

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5538791号  
(P5538791)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int.Cl. F 1  
HO2M 3/07 (2006.01) HO2M 3/07

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-219648 (P2009-219648)  
(22) 出願日 平成21年9月24日(2009.9.24)  
(65) 公開番号 特開2011-72094 (P2011-72094A)  
(43) 公開日 平成23年4月7日(2011.4.7)  
審査請求日 平成24年8月3日(2012.8.3)(73) 特許権者 504237050  
独立行政法人国立高等専門学校機構  
東京都八王子市東浅川町701番2  
(74) 代理人 100080089  
弁理士 牛木 護  
(74) 代理人 100161665  
弁理士 高橋 知之  
(74) 代理人 100137800  
弁理士 吉田 正義  
(74) 代理人 100119312  
弁理士 清水 栄松  
(72) 発明者 大田 一郎  
熊本県合志市須屋2659-2 熊本電波  
工業高等専門学校 情報通信工学科内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スイッチトキャパシタ電源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数個のキャパシタと複数個のスイッチだけで構成され、前記個々のキャパシタ間の接続を前記個々のスイッチで切り換えて、入力電圧を別な出力電圧に変換するスイッチトキャパシタ電源装置において、

前記個々のスイッチのオンオフを切り換えることにより、前記複数個のキャパシタの中で、充電した複数のキャパシタを直列接続し、この直列接続した各キャパシタの電圧の和で、前記充電した複数のキャパシタとは別のキャパシタを充電するように、当該別のキャパシタを前記直列接続した複数のキャパシタの両端間に接続して、前記入力電圧に2の累乗若しくは2の累乗分の1を掛け合わせた電圧で、前記個々のキャパシタを異なる電圧値

【請求項2】

前記出力電圧が段階的に増減を繰り返すように前記充放電回路を構成し、前記出力電圧を交流に変換するDC-AC変換器を備えたことを特徴とする請求項1記載のスイッチトキャパシタ電源装置。

【請求項3】

交流電圧を直流の前記入力電圧に変換するAC-DC変換器を備えたことを特徴とする請求項1または2記載のスイッチトキャパシタ電源装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、複数のキャパシタとMOS型FETなどのスイッチだけで構成され、キャパシタ間の接続をスイッチで切り換えて電圧変換を行なうスイッチトキャパシタ(SC)電源装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

携帯電話をはじめとしたモバイル機器端末の薄型化に伴い、その内部に組み込まれる電源装置も薄型化の要求がある。こうした薄型化の電源装置に対しては電源装置のIC化が必要で、それがSC電源装置の需要増加の原因となっている。

10

## 【0003】

一方、モバイル情報通信機器や車載電子機器などの電子装置では、その内部に組み込まれる電源装置の低雑音化も要求される。磁性部品を有する現状の電源装置は、その磁性部品に電流が流れることで磁束が発生し、放射する磁界はシールドしても簡単には除去できない。一方、電界はシールドにより簡単に除去できることから、電源装置のシステムオンチップには無磁束化が不可欠で、磁束が発生しない電源装置の必要性から、SC電源装置の用途が広がっている。このようなSC電源装置は、例えば特許文献1、非特許文献1、非特許文献2などに開示されている。

## 【0004】

コイルレスを実現するSC電源装置の原理を説明すると、SC電源装置100は図8に示すように、複数すなわち $n$ 個のキャパシタ $C_1, C_2, \dots, C_n$ と、MOS型FETなどの複数すなわち $n_s$ 個のスイッチ $S_1, S_2, \dots, S_{n_s}$ だけで構成され、入力端子101, 102に印加される直流(DC)または交流(AC)の入力電圧を、各スイッチ $S_1, S_2, S_n$ のスイッチングにより別な直流または交流の出力電圧に変換して、出力端子111, 112に出力するものである。SC電源装置100は、内部にトランスやコイルなどの磁性部品を用いておらず、装置自体をIC化することが可能で、小型、軽量、低雑音、高効率という特徴を有している。

20

## 【0005】

上記SC電源装置100は、これまでに各種方式による動作原理が提案されている。例えば非特許文献1では、スイッチ $e_1, \dots, e_n$ , スイッチ $o_0, \dots, o_n$ のオンオフ切換えにより、キャパシタ $C_1, C_2, \dots, C_n$ を直列接続にして充電し、その後並列接続に切換えて放電を行なうことで、入力電圧よりも低い出力電圧に変換して出力するDC-DCコンバータに応用したSC電源装置100が提案されている。

30

## 【0006】

図9は、その具体的な回路構成と、スイッチの動作タイミングとを示している。同図において、ここでは $n$ 個のキャパシタ $C_1, C_2, \dots, C_{n-1}, C_n$ の一端と他端に、それぞれスイッチ $S_{21}, S_{22}, \dots, S_{2n-1}, S_{2n}$ と、スイッチ $S_{31}, S_{32}, \dots, S_{3n-1}, S_{3n}$ を接続した直列回路を形成し、それぞれの直列回路を出力端子111, 112の両端間に接続する一方で、キャパシタ $C_1, C_2, \dots, C_{n-1}$ の他端と、その隣に位置するキャパシタ $C_2, \dots, C_{1n-1}, C_n$ の一端との間に、それぞれスイッチ $S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1n-1}$ を接続し、さらに入力端子101とキャパシタ $C_1$ との間にスイッチ $S_{1n}$ を接続し、入力端子102とキャパシタ $C_n$ の他端との間にスイッチ $S_{1n+1}$ を接続した充放電回路113を備えている。また、 $C_o$ は出力端子111, 112間に接続する平滑用のキャパシタ、 $R_L$ は負荷抵抗である。したがって、図9のSC電源装置100は、 $n+1$ 個のキャパシタ $C$ と、 $3n+1$ 個のスイッチ $S$ の素子数で構成される。

40

## 【0007】

当該回路構成において、図示しない制御回路からは、スイッチ $S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1n-1}, S_{1n}, S_{1n+1}$ をオンにするクロック(図中の「1」と、スイッチ $S_{21}, S_{22}, \dots, S_{2n-1}, S_{2n}$ およびスイッチ $S_{31}, S_{32}, \dots, S_{3n-1}, S_{3n}$

50

をオンにするクロック（図中の「2」）が、互いに重なり合わないよう所定のデッドタイム $T$ を有しながら、一周期 $T_c$ 毎に順に発生する。

【0008】

これにより、クロック「1」の出力中、スイッチ $S_{11}$ ,  $S_{12}$ , ...  $S_{1n-1}$ ,  $S_{1n}$ ,  $S_{1n+1}$ がオンすると、直列接続したキャパシタ $C_1$ ,  $C_2$ , ...  $C_{n-1}$ ,  $C_n$ に電圧 $V_1$ が印加され、各キャパシタ $C_1$ ,  $C_2$ , ...  $C_{n-1}$ ,  $C_n$ には $V_1/n$ の電圧がそれぞれ充電される。次に、クロック「2」が出力されると、今度はスイッチ $S_{11}$ ,  $S_{12}$ , ...  $S_{1n-1}$ ,  $S_{1n}$ ,  $S_{1n+1}$ に代わり、スイッチ $S_{21}$ ,  $S_{22}$ , ...  $S_{2n-1}$ ,  $S_{2n}$ およびスイッチ $S_{31}$ ,  $S_{32}$ , ...  $S_{3n-1}$ ,  $S_{3n}$ がオンし、それぞれのキャパシタ $C_1$ ,  $C_2$ , ...  $C_{n-1}$ ,  $C_n$ に生じる $V_1/n$ の電圧が、出力電圧 $V_2$ としてキャパシタ $C_o$ に発生し、出力端子 $111$ ,  $112$ を経由して負荷抵抗 $R_L$ に供給される。出力電圧 $V_2$ は、次の周期 $T_c$ で再びクロック「2」が出力されるまで、キャパシタ $C_o$ によりほぼ一定に保たれる。

10

【0009】

一方、SC電源装置100を、図9に示すようなDC-DCコンバータとしてではなく、AC-DCコンバータやDC-ACコンバータとして応用する考えも知られている。図10はその原理を概略的に示しているが、AC-DCコンバータに応用したSC電源装置100の場合、例えばAC100V/60Hzの交流入力電圧 $V_1$ を、全波整流器121によって整流電圧 $V_1'$ に変換し、その整流電圧 $V_1'$ をSC電源装置100の入力端子101, 102に印加する。これをスイッチ $S_1$ ,  $S_2$ , ...  $S_{ns}$ のオンオフ切換えにより、キャパシタ $C_1$ ,  $C_2$ , ...  $C_n$ を並び換えて、複数のキャパシタ $C_1$ ,  $C_2$ , ...  $C_n$ に電圧サンプルする。これにより個々のキャパシタ $C_1$ ,  $C_2$ , ...  $C_n$ の充電電圧 $V_c$ を基本値として、整流電圧 $V_1'$ に応じた電圧がSC電源装置100内で充電される。後は、キャパシタ $C_1$ ,  $C_2$ , ...  $C_n$ を別な接続に並び換えて順番に放電することにより、直流出力電圧 $V_2$ を生成することができる。

20

【0010】

また、DC-ACコンバータに応用したSC電源装置100の場合、入力端子111, 112に印加する直流入力電圧 $V_1$ でキャパシタ $C_1$ ,  $C_2$ , ...  $C_n$ を充電した後、スイッチ $S_1$ ,  $S_2$ , ...  $S_{ns}$ のオンオフ切換えにより、各キャパシタ $C_1$ ,  $C_2$ , ...  $C_n$ を別な接続に並び換えて、個々のキャパシタ $C_1$ ,  $C_2$ , ...  $C_n$ の充電電圧 $V_c$ を段階波形状に放電し、これを出力電圧 $V_2'$ として出力する。そして、この出力電圧 $V_2'$ をフルブリッジ回路122により正負交互の交流波形に変換すれば、例えばAC100V/60Hzの交流出力電圧 $V_2$ を生成することができる。

30

【0011】

図11は、そうしたDC-ACコンバータに応用したSC電源装置100の回路構成と、スイッチの動作タイミングとを示している。これは $n=4$ として、キャパシタ $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ の一端と他端に、それぞれスイッチ $S_{21}$ ,  $S_{22}$ ,  $S_{23}$ ,  $S_{24}$ の他端と、スイッチ $S_{31}$ ,  $S_{32}$ ,  $S_{33}$ ,  $S_{34}$ の一端を接続した直列回路を形成し、スイッチ $S_{21}$ ,  $S_{22}$ ,  $S_{23}$ ,  $S_{24}$ の一端をスイッチ $S_{16}$ の一端に共通して接続し、このスイッチの他端を出力端子111に接続し、スイッチ $S_{31}$ ,  $S_{32}$ ,  $S_{33}$ ,  $S_{34}$ の他端を出力端子112に接続する一方で、キャパシタ $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ の他端と、その隣に位置するキャパシタ $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ の一端との間に、それぞれスイッチ $S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{13}$ を接続し、さらに入力端子101とキャパシタ $C_1$ との間にスイッチ $S_{14}$ を接続し、入力端子102とキャパシタ $C_4$ の他端との間にスイッチ $S_{15}$ を接続した充放電回路113を備えている。

40

【0012】

また、充放電回路113の出力端子111, 112には、電圧調整用のレギュレータ143と、前記図10で示したフルブリッジ回路144が順に接続され、そのフルブリッジ回路144の出力端子が、SC電源装置100としての出力端子141, 142に接続される。フルブリッジ回路144は、4個のスイッチ $p_1$ ,  $p_2$ ,  $n_1$ ,  $n_2$ をブリッジ接

50

続して構成され、対をなすスイッチ  $p_1$  ,  $p_2$  と、スイッチ  $n_1$  ,  $n_2$  が交互にオンオフするように構成される。出力端子  $141$  ,  $142$  間には平滑用のキャパシタ  $C_o$  が接続され、この出力端子  $141$  ,  $142$  間から負荷抵抗  $R_L$  に出力電圧  $V_{out}$  が出力されるようになっている。したがって、図9のSC電源装置100は、充放電回路113に着目すると、 $n$ 個のキャパシタ  $C$  と、 $3n+2$ 個のスイッチ  $S$  の素子数で構成される。

【0013】

当該回路構成において、図示しない制御回路からは、スイッチ  $S_{11} \sim S_{15}$  をオンにするクロック  $\phi_1$  と、スイッチ  $S_{21} \sim S_{24}$  およびスイッチ  $S_{31} \sim S_{34}$  をオンにするクロック  $\phi_2$  と、スイッチ  $S_{16}$  ,  $S_{34}$  をオンする他に、スイッチ  $S_{21} \sim S_{24}$  とスイッチ  $S_{11} \sim S_{13}$  の幾つかを選択的にオンにするクロック  $\phi_0$  が、一周期  $T_c$  毎に順に発生する。

10

【0014】

これにより、クロック  $\phi_1$  が出力して、スイッチ  $S_{11} \sim S_{15}$  が何れもオンすると、直列接続したキャパシタ  $C_1$  ,  $C_2$  ,  $C_3$  ,  $C_4$  に直流電源145の入力電圧  $V_1$  が印加され、各キャパシタ  $C_1$  ,  $C_2$  ,  $C_3$  ,  $C_4$  には  $V_1/4$  の電圧がそれぞれ充電される。次に、クロック  $\phi_2$  が出力されると、各キャパシタ  $C_1$  ,  $C_2$  ,  $C_3$  ,  $C_4$  は並列接続された状態になり、それぞれの充電電圧が  $V_1/4$  に保たれる。その後出力されるクロック  $\phi_0$  で、スイッチ  $S_{16}$  ,  $S_{34}$  をオンする他に、スイッチ  $S_{24}$  がオンすると、キャパシタ  $C_4$  の充電電圧  $V_1/4$  がレギュレータ143を通してフルブリッジ回路144に出力される。

20

【0015】

次の周期  $T_c$  では、制御回路から同様のクロック  $\phi_1$  ,  $\phi_2$  が充放電回路113に与えられるが、その後のクロック  $\phi_0$  では、スイッチ  $S_{16}$  ,  $S_{34}$  をオンする他に、スイッチ  $S_{23}$  ,  $S_{13}$  がオンし、直列接続されたキャパシタ  $C_3$  ,  $C_4$  からの加算した充電電圧  $(V_1/4) \times 2$  が、レギュレータ143を通してフルブリッジ回路144に出力される。

【0016】

次の周期  $T_c$  では、制御回路から同様のクロック  $\phi_1$  ,  $\phi_2$  が充放電回路113に与えられるが、その後のクロック  $\phi_0$  では、スイッチ  $S_{16}$  ,  $S_{34}$  をオンする他に、スイッチ  $S_{22}$  ,  $S_{12}$  ,  $S_{13}$  がオンし、直列接続されたキャパシタ  $C_2$  ,  $C_3$  ,  $C_4$  からの加算した充電電圧  $(V_1/4) \times 3$  が、レギュレータ143を通してフルブリッジ回路144に出力される。

30

【0017】

次の周期  $T_c$  では、制御回路から同様のクロック  $\phi_1$  ,  $\phi_2$  が充放電回路113に与えられるが、その後のクロック  $\phi_0$  では、スイッチ  $S_{16}$  ,  $S_{34}$  をオンする他に、スイッチ  $S_{21}$  ,  $S_{11}$  ,  $S_{12}$  ,  $S_{13}$  がオンし、直列接続されたキャパシタ  $C_1$  ,  $C_2$  ,  $C_3$  ,  $C_4$  からの加算した充電電圧  $(V_1/4) \times 4$  が、レギュレータ143を通してフルブリッジ回路144に出力される。

【0018】

以下、各周期  $T$  において、上述したのと逆の動作を辿ることで、充放電回路113からの出力電圧を段階的に繰り返し増減させることができる。この場合、充放電回路113は  $n$  通りの出力電圧  $V_2$  を生成できる。充放電回路113からの出力電圧  $V_2$  をフルブリッジ回路144により正負交互の交流波形に変換し、これをキャパシタ  $C_o$  で平滑すれば、出力端子  $111$  ,  $112$  から負荷抵抗  $R_L$  に交流の出力電圧  $V_{out}$  を供給できる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0019】

【特許文献1】特開平10-117474号公報

【非特許文献】

【0020】

50

【非特許文献1】上野 文男, 井上 高宏, 大田 一郎, 鶴田 太、「理想スイッチトキャパシタ電源の基本特性解析」、電子通信学会論文誌、vol.J67-C no.4、pp.424-425、1984年4月

【非特許文献2】原 憲昭, 大田 一郎, 上野 文男, 井上 高宏、「突入電流ならびにリップルを軽減できるリング形昇圧スイッチトキャパシタDC-DCコンバータ」、電子情報通信学会論文誌、vol.J82-C-II no.2、pp.56-68、1999年2月

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0021】

上記図9や図11に示すSC電源装置100では、入力電圧 $V_1$ に対して $n$ 分の1に降圧した出力電圧 $V_2$ を得ることができるが、出力電圧 $V_2$ の降圧比をそれ以上に増やすには、キャパシタ $C$ やスイッチ $S$ を追加しなければならず、従来よりも少ない素子数で大きな昇降圧比が得られるSC電源装置100が求められていた。

10

【0022】

また現状では、SC電源装置100から $n$ 通りの出力電圧 $V_2$ を出力できるものの、図11に示すようなDC-ACコンバータにおいて、充放電回路113からの出力電圧 $V_2$ のステップ数がさらに多くなれば、コンバータとして最終的に得られる出力電圧 $V_{out}$ がより正弦波に近似し、レギュレータ143の損失が少なくなって、SC電源装置100としての高効率化を達成できるし、ADコンバータやDAコンバータへの応用を考えた場合にも、同様に高効率化を達成できる。したがって、そのような出力電圧 $V_2$ のステップ数

20

【0023】

本発明は上記課題に鑑みなされたもので、従来に比べて少ない素子数で大きな昇降圧比を得ることができ、またより多くのステップ数の出力電圧を得ることができるスイッチトキャパシタ電源装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0024】

本発明のスイッチトキャパシタ電源装置は、上記目的を達成するために、複数のキャパシタと複数のスイッチだけで構成され、前記個々のキャパシタ間の接続を前記個々のスイッチで切り換えて、入力電圧を別な出力電圧に変換するスイッチトキャパシタ電源装置において、前記個々のスイッチのオンオフを切り換えることにより、前記複数のキャパシタの中で、充電した複数のキャパシタを直列接続し、この直列接続した各キャパシタの電圧の和で、前記充電した複数のキャパシタとは別のキャパシタを充電するように、当該別のキャパシタを前記直列接続した複数のキャパシタの両端間に接続して、前記入力電圧に2の累乗若しくは2の累乗分の1を掛け合わせた電圧で、前記個々のキャパシタを異なる電圧値に充電し、当該個々のキャパシタの充電電圧を単独に若しくは幾つかを加算して、前記出力電圧を生成する充放電回路を備えて構成される。

30

【0025】

この場合、前記出力電圧が段階的に増減を繰り返すように前記充放電回路を構成し、前記出力電圧を交流に変換するDC-AC変換器を備えるのが好ましい。

40

【0026】

また、交流電圧を直流の前記入力電圧に変換するAC-DC変換器を備えるのが好ましい。

【発明の効果】

【0027】

上記スイッチトキャパシタ電源装置では、従来に比べて少ない素子数で大きな昇降圧比を得ることができ、またより多くのステップ数の出力電圧を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の好ましい一実施形態を示す $2^n - 1$ 倍昇圧形のSC電源装置の回路構成

50

と、スイッチの動作タイミングを示す図である。

【図2】同上、別な昇降圧形のSC電源装置の回路構成を示す図である。

【図3】同上、DC-ACコンバータに応用したデジタル選択方式によるSC電源装置の回路構成と、スイッチの動作タイミングを示す図である。

【図4】同上、DC-DCコンバータに応用したデジタル選択方式によるSC電源装置の回路構成と、スイッチの動作タイミングを示す図である。

【図5】同上、従来の回路方式との比較を示す図である。

【図6】同上、従来の回路方式との比較において、キャパシタ数を変化したときに得られる出力電圧のステップ数を示すグラフである。

【図7】同上、従来の回路方式との比較において、キャパシタ数を変化したときに得られる必要なスイッチ数を示すグラフである。

10

【図8】SC電源装置の原理を説明する図である。

【図9】従来例におけるDC-DCコンバータに応用したSC電源装置の回路構成と、スイッチの動作タイミングを示す図である。

【図10】AC-DCコンバータやDC-ACコンバータに応用したSC電源装置の原理を説明する図である。

【図11】従来例におけるDC-ACコンバータに応用したSC電源装置の回路構成と、スイッチの動作タイミングを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

20

以下、本発明の好ましい実施形態について、添付図面を参照しながら詳細に説明する。なお、従来例で示したものと同一部分には同一符号を付し、その共通する箇所の説明は重複を避けるため極力省略する。

【0030】

図1は、本実施例における $2^{n-1}$ 倍昇圧形のSC電源装置200の回路構成と、スイッチの動作タイミングとを示している。SC電源装置200は従来例と同様に、直流電源145からの入力電圧V1が印加される入力端子101、102と、出力電圧V2を負荷抵抗RLに接続する出力端子111、112とを備えており、磁性部品を有しない複数個のキャパシタCと複数個のスイッチSだけで構成される。

【0031】

30

本実施例では、キャパシタCとしてn個のキャパシタC1、C2、C3、...Cn-1、Cnを備え、またスイッチSとして、第1スイッチ群に相当するn-1個のスイッチS12、S13、...S1nと、第2スイッチ群に相当するn個のスイッチS21、S22、S23、...S2nと、第3スイッチ群に相当するn-1個のスイッチS31、S32、S33、...S3n-1とを備えている。すなわち、ここでの素子数はキャパシタCがn個であり、スイッチSが $3n-2$ 個となる。

【0032】

各素子は以下のように接続される。一方の入力端子101と一方の出力端子111との間の線路161に、n個のスイッチS21、S22、S23、...S2nが各々挿入接続される。また、隣り合うスイッチS21の他端およびスイッチS22の一端、スイッチS22の他端およびスイッチS23の一端、...スイッチS2n-1(図示せず)の他端およびスイッチS2nの一端の各接続点と、他方の入力端子102と他方の出力端子112との間を接続する線路162との間に、キャパシタC1およびスイッチS31の直列回路、キャパシタC2およびスイッチS32の直列回路、キャパシタC3およびスイッチS33の直列回路、...キャパシタCn-1およびスイッチS3n-1の直列回路がそれぞれ接続される。そして、キャパシタC1およびスイッチS31の接続点とスイッチS21の一端、キャパシタC2およびスイッチS32の接続点とスイッチS22の一端、キャパシタC3およびスイッチS33の接続点とスイッチS23の一端、...キャパシタCn-1およびスイッチS3n-1の接続点とスイッチS2n-1の一端に、スイッチS12、S13、...S1nをそれぞれ接続して、キャパシタC1、C2、C3、...Cn-1に関する充放電回

40

50

路 2 1 3 を構成する。キャパシタ  $C_n$  は平滑用に設けられたもので、これは出力端子 1 1 1, 1 1 2 間に接続される。

【 0 0 3 3 】

当該回路構成において、図示しない制御回路からは  $n$  個のクロック、すなわちスイッチ  $S_{21}$ ,  $S_{31}$  をオンにするクロック ( 図中の「 1 」 ) と、スイッチ  $S_{12}$ ,  $S_{22}$ ,  $S_{32}$  をオンにするクロック ( 図中の「 2 」 ) と、スイッチ  $S_{12}$ ,  $S_{13}$ ,  $S_{23}$ ,  $S_{33}$  をオンにするクロック ( 図中の「 3 」 ) と、スイッチ  $S_{12}$ ,  $S_{13}$ ,  $S_{14}$ ,  $S_{24}$  ( 図示せず ) ,  $S_{34}$  ( 図示せず ) をオンにするクロック ( 図中の「 4 」 ) と、... スイッチ  $S_{12}$ ,  $S_{13}$ ,  $S_{14}$ , ...  $S_{1n-1}$  ( 図示せず ) ,  $S_{2n-1}$  ( 図示せず ) ,  $S_{3n-1}$  をオンにするクロック ( 図中の「  $n-1$  」 ) と、スイッチ  $S_{12}$ ,  $S_{13}$ ,  $S_{14}$  10  
, ...  $S_{1n}$ ,  $S_{2n}$  をオンにするクロック ( 図中の「  $n$  」 ) が、互いに重なり合わないよう  
に所定のデッドタイムを有しながら、一周期  $T_c$  毎に順に発生する。

【 0 0 3 4 】

次に上記構成について、その動作を説明する。クロック「 1 」が出力して、スイッチ  $S_{21}$ ,  $S_{31}$  がオンすると、キャパシタ  $C_1$  に直流電源 1 4 5 の入力電圧  $V_1$  が印加され、キャパシタ  $C_1$  には  $V_1$  の電圧が充電される。次に、クロック「 2 」が出力され、スイッチ  $S_{12}$ ,  $S_{22}$ ,  $S_{32}$  がオンすると、直流電源 1 4 5 およびキャパシタ  $C_1$  の直列回路がキャパシタ  $C_2$  の両端間に接続した状態となり、キャパシタ  $C_2$  には  $2V_1$  の電圧が充電される。

【 0 0 3 5 】

以後、クロック「 3 」が出力され、スイッチ  $S_{12}$ ,  $S_{13}$ ,  $S_{23}$ ,  $S_{33}$  がオンすると、直流電源 1 4 5, キャパシタ  $C_1$ , およびキャパシタ  $C_2$  の直列回路がキャパシタ  $C_3$  の両端間に接続した状態となり、キャパシタ  $C_3$  には  $4V_1$  の電圧が充電される。この動作をクロック「  $n-1$  」が出力されるまで順に繰り返せば、キャパシタ  $C_{n-1}$  には  $2^{n-2}V_1$  の電圧が充電されることになる。そして最後に、クロック「  $n$  」が出力されると、直流電源 1 4 5 とキャパシタ  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , ...  $C_{n-1}$  との直列回路が、キャパシタ  $C_n$  については出力端子 1 1 1, 1 1 2 の両端間に接続した状態となり、負荷抵抗  $R_L$  に昇圧した  $V_2 = 2^{n-1}V_1$  の出力電圧を供給することができる。

【 0 0 3 6 】

図 1 に示す  $SC$  電源装置 2 0 0 の特徴は、既存の  $SC$  電源装置 1 0 0 に比べて大きな昇圧比を得られる、ということにある。  $n$  個のキャパシタ  $C$  が組み込まれているときに、  $SC$  電源装置 2 0 0 からの出力電圧  $V_2$  を入力電圧  $V_1$  の  $n$  倍ではなく、入力電圧  $V_1$  の  $2^{n-1}$  倍に昇圧させることができる。これは、スイッチ  $S$  のオンオフを切り換えることにより、直流電源 1 4 5 からの入力電圧  $V_1$  で第 1 のキャパシタ  $C_1$  を充電し、この直流電源 1 4 5 とキャパシタ  $C_1$  との直列回路を第 2 のキャパシタ  $C_2$  の両端間に接続して、第 2 のキャパシタ  $C_2$  を充電し、直流電源 1 4 5 とキャパシタ  $C_1$ ,  $C_2$  との直列回路を第 3 のキャパシタ  $C_3$  の両端間に接続して、第 3 のキャパシタ  $C_3$  を充電し、以後、第  $n-1$  のキャパシタ  $C_{n-1}$  まで同様に繰り返して、直流電源 1 4 5 と充電された各キャパシタ  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  ... ,  $C_{n-1}$  との直列回路を出力端子 1 1 1, 1 1 2 の両端間に接続することで達成される。

【 0 0 3 7 】

また別な特徴として、個々のキャパシタ  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , ...  $C_{n-1}$  には、同じ電圧値が充電されるのではなく、  $V_1$ ,  $2V_1$ ,  $4V_1$ , ...  $2^{n-2}V_1$  のように、 2 の累乗に従う異なる電圧値が充電される。そのため、スイッチ  $S$  を適宜選択すれば、入力電圧  $V_1$  から入力電圧  $V_1$  の  $2^{n-1}$  倍の範囲で、入力電圧  $V_1$  の整数倍の出力電圧  $V_2$  を生成できる。例えば、  $V_2 = 3V_1$  の出力電圧を負荷抵抗  $R_L$  に供給するには、クロック「 1 」 「 2 」でキャパシタ  $C_1$ ,  $C_2$  をそれぞれ充電した後、キャパシタ  $C_1$ ,  $C_2$  の直列回路が出力端子 1 1 1, 1 1 2 の両端間に接続するように、スイッチ  $S_{13}$  と、スイッチ  $S_{23}$ , ...  $S_{2n}$  と、スイッチ  $S_{31}$  をオンにするクロックを与えればよい。この動作を繰り返すことで、キャパシタ  $C_n$  にて出力電圧  $V_2$  の平滑化が行なわれ、負荷抵抗  $R_L$  に入

10

20

30

40

50

力電圧  $V_1$  の 3 倍の昇圧した出力電圧  $V_2$  を供給できる。

【 0 0 3 8 】

応用例として、入力電圧  $V_1$  に対して  $2^{n-1}$  分の 1 に降圧させた出力電圧  $V_2$  を得るには、図 1 に示す回路構成の入出力を入れ換えて考えればよい。これにより、 $V_2 = V_1 / 2^{n-1}$  の出力電圧を負荷抵抗  $R_L$  に供給できるようになる。

【 0 0 3 9 】

図 2 は、少ないキャパシタ数で多出力が得られる昇降圧形の SC 電源装置 200 の回路構成を示している。これは  $n = 4$  として、キャパシタ  $C_1, C_2, C_3, C_4$  と、スイッチ  $S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{14}$  と、スイッチ  $S_{21}, S_{22}, S_{23}, S_{24}$  と、スイッチ  $S_{31}, S_{32}, S_{33}$  と、スイッチ  $S_{41}$  と、スイッチ  $S_{51}, S_{52}, S_{53}, S_{54}, S_{55}, S_{56}$  とにより構成される。

【 0 0 4 0 】

各素子は以下のように接続される。線路 161 には、スイッチ  $S_{21}, S_{22}, S_{23}, S_{24}, S_{55}$  が各々挿入接続され、線路 162 には、スイッチ  $S_{41}, S_{56}$  がそれぞれ接続される。また、隣り合うスイッチ  $S_{21}$  の他端およびスイッチ  $S_{22}$  の一端、スイッチ  $S_{22}$  の他端およびスイッチ  $S_{23}$  の一端、スイッチ  $S_{23}$  の他端およびスイッチ  $S_{24}$  の一端の各接続点と、入力端子 102 からスイッチ  $S_{41}$  の一端に至る線路 162 との間には、キャパシタ  $C_1$  およびスイッチ  $S_{31}$  の直列回路、キャパシタ  $C_2$  およびスイッチ  $S_{32}$  の直列回路、キャパシタ  $C_3$  およびスイッチ  $S_{33}$  の直列回路がそれぞれ接続される。スイッチ  $S_{24}$  の他端およびスイッチ  $S_{55}$  の一端の接続点と、スイッチ  $S_{41}$  の他端とスイッチ  $S_{56}$  の一端の接続点との間には、キャパシタ  $C_4$  が接続される。さらにここでは、入力端子 101 とキャパシタ  $C_1, C_2, C_3$  の一端に、スイッチ  $S_{51}, S_{52}, S_{53}, S_{54}$  の一端が接続され、これらのスイッチ  $S_{51}, S_{52}, S_{53}, S_{54}$  の他端に出力端子 111 を接続して、キャパシタ  $C_1, C_2, C_3, C_4$  に関する充放電回路 213 を構成する。

【 0 0 4 1 】

なお、ここでは例として、直流電源 145 の入力電圧  $V_1$  を 8 V とする。

【 0 0 4 2 】

当該構成において、キャパシタ  $C_1, C_2, C_3, C_4$  の充電動作は次のように行なわれる。先ず過渡状態でスイッチ  $S_{12}, S_{13}, S_{14}, S_{21}, S_{41}$  をオンにして、直流電源 145 に対し全てのキャパシタ  $C_1, C_2, C_3, C_4$  を直列に接続し、キャパシタ  $C_1, C_2, C_3, C_4$  に 2 V の電圧を充電する。その後、キャパシタ  $C_1, C_2, C_3$  を放電して、スイッチ  $S_{24}, S_{33}, S_{41}$  をオンにし、キャパシタ  $C_3, C_4$  を並列に接続して、これらのキャパシタ  $C_3, C_4$  の両端間電圧を 1 V にする。次に、スイッチ  $S_{14}, S_{23}, S_{32}, S_{41}$  をオンにし、直列接続したキャパシタ  $C_3, C_4$  の両端にキャパシタ  $C_2$  を接続して、キャパシタ  $C_2$  の両端間電圧を 2 V にする。以下、スイッチ  $S_{13}, S_{14}, S_{22}, S_{31}, S_{41}$  をオンにし、直列接続したキャパシタ  $C_2, C_3, C_4$  の両端にキャパシタ  $C_1$  を接続して、キャパシタ  $C_1$  の両端間電圧を 4 V にするが、これは勿論、 $n$  個のキャパシタ  $C_n, \dots, C_3, C_2, C_1$  に対しても同じように行なうことができる。そして最後に、スイッチ  $S_{12}, S_{13}, S_{14}, S_{21}, S_{41}$  をオンにし、直列接続したキャパシタ  $C_1, C_2, C_3, C_4$  の両端に直流電源 145 を接続することで、各キャパシタ  $C_1, C_2, C_3, C_4$  の両端間電圧が 4 V, 2 V, 1 V, 1 V に保たれる。

【 0 0 4 3 】

このときの入力電圧  $V_1$  とキャパシタ  $C_1, C_2, C_3, C_4$  の電圧比は、8 : 4 : 2 : 1 : 1 となる。また、 $n$  番目のキャパシタ  $C_n$  の電圧  $V_{cn}$  は、 $V_{cn} = V_1 / 2^n$  となる。

【 0 0 4 4 】

次に、放電時の動作を説明する。出力電圧  $V_2$  を 1 V とするには、スイッチ  $S_{55}, S_{56}$  をオンにし、キャパシタ  $C_4$  を出力端子 111, 112 に接続する。出力電圧  $V_2$  を

10

20

30

40

50



2 Vとするには、スイッチS 1 4 , S 5 4 , S 5 6 をオンにし、キャパシタC 3 , C 4 の直列回路を出力端子1 1 1 , 1 1 2 に接続する。出力電圧V 2 を3 Vとするには、スイッチS 1 3 , S 2 4 , S 5 3 , S 5 6 をオンにし、キャパシタC 2 , C 4 の直列回路を出力端子1 1 1 , 1 1 2 に接続する。出力電圧V 2 を4 Vとするには、スイッチS 3 1 , S 4 1 , S 5 2 , S 5 6 をオンにし、キャパシタC 1 を出力端子1 1 1 , 1 1 2 に接続する。以下、スイッチS のオンオフを適宜切り換えることで、出力電圧V 2 を1 Vのステップで1 6 Vにまで切り換えることができる。例えば、出力電圧V 2 を1 6 Vとするには、スイッチS 1 1 , S 1 2 , S 1 3 , S 1 4 , S 5 1 , S 5 6 をオンにし、直流電源1 4 5 とキャパシタC 1 , C 2 , C 3 , C 4 を出力端子1 1 1 , 1 1 2 に接続すればよい。

【0045】

図2に示すSC電源装置200の特徴は、4個のキャパシタC 1 , C 2 , C 3 , C 4 で、入力電圧V 1 よりも低い電圧(1 V)から、入力電圧V 1 よりも高い電圧(1 6 V)まで、 $2^4 = 16$ ステップの出力電圧V 2 が得られる、ということにある。したがって、n個のキャパシタC 1 , C 2 , C 3 , ... C nでは、 $2^n$ ステップの出力電圧V 2 を得ることができ、いわゆるデジタル選択方式の新たなSC電源装置200を提供できる。

【0046】

また、ここでのSC電源装置200は、既存のSC電源装置100に比べて大きな降圧比を得ることができる。n個のキャパシタC 1 , C 2 , C 3 , ... C nが組み込まれているときに、SC電源装置200からの出力電圧V 2 を入力電圧V 1 の $1/n$ 倍ではなく、入力電圧V 1 の $1/2^{n-1}$ 倍に降圧させることができる。

【0047】

このような特徴は、スイッチSの切り換えによって、個々のキャパシタC 1 , C 2 , C 3 , ... C n - 1に、 $V 1 / 2^n$ となる2の累乗に従う異なる電圧値を充電することで達成される。

【0048】

図3は、図2で提案したデジタル選択方式のSC電源装置200をDC - ACコンバータに応用した例を示している。ここでは、従来の図11に示す充放電回路113の代わりに、図2で示した充放電回路213が組み込まれている。但し、図3ではスイッチS 4 1の位置が異なり、スイッチS 4 1の一端に入力端子102が接続され、スイッチS 4 1の他端にスイッチS 3 1の他端が接続される。

【0049】

当該構成において、図示しない制御回路からクロック「 1 」が出力されると、スイッチS 2 4 , S 3 3 をオンにし、キャパシタC 3 , C 4 を並列に接続して、これらのキャパシタC 3 , C 4 の両端間電圧を $V 1 / 8$ にする。次に、クロック「 2 」が出力されると、スイッチS 1 4 , S 2 3 , S 3 2 をオンにし、直列接続したキャパシタC 3 , C 4 の両端にキャパシタC 2 を接続して、キャパシタC 2 の両端間電圧を $V 1 / 4$ にする。次に、クロック「 3 」が出力されると、スイッチS 1 3 , S 1 4 , S 2 2 , S 3 1 をオンにし、直列接続したキャパシタC 2 , C 3 , C 4 の両端にキャパシタC 1 を接続して、キャパシタC 1 の両端間電圧を $V 1 / 2$ にする。次に、クロック「 4 」が出力されると、スイッチS 1 2 , S 1 3 , S 1 4 , S 2 1 , S 4 1 をオンにし、直列接続したキャパシタC 1 , C 2 , C 3 , C 4 の両端に直流電源1 4 5 を接続することで、各キャパシタC 1 , C 2 , C 3 , C 4 の両端間電圧を $V 1 / 2$  ,  $V 1 / 4$  ,  $V 1 / 8$  ,  $V 1 / 8$ に保つ。

【0050】

以上の充電動作の後、制御回路はクロック「 0 」を出力して、スイッチS 1 2 , S 1 3 , S 1 4 , S 2 1 , S 2 2 , S 2 3 , S 2 4 , S 3 1 , S 3 2 , S 3 3 , S 5 1 , S 5 2 , S 5 3 , S 5 4 , S 5 5 , S 5 6 のいずれかを選択的にオンにして、キャパシタC 1 , C 2 , C 3 , C 4 のいずれかを放電させ、 $V 1 / 8 \sim 2 V 1$ の範囲の出力電圧V 2 を出力する。そして、上記充放電の動作を繰り返し行なうことで、図3に示すような段階的に増減を繰り返す出力電圧V 2 をレギュレータ1 4 3 に供給することができる。レギュレータ1 4 3 で調整された出力電圧V 2 は、フルブリッジ回路1 4 4 により正負交互の交流波

10

20

30

40

50

形に変換され、これをキャパシタC<sub>0</sub>で平滑することで、出力端子141, 142から負荷抵抗R<sub>L</sub>に交流の出力電圧V<sub>out</sub>を供給できる。

【0051】

この場合、充放電回路213は2<sup>n</sup>通りの出力電圧V<sub>2</sub>を段階的に生成できるので、従来のSC電源装置100よりも出力電圧V<sub>out</sub>が正弦波状に近似し、レギュレータ143の損失が少なくなって高効率化を達成できる。

【0052】

また、図3に示す回路構成において、交流電源からの入力電圧を直流電圧に変換する全波整流器などのAC-DC変換器を、入力端子101, 102の前段に接続すれば、SC電源装置200をAC-ACコンバータに応用することができる。さらに、そうした構成のAC-ACコンバータから、DC-AC変換器であるレギュレータ143とフルブリッジ回路144を省略して、出力電圧V<sub>2</sub>を直接負荷抵抗R<sub>L</sub>に供給すれば、SC電源装置200をAC-DCコンバータに応用することができる。

【0053】

図4は、別な変形例によるデジタル選択方式のSC電源装置200であって、DC-DCコンバータに応用した例を示している。同図において、ここでは図3に示した充放電回路213の他に、外部から直流入力電圧V<sub>in</sub>が印加される入力端子171, 172と、入力側のキャパシタC<sub>0</sub>と、スイッチS<sub>61</sub>, S<sub>62</sub>, ... S<sub>66</sub>が付加される。

【0054】

より具体的には、一方の入力端子171にはスイッチS<sub>65</sub>の一端が接続され、そのスイッチS<sub>65</sub>の他端が入力端子101とキャパシタC<sub>0</sub>の一端に接続される。同じように、他方の入力端子172にはスイッチS<sub>66</sub>の一端が接続され、そのスイッチS<sub>66</sub>の他端が入力端子102とキャパシタC<sub>0</sub>の他端に接続される。また、入力端子101とキャパシタC<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>の一端に、スイッチS<sub>61</sub>, S<sub>62</sub>, S<sub>63</sub>, S<sub>64</sub>の一端が接続され、これらのスイッチS<sub>61</sub>, S<sub>62</sub>, S<sub>63</sub>, S<sub>64</sub>の他端に入力端子171を接続して、キャパシタC<sub>0</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>に関する充放電回路213を構成する。

【0055】

図4に示すSC電源装置200では、図3の回路例で説明した各クロック「1」, 「2」, 「3」, 「4」, 「0」が出力されたときの動作に加えて、クロック「4」とクロック「0」との間に、クロック「i」の動作が加わる。各キャパシタC<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>の両端間電圧がV<sub>1</sub>/2, V<sub>1</sub>/4, V<sub>1</sub>/8, V<sub>1</sub>/8にそれぞれ保たれた後、当該クロック「i」が出力されると、スイッチS<sub>12</sub>, S<sub>13</sub>, S<sub>14</sub>, S<sub>21</sub>, S<sub>22</sub>, S<sub>23</sub>, S<sub>24</sub>, S<sub>31</sub>, S<sub>32</sub>, S<sub>33</sub>, S<sub>41</sub>, S<sub>61</sub>, S<sub>62</sub>, S<sub>63</sub>, S<sub>64</sub>, S<sub>65</sub>, S<sub>66</sub>のいずれかを選択的にオンにして、V<sub>1</sub>/8 ~ V<sub>1</sub>の範囲でキャパシタC<sub>0</sub>を充電する。一方、この回路例では、スイッチS<sub>65</sub>, S<sub>66</sub>をオンにすることで、入力端子171, 172からの入力電圧V<sub>in</sub>を、キャパシタC<sub>0</sub>の両端間に印加することもできる。したがって、この回路例では、入力端子101, 102間の入力電圧V<sub>1</sub>を、キャパシタC<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>の充電電圧若しくは外部からの入力電圧V<sub>in</sub>の何れかで規定できる。なお、充放電回路213がV<sub>1</sub>/8 ~ 2V<sub>1</sub>の範囲の出力電圧V<sub>2</sub>を出力することは上述した通りであり、図4に示すSC電源装置200を、昇降圧形のDC-DCコンバータとして動作させることができる。

【0056】

次に、従来の回路方式との比較を図5 ~ 図7にそれぞれ示す。図5は、従来から知られている直並列切替方式(非特許文献1)やリング方式(非特許文献2)のSC電源装置100と、本実施例で提案したデジタル選択方式のSC電源装置200において、キャパシタCの個数n(=1, 2, 3, ... 10)に対する出力のステップ段数N<sub>step</sub>と、出力電圧V<sub>out</sub> = 100V<sub>rms</sub>としたときのステップ間の電圧差すなわち電圧キザミV<sub>step</sub>と、必要なスイッチSの個数n<sub>s</sub>とをそれぞれ表で示している。また図6と図7は、キャパシタCの個数nを変化させたときのステップ段数N<sub>step</sub>と、スイッチSの個数n<sub>s</sub>を、それぞ

10

20

30

40

50

れグラフで示している。これらの各図からも明らかのように、本実施例におけるデジタル選択方式のSC電源装置200は、キャパシタCの個数nが多くなるに従って、出力のステップ段数Nstepが桁違いに増加することがわかる。

【0057】

以上のように本実施例では、複数個のキャパシタCと複数個のスイッチSだけで構成され、各キャパシタC間の接続を各スイッチSで切り換えて、入力電圧V1を別な出力電圧V2に変換するSC電源装置200において、各スイッチSのオンオフを切り換えることにより、前記複数個のキャパシタCの中で、充電した複数のキャパシタCを直列接続し、この直列接続した各キャパシタCの電圧の和で、充電した複数のキャパシタCとは別のキャパシタCを充電するように、この別のキャパシタCを直列接続した複数のキャパシタCの両端間に接続して、入力電圧V1に2の累乗若しくは2の累乗分の1を掛け合わせた電圧で、個々のキャパシタCを異なる電圧値に充電し、当該個々のキャパシタCの充電電圧を単独に若しくは幾つかを加算して、前記出力電圧V2を生成するように構成している。

10

【0058】

このようにすると、スイッチSの切り換えによって、個々のキャパシタCは同じ電圧値が充電されるのではなく、入力電圧V1の1, 2, 4, 8, ..., 2<sup>n</sup>倍、若しくは1, 1/2, 1/4, 1/8, ..., 1/2<sup>n</sup>倍のそれぞれ異なる電圧値が充電される。したがって、そこからスイッチSを別な状態に切り換えて、個々のキャパシタCの充電電圧を単独に若しくは幾つかを加算した出力電圧V2を生成すれば、従来に比べて少ない素子数で大きな昇降圧比を得ることができ、またより多くのステップ数の出力電圧V2を得ることが

20

【0059】

また本実施例では、出力電圧V2が段階的に増減を繰り返すように充放電回路213を構成し、出力電圧V2を交流に変換するDC-AC変換器を備えている。

【0060】

こうすることで、SC電源装置200をDC-ACコンバータとして機能させることができる。

【0061】

また、交流電圧を直流の入力電圧V1に変換するAC-DC変換器を備えることで、SC電源装置200をAC-DCコンバータとして機能させることができる。

30

【0062】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲において種々の変形実施が可能である。実施例中の回路はあくまでも一例であって、同様の機能や動作を達成するものであれば、適宜改変して構わない。

【符号の説明】

【0063】

C キャパシタ

S スイッチ

200 SC電源装置(スイッチトキャパシタ電源装置)

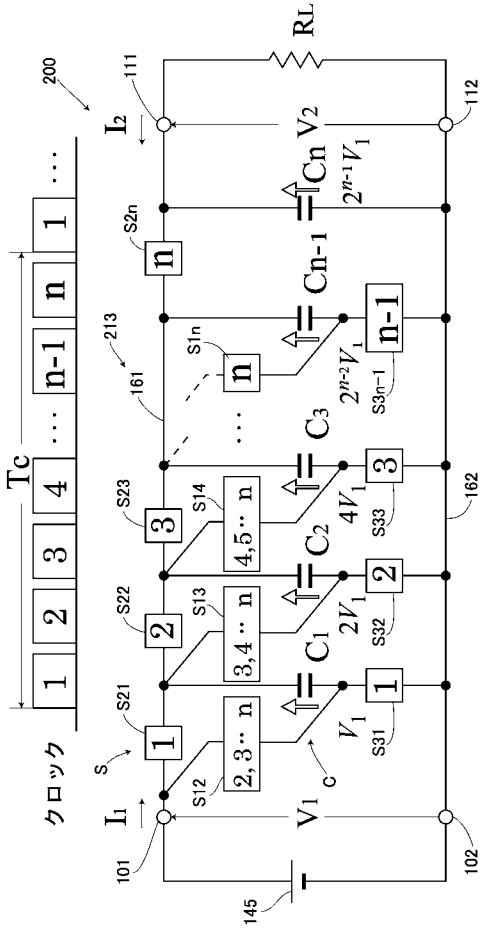
213 充放電回路

143 レギュレータ(電圧平滑回路)

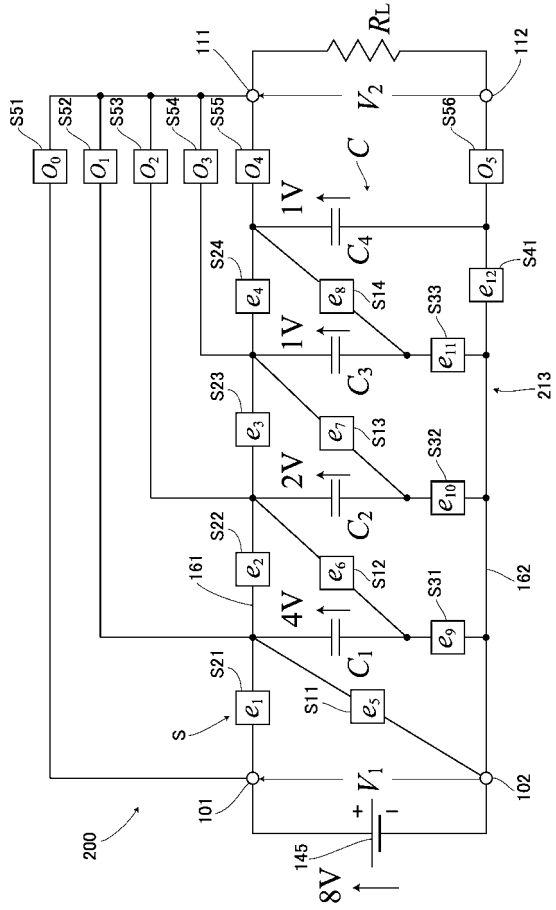
144 フルブリッジ回路(DC-AC変換器)

40

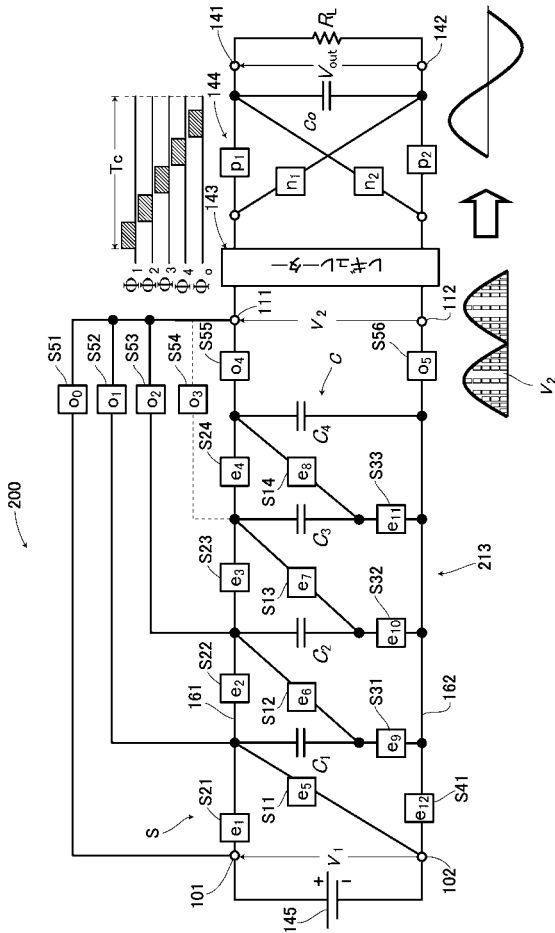
【図 1】



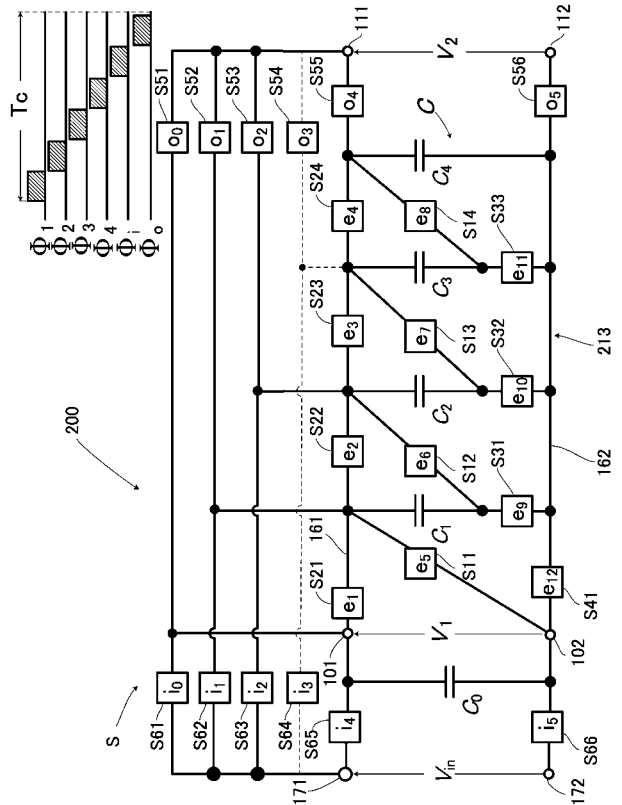
【図 2】



【図 3】



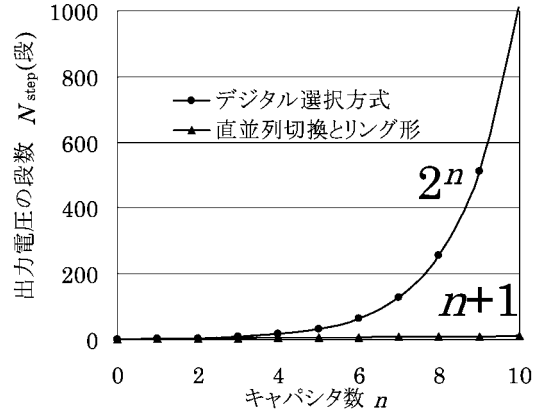
【図 4】



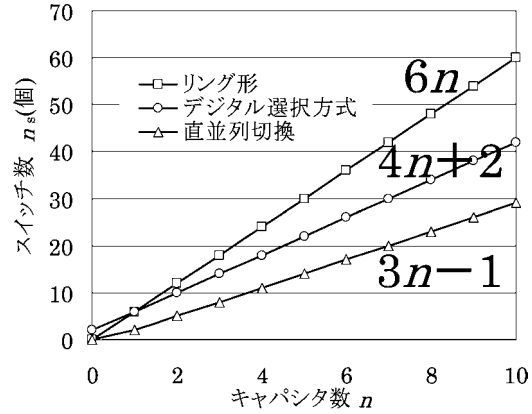
【図5】

キャパシタ数	出力のステップ 段数 $N_{step}$		電圧キザミ $\Delta V_{step}$ ( $V_{out}=100V_{rms}$ )		必要なスイッチの 個数 $n_s$		
	直並列切換 とリング形	デジタル 選択方式	直並列切換 とリング形	デジタル 選択方式	直並列 切換	リン グ形	デジタル 選択方式
$n$	$n+1$	$2^n$	$100\sqrt{2}/(n+1)$	$100\sqrt{2}/2^n$	$3n-1$	$6n$	$4n+2$
1	2	2	70.7	70.7	2	6	6
2	3	4	47.1	35.4	5	12	10
3	4	8	35.4	17.7	8	18	14
4	5	16	28.3	8.8	11	24	18
5	6	32	23.6	4.4	14	30	22
6	7	64	20.2	2.2	17	36	26
7	8	128	17.7	1.1	20	42	30
8	9	256	15.7	0.6	23	48	34
9	10	512	14.1	0.3	26	54	38
10	11	1024	12.9	0.1	29	60	42

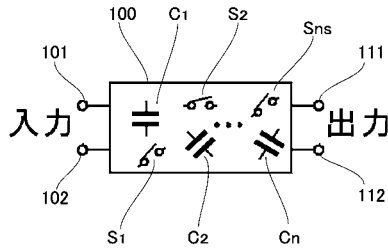
【図6】



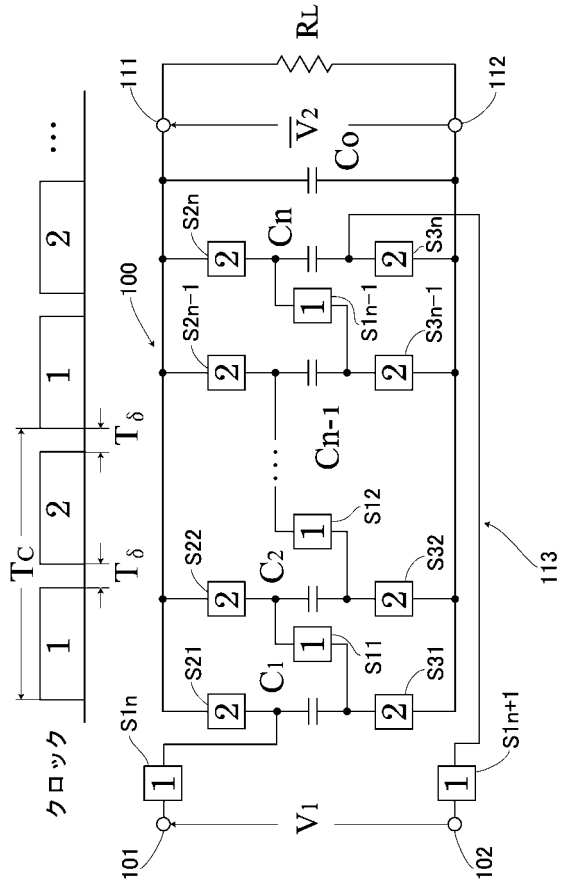
【図7】



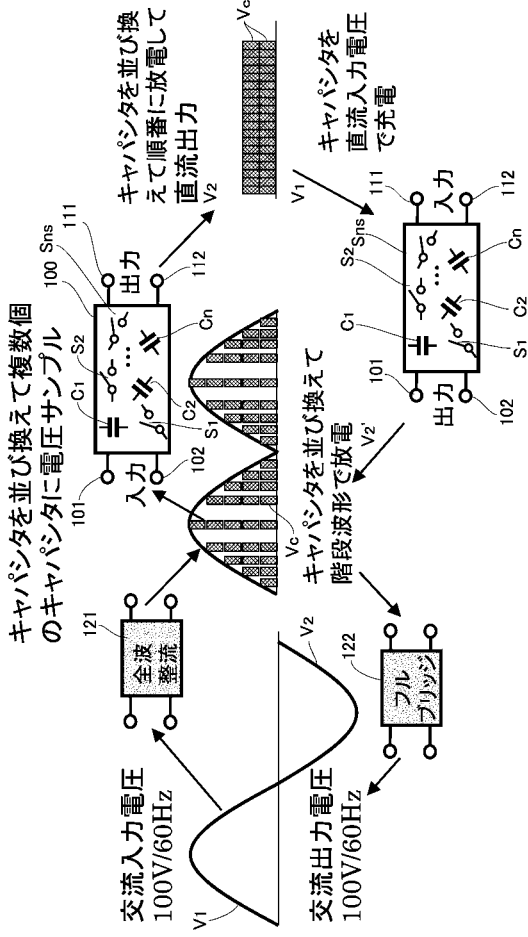
【図8】



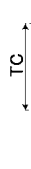
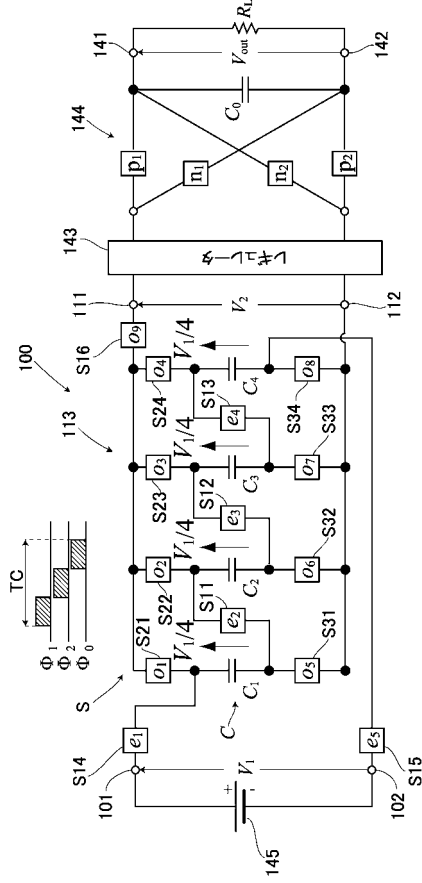
【図9】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 寺田 晋也

熊本県合志市須屋 2 6 5 9 - 2 熊本電波工業高等専門学校 電子工学科内

審査官 槻木澤 昌司

(56)参考文献 特開平 0 8 - 3 0 8 2 4 9 ( J P , A )

特開 2 0 0 9 - 0 4 4 9 0 9 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 M 3 / 0 0 - 3 / 4 4

G 0 5 F 1 / 1 2 - 7 / 0 0

H 0 3 H 1 5 / 0 0 - 2 1 / 0 0