

日

電気・電子情報工学専攻	学籍番号	M135211
申請者氏名	鈴木 宏明	

指導教員氏名	上原 秀幸 宮路 祐一
--------	----------------

論文要旨(修士)

論文題目	太陽光発電型センサノードの電力特性向上のためのハイブリッド蓄電回路
------	-----------------------------------

現在、広範囲に多数設置した無線通信端末（センサノード）を用いて、広範囲の情報を基地局に収集する無線センサネットワークの研究が行われている。近年では、太陽光発電などの環境発電を用いて、センサノードに自己発電させる環境発電型センサノードが注目されている。従来研究では、環境発電型センサノードの持久力（バッテリーが枯渇するまでの時間）やバッテリー回復速度（バッテリーが枯渇してから再度満充電になるまでの時間）の向上のために、ノードに付属する蓄電回路の研究が行われている。特に注目を集めているのが、キャパシタが有する高い充放電効率（充電電力と出力電力の比率）とバッテリーの電力容量を合わせ持つハイブリッド蓄電回路である。そのハイブリッド蓄電回路について、太陽電池から常に最大の電力を得るMPPT(Maximum Power Point Tracking)制御を搭載する研究が行われている。しかし、従来のハイブリッド蓄電回路では、その実現のためにコンバータ損失が大きくなるという問題があった。

そこで本研究では、コンバータ損失を抑えたMPPT制御搭載センサノード用ハイブリッド蓄電回路を提案する。従来回路はMPPT制御のための太陽電池の動作電圧制御に、コンバータを利用していたためにコンバータ損失が増加していた。そこで、提案回路は太陽電池の動作電圧を蓄電用キャパシタの電圧に依存させ、そのキャパシタ電圧を制御することでMPPT制御を行った。キャパシタ電圧を発電電力、消費電力に関わらず任意に制御するために、本研究ではバッテリーからキャパシタへの逆充電機能を提案し、提案回路に搭載した。キャパシタ電圧が上昇しすぎた場合は、キャパシタからバッテリーへ電力を移譲し、キャパシタ電圧を低下させる。キャパシタ電圧が下降しすぎた場合は、バッテリーからセンサノードとキャパシタの双方へ電力を送ることで、キャパシタ電圧を上昇させる。このときの電力移譲時間、逆充電時間を制御することで、キャパシタ電圧とそれに依存した太陽電池動作電圧を制御する。この機能によってMPPT制御のためのコンバータが不要となり、回路内でのコンバータ利用数が減少した。例えば、キャパシタを通した充放電時に電力が通るコンバータの数を、従来回路の3回に対し提案回路は1回に削減した。

提案した回路について、MPPT制御の動作が可能であること、MPPT制御にかける時間が従来研究で発電電力向上の有効性が示された20秒以下であることを示すため、実機による回路特性評価を行った。MPPT制御動作に必要な条件は、太陽電池の出力電力を任意に制御可能であることである。回路特性評価は太陽電池を電源として行い、回路制御は手動によるスイッチングで行った。また、提案回路に見込まれる有効性を示すために、MPPT制御搭載による発電量の向上率、電力のコンバータ通過数削減によるコンバータ損失削減率を、太陽電池とコンバータそれぞれの単体特性評価から導出した。発電量向上率は、太陽電池のV-P特性から、MPPT制御を搭載した場合としない場合それぞれの発電電力を確認し、比較することで導出した。コンバータ損失削減率は、一定値の出力電力を得るために、コンバータ数1個の場合と3個の場合で、それぞれ必要になる入力電力を測定することで導出した。実験結果より、提案回路は太陽電池出力電力を逆充電機能によって任意に制御可能であり、MPPT制御動作が可能であることを示した。また、MPPT制御動作に必要な時間は15秒と目標値以内であった。提案回路の発電量向上率はMPPT制御を搭載していなかった従来回路から5%の向上が見込まれた。更に、キャパシタ充放電時とバッテリー充電時のコンバータ損失が、従来のMPPT制御搭載ハイブリッド蓄電回路よりそれぞれ21%、10%の削減が見込まれた。これは、持久力とバッテリー回復速度に換算すると、それぞれ3.5%、10%の向上見込である。