该隔离的一部分，为了测量电荷或复位电荷收集区 20，栅区 10 可为被电偏置以隔绝感光区 20 或允许感光区 20 中收集的电荷流入相邻的电荷－电压转换节点 22（或也可称为扩散或电荷检测节点）。栅控电荷转移沿着通过建立最小电势波谷而形成的路径 50 进行。

不希望有的暗电流既在感光区 20 中产生又沿着电荷转移沟道 50 产生。通常，由于界面状态造成的高速率生成，高速率的暗电流生成既发生在邻近感光区 20 的半导体/介质体界面 42 处，又发生在栅区 10 下的半导体/介质体界面 40 处。来自界面 40 和 42 的暗电流是流入电荷检测节点 22 的暗电流的主要来源。注意到，电荷检测节点 22 可由导致相同行为的复位节点代替。为使本发明的叙述简明，将就具有电荷检测节点 22 的实现方式进行讨论。

参照图 3 示出的一像素的侧视图，在该像素中，与电荷收集区 20 中类型相反的重掺杂扩散区 32 用来将电荷收集区 20 与所述界面 42 屏蔽。在本领域中这一般称为钉扎光电二极管像素（pinned photodiode

pixel）。如前所述，光生电和电荷转移沿着路径 50 进行。除了其它好处，扩散区 32 还具有抑制邻近电荷收集区 20 的半导体/介质体界面 42 处的暗电流产生的效果。

在此结构中，暗电流的主要来源是栅区 10 下的半导体/介质体界面或表面 40 处。本发明提供了这样的手段，通过将栅区 10 偏置到某个电势以使界面 40 处的半导体成为由多数掺杂类型的自由载流子积聚来抑制暗电流。暗电流生成因为缺陷处于非平衡态而发生，通过使发生最大量缺陷的区域回到局部平衡，这种积聚可抑制暗电流生成。

图 4 是表示图 2 所示的本发明图像传感器的横截面侧视图。在现有技术中，界面 40 被偏置在导致暗电流产生的非平衡状态。由光生电产生的电荷（由用于捕捉图像的入射光产生的希望有的电荷）和由暗电流产生的电荷（因本领域周知的其它方式产生的不希望有的电荷）在电荷收集区 20 内被收集于电势极值处 52。该信号电荷在积分期间由一势垒隔离，该势垒或者在处于电势极值处 52 和与栅区相关联的电荷转移沟道 56 之间的电荷转移势过渡区 54 产生，或者在与栅区相关联的电荷转移沟道 56 处产生。任一处势垒的存在都是半导体 30 中的掺杂和栅区 10 上的偏置的结果。

图 5A 表示现有技术中的与栅区相关联的沟道中的电势即栅区电势 56，其中，栅区 10 上的电势形成隔离收集电势 52 和终点电势 58 的势垒，且其中暗电流电荷既流过收集－转移电势过渡区 54 以在增加到信号电荷的收集电势 52 中增加暗电流，又沿着电荷转移路径 50 流到终点电势 58。结果是，一些在栅区下的界面 40 中产生的暗电流将对终点电势 58 处的信号电荷中的暗电流有贡献。

图 5B 表示本发明的电势曲线，其中，栅区 10 上的电势移除了将收集电势 52 与终点电势 58 隔离的势垒，由此，信号电荷从电荷收集区 20 沿路径 50 到终点电势 58 而被读出或复位。而在这被执行之前且该势垒仍然存在时，终点电势 58 中的电荷通过本领域周知的

方式移除，从而保持任何收集到此处的暗电流与信号电荷分离。

图 5C 以本发明中的方式公开了一个机制，其中，栅区 10 被用于调整与栅区相关联的沟道 56 中的电势，例如通过将负电压施加到栅区 10 上的电势形成将收集电势 52 与终点电势 58 隔离的势垒的点上，由此，半导体界面 40 被保持在平衡状态。该平衡状态抑制来自该界面 40 的暗电流，以使它不增加收集体 52 中收集的信号暗电流，并且最终不被沿着沟道向终点电势 58 转移。

在本发明中，除了上述偏置之外，公开了一额外的机制，该机制消除了来自栅区 10 下的界面和栅区 56 下的电荷转移沟道的暗电流贡献。参照图 5D，如果在收集－转移电势过渡区 54 形成一个到电荷流的势垒，该暗电荷可被指引向终点电势 58。所述暗电荷将流到终点电势 58，在该处所述暗电荷可在栅偏置改变以沿着电势路径 50 向终点电势 58 转移信号电荷（例如图像信号）或以另外的方式被读出之前被移除。因此，该暗电流被保持与收集于终点电势 58 上的信号电荷分离。这种势垒可以是半导体 30 中的掺杂和栅区 10 上的偏置的结果。

参照图 5E，作为本发明的附加实施例，如果电势梯度沿着转移沟道电势 56 而形成，可得到信号积分期间导致栅区 10 下的界面上产生的暗电流电荷优先地流到终点电势 58 的相同结果。因此，该暗电流被保持与在终点电势 58 上收集的信号电荷或图像信号分离。这种势垒可为半导体 30 中的掺杂、栅区 10 上的偏置及终点电势 58 上的偏置的结果。

图 6 表示图像传感器 75 的俯视图，该传感器具有多个像素 70 及附加的片上电路或生成源 80，该生成源包括启动上述操作（更具体地说是栅区 10 的偏置）的电路。作为可选方案，该电路也可由片外或外部电路 90 来实现。

图 7 表示典型的商用实施例，图 7 显示了包含本发明的图像传感器 75 的摄像机 200。

部件列表

10	栅区
15	介质体
20	感光区或电荷收集区
22	电荷－电压转换节点（或称为扩散或电荷检测节点）
30	衬底/半导体
32	重掺杂扩散
40	半导体/介质体界面
42	半导体/介质体界面
50	路径或栅控电荷转移沟道
52	电势极值处或收集电势
54	电荷－转移电势过渡区或收集－转移电势过渡区
56	与栅区相关联的电荷转移沟道或栅区沟道电势
58	终点电势
70	像素
75	图像传感器
80	片上电路或生成源
90	片下或外部电路
200	摄像机

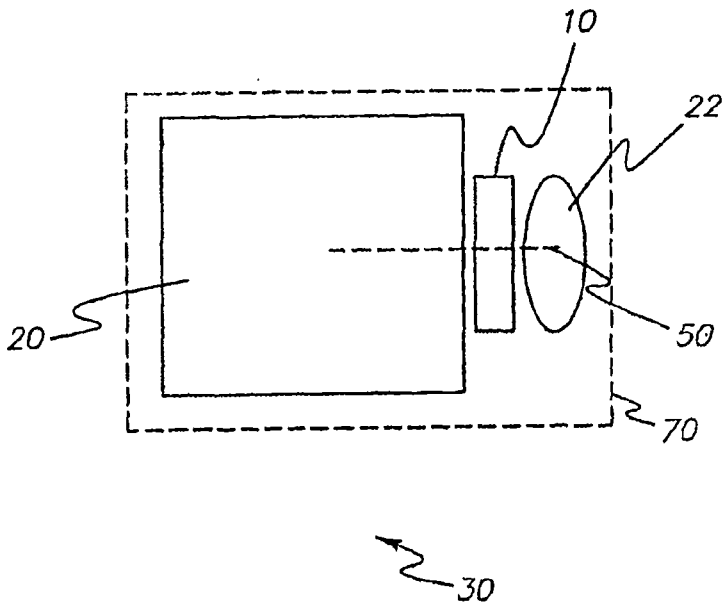


图 1

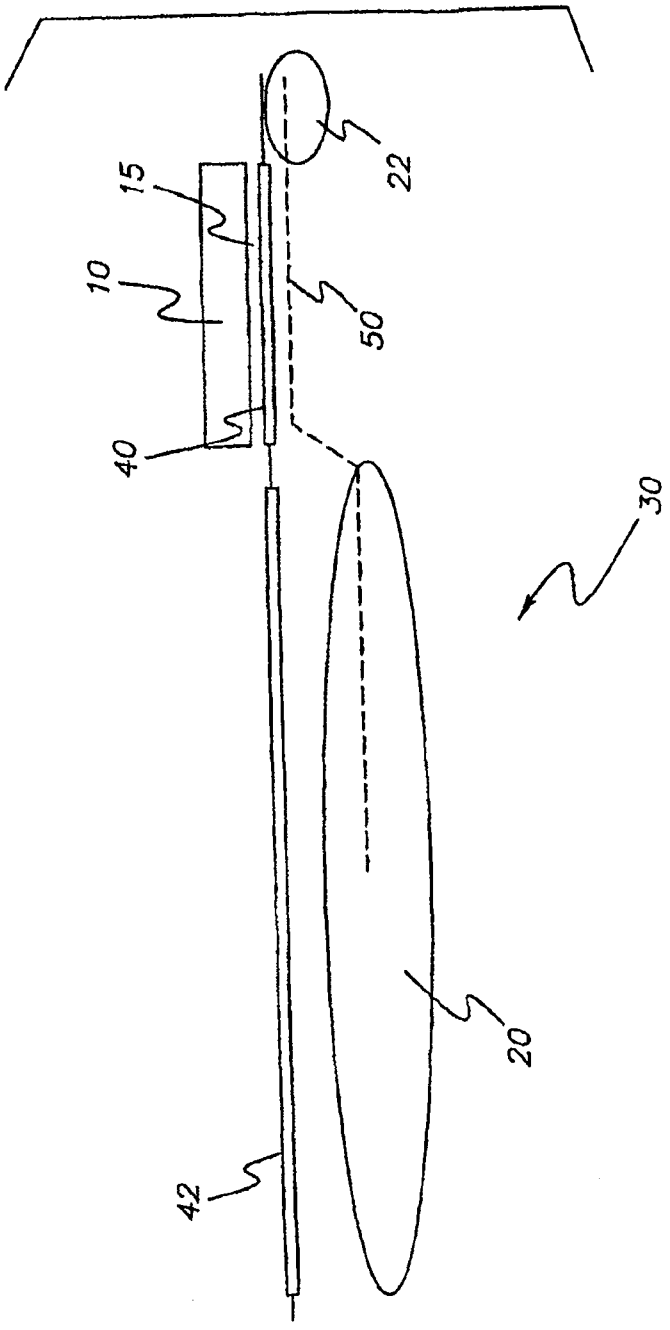


图 2

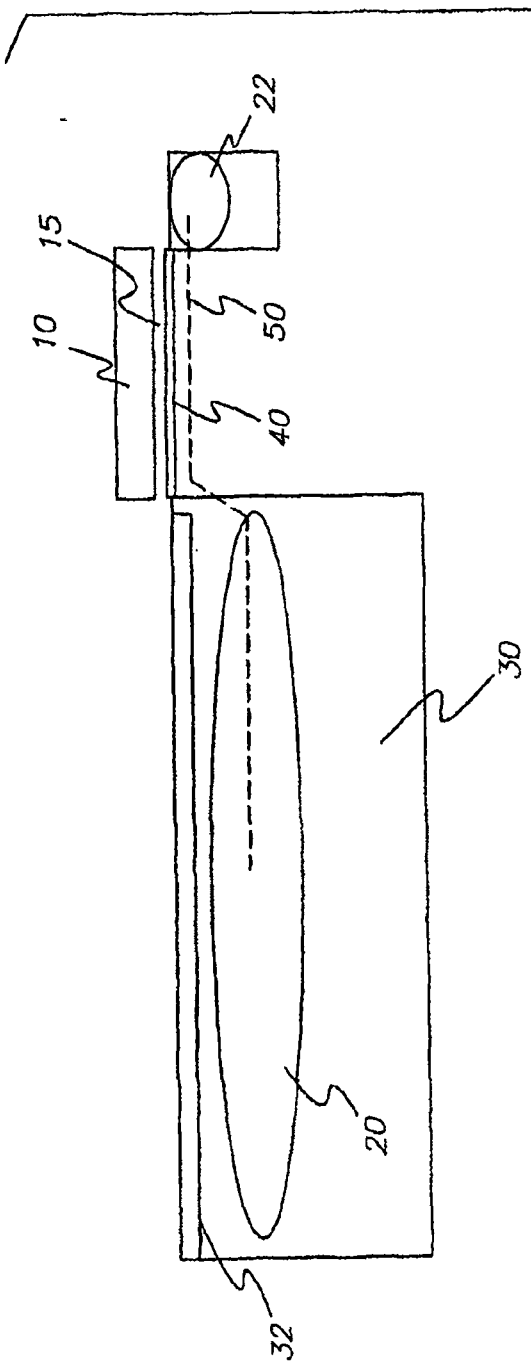


图 3

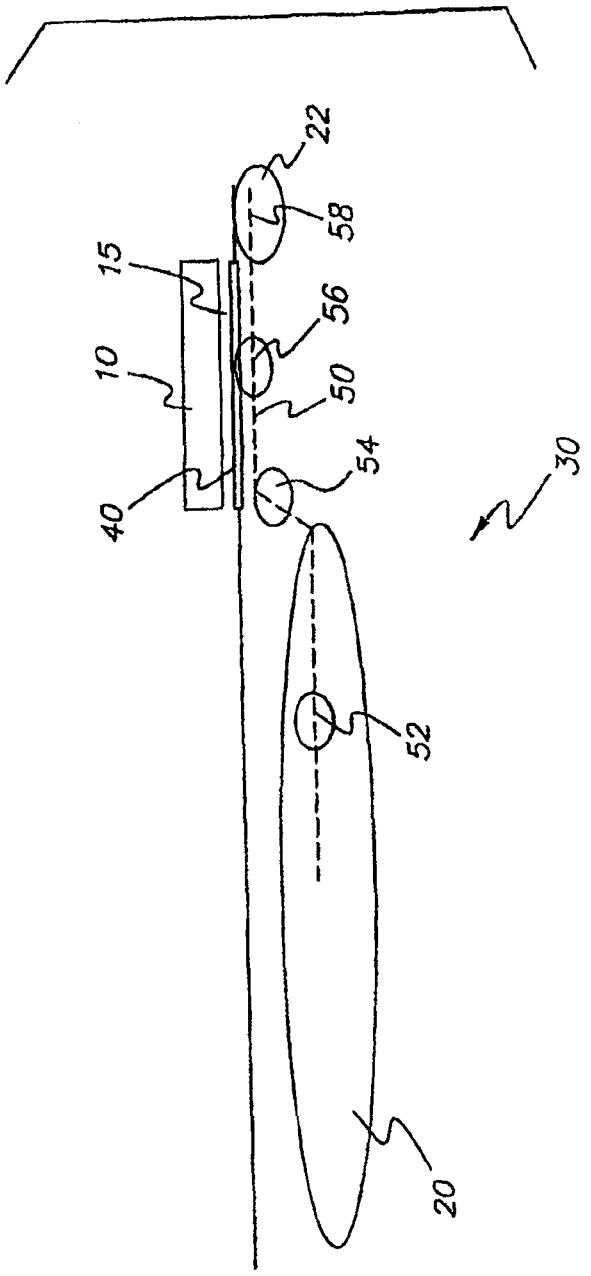


图 4

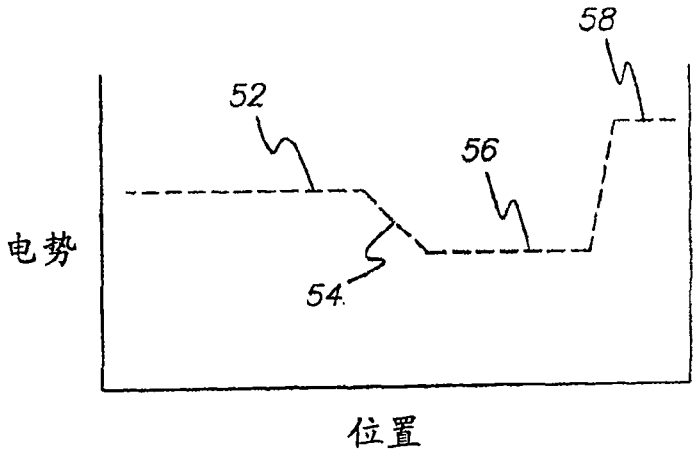


图 5A

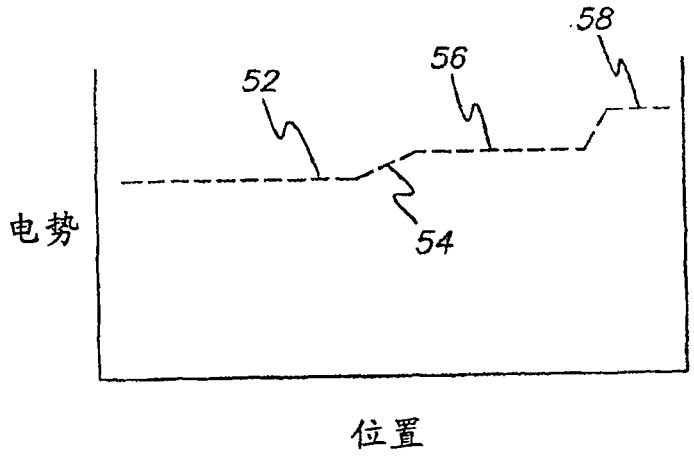


图 5B

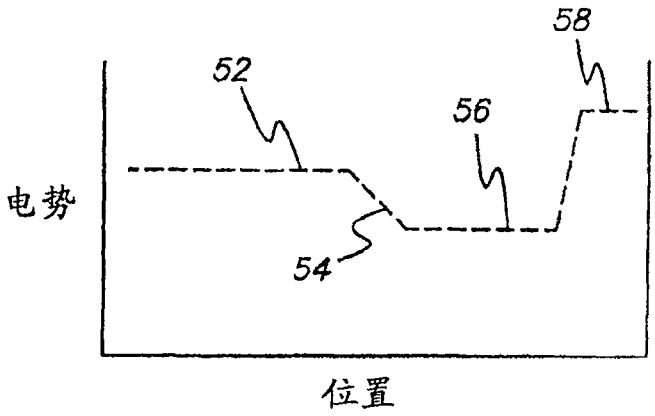


图 5C

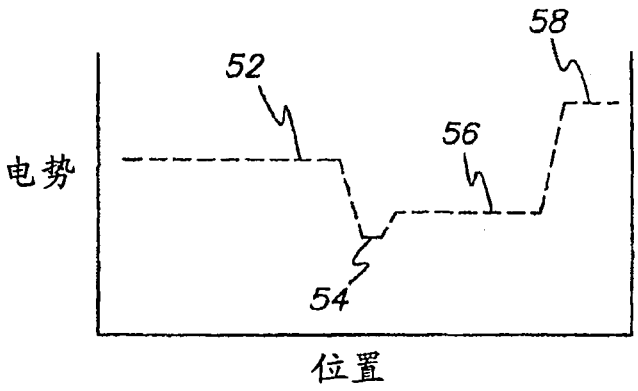


图 5D

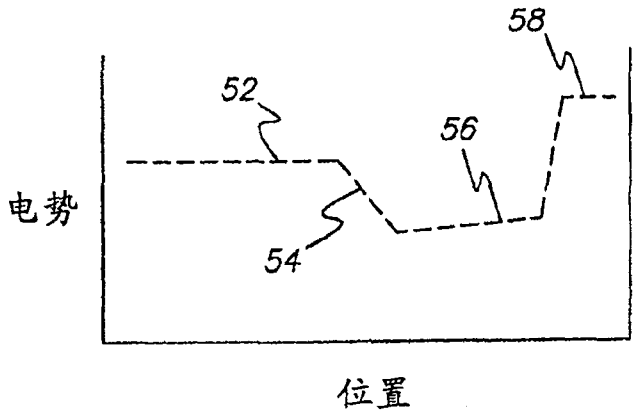


图 5E

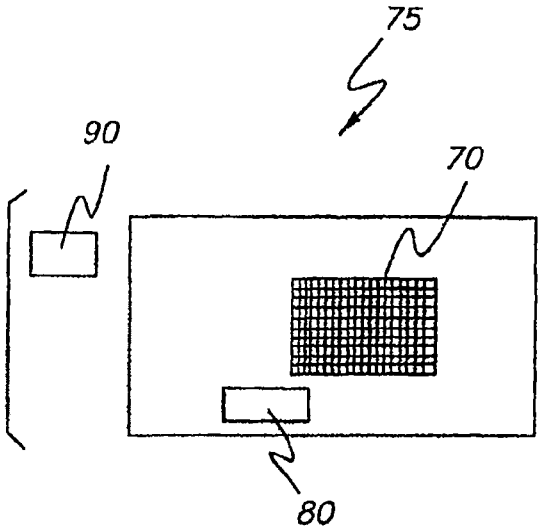


图 6

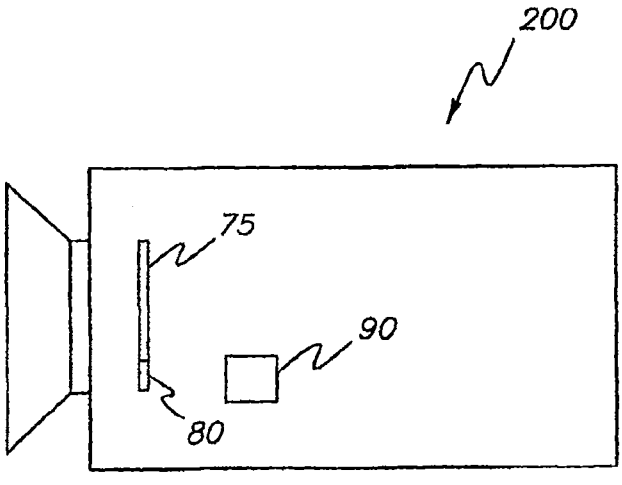


图 7