



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201725796 U

(45) 授权公告日 2011. 01. 26

(21) 申请号 201020222129. 4

(22) 申请日 2010. 06. 01

(73) 专利权人 格科微电子(上海)有限公司  
地址 201203 上海市浦东新区张东路 1388 号 20 幢

(72) 发明人 霍介光

(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 骆苏华

(51) Int. Cl.  
H01L 27/146(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

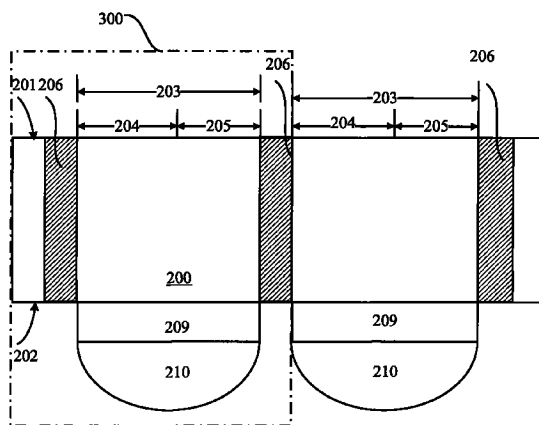
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

背面照光的 CMOS 图像传感器

(57) 摘要

本实用新型提供背面照光的 CMOS 图像传感器,包括:半导体衬底,所述半导体衬底具有第一表面和与之相对的第二表面;所述半导体衬底包括至少一个像素单元区域;隔离结构,位于相邻像素单元区域之间;其中,所述隔离结构为深沟槽隔离结构,所述深沟槽隔离结构贯穿所述半导体衬底的第一表面和第二表面。本实用新型减少了相邻像素单元区域之间的电信号的串扰,改善了 CMOS 图像传感器的显示褪色,提高了成像质量。



1. 一种背面照光的 CMOS 图像传感器,包括:  
半导体衬底,所述半导体衬底具有第一表面和与之相对的第二表面;  
所述半导体衬底包括至少一个像素单元区域;  
隔离结构,位于相邻像素单元区域之间;  
其特征在于,所述隔离结构为深沟槽隔离结构,所述深沟槽隔离结构贯穿所述半导体衬底的第一表面和第二表面。
2. 如权利要求 1 所述的背面照光的 CMOS 图像传感器,其特征在于,所述深沟槽隔离结构的宽度小于等于 0.25 微米。
3. 如权利要求 1 所述的背面照光的 CMOS 图像传感器,其特征在于,所述深沟槽隔离结构的深度范围为 1.5 ~ 4 微米。
4. 如权利要求 1 所述的背面照光的 CMOS 图像传感器,其特征在于,所述深沟槽隔离结构内填充物为电介质。
5. 如权利要求 4 所述的背面照光的 CMOS 图像传感器,其特征在于,所述电介质的折射率小于所述半导体衬底的折射率的 0.8 倍。
6. 如权利要求 1 所述的背面照光的 CMOS 图像传感器,其特征在于,所述半导体衬底的依次形成有滤光片和微透镜,所述滤光片和微透镜位于所述半导体衬底的第二表面。

## 背面照光的 CMOS 图像传感器

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及图像传感器,特别涉及背面照光的 CMOS 图像传感器。

### 背景技术

[0002] 图像传感器是组成数字摄像头的重要组成部分,根据元件不同分为电荷耦合 (CCD, Charge Coupled Device) 图像传感器和金属氧化物半导体 (CMOS, Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 图像传感器。其中,由于 CMOS 图像传感器集成度高,容易与标准的 CMOS 制作工艺兼容,并且功耗低,随着 CMOS 制作工艺的改进,CMOS 图像传感器成为目前图像传感器的主流技术。

[0003] 在申请号为 200710148796.5 的中国专利申请中公开了一种现有的 CMOS 图像传感器。现有的 CMOS 图像传感器包括半导体衬底,所述半导体衬底通常包括若干呈矩阵排布的像素单元区域,相邻的像素单元区域之间具有浅沟槽隔离结构 (STI)。请参考图 1,图 1 是现有的 CMOS 图像传感器结构示意图,所述 CMOS 图像传感器包括:半导体衬底 100,所述半导体衬底 100 包括若干像素单元区域 103,图中以 2 个像素单元区域 103 为例进行说明;相邻像素单元区域 103 之间具有浅沟槽隔离结构 106。其中所述像素单元区域 103 用于形成像素,通常所述像素单元区域 103 包括光电二极管区域 104 和晶体管区域 105,所述光电二极管区域 104 用于形成光电二极管,所述光电二极管用于光电转换;所述晶体管区域 105 用于形成晶体管,所述晶体管用于将光电二极管转换的电信号放大后输出。所述浅沟槽隔离结构 106 用于相邻像素的隔离。所述半导体衬底 100 包括第一表面 101 和与之相对的第二表面 102。光线从第二表面 102 进入像素单元区域 103 内。本领域技术人员将所述 CMOS 图像传感器称为背面照光的 (Backside illuminated) CMOS 图像传感器。

[0004] 在实际中发现,上述背面照光的 CMOS 图像传感器具有显示褪色的问题,影响了成像质量。

[0005] 因此,需要一种背面照光的 CMOS 图像传感器,能够改善显示褪色的问题,提高 CMOS 图像传感器的成像质量。

### 实用新型内容

[0006] 本实用新型解决的问题是提供了一种背面照光的 CMOS 图像传感器,能够改善显示褪色的问题,提高 CMOS 图像传感器的成像质量。

[0007] 为解决上述问题,本实用新型提供一种背面照光的 CMOS 图像传感器,包括:

[0008] 半导体衬底,所述半导体衬底具有第一表面和与之相对的第二表面;

[0009] 所述半导体衬底包括至少一个像素单元区域;

[0010] 隔离结构,位于相邻像素单元区域之间;

[0011] 其中,所述隔离结构为深沟槽隔离结构,所述深沟槽隔离结构贯穿所述半导体衬底的第一表面和第二表面。

[0012] 可选的,所述深沟槽隔离结构的宽度小于等于 0.25 微米。

- [0013] 可选的,所述深沟槽隔离结构的深度范围为 1.5 ~ 4 微米。
- [0014] 可选的,所述深沟槽隔离结构内填充物为电介质。
- [0015] 可选的,所述电介质的折射率小于所述半导体衬底的折射率的 0.8 倍。
- [0016] 可选的,所述半导体衬底的依次形成有滤光片和微透镜,所述滤光片和微透镜位于所述半导体衬底的第二表面。
- [0017] 与现有技术相比,本实用新型具有以下优点:
- [0018] 通过在相邻像素单元区域之间设置贯穿半导体衬底的第一表面和第二表面的深沟槽隔离结构,进行相邻像素间的隔离,避免了像素单元区域内的光生载流子扩散至相邻像素单元区域,减少对相邻像素单元区域造成电信号的串扰,改善了 CMOS 图像传感器的显示褪色,提高了成像质量。
- [0019] 进一步地,所述深沟槽隔离结构内的填充物为电介质,所述电介质的折射率小于半导体衬底折射率的 0.8 倍,光线在深沟槽隔离结构和半导体衬底的界面形成全反射,避免光线经深沟槽隔离结构进入相邻的像素单元区域,减小了对相邻像素单元区域的光信号的串扰,进一步改善了 CMOS 图像传感器的显示褪色,提高了成像质量;所述深沟槽隔离结构填充电介质为氧化硅,与半导体衬底的硅具有不同的颜色,在进行光刻工艺形成滤光片和微透镜的过程中,深沟槽隔离结构可以作为光刻的对准标记,无需专门的对准层,节省了工艺步骤,降低了生产成本。

#### 附图说明

- [0020] 图 1 是现有技术 CMOS 图像传感器结构示意图。
- [0021] 图 2 是本实用新型的一个实施例的 CMOS 图像传感器结构示意图。
- [0022] 图 3 是光线在深沟槽隔离结构与半导体衬底界面形成全反射原理示意图。

#### 具体实施方式

[0023] 现有的背面照光的 (Backside illuminated) CMOS 图像传感器存在显示褪色的问题。经发明人研究发现,褪色的原因是相邻像素的串扰 (crosstalk)。所述串扰的原因之一是现有的浅沟槽隔离结构无法有效隔离相邻的像素单元之间光生载流子扩散。由于采用背面照光的 CMOS 图像传感器的入射光线经过微透镜和滤光片进入半导体衬底的像素单元区域,现有技术为了提高像素单元区域内的光电二极管的有效感光面积,通常光电二极管的深度较大,其深度可达 10000 埃以上,而现有的浅沟槽隔离结构的深度范围通常为 2000 ~ 5000 埃。在进行光电转换时,所述光电二极管光电转换所产生的光生载流子可能扩散,而现有的浅沟槽隔离结构无法有效隔离光生载流子,从而光生载流子可能至相邻像素,对相邻像素造成电信号的串扰,从而导致 CMOS 图像传感器的显示褪色。

[0024] 本实用新型提供的背面照光的 CMOS 图像传感器解决了电信号的串扰,改善了 CMOS 图像传感器的显示褪色问题,所述背面照光的 CMOS 图像传感器包括:

- [0025] 半导体衬底,所述半导体衬底具有第一表面和与之相对的第二表面;
- [0026] 所述半导体衬底包括至少一个像素单元区域;
- [0027] 隔离结构,位于相邻像素单元区域之间;
- [0028] 其中,所述隔离结构为深沟槽隔离结构,所述深沟槽隔离结构贯穿所述半导体衬

底的第一表面和第二表面。

[0029] 下面将结合具体的实施例对本实用新型的技术方案进行详细的说明。请参考图 2，图 2 是本实用新型一个实施例的 CMOS 图像传感器结构示意图。

[0030] 所述 CMOS 图像传感器包括半导体衬底 200，所述半导体衬底 200 的材料可以是硅、SOI、氮化镓或者砷化镓。所述半导体衬底 200 具有第一表面 201 和与之相对的第二表面 202。本实施例中，所述半导体衬底 200 为具有 P 型导电类型的硅衬底。

[0031] 如图 2，所述半导体衬底 200 包括至少一个像素单元区域 203，为了便于说明，以 2 个像素单元区域 203 为例进行说明。相邻的像素单元区域 203 之间具有深沟槽隔离结构 206。所述深沟槽隔离结构 206 贯穿所述半导体衬底 200 的第一表面 201 和第二表面 202。半导体衬底 200 的像素单元区域 203 形成有滤光片 209 和微透镜 210。本实施例中，所述微透镜 210 的折射率范围为 1.2 ~ 4，其材质可以为氮化硅  $\text{SiN}_x$ 、氧化锆  $\text{ZrO}_2$ 、氧化铪  $\text{HfO}_2$ 、氧化钛  $\text{TiO}_2$ 、氧化铝  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、氧化锌  $\text{ZnO}$  等，所述滤光片 209 的折射率范围为 1.4 ~ 2，其材质可以为光阻材料。所述滤光片 209 和微透镜 210 通过光刻工艺形成，在形成滤光片的光刻工艺过程中，深沟槽隔离结构 206 可以作为光刻的对准标记使用。

[0032] 仍参考图 2，所述像素单元区域 203 用于形成像素。所述像素单元区域 203 包括光电二极管区域 204 和晶体管区域 205。所述光电二极管区域 204 用于形成光电二极管，所述光电二极管用于进行光电转换，将从第二表面 202 入射的光信号转换为相应的电信号，产生光生载流子。所述晶体管区域 205 用于形成晶体管，所述晶体管用于将所述光电二极管转换的电信号放大、输出。根据实际情况，所述晶体管区域 205 内包括 3 个或 3 个以上晶体管，所述晶体管之间具有浅沟槽隔离结构，用于像素内的晶体管之间相互隔离。所述浅沟槽隔离结构的深度范围为 2000 ~ 5000 埃。

[0033] 本实施例中，所述深沟槽隔离结构 206 贯穿所述半导体衬底 200 的第一表面 201 和第二表面 202。作为一个实施例，所述半导体衬底 200 的厚度范围为 1.5 ~ 4 微米，所述深沟槽隔离结构 206 的厚度应与所述半导体衬底 200 的深度相同，即为 1.5 ~ 4 微米。作为优选的实施例，所述半导体衬底 200 的厚度为 2 ~ 3 微米，以使得像素单元区域 203 内的光电二极管能更好的吸收入射光线，相应地，所述深沟槽隔离结构 206 的深度范围优选为 2 ~ 3 微米。由于所述深沟槽隔离结构 206 贯穿所述半导体衬底 200 的第一表面 201 和第二表面 202，因此，深沟槽隔离结构 206 可以有效阻止像素的光电二极管在光电转换时产生的光生载流子扩散至相邻像素，减少对相邻像素的电信号的串扰，改善 CMOS 图像传感器的像素褪色，提高了 CMOS 图像传感器的成像质量。

[0034] 所述深沟槽隔离结构 206 的宽度小于或等于现有技术的浅沟槽隔离结构的宽度，以节约芯片面积。作为一个实施例，所述深沟槽隔离结构 206 的宽度范围为小于等于 0.25 微米。

[0035] 所述深沟槽隔离结构 206 内填充物为电介质，所述电介质的折射率小所述半导体衬底的折射率的 0.8 倍。这样入射光线进入像素单元区域 203 时在深沟槽隔离结构 206 与半导体衬底 200 的界面形成全反射，避免入射光线经过深沟槽隔离结构 206 进入相邻像素单元区域 203，对相邻像素单元区域 203 造成光信号的串扰，进一步改善 CMOS 图像传感器的显示褪色的问题。为了便于说明光线在深沟槽隔离结构和半导体衬底的界面形成全反射的原理，对图 2 中 CMOS 图像传感器的部分区域 300 进行放大说明。所述部分区域 300 包括像

素单元区域 203、与之对应的滤光片 209、微透镜 210、以及像素单元区域 203 两侧的深沟槽隔离结构 206。请参考图 3, 图 3 是光线在深沟槽隔离结构与半导体衬底界面形成全反射原理示意图。

[0036] 如图 3 所示, 光线 A 自空气经过微透镜 210、滤光片 209、半导体衬底 200 的第二表面 202 进入像素单元区域 203, 理想的状况是, 光线 A 被像素单元区域 203 的光二极管吸收, 但是, 由于光线 A 可能具有一定倾斜角因此光线可能会入射深沟槽隔离结构 206 与半导体衬底 200 的界面。由于通常空气、微透镜 210、滤光片 209、半导体衬底 200 的材质不同而折射率不同, 光线 A 到达深沟槽隔离结构 206 与半导体衬底 200 的界面发生多次光的折射。具体地, 在微透镜 210 和空气界面的法线为 O1, 在空气中光线 A 与所述法线 O1 的夹角为 a1, 经过折射, 在微透镜 210 内光线 A 与法线 O1 的夹角为 a2; 光线 A 在微透镜 210 内传输至微透镜 210 和滤光片 209 的界面, 所述微透镜 210 和滤光片 209 的界面的法线为 O2, 在微透镜 210 内光线 A 与所述法线 O2 的夹角为 a3, 经过折射, 在滤光片 209 内光线 A 与所述法线 O2 的夹角为 aa4; 光线 A 在滤光片 209 内传输至滤光片 209 与半导体衬底 200 的界面, 所述滤光片 209 与半导体衬底 200 的界面的法线为 O3, 在滤光片 209 内所述光线 A 与所述法线 O3 的夹角为 a5, 经过折射, 在半导体衬底 200 内光线 A 与法线 O3 的夹角 a6; 在半导体衬底 200 内, 所述光线 A 传输至半导体衬底 200 与所述深沟槽隔离结构 206 的界面, 所述半导体衬底 200 与所述深沟槽隔离结构 206 的界面的法线为 O4, 在半导体衬底 200 内光线 A 与法线 O4 的夹角为  $\beta$ 。本实施例中, 深沟槽隔离结构 206 与半导体衬底 200 的界面垂直于滤光片 209 与半导体衬底 200 的界面, 因此, 法线 O4 与法线 O3 垂直, 从而, 角度  $\beta$  与角度 a6 互为余角。

[0037] 由于在实际中, 本领域技术人员对微透镜 210 的厚度、滤光片 209 的厚度进行优化设置, 可以使得使得角度 a6 与角度 a1 相同。角度 a1 的最大值称为主光线倾斜角 (chief ray angle, CRA), 而主光线倾斜角的角度范围为  $0 \sim 35^\circ$ 。因此, 角度 a6 倾斜角度范围为  $0 \sim 35^\circ$ , 角度 a6 的余角  $\beta$  的角度范围为  $55 \sim 90^\circ$ , 即光线与法线 O4 的入射角范围为  $55 \sim 90^\circ$ 。因此, 假设全反射临界角为  $\alpha$ , 若要光线在半导体衬底 200 与深沟槽隔离结构 206 的界面形成全反射,  $\alpha$  应小于为  $55^\circ$ , 以保证在光线与法线 O4 的入射角范围为  $55 \sim 90^\circ$  时, 任一入射角均大于  $\alpha$ , 从而光线与法线 O4 的入射角为  $55 \sim 90^\circ$  时可以形成全反射。假设全反射临界角为  $55^\circ$ , 半导体衬底 200 的折射率为 x, 深沟槽隔离结构 206 内填充的电介质的折射率为 y, 则根据全反射计算公式:  $\sin 55^\circ / \sin 90^\circ = y/x$

[0038]  $y = \sin 55^\circ * x = 0.8 * x$

[0039] 由上述分析可知, 当全反射临界角为  $55^\circ$  时, 对应的深沟槽隔离结构 206 内填充的电介质的折射率为半导体衬底 200 的折射率的 0.8 倍。

[0040] 由于全反射的临界角  $\alpha$  取决于半导体衬底 200 的折射率和深沟槽隔离结构 206 内填充电介质的折射率关系。具体地, 在半导体衬底 200 的折射率一定的情况下, 深沟槽隔离结构 206 内填充的电介质的折射率越小, 全反射的临界角  $\alpha$  越小。由前面的分析可知, 在全反射的临界角为  $55^\circ$  时对应的深沟槽隔离结果 206 内的电介质的折射率为半导体衬底 200 折射率的 0.8 倍。若要使得全反射临界角小于  $55^\circ$ , 深沟槽隔离结构 206 内填充的电介质的折射率应小于半导体衬底 200 折射率的 0.8 倍, 以保证光线 A 在深沟槽隔离结构 206 和半导体衬底 200 的界面发生全反射。从而, 光线 A 留在像素单元区域 203 内, 避免光

线 A 经过深沟槽隔离结构 206 对相邻像素单元区域造成串扰,进一步改善现有的 CMOS 图像传感器的显示褪色现象。

[0041] 作为一个实施例,所述半导体衬底 200 的材质为硅时,所述深沟槽隔离结构 206 的填充物可以为氧化硅,并且所述氧化硅的折射率可以小于等于硅的折射率的 0.8 倍。本实施例中,硅的折射率为 3.46,氧化硅的折射率为 1.46,这样入射光线在深沟槽隔离结构 206 和半导体衬底 200 的界面可以形成全反射。可替代地,在深沟槽隔离结构 206 内填充的电介质的折射率小于等于硅衬底的折射率的 0.8 倍前提下,深沟槽隔离结构 206 内填充的电介质可以为其他材质。当半导体衬底 200 的材质为其他半导体材料时,深沟槽隔离结构 206 内填充的电介质的材质还可以为其他材质,但是深沟槽隔离结构 206 内填充的电介质的折射率应小于半导体衬底 200 折射率的 0.8 倍,以保证在深沟槽隔离结构 206 和半导体衬底 200 的界面形成全反射。

[0042] 综上,本实用新型提供了一种背面照光的 CMOS 图像传感器,所述背面照光的 CMOS 图像传感器的像素单元区域之间具有深沟槽隔离结构,所述深沟槽隔离结构贯穿所述半导体衬底的第一表面和与之相对的第二表面,从而有效隔离相邻像素,避免了相邻像素电信号的串扰,改善了 CMOS 图像传感器的显示褪色问题,提高了成像质量。进一步地,所述深沟槽隔离结构内部填充电介质,所述电介质的折射率小于半导体衬底的折射率的 0.8 倍,光线在深沟槽隔离结构和半导体衬底的界面上形成全反射,避免光线进入相邻像素,对相邻像素造成光信号的串扰,更加改善了 CMOS 图像传感器的显示褪色问题,提高了成像质量。同时,在形成滤光片和微透镜的光刻工艺时,所述深沟槽隔离结构可以作为光刻对准的标记,减少了工艺步骤。

[0043] 本实用新型虽然以较佳实施例公开如上,但其并不是用来限定本实用新型,任何本领域技术人员在不脱离本实用新型的精神和范围内,都可以做出可能的变动和修改,因此本实用新型的保护范围应当以本实用新型权利要求所界定的范围为准。

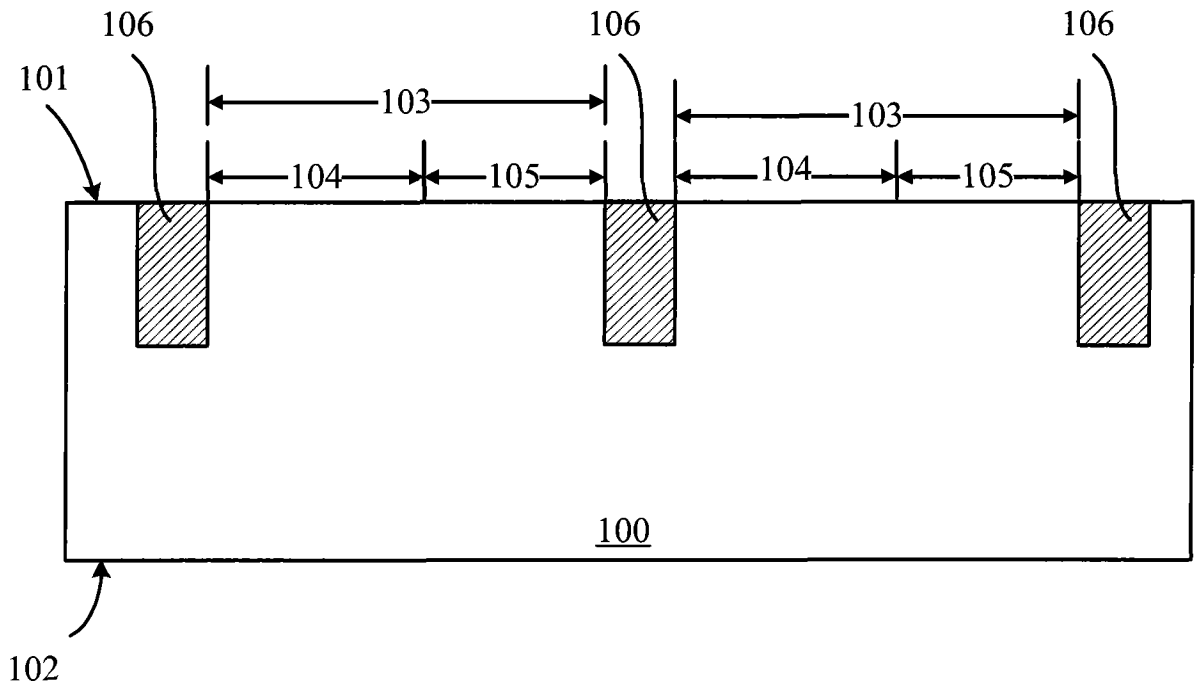


图 1

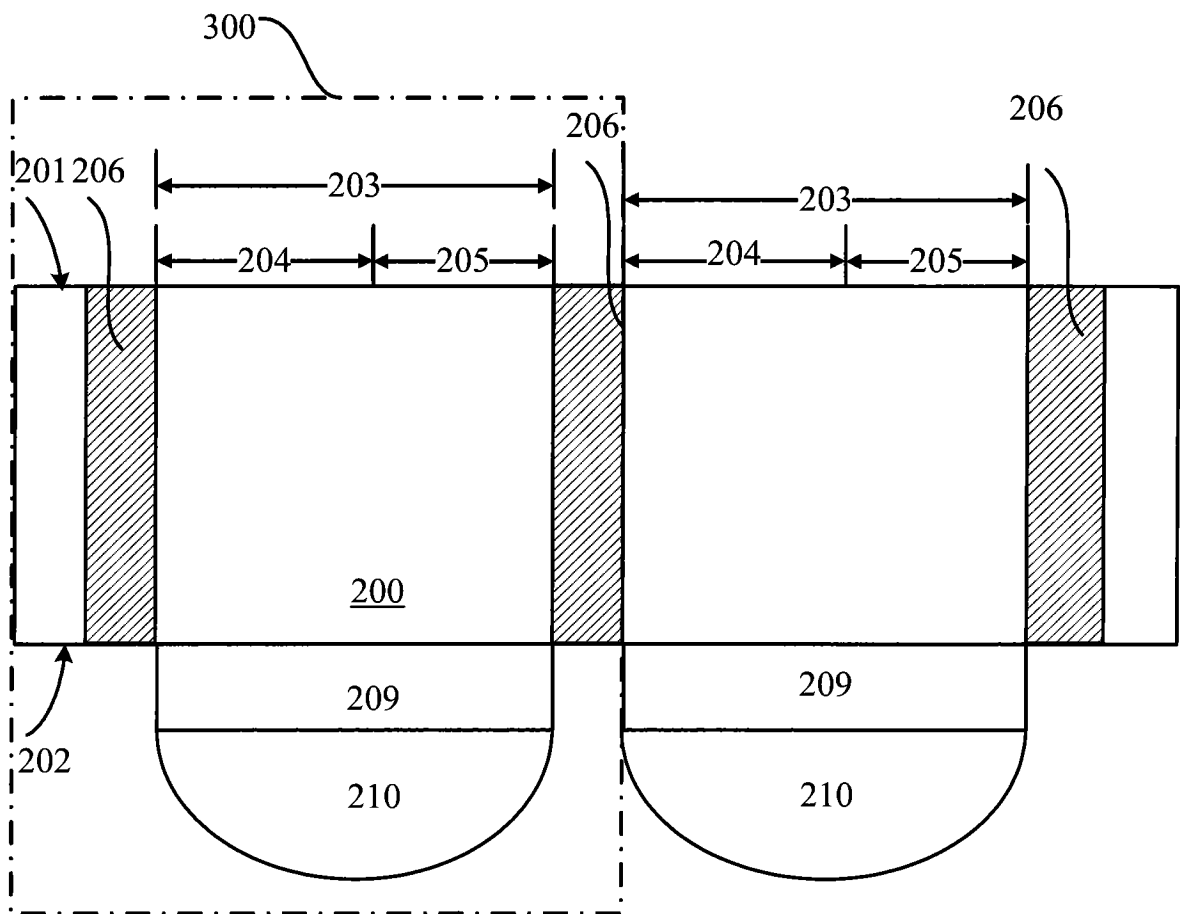


图 2



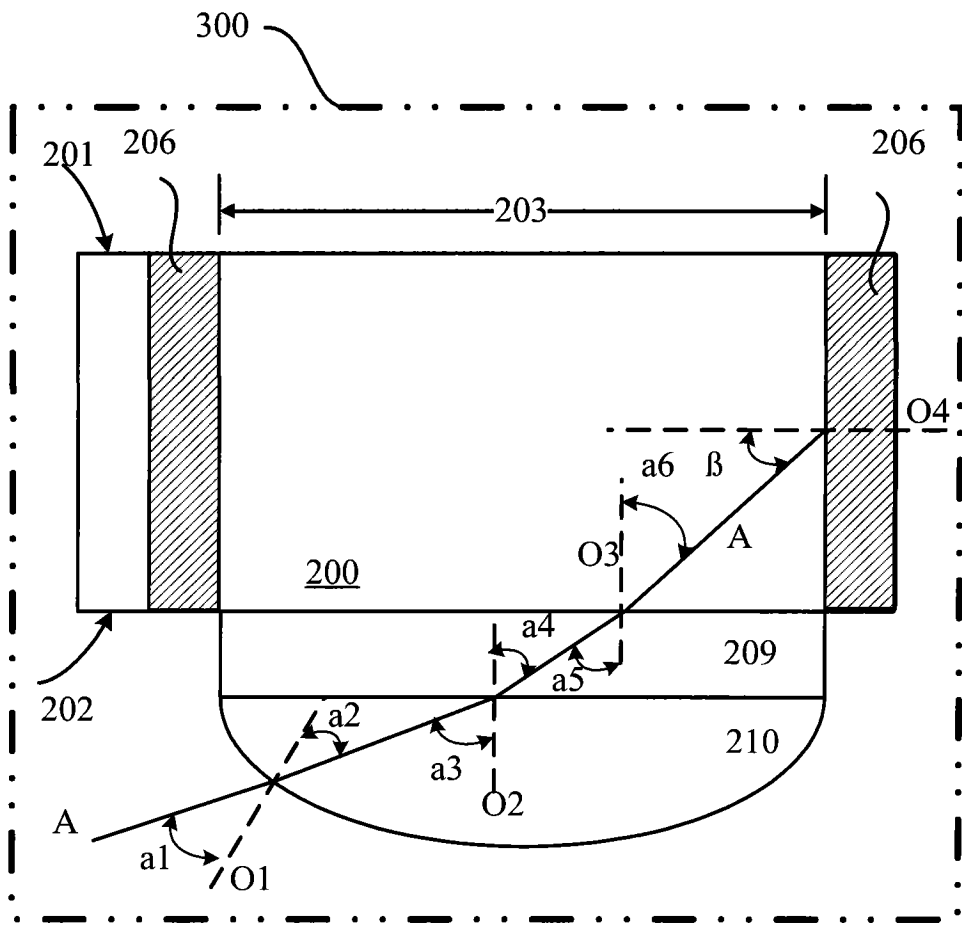


图 3