

太陽電池を集積した電池交換不要な集積回路

総合情報学部 総合情報学科

堀口 文男 教授 Fumio Horiguchi



研究概要

トリプルウェル CMOS プロセスを用いて、p-n 接合太陽電池を直列接続し、0.9V、1.3V を発生させる方法を初めて提案している。これにより、同一チップ上の集積回路が単一の太陽電池以上の動作電圧で動作でき、外部の電源なしに動作することを明らかにしています。

研究シーズの内容

近年固定電源や電池に頼らずに電源供給の手段を確保するエネルギーハーベスティングの観点から、超低消費電力 LSI の電力供給用としてオンチップの太陽電池の直列接続を使おうとする試みがあります。通常のバルク CMOS プロセスでは、基板が共通であるため、直列接続時に CMOS 回路の基板電圧が順方向バイアスになったり、多大な面積を必要とする欠点がありました。

本研究では高精度アナログ CMOS LSI など一般的に用いられているトリプルウェルプロセスを使い、p-well の側面を n-well で、底面を高加速イオン注入した deep n-well で取り囲み、p 基板と回路や太陽電池を p-n 接合分離する方法を新たに提案しています。

これにより、通常 CMOS のシングルウェルプロセスからのわずかなコスト増で、CMOS 回路の基板電圧とは独立に、1.3V の電圧を高効率に発生させることができることを初めて明らかにしました。さらに、この直列太陽電池を用いて、オンチップ形成した 151 段のリングオシレータでその有効性を実証しました。

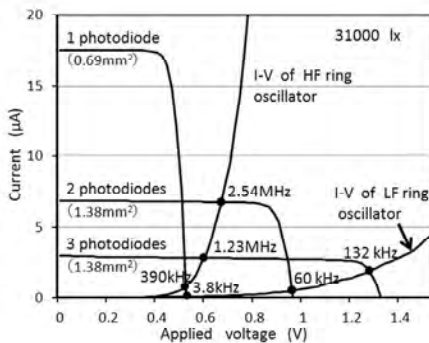


図1 太陽電池とリング発振器のI-V特性

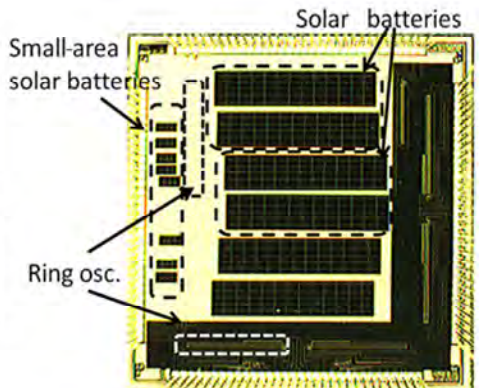


図2 試作した太陽電池を集積した集積回路

研究シーズの応用例・産業界へのアピールポイント

センサー回路、玩具、一般半導体機器など、微細なチップで自立動作可能。軽い、小さい、メンテナンスフリーなシステムを構成可能。CPU、メモリ、センサーなどの集積化で多機能化を実現。外部との通信により、センサー、行動記録。電源不要のゲーム機、ウェアラブルコンピューティングなど。

特記事項(関連する発表論文・特許名称・出願番号等)

F. Horiguchi, "Integration of Series-Connected On-Chip Solar Battery in a Triple-Well CMOS LSI", IEEE Trans. on Electron Devices, vol.59, No.6, pp.1580-1584, (June 2012).

堀口文男, "オンチップ太陽電池のダイナミック電圧・電流制御", 信学論(C), Vol.J97-C, No.2, pp.77-78, (Feb. 2014). 半導体集積回路、特願 2010-279171.