



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106358038 B

(45)授权公告日 2018.05.29

(21)申请号 201610803549.3

(22)申请日 2016.09.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106358038 A

(43)申请公布日 2017.01.25

(73)专利权人 上海集成电路研发中心有限公司

地址 201210 上海市浦东新区张江高斯路
497号

专利权人 成都微光集电科技有限公司

(72)发明人 李琛 任铮 温建新 顾学强

范春晖

(74)专利代理机构 上海天辰知识产权代理事务

所(特殊普通合伙) 31275

代理人 吴世华 陈慧弘

(51)Int.Cl.

H04N 17/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 101360254 A,2009.02.04,全文.

CN 101360255 A,2009.02.04,全文.

CN 103257032 A,2013.08.21,全文.

CN 104469356 A,2015.03.06,全文.

CN 1981514 A,2007.06.13,全文.

US 2012033086 A1,2012.02.09,全文.

审查员 李雁

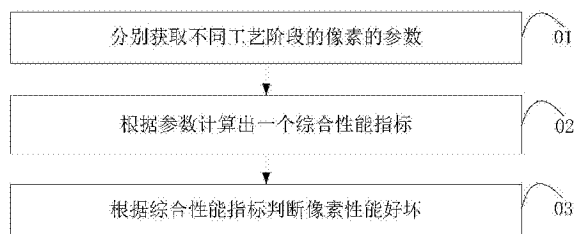
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种像素性能的检测方法

(57)摘要

本发明提供了一种像素性能的检测方法,包括:分别获取不同工艺阶段的像素的参数;该参数包括:感光度、暗电流、量子效率、信噪比、动态范围以及各个像素尺寸;根据参数计算出一个综合性能指标;其中,该综合性能指标与量子效率、感光度、动态范围、信噪比呈正比,与暗电流、像素尺寸呈反比;根据综合性能指标判断像素性能好坏;本发明通过设置综合性能指标,将像素的各个重要参数统一反映到综合性能指标中,利用一个综合性能指标就可以来监控像素的好坏,像素分辨率的高低,提高了检测效率。



1. 一种像素性能的检测方法,其特征在于,包括:

步骤01:分别获取不同工艺阶段的像素的参数;该参数包括:感光度、暗电流、量子效率、信噪比、动态范围以及不同工艺阶段的各个像素尺寸;所述不同工艺阶段的像素包括前照式像素工艺阶段的像素、背照式像素工艺阶段的像素和3D堆叠像素工艺阶段的像素;

步骤02:根据所述参数计算出一个综合性能指标;其中,计算所述综合性能指标采用的公式为:

$$FOM = \frac{QE * Sensitivity * (DR + SNR)}{DC * Pixel_Size}$$

其中,QE为量子效率,Sensitivity为感光度、DR为动态范围、SNR为信噪比、DC为暗电流、Pixel_Size为像素尺寸;

步骤03:根据综合性能指标判断像素性能好坏;其中,综合性能指标越高表示像素性能越好。

2. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,所述动态范围包括最大输出电压和读出噪声,所述信噪比受满井电荷和噪声本底的影响。

3. 根据权利要求2所述的检测方法,其特征在于,所述动态范围与输出电压成正比,与读出噪声呈反比。

4. 根据权利要求2所述的检测方法,其特征在于,所述信噪比与满井电荷呈正比,与噪声本底呈反比。

5. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,所述像素包括滚筒像素和/或全局像素。

6. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,所述像素为图像传感器像素。

一种像素性能的检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及图像传感器技术领域,具体涉及一种像素性能的检测方法。

背景技术

[0002] 图像传感器芯片是电子设备获取信息的“眼睛”,已成为电子终端产品不可或缺的标准配置。据市场调研公司的“CMOS图像传感器产业状况”报告显示,2020年CMOS图像传感器(CIS)市场的营业收入将增长到160亿美元,复合年均增长率超过11%,CMOS图像传感器已然成为图像传感器乃至集成电路领域备受瞩目的产品。随着CMOS图像传感器技术的发展,未来CIS市场将在消费类电子、可穿戴设备、监控安防、人工智能等领域得到进一步的应用和持续的增长。

[0003] CMOS图像传感器种类繁多,从像素分辨率来分,有30万、100万、500万、1200万等,从芯片尺寸来分,有1/6英寸、1/4英寸、1/2英寸、APS-C等。此外,还有很多参数衡量图像传感器的像素质量或者图像质量,如表一所示。

[0004] 表一:

[0005]

| Pixel 主要参数 | | | | |
|------------|-----------------------|--------------|---------|-----------------|
| 名称 | 英文名 | 符号 | 单位 | 说明 |
| 感光度 | Sensitivity | Sensitivity | V/lx*s | 描述 CIS 对光强的响应情况 |
| 暗电流 | Dark Current | Dark Current | mV/s | 无光情况下 CIS 的输出 |
| 最大输出电压 | Vout,max | Vout,max | V | Pixel 的最大输出电压 |
| 读出噪声 | Read Noise | Read Noise | mV 或 e- | CIS 的本底噪声 |
| 量子效率 | Quantum Efficiency | QE | % | 光子数和电子数之比 |
| 信噪比 | Signal to Noise Ratio | SNR | dB | 信号和噪声之比 |
| 动态范围 | Dynamic Range | DR | dB | CIS 最大能检测的信号和最小 |

[0006]

| | | | | |
|--|--|--|--|----------|
| | | | | 能检测的信号之比 |
|--|--|--|--|----------|

[0007] 但是,由于参数繁多且专业性强,通常很难通过参数分辨CIS像素的性能。而且目前也很少有一个指标可以把林林总总各种参数统一起来。

发明内容

[0008] 为了克服以上问题,本发明旨在提供一种能够对像素性能的统一检测方法,方便用户横向评估CMOS图像传感器的质量。

[0009] 为了达到上述目的,本发明提供了一种一种像素性能的检测方法,包括:

[0010] 步骤01:分别获取不同工艺阶段的像素的参数;该参数包括:感光度、暗电流、量子效率、信噪比、动态范围以及各个像素尺寸;所述不同工艺阶段的像素包括前照式像素工艺阶段的像素、背照式像素工艺阶段的像素和3D堆叠像素工艺阶段的像素;

[0011] 步骤02:根据所述参数计算出一个综合性能指标;其中,计算所述综合性能指标采用的公式为:

$$[0012] \quad FOM = \frac{QE * Sensitivity * (DR + SNR)}{DC * Pixel_Size}$$

其中,QE为量子效率,Sensitivity为感光度、DR为动态范围、SNR为信噪比、DC为暗电流、Pixel_Size为像素尺寸;

[0013] 步骤03:根据综合性能指标判断像素性能好坏;其中,综合性能指标越高表示像素性能越好。

[0014] 优选地,所述动态范围包括最大输出电压和读出噪声,所述信噪比受满井电荷和噪声本底的影响。

[0015] 优选地,所述动态范围与输出电压成正比,与读出噪声呈反比。

[0016] 优选地,所述信噪比与满井电荷呈正比,与噪声本底呈反比。

[0017] 优选地,所述像素包括滚筒像素和/或全局像素。

[0018] 优选地,所述像素为图像传感器像素。

[0019] 本发明的像素的检测方法,通过设置综合性能指标,将像素的各个重要参数统一反映到综合性能指标中,利用一个综合性能指标就可以来监控像素的好坏,像素分辨率的高低,提高了检测效率。

附图说明

[0020] 图1为本发明的一个较佳实施例的像素性能的检测方法的流程示意图

[0021] 图2为本发明的一个较佳实施例的采用FOM值表征典型的滚筒像元得到的发展趋势示意图

[0022] 图3为本发明的一个较佳实施例的采用FOM值表征典型的全局像元得到的发展趋势示意图

具体实施方式

[0023] 为使本发明的内容更加清楚易懂,以下结合说明书附图,对本发明的内容作进一步说明。当然本发明并不局限于该具体实施例,本领域内的技术人员所熟知的一般替换也涵盖在本发明的保护范围内。

[0024] 以下结合附图1-3和具体实施例对本发明作进一步详细说明。需说明的是,附图均采用非常简化的形式、使用非精准的比例,且仅用以方便、清晰地达到辅助说明本实施例的目的。

[0025] 请参阅图1,本实施例的像素性能的检测方法包括:

[0026] 步骤01:分别获取不同工艺阶段的像素的参数;该参数包括:感光度、暗电流、量子效率、信噪比、动态范围以及各个像素尺寸;

[0027] 具体的,不同工艺阶段的像素包括前照式像素工艺(FSI)阶段的像素、背照式像素工艺(BSI)阶段的像素和3D堆叠工艺(3D Stacked)阶段的像素;像素还包括滚筒像素和/或全局像素,本实施例的像素为图像传感器像素。

[0028] 步骤02:根据参数计算出一个综合性能指标;其中,该综合性能指标与量子效率、感光度、动态范围、信噪比呈正比,与暗电流、像素尺寸呈反比;

[0029] 具体的,本实施例的综合性能指标与参数的关系表现为公式:

$$FOM = \frac{QE * Sensitivity * (DR + SNR)}{DC * Pixel_Size}$$

其中,FOM为综合性能指标,QE为量子效率,Sensitivity为感光度、DR为动态范围、SNR为信噪比、DC为暗电流、Pixel_Size为像素尺寸;动态范围包括最大输出电压和读出噪声,信噪比包括满井电荷(full well charge)和噪声本底(noise floor);动态范围与输出电压成正比,与读出噪声呈反比;信噪比与full well charge呈正比,与noise floor呈反比。

[0030] 如表二,本实施例的综合性能指标和各参数的关系可表示如下:

[0031] 表二:

[0032]

| | | | |
|---|---------------|-----------------------------|-------|
| 1 | Quantum E | QE ↑ | FOM ↑ |
| 2 | Sensitivity | Sensitivity ↑ 饱和所需时间 t ↓ | FOM ↑ |
| 3 | Dynamic Range | DR ↑ Vmax ↑ | FOM ↑ |
| 4 | Dark Current | DC ↑ | FOM ↓ |
| 5 | SNR | SNR ↑ | FOM ↑ |
| 6 | 读出噪声 | 读出噪声 ↓ Dynamic Range ↑ | FOM ↑ |
| 7 | 像素尺寸 | Pixel_size ↓ | FOM ↑ |

[0033] 表二中,向上箭头表示增加,向下箭头表示减小。

[0034] 步骤03:根据综合性能指标判断像素性能好坏。

[0035] 具体的,结合综合性能指标的公式,从表二中直观地可以评价出FOM所反映的像素的好坏,FOM越高,像素越好,像素分辨率越高。例如,像素尺寸越小,FOM越高,表示像素越好,像素分辨率越高。这与现在像素工艺的发展趋势是一致的。通过本实施例所设置的综合性能指标,可以实现对像素的各个参数的整合并统一表现成一个指标来监控像素的质量好坏。

[0036] 请参阅图2,对于滚筒像素来说,在FSI、BSI和3D Stacked三个阶段,像素尺寸的大小与FOM的大小呈正比关系。请参阅图3,对于全局像素来说,在FSI、BSI和3D Stacked三个阶段,像素尺寸的大小与FOM的大小也呈正比关系。

[0037] 请参阅表三,其中,Rolling Shutter为滚筒像素,Global Shutter为全局像素,表三中将滚筒像素和全局像素的各个参数和FOM指标的关系均列出来,可以直观清晰看到,FOM指标能够较为准确地反映出像素的好坏。因此,本实施例的像素的检测方法,通过设置FOM指标,将像素的各个重要参数统一反映到FOM指标中,利用一个FOM指标就可以来监控像素的好坏,像素分辨率的高低,提高了检测效率。

[0038] 表三:

[0039]

| Project | Rolling Shutter | | | | | | | | | | Global Shutter | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------------|----------------|-------|-------|--------|-----------|
| | 80w | 100w | 500w | 200w | 200w | 100w | BSI | BSI | BSI Stacked | BSI Stacked | GS | GS | GS | GS BSI | GS BSI 3D |
| Pixel Size [after shrink] | 5.58 | 4.2 | 2.2 | 2.8 | 5.94 | 3.78 | 2.2 | 2 | 1.8 | 1.4 | 5.5 | 6.4 | 8 | 3.45 | 2.8 |
| Architecture | 2.5T | 4T | 1.75T | 4T | 5T | 4T | 1.75T | 1.75T | 1.75T | 1.75T | 8T | 8T | 8T | 8T | 8T |
| Dark Current @30°C | 200 | 130 | 100 | 90 | 250 | 100 | 100 | 85 | 80 | 75 | 250 | 300 | 600 | 100 | 90 |
| Full Well Charge[e ⁻] | 21000 | 9000 | 7000 | 9000 | 23000 | 9000 | 8000 | 7500 | 7000 | 7000 | 12000 | 15600 | 45000 | 9000 | 7000 |
| Sensitivity | 3 | 4 | 3 | 1.2 | 8 | 1.2 | 2 | 2.0 | 1.8 | 1.8 | 3.4 | 4.2 | 8 | 3 | 2 |
| Vsat Swing(V) | 1.4 | 1.4 | 1 | 1 | 1.4 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| QE | 50% | 50% | 40% | 50% | 50% | 50% | 80% | 80% | 80% | 80% | 50% | 50% | 50% | 80% | 80% |
| SNR [Max.] | 43.22 | 39.54 | 38.45 | 39.54 | 43.62 | 39.54 | 39.03 | 38.75 | 38.45 | 38.4 | 40.79 | 41.93 | 46.53 | 39.54 | 38.45 |
| Dynamic Range | 63.5 | 60 | 72 | 66 | 75 | 60 | 73 | 72 | 72 | 72 | 64 | 66 | 74 | 62 | 62 |
| Noise Floor [e ⁻] | 17 | 10 | 2 | 3 | 5 | 10 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 9 | 10 | 8 | 6 |
| FOM | 21.4 | 66.7 | 30.3 | 35.3 | 48.1 | 58.8 | 122.7 | 130.2 | 141.0 | 175.6 | 14.9 | 13.1 | 10.1 | 88.7 | 96.2 |

[0040] 虽然本发明已以较佳实施例揭示如上,然所述实施例仅为了便于说明而举例而已,并非用以限定本发明,本领域的技术人员在不脱离本发明精神和范围的前提下可作若干的更动与润饰,本发明所主张的保护范围应以权利要求书所述为准。

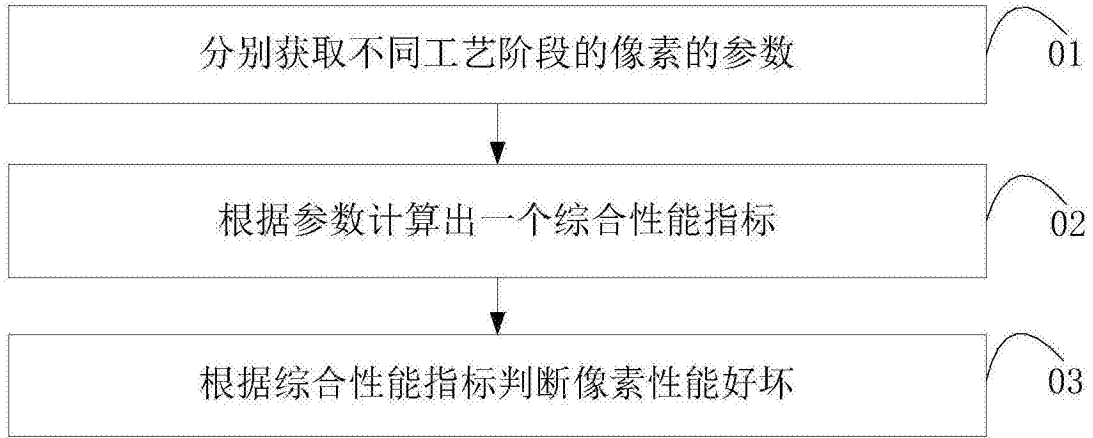


图1

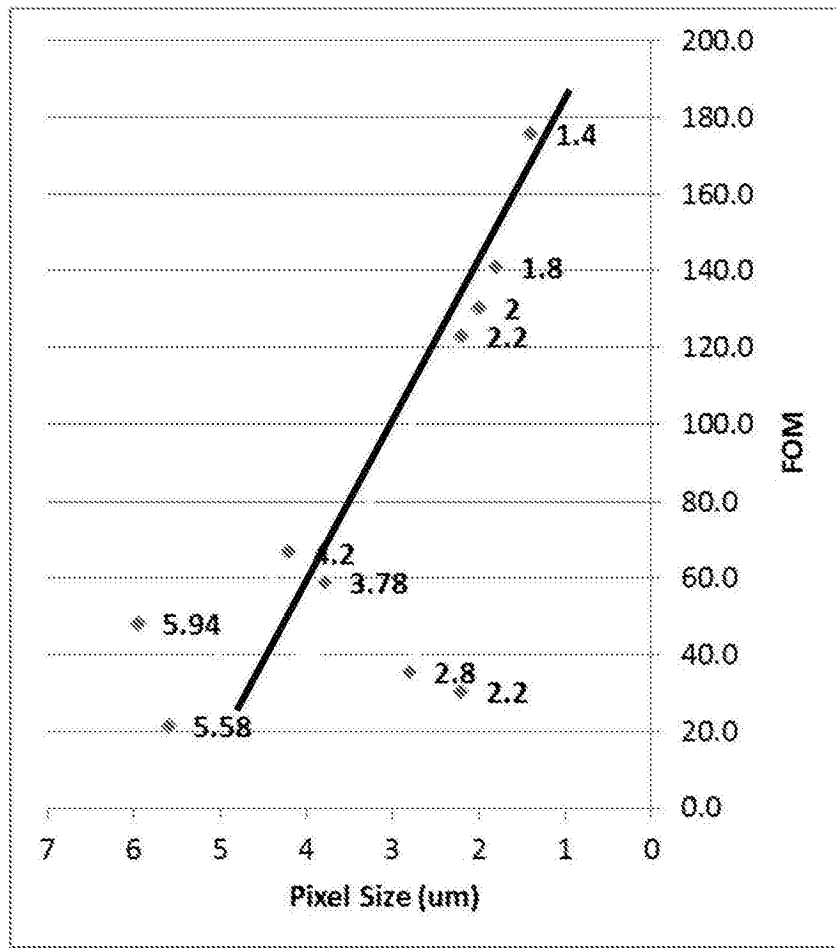


图2

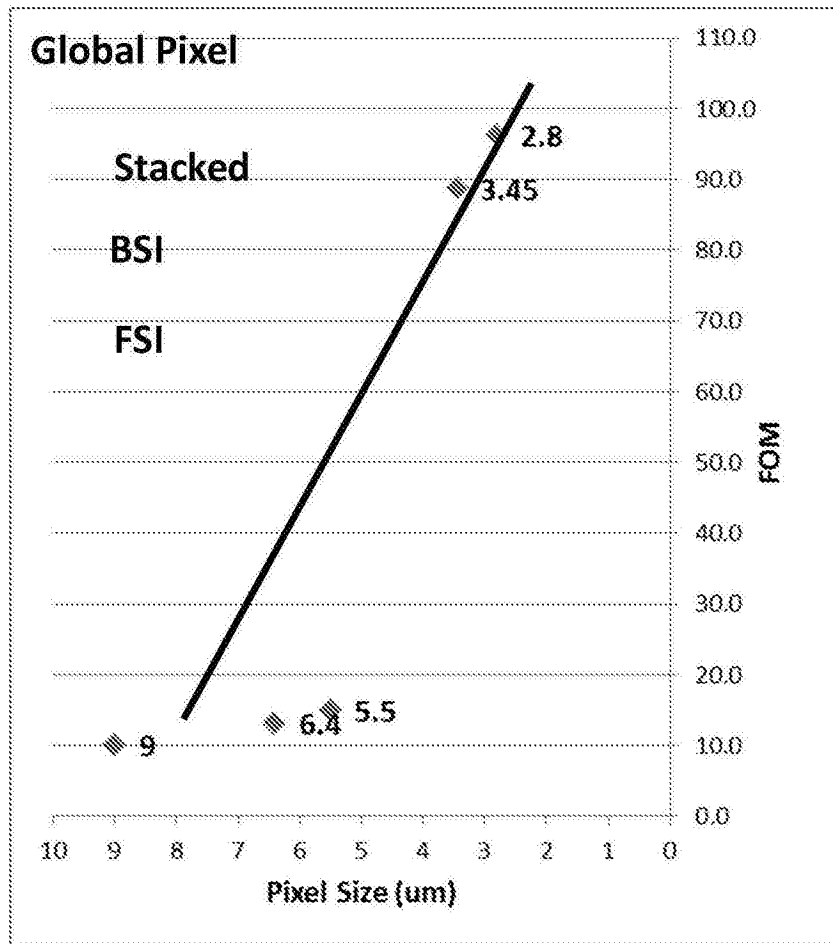


图3