携帯電話用コイルレス スイッチトキャパシタ(SC) DC-DC コンバータのワンチップ化

○寺田 晋也* 上野 文男* (*崇 城 大 学)
大田 一郎** 江口 啓** (**熊本電波高等専門学校)

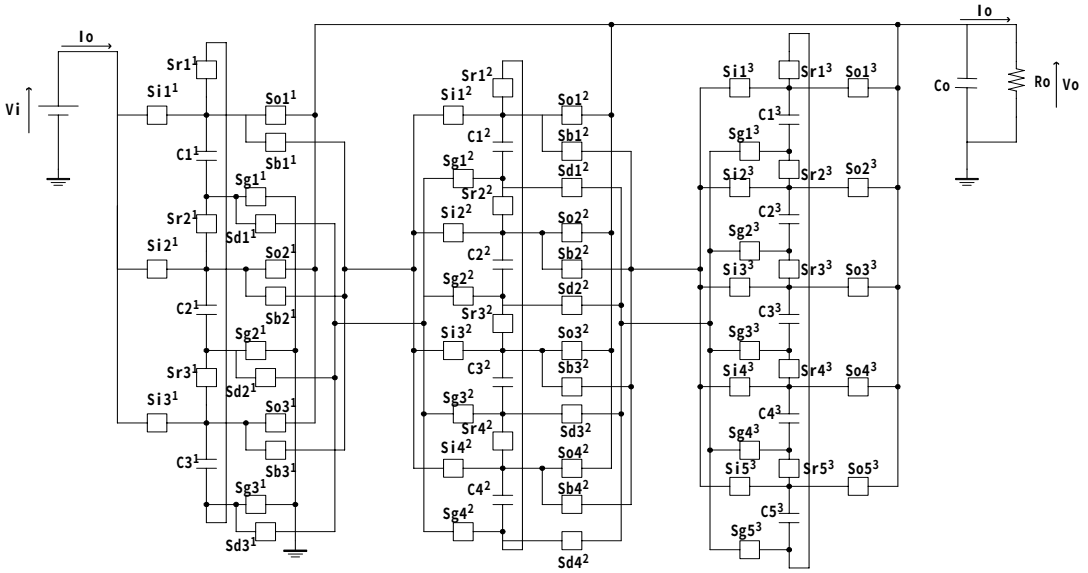


図1 縦列接続方式によるリング形SCコンバータ

1. はじめに

従来のスイッチト・キャパシタ(以下SC)コンバータは、きめ細かい出力電圧の制御が出来なかった. この問題を解決するために, 3段の縦列接続方式によるSCコンバータを提案する. この方式を使用することにより, 同一の回路でスイッチの信号のパターンを変更することにより, 変圧比の違う電圧を負荷に出力することが出来る.

これにより, SCコンバータの長所である,

- 磁束を発生しない.
- 電力密度が高い.
- IC化が可能.

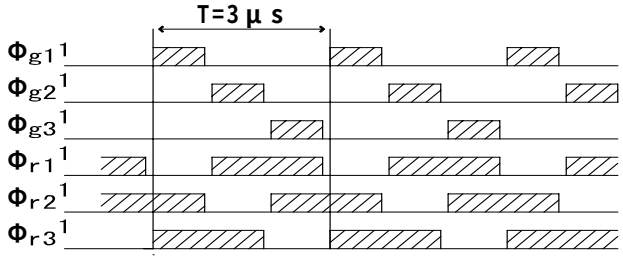
に加えて, 今までSCコンバータの短所であった変圧比の比率の自由度を高めたため, きめ細かい電圧制御が可能になった.

2. 回路構成及び動作原理

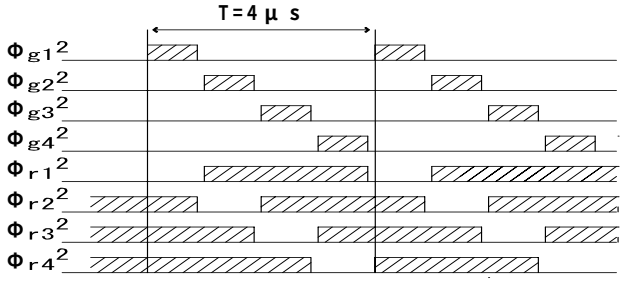
図1は, 左から1段目はキャパシタ3個のリング形, 2段目はキャパシタ4個のリング形, 3段目はキャパシタ5個のリング形SC回路を縦列接続した回路である.

入力－出力電圧の変圧比は1/60～1までの60通りの降圧比が、プログラマブルに得ることが出来る.

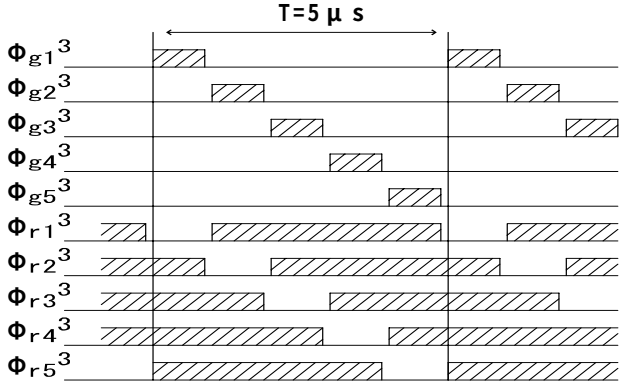
動作方法としては, まずトランジスタスイッチSgj^1 (j=1,2,3), Sgk^2(k=1,2,3,4), Sgl^3 (l=1,2,3,4,5) 及び Srj^1 Srk^2,Srl^3のゲートに図2に示しているように, 信号Φgj^1, Φgk^2 Φgl^3 を加える.



(a)1段目



(b)2段目



(c)3段目

図2 クロック波形

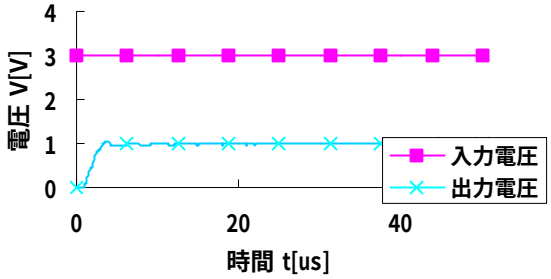
それと同時に，図3のクロック置換に示している通りに，(a)は，$\Phi gj^1, \Phi gk^2, \Phi gl^3$と直列充電されるキャパシタ数$r^x$(x=1,2,3)の信号を入力側クロック置換回路に入力したときに信号$\Phi ij1, \Phi ik^2, \Phi il^3$を出力する．同様に(b)では，$\Phi gj^1, \Phi gk^2, \Phi gl^3$と負荷に直列放電されるキャパシタ数$s^x$を置換回路に入力したとき，信号$\Phi oj1, \Phi ok^2, \Phi ol^3$を出力し，(c),(d)では連結部分にかかる直列放電されるキャパシタb^xを入力すると連結部分のスイッチの信号を出力される。置換回路の論理回路をハードウェアで構成している．設定変圧比は，

変圧比＝r^1/s^1+ $(b^1/s^1)*s^2/r^2+(b^1/s^1)*b^2/r^2*s^3/r^3$

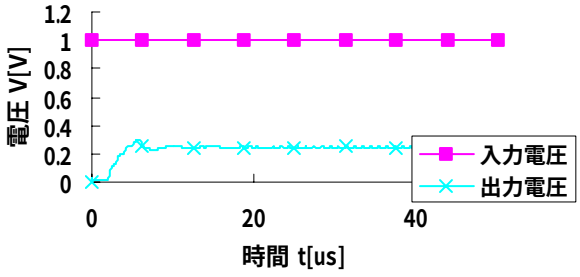
で求めることが出来る．

3．シミュレーションによる解析

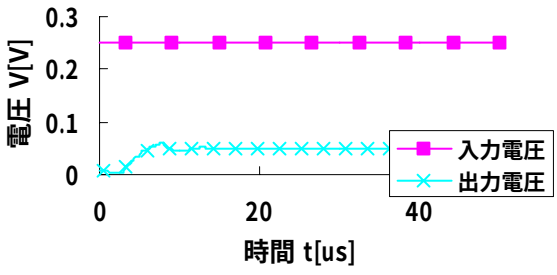
図1において，コンデンサの容量3μF，負荷抵抗10Ωとして，hspiceによって各段の回路シミュレーションした．図4はその結果を表している．(a)1段目,図(b)の2段目は，1段目の出力を入力として動作している．図(c)3段目は，2段目の出力を入力として動作している．



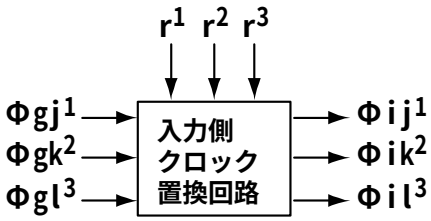
(a)　1段目
入力電圧=3.0V　設定変圧比=1/3



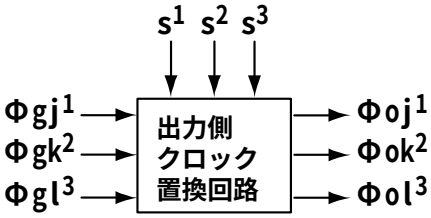
(b)　2段目
入力電圧=3.0V　設定変圧比=1/4



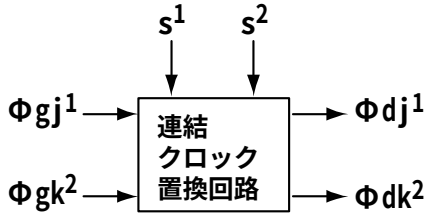
(c)3段目
入力電圧=0.25V　設定変圧比=1/5



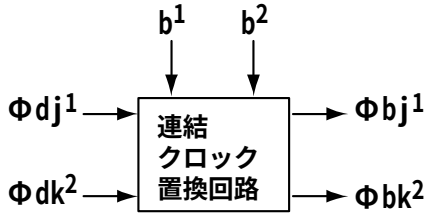
(a)入力側クロック置換



(b)出力側クロック置換



(c)連結クロック置換



(d)連結クロック置換

図3　クロック置換システムブロック図

4．まとめ

シミュレーションにより60通りの降圧比について，想定したSC回路の設計仕様の見通しが得られた．クロック発生回路図2の1例に示すように作成し，コンバータシステムが想定どおりに動作することを確認した．

また，本回路はスイッチ制御のパターンを変更することにより，変圧比1～60までの60通りの昇圧が得られる．

以上の通り，コイルを含まないこの回路はワンチップ化が出来、システムオンチップ化が可能である．

参考文献

[1]原憲昭，大田一郎，上野文男，井上高宏“プログラマブル･リング形スイッチドキャパシタDC-DCコンバータ”電子情報通信学会論文誌第J82-C-Ⅱ巻第2号，pp. 56-68, Feb. 1999

問い合わせ先
崇城大学　上野　文男
TEL:096-326-3111
FAX:096-326-3000
E-mail:ueno-f@pe.sojo-u.ac.jp