

計測分野に向けた高距離分解能TOFセンサ

Keyword: 距離画像、Time-of-Flight、Lateral Electric Field Modulator

研究の概要

Time-of-Flight(ToF)法は、光源から放たれた光が対象で反射しカメラに返ってくるまでの時間を計測し、光の速度を元に距離を算出する手法である。最近のイメージセンサ技術の発展により、ピコ秒オーダーの時間計測が可能なイメージセンサ、すなわち時間分解イメージセンサの開発が可能となり、画素単位で距離の同時計測が可能な3次元撮像デバイスの開発が進んでいる。

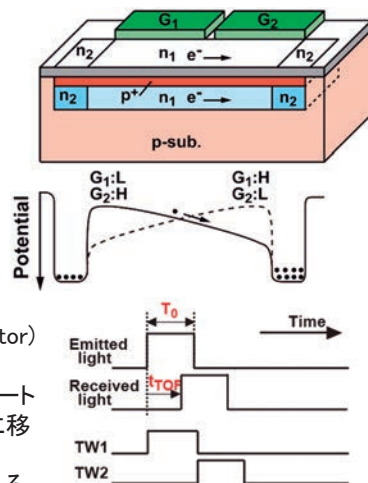
光の飛行時間を計測する手段のひとつであるパルス変調光源を用いた間接法では、時間窓を用いた光電子の蓄積・非蓄積の制御を行う基本素子、すなわち高速な電荷変調が行えるロックインピクセルの実現が極めて重要である。

本研究室では、従来よりも高速な動作が可能な電荷変調素子構造として、ラテラル電界制御電荷変調素子LEFM (Lateral Electric Field charge Modulator) を提案している。

断面及び上面構造と電位分布を右図に示す2タップ出力型の場合、2つのゲートG1, G2に異なる電位を与えると、発生した光電子を右または左方向に高速に移動させることができる。

TW1, TW2により蓄積した信号をN1, N2とすると、飛行時間は次式で求められる。

$$t_{\text{TOF}} = \frac{N_2}{N_1 + N_2} T_0$$

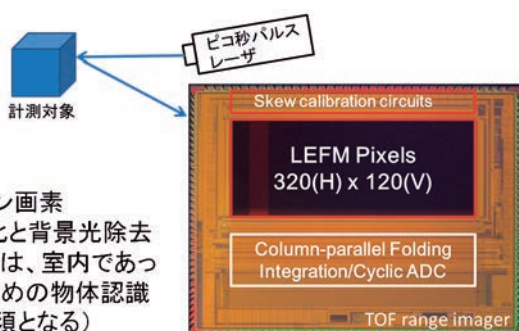


・新規研究要素:

距離分解能向上のための主要技術

(3次元スキャナのような計測分野への応用に向けて、高距離分解能化が進められている)

- ・光電流のインパルス応答を利用した新ToF距離計測手法
- ・オンチップカラム並列スキュー補正回路
- ・ラテラル電界制御電荷変調素子LEFMによる高速ロックイン画素
- ・4タップLEFM構造を応用したレンジシフトによる高分解能化と背景光除去 (ゲームやリモコンレス制御を目的としたジェスチャー認識では、室内であっても窓からの太陽光に対し、また、自動車の衝突防止のための物体認識には、屋外で使用するため高い背景光に対する耐性が必須となる)



・従来技術との差別化要素・優位性:

- ・距離分解能 測距レンジ30mmにおいて距離分解能 $\sigma = 0.1\text{mm}$ 以下が可能
- ・背景光除去性能 4000luxの背景光下での背景光によるアーティファクト軽減が実現

・特許等出願状況: (ロックインイメージセンサと重複)

- ・時間分解電荷変調技術 (ToFセンサを含む) に関する特許出願 国内39件 (内23件登録済み)
- ・特願2014-022516 (WO2015/118884)、特願2015-073097 (WO2016/157910) 等

アピールポイント

■ 技術相談に応じられる関連分野

- ・ゲームやリモコンレス制御を目的としたジェスチャー認識への応用
- ・3次元スキャナのような計測分野への応用
- ・自動車の衝突防止のための物体認識への応用

■ その他の研究紹介

- ・ロックインイメージセンサ技術のバイオ分野への応用
- ・8KスーパーハイビジョンCIS用AD変換技術
- ・超高感度広ダイナミックレンジCMOSイメージセンサの開発



川人 祥二

電子工学研究所
教授