

ノーマリオフ機能を搭載した低消費電力ペースメーカー設計

犬塚 大樹[†], 尾上 雅尚[†], 茅野 功^{††}, 佐藤 洋一郎[†], 横川 智教[†], 有本 和民[†]
[†] 岡山県立大学情報工学部 ^{††} 川崎医療福祉大学医療技術学部

1. まえがき

我々はこれまでに、クロックオシレータの高消費電力性に着目した2種の心臓ペースメーカーの省電力手法(マルチクロック手法及びクロックレス手法)を提案した(以下、この手法を低消費電力ペースメーカーという)[1]。しかし、これらの提案手法は、それぞれ個別に設計・実装されている為、省電力性の評価に対する信頼性を低下する要因を含んでおり、また、電力制御によって更なる省電力化の可能性を有していた。そこで本研究では、これら2種の手法を統合し、かつ電力制御としてノーマリオフ機能を適用した新たな低消費電力ペースメーカーを提案し、その設計を行った。

2. 低消費電力ペースメーカーの回路構成

2種の低消費電力ペースメーカーの共通機構を統合した回路構成を図1に示す[2]。図1中のスイッチ(SW)を切り替える操作のみでマルチクロック手法及びクロックレス手法の実現が可能である(実線はアナログ信号、破線はデジタル信号を示す)。

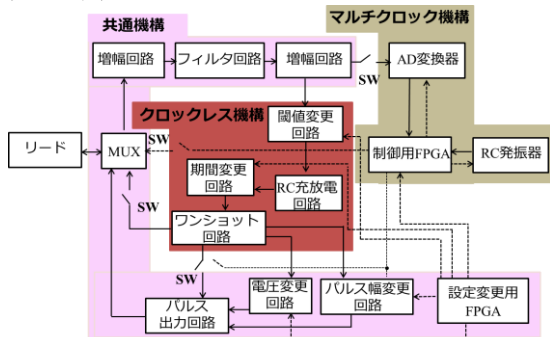


図1. 統合した回路構成

3. ノーマリオフ機能による電力制御

図1による低消費電力ペースメーカーの更なる省電力化の為、マルチクロック機構とクロックレス機構の切替に対して、動作すべき構成要素以外の電源を積極的に遮断するノーマリオフ制御[3]を適用する。従来手法では、心臓の監視を行うセンシング時、心臓に刺激を与えるペーシング時に常時電源を供給していた。しかし、センシング時はペーシング機構を使用せず、また、ペーシング時はセンシング機構を使用しない。よって、センシング機構とペーシング機構の供給電源を、心電位の状態に合わせて制御する事によりノーマリオフ制御機能の実現が可能であり、これにより未使用時はそれぞれの機構の電源を遮断することで省電力化することができる。このノーマリオフ制御の一例を図2に示す。図中実線枠内がセンシング期間、点線枠部がペーシング期間となる。

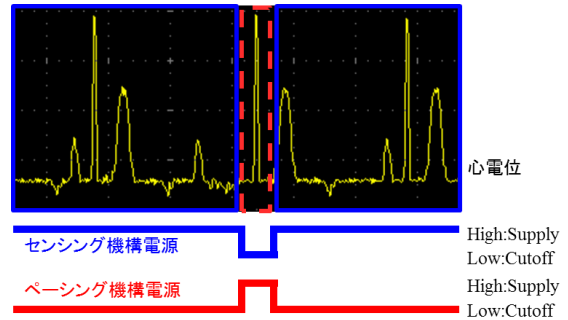


図2. ノーマリオフ制御の一例

4. 基板実装及び消費電力評価

上記の手法に基づくペースメーカーシステムの基板実装を行い、消費電力の測定を行った。各手法における基板の消費電力を図3に示す。同期式、ノーマリオフ制御におけるマルチクロック手法及びクロックレス手法の消費電力は、196mW, 164mW(従来 194mW), 11mW(従来 42mW)であった。この結果より、ノーマリオフ制御機能を適用することで低消費電力ペースメーカーシステムの更なる省電力化が実現できており、同期式と比してマルチクロック手法では0.83倍、クロックレス手法では0.06倍となり、本手法の有用性が示唆された。

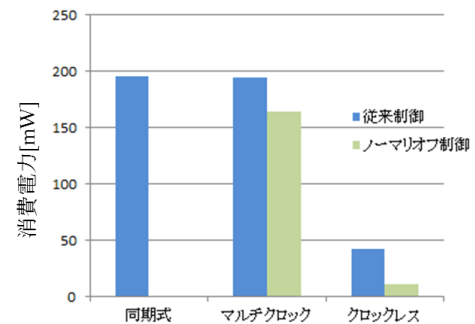


図3. 各手法における消費電力

5. あとがき

本研究では、低消費電力ペースメーカーの更なる省電力化の為、ノーマリオフ機能の搭載する手法を提案し、本手法を適用した基板実装から、更なる省電力化の実現を確認した。今後の課題として、心電位に伴うノーマリオフ制御の最適化の他、耐ノイズ性の検証が挙げられる。

参考文献

- [1] 茅野他, 心臓ペースメーカーにおける制御機構の低消費電力化, 生体医工学, 51(6) pp. 366-373, 2013.
- [2] 犬塚他, 低消費電力ペースメーカー評価回路の設計, 電気・情報関連学会, 2015.
- [3] Nakamura et al., Challenge for Zero Stand-by Power Management, IEEE A-SCC2012, pp. 408-411, 2012.