

16年 1月 15日

電子情報工学専攻	学籍番号	973303
申請者氏名	秋 山 正 弘	

指導教官氏名	澤田 和明 石田 誠
--------	---------------

論 文 要 旨(博士)

論文題目	アモルファスシリコン系アバランシェ増倍型 光電変換膜を用いた高感度固体撮像素子の研究
------	---

(要旨 1,200字程度)

固体撮像技術は、デジタルカメラ、PCカメラ、PDAそしてカメラ一体型VTR、カメラ付携帯電話などの主要技術であり、マルチメディア社会を支えている。しかも、カメラ付携帯電話などが広く普及し、世界各地に存在する情報を画像として一瞬で転送することができる。まさにユビキタス社会をも、支える必要不可欠な技術へと成長している。

天文、医療などさまざまな分野で従来のイメージセンサに比べてはるかに高感度な素子が要求されている。星明かり程度の暗い環境での光が対象となるので、要求の実現には、それより低いアンプ雑音と、入射される光の無駄のない利用(高量子効率)が必要となる。

民生用の固体撮像素子でも高感度化が求められている。急速な勢いで普及しているデジタルカメラは、今後ますます高解像度化(多画素化)に向かうと考えられるが、解像度を上げるためには、高感度化の技術がないと実現できない。なぜなら、多画素化を実現するためには、一画素の面積の縮小化が必要となる。そのため、一画素で取り扱う光子数が減少し、高感度化が必要となる。

そこで、我々は、読み出し回路への光電変換膜の積層により入射される光の無駄のない利用(開口率100%)が可能で、しかも光信号(光電流)をアバランシェ増倍(低ノイズ増倍)させる事ができるイメージセンサを検討した。代表的な高感度イメージセンサにはNHKで開発されたHARP(High-gain Avalanche Rushing Photoconductor)撮像管があり、暗闇での緊急報道や、オーロラの撮影、光の届かない深海での撮像、微細(マイクロオーダー)な血管の撮像など、広く活躍している。しかし、撮像管の形状をとる事から大変大きくなり、民生用途には不向きである。私はアモルファスシリコンを用いる事で撮像管を用いない、積層型イメージセンサが製作でき、暗闇でも撮影可能な高感度固体撮像素子が実現できると考えている。本論文は、以下に述べる研究結果より得られた知見をまとめたものである。

高感度固体撮像素子を実現するためには、光信号の増幅、雑音の低減、光電変換膜の読み出し回路への積層化が必要となる。私は、アモルファスシリコン系アバランシェ増倍型光電変換膜(a-Si:HAPD)を用いて光電流の40倍の増幅を観測した。また、この増幅メカニズムが、低雑音な増幅が可能なアバランシェ増倍現象であることを証明することができた。また、a-Si:HAPDにa-Si:H/a-SiC:Hの傾斜構造を応用することで、増幅過程で発生する過剰雑音を抑制することができた。また、CMOSプロセスを用いてAPS(Active Pixel Sensor)構成の読み出し回路を製作し、その上部へ光電変換膜を積層した。積層した光電変換膜は暗電流が大きく、アバランシェ増倍現象を起こすには至っていないが、アモルファスシリコン系アバランシェ増倍型固体撮像素子の要素技術を確立することはできたと考えられる。