



Title	新しいMOS型撮像素子の研究ならびに開発
Author(s)	小池, 紀雄
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33078
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	小池 紀雄
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 5455号
学位授与の日付	昭和56年11月20日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	新しいMOS型撮像素子の研究ならびに開発
論文審査委員	(主査) 教授 成田信一郎 (副査) 教授 藤田 英一 教授 吉森 昭夫 教授 末田 正 教授 浜川 圭弘

論文内容の要旨

固体撮像素子は小型、図形歪みがない、等数多くの利点を備えており、撮像管では実現の難かしい幅広い用途が期待できる。しかし乍ら、固体素子の研究歴史は未だ浅く実用上幾多の問題を抱えている。この固体素子の担手はMOS型およびCCD型の2つに大別できるが、筆者は感度および解像度の向上が期待できるMOS型撮像素子の研究に着手した。反面、MOS型素子の欠点は信号対雑音比(S/N比)および走査速度などが低いことであり、これらの問題点の改善がMOS型素子の研究課題とされてきた。

本研究ではまず従来型走査回路の特性解析の結果を基に、3種類の新しいMOS型走査回路を提案した。1つはレシオレス極性反転回路を用いた寄生容量の小さい走査回路であり、走査速度は従来の1.5倍に相当する6MHzまで向上した。2つめは極性反転回路に付随する遅延時間を走査パルスの転送に利用するクロックレス走査回路であり、35MHzの高速走査を実現することができた。最後は非極性反転回路により構成した帰還型走査回路であり、撮像素子の走査回路に必要とされる3つの条件、高速(この回路は15MHz)、低消費電力、低雑音を達成することができた。

次に、MOS型素子のS/N比を大きく制限しているスパイク雑音および固定パターン雑音の発生機構を理論、実験の両面より解析し、“隣接ビット相関法”と称する雑音除去法を考案した。これは光信号電荷の読出しを完了した1つ手前の絵素が発生する雑音出力を次に読出しを行う絵素の雑音発生源として利用し、両出力の差を取ることにより雑音成分のみを除去する方法である。本法を採用した2種類の撮像素子：512絵素一次元素子、244×244絵素二次元素子を設計した。一次元素子の雑音特性の測定を通して、ビット相関法には50～60dBの雑音除去効果があることを確認した。一方、二次

元素子では入射光により発生した電荷量を検出する信号読出し方式をビット相関法と併用して用いる方法を理論的に検討した。素子測定の結果、本方式を用いた場合のS/N比は従来のピーク信号検出方式に較べ3倍程度高くなることが分った。

続いて、カラーカメラの固体化という時代の要請に応えて、VTR用カメラとして必要な性能を備えた単板カラー484×384絵素MOS型撮像素子を開発した。本素子の特徴は光ダイオードをnpnの3層構造にしたこと、3原色信号を2列同時インターレース走査方式により2本の信号出力線に互の色が交じりあうことなく取出すことができる点にある。npn光ダイオードの特性を理論、実験の両面から解析した結果、不要な赤外感度は従来の2層構造ダイオードの1/10に減少し可視光領域に良好な感度を有している、ブルーミング抑制に大きな効果があることを確認した。

応用分野を拡大するためには素子の性能をさらに上げる必要がある。最後に、これから素子として期待できる新しい構造の素子“アモルファス撮像素子”を提案した。本素子は走査回路およびスイッチを集積化したシリコン基板の上部に光電変換用のアモルファス光導電性膜を積層する二階建構造の素子である。始めに本素子の特性解析を行った。続いて、過剰光電荷を吸収するn⁺p⁺p基板の上に可視光感度の高いSe-As-Te膜を形成した二次元素子を試作した。特性測定の結果、本素子は前述のnpn構造素子の5倍に相当する実用レベルのブルーミング抑制効果を備えていることが判明した。

論文の審査結果の要旨

所謂ビデオカメラに用いられる撮像素子は小型、軽量で図形に歪みがなく、ノイズの少いことが望まれる。今までこれには多く真空管のビディコンが使われているが、上の目的のためには固体撮像素子がのぞましく、幅広い用途が期待出来るが、固体素子の研究の歴史は浅く幾多の問題が残っている。この方法としてはMOS型とCCD型の2つがあるが小池君はMOS型の研究を選んだ。世界ではCCD型の研究が多いが、MOS型は感度および解像度の点で優れている。しかし一方MOS型には信号対雑音比(S/N比)が悪く、走査速度が低い等の欠点があるので、これ等の点の改善、工夫がこの論文の一つの骨子である。

まづ走査速度をあげるために3種類の新らしいMOS型走査回路を提案した。第1は極性反転回路をもちいて寄生容量を小さくしたもので従来の1.5倍の6MHzにまで向上した。第2は走査パルスの遅延時間を転送に利用した、クロックレス走査回路で35MHzの高速走査を実現した。第3は非極性反転回路により構成した帰還型走査回路で、高速(15MHz)、低消費電力、低雑音が達成された。次にMOS型の欠点であるS/N比を悪くしているスパイク雑音と固定パターン雑音に対して理論と実験の両面よりこれを検討し、前者に対しても“隣接ビット相関法”による雑音除去法を考案した。これは光信号をとり出す絵素の1つ手前の絵素の発生する雑音出力を雑音発生源として、両出力の差をとることによって雑音を除去する方法である。この方法で244×244絵素の二次元素子を設計して、低雑音の画像を得ることに成功した。

またカラーカメラの固体化という問題に対して、VTR用カメラに必要なカラー484×384絵素をもったMOS型撮像素子を開発した。この素子における新らしい工夫は光ダイオードをnpnの3層構造にしたことで、3原色信号を互いに混りあうことなくして取出すことが出来ると共に、不要な赤外感度を減少し、可視光領域に良好な感度をもたらすことが出来た。またこの方法によりブルーミング効果（写真のハレーションのような効果）を大きく抑制することが可能になった。

応用分野を拡大するためには一層感度をあげることが強く要求されるので、新らしい構造をもった素子“アモルファス撮像素子”が提案された。これは走査回路、スイッチ等を集積したシリコン基板上に光電変換用のアモルファス光導電性膜を重ねて2階建の構造を作つて受光面積を拡げることで、またこの方法でブルーミングを極度に抑制することが出来た。

この研究はVTRの固体撮像素子に画期的な進歩をもたらし、すでに実用化、製品化に成功し、将来の大きな応用の拡大も期待出来る。その内容としても固体電子工学、物性物理工学の観点に立っても優れたものがあり、学位論文として価値あるものと考える。