

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) **公開特許公報(A)**

(11) 特許出願公開番号

特開2005-204379

(P2005-204379A)

(43) 公開日 平成17年7月28日(2005.7.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H02M 3/155

F I

H02M 3/155

P

テーマコード (参考)

5H730

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2004-6654 (P2004-6654)  
(22) 出願日 平成16年1月14日 (2004. 1. 14)

(71) 出願人 000237592  
富士通テン株式会社  
兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8  
号

(72) 発明者 小宮 基樹  
兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8  
号 富士通テン株式会社内

Fターム(参考) 5H730 AA04 AS01 BB03 BB13 DD04  
FD03 FF03 FG05

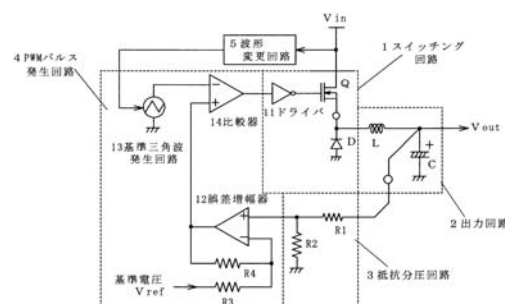
(54) 【発明の名称】 スイッチングレギュレータ

(57) 【要約】

【課題】誤差増幅器のゲインを大きくすることなく、電源電圧の変動による出力電圧の変動を防止することが、できるスイッチングレギュレータを提供する。

【解決手段】出力電圧  $V_{out}$  は抵抗分圧回路 3 により分圧され、基準電圧  $V_{ref}$  と抵抗分圧回路 3 の出力との誤差出力  $AMP_{OUT}$  が誤差増幅器 12 から出力される。この誤差出力  $AMP_{OUT}$  と基準三角波発生回路 13 からの基準三角波が比較器 14 に入力されて誤差出力  $AMP_{OUT}$  で基準三角波がスライスされ、スライスされた幅の PWM パルスが比較器 14 から出力される。このとき、電源電圧  $V_{in}$  が変化すると、波形変更回路 5 が基準三角波発生回路 13 から出力される基準三角波の波形を変化させることにより、電源電圧  $V_{in}$  の変動に応じて自動的に PWM パルスの  $ONDUTY$  が変化するので、出力電圧  $V_{out}$  が変動せず、電源電圧  $V_{in}$  の変動前と同じ値に保つことができる。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

出力電圧と基準電圧との誤差を増幅する誤差増幅手段と、  
基準三角波信号を出力する三角波発生手段と、  
上記誤差増幅手段の出力と上記基準三角波とを比較する比較手段と、  
電源電圧と接続され、上記比較手段の出力により制御されるスイッチング手段とを備えたスイッチングレギュレータにおいて、  
上記三角波発生手段が上記電源電圧の大きさに応じて基準三角波の波形を変化させることを特徴とするスイッチングレギュレータ。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載のスイッチングレギュレータにおいて、  
上記三角波発生手段が上記電源電圧の大きさに応じて基準三角波のピーク電圧とボトム電圧を変化させることを特徴とするスイッチングレギュレータ。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載のスイッチングレギュレータにおいて、  
上記三角波発生手段が上記電源電圧の大きさに応じて基準三角波のピーク電圧のみを変化させることを特徴とするスイッチングレギュレータ。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載のスイッチングレギュレータにおいて、  
上記三角波発生手段が上記電源電圧の大きさに応じて基準三角波のボトム電圧のみを変化させることを特徴とするスイッチングレギュレータ。

**【請求項 5】**

請求項 1 ～ 請求項 4 のいずれかに記載のスイッチングレギュレータにおいて、  
上記電源電圧と上記基準電圧との偏差により基準三角波の波形を変化させることを特徴とするスイッチングレギュレータ。

**【請求項 6】**

請求項 1 ～ 請求項 4 のいずれかに記載のスイッチングレギュレータにおいて、  
上記三角波発生手段が上記電源電圧の変化に応じて基準三角波の波形を階段状に変化させることを特徴とするスイッチングレギュレータ。

**【請求項 7】**

出力電圧と基準電圧との誤差を増幅する誤差増幅手段と、  
基準三角波信号を出力する三角波発生手段と、  
上記誤差増幅手段の出力と上記基準三角波とを比較する比較手段と、  
電源電圧と接続され、上記比較手段の出力により制御されるスイッチング手段とを備えたスイッチングレギュレータにおいて、  
上記電源電圧の大きさに応じて上記基準電圧の電圧を変化させる基準電圧変更手段を有することを特徴とするスイッチングレギュレータ。

**【請求項 8】**

請求項 7 に記載のスイッチングレギュレータにおいて、  
上記基準電圧変更手段が上記電源電圧の変化に応じて基準電圧を階段状に変化させることを特徴とするスイッチングレギュレータ。

**【請求項 9】**

出力電圧を分圧する分圧手段と、  
上記分圧手段の出力と基準電圧との誤差を増幅する誤差増幅手段と、  
基準三角波信号を出力する三角波発生手段と、  
上記誤差増幅手段の出力と上記基準三角波とを比較する比較手段と、  
電源電圧と接続され、上記比較手段の出力により制御されるスイッチング手段とを備えたスイッチングレギュレータにおいて、  
上記分圧手段の分圧比を上記電源電圧の大きさに応じて変化させる分圧比変更手段を有することを特徴とするスイッチングレギュレータ。

10

20

30

40

50

## 【請求項 10】

請求項 9 に記載のスイッチングレギュレータにおいて、

上記分圧比変更手段が上記電源電圧の変化に応じて分圧比を階段状に変化させることを特徴とするスイッチングレギュレータ。

## 【請求項 11】

出力電圧と基準電圧との誤差を増幅する誤差増幅手段と、

基準三角波信号を出力する三角波発生手段と、

上記誤差増幅手段の出力と上記基準三角波とを比較する比較手段と、

電源電圧と接続され、上記比較手段の出力により制御されるスイッチング手段とを備えたスイッチングレギュレータにおいて、

上記電源電圧と上記基準電圧との偏差により上記誤差増幅手段の増幅度を変化させる増幅度変更手段を有することを特徴とするスイッチングレギュレータ。

## 【請求項 12】

請求項 11 に記載のスイッチングレギュレータにおいて、

上記増幅度変更手段が、上記電源電圧と上記基準電圧との偏差に応じて誤差増幅器の増幅度を階段状に変化させることを特徴とするスイッチングレギュレータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、スイッチングレギュレータに関し、特に、スイッチングレギュレータの電源電圧の変動の影響を除去することができるスイッチングレギュレータに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

スイッチングレギュレータはスイッチング素子のスイッチングのデューティ比によって所望の出力電圧を得ることができるので、入出力間の電圧差が大きい用途で効率がよいという利点があり、広く採用されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【特許文献 1】特開 2002 - 84741 号公報

## 【0003】

図 9 は従来のスイッチングレギュレータの構成を示す図であり、出力回路 2 の出力電圧  $V_{out}$  は抵抗分圧回路 3 の抵抗  $R_1$ 、 $R_2$  により分圧され、この抵抗分圧回路 3 の出力が誤差増幅器 12 に入力され、基準電圧  $V_{ref}$  と抵抗分圧回路 3 の出力との誤差出力  $AMP_{OUT}$  が誤差増幅器 12 から出力される。この誤差出力  $AMP_{OUT}$  と基準三角波発生回路 13 からの基準三角波が比較器 14 に入力され、図 10 (a) に示すように、誤差出力  $AMP_{OUT}$  で基準三角波がスライスされ、図 10 (b) に示す、スライスされた幅のパルス幅変調 (PWM) パルスが比較器 14 から出力される。そして、この PWM パルスによりスイッチング回路 1 のドライバ 11 を介して N チャンネルの MOSFET トランジスタ Q が駆動され、トランジスタ Q がオン / オフする。これにより、抵抗分圧回路 3 により分圧された電圧が基準電圧  $V_{ref}$  に一致するようにトランジスタ Q がオン / オフ制御されるので、電源電圧  $V_{in}$  が加えられる出力回路 2 の出力電圧  $V_{out}$  が一定電圧に制御される。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

上記のような PWM 方式のスイッチングレギュレータの場合、電源電圧  $V_{in}$  が、例えば 10V から 15V に変化した場合、PWM パルスがハイの期間のデューティ比 (ONDUTY) が減少しなければ、出力電圧  $V_{out}$  を一定に保つことができない。すなわち、電源電圧  $V_{in}$  が 10V、出力電圧  $V_{out}$  が 5V の場合、PWM パルスの ONDUTY は 50% となるが、電源電圧  $V_{in}$  が 15V になると、図 10 (b) に示すように ONDUTY は 33% となり、このように電源電圧  $V_{in}$  が上がると、PWM パルスの ONDUTY が減ることにより一定の出力電圧が保たれる。

## 【0005】

上記の点について、理論計算した結果を以下説明する。

電源電圧  $V_{in} = 14V$ 、出力電流  $I_{out} = 200mA$ 、スイッチング周波数（三角波の周波数） $F_{sw} = 400kHz$ 、出力電圧  $V_{out} = 5.9V$ 、ダイオード  $D$  の耐電圧  $V_F = 0.5V$ 、トランジスタ  $Q$  の飽和電圧  $V_{sat} = 0.5V$ 、コイル  $L$  のインダクタンス  $L = 120\mu H$  とした場合、トランジスタ  $Q$  のオン時間  $T_{on} = 1.143\mu s$ 、 $ONDUTY = 45.714\%$ 、コイル電流  $I_L$  のピーク値  $I_{Lpeak} = 286.19mA$ 、コイル電流  $I_L$  のボトム値  $I_{Lbottom} = 213.81mA$ 、コイル電流  $I_L$  の振幅は  $72.381mA$  となり、リップル電圧  $V_{ripple} = 0mV_{p-p}$  となった。

次に、電源電圧  $V_{in}$  を変化させて理論計算を行った結果、 $ONDUTY$  の理論計算値は、下記の表 1 の通りとなった。

【 0 0 0 6 】

【表 1】

電源電圧 (V)	8	10	12	14	16	18
duty (%) 理論値	80	64	53.5	45.7	40	35.6

10

【 0 0 0 7 】

また、基準三角波のピーク値を  $2.0V$ 、ボトム値を  $1.0V$ 、波高値を  $1.0V$  とすると、誤差増幅器 1 2 の誤差出力  $AMPOUT$  は

$$AMPOUT = \text{ボトム値} + \text{波高値} \times DUTY$$

であるので、電源電圧変動によって  $ONDUTY$  が変動した場合の誤差増幅器 1 2 の誤差出力  $AMPOUT$  の理論計算値は下記の表 2 の通りとなる。

20

【 0 0 0 8 】

【表 2】

電源電圧 (V)	8	10	12	14	16	18
duty (%)	80	64	53.5	45.7	40	35.6
AMPOUT 理論値	1.8	1.64	1.53	1.46	1.4	1.36

【 0 0 0 9 】

さらに、上記の誤差増幅器 1 2 の誤差出力  $AMPOUT$  からスイッチングレギュレータの出力電圧  $V_{out}$  の理論計算値を求めると、下記の表 3 の通りとなる。ただし、抵抗  $R_1 \sim R_4$  の各抵抗の抵抗値を、 $R_1 = 3.6k$ 、 $R_2 = 1.0k$ 、 $R_3 = 1.0k$ 、 $R_4 = 5.0k$  とし、基準電圧  $V_{ref}$  の電圧値を  $V_{ref} = 1.25V$  とする。

30

【 0 0 1 0 】

【表 3】

電源電圧 (V)	8	10	12	14	16	18
AMPOUT (V)	1.8	1.64	1.53	1.46	1.4	1.36
$V_{out}$ 理論値	6.17	6.05	5.96	5.91	5.87	5.83

40

【 0 0 1 1 】

図 1 1 (イ) は、電源電圧  $V_{in}$  の変動による出力電圧  $V_{out}$  の変化を理論計算した結果を示す図であり、このように電源電圧  $V_{in}$  が変動すると出力電圧  $V_{out}$  が変動することとなる。

【 0 0 1 2 】

また、表 2 に示すように、電源電圧  $V_{in}$  が増加すると、誤差増幅器 1 2 の誤差出力  $AMPOUT$  が下がるが、電源電圧の変化に対して誤差増幅器 1 2 のゲインが低い場合、出力電圧  $V_{out}$  の変化が大きくなる。この電源電圧依存性を小さくするには、誤差増幅器 1 2 のゲインを大きくする必要があるが、大きくしすぎると、時定数調整のため外付けされるコンデンサの寄生抵抗でリップルが大きくなり、誤差増幅器 1 2 の出力変化率 ( $S/R$ ) が基準

50

三角波の S / R に対して大きくなり、スイッチングレギュレータが安定動作しなくなる。  
このため、寄生抵抗の小さいコンデンサ等の高品質の外付け部品が必要であった。

【 0 0 1 3 】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたもので、誤差増幅器のゲインを大きくすることなく、電源電圧の変動による出力電圧の変動を防止することができるスイッチングレギュレータ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】

【 0 0 1 4 】

上述の目的を達成するため、本発明に係るスイッチングレギュレータ ( 1 ) は、  
出力電圧と基準電圧との誤差を増幅する誤差増幅手段と、  
基準三角波信号を出力する三角波発生手段と、  
上記誤差増幅手段の出力と上記基準三角波とを比較する比較手段と、  
電源電圧と接続され、上記比較手段の出力により制御されるスイッチング手段とを備えたスイッチングレギュレータにおいて、  
上記三角波発生手段が上記電源電圧の大きさに応じて基準三角波の波形を変化させることを特徴とする。

10

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係るスイッチングレギュレータ ( 2 ) は、スイッチングレギュレータ ( 1 ) において、  
上記三角波発生手段が上記電源電圧の大きさに応じて基準三角波のピーク電圧とボトム電圧を変化させることを特徴とする。

20

【 0 0 1 6 】

さらに、本発明に係るスイッチングレギュレータ ( 3 ) は、スイッチングレギュレータ ( 1 ) において、  
上記三角波発生手段が上記電源電圧の大きさに応じて基準三角波のピーク電圧のみを変化させることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

さらに、本発明に係るスイッチングレギュレータ ( 4 ) は、スイッチングレギュレータ ( 1 ) において、  
上記三角波発生手段が上記電源電圧の大きさに応じて基準三角波のボトム電圧のみを変化させることを特徴とする。

30

【 0 0 1 8 】

また、本発明に係るスイッチングレギュレータ ( 5 ) は、スイッチングレギュレータ ( 1 ) ~ ( 4 ) のいずれかにおいて、  
上記電源電圧と上記基準電圧との偏差により基準三角波の波形を変化させることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

さらに、本発明に係るスイッチングレギュレータ ( 6 ) は、スイッチングレギュレータ ( 1 ) ~ ( 4 ) のいずれかにおいて、  
上記三角波発生手段が上記電源電圧の変化に応じて基準三角波の波形を階段状に変化させることを特徴とする。

40

【 0 0 2 0 】

また、本発明に係るスイッチングレギュレータ ( 7 ) は、  
出力電圧と基準電圧との誤差を増幅する誤差増幅手段と、  
基準三角波信号を出力する三角波発生手段と、  
上記誤差増幅手段の出力と上記基準三角波とを比較する比較手段と、  
電源電圧と接続され、上記比較手段の出力により制御されるスイッチング手段とを備えたスイッチングレギュレータにおいて、  
上記電源電圧の大きさに応じて上記基準電圧の電圧を変化させる基準電圧変更手段を有することを特徴とする。

50

## 【 0 0 2 1 】

さらに、本発明に係るスイッチングレギュレータ（ 8 ）は、スイッチングレギュレータ（ 7 ）において、

上記基準電圧変更手段が上記電源電圧の変化に応じて基準電圧を階段状に変化させることを特徴とする。

## 【 0 0 2 2 】

また、本発明に係るスイッチングレギュレータ（ 9 ）は、

出力電圧を分圧する分圧手段と、

上記分圧手段の出力と基準電圧との誤差を増幅する誤差増幅手段と、

基準三角波信号を出力する三角波発生手段と、

上記誤差増幅手段の出力と上記基準三角波とを比較する比較手段と、

電源電圧と接続され、上記比較手段の出力により制御されるスイッチング手段とを備えたスイッチングレギュレータにおいて、

上記分圧手段の分圧比を上記電源電圧の大きさに応じて変化させる分圧比変更手段を有することを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

さらに、本発明に係るスイッチングレギュレータ（ 1 0 ）は、スイッチングレギュレータ（ 9 ）において、

上記分圧比変更手段が上記電源電圧の変化に応じて分圧比を階段状に変化させることを特徴とする。

## 【 0 0 2 4 】

また、本発明に係るスイッチングレギュレータ（ 1 1 ）は、

出力電圧と基準電圧との誤差を増幅する誤差増幅手段と、

基準三角波信号を出力する三角波発生手段と、

上記誤差増幅手段の出力と上記基準三角波とを比較する比較手段と、

電源電圧と接続され、上記比較手段の出力により制御されるスイッチング手段とを備えたスイッチングレギュレータにおいて、

上記電源電圧と上記基準電圧との偏差により上記誤差増幅手段の増幅度を変化させる増幅度変更手段を有することを特徴とする。

## 【 0 0 2 5 】

さらに、本発明に係るスイッチングレギュレータ（ 1 2 ）は、スイッチングレギュレータ（ 1 1 ）において、

上記増幅度変更手段が、上記電源電圧と上記基準電圧との偏差に応じて誤差増幅器の増幅度を階段状に変化させることを特徴とする。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 6 】

本発明に係るスイッチングレギュレータ（ 1 ）～（ 6 ）によれば、基準三角波の波形が電源電圧の変動に応じて変化することにより、電源電圧の変動に応じて自動的に比較手段からの出力パルスの ONDUTY が変化するので、誤差増幅器の誤差出力が電源電圧の変動前から変化せず、電源電圧が変動しても、出力電圧を一定に保つことができる。

## 【 0 0 2 7 】

また、本発明に係るスイッチングレギュレータ（ 7 ）によれば、電源電圧の各値に対して出力電圧が一定となる基準電圧の値を基準電圧変更手段に記憶しておき、電源電圧の変動に応じて基準電圧を変更することにより、出力電圧を一定に保つことができる。

## 【 0 0 2 8 】

さらに、本発明に係るスイッチングレギュレータ（ 8 ）によれば、基準電圧を電源電圧の変動に対して階段状に、すなわち、電源電圧の各値毎に基準電圧を変化させるのではなく、電源電圧が所定電圧変化する毎に基準電圧を変化させることにより、基準電圧変更手段に記憶しておく基準電圧の値を少なくすることができる。

## 【 0 0 2 9 】

また、本発明に係るスイッチングレギュレータ(9)によれば、電源電圧の各値に対して出力電圧が一定となる分圧手段の分圧比を分圧比変更手段に記憶しておき、電源電圧の変動に応じて分圧手段の分圧比を切り替えることにより、出力電圧の変動を防止することができる。

【0030】

さらに、本発明に係るスイッチングレギュレータ(10)によれば、分圧比を電源電圧の変動に対して階段状に、すなわち、電源電圧の各値毎に分圧比を変化させるのではなく、電源電圧が所定電圧変化する毎に分圧比を変化させることにより、分圧比変更手段に記憶しておく分圧比の値を少なくすることができる。

【0031】

また、本発明に係るスイッチングレギュレータ(11)によれば、電源電圧と基準電圧との偏差の各値に対して出力電圧が一定となる誤差増幅器の増幅度を増幅度変更手段に記憶しておき、電源電圧の変動に応じて誤差増幅器の増幅度を切り替えることにより、出力電圧の変動を防止することができる。

【0032】

さらに、本発明に係るスイッチングレギュレータ(12)によれば、増幅度を電源電圧の変動に対して階段状に、すなわち、電源電圧の各値毎に増幅度を変化させるのではなく、電源電圧が所定電圧変化する毎に増幅度を変化させることにより、増幅度変更手段に記憶しておく増幅度の値を少なくすることができる。

【実施例1】

【0033】

以下、本発明のスイッチングレギュレータの実施例を図面により説明する。図1は本発明のスイッチングレギュレータの一実施例の構成を示す図であり、このスイッチングレギュレータは、スイッチング回路1、出力回路2、抵抗分圧回路3、パルス幅変調(PWM)パルス発生回路4及び電源電圧 $V_{in}$ が入力される基準三角波の波形変更回路5により構成されている。

【0034】

スイッチング回路1は、NチャンネルのMOSFETトランジスタQとショットキーダイオードDの直列回路及びトランジスタQを駆動するドライバ11よりなり、ショットキーダイオードDは、トランジスタQがオフしたときにコイルLから流れ出た電流をコイルLに転流させるフライホイールダイオードである。

【0035】

また、出力回路2はコイルLと電力用コンデンサCよりなり、抵抗分圧回路3は抵抗 $R_1$ と $R_2$ により構成されている。さらに、PWMパルス発生回路4は、抵抗分圧回路3の出力と基準電圧 $V_{ref}$ との誤差を増幅する誤差増幅器12、基準三角波を発生する基準三角波発生回路13、誤差増幅器12の出力と基準三角波発生回路13からの基準三角波とを比較する比較器14により構成されている。また、波形変更回路5は電源電圧 $V_{in}$ を検出し、検出した電源電圧 $V_{in}$ に応じて、基準三角波発生回路13から出力される基準三角波の波形を変化させる。

【0036】

図1に示すスイッチングレギュレータにおいて、出力回路2の出力端子の出力電圧 $V_{out}$ は抵抗分圧回路3により分圧され、この抵抗分圧回路3の出力が誤差増幅器12に入力され、基準電圧 $V_{ref}$ と抵抗分圧回路3の出力との誤差出力AMP<sub>OUT</sub>が誤差増幅器12から出力される。この誤差出力AMP<sub>OUT</sub>と基準三角波発生回路13からの基準三角波が比較器14に入力されるので、図2(a)に示すように、誤差出力AMP<sub>OUT</sub>で基準三角波がスライスされ、スライスされた幅のPWMパルスが比較器14から出力される。

【0037】

図2(a)に示すように、電源電圧 $V_{in}$ が14.5V、PWMパルスのON<sub>DUTY</sub>が50%、誤差出力AMP<sub>OUT</sub>が1.5Vで、出力電圧 $V_{out}$ が5.8Vとなっており、電源電圧 $V_{in}$ が9Vに低下すると、基準三角波の波形を変化させない場合には、図2(b)に示すように、PWM

10

20

30

40

50

パルスのON DUTYが大きくなり、誤差出力は1.7V、出力電圧は6.1Vに変化する。一方、波形変更回路5が基準三角波発生回路13から出力される基準三角波のピーク値を2.0Vから1.65Vに変化させ、また、ボトム値を1.0Vから0.65Vに変化させることにより、図2(c)に示すように、三角波を一点鎖線状態から実線状態に変化させ基準三角波のレベルシフトを行うと、電源電圧 $V_{in}$ の低下に応じて自動的にPWMパルスのON DUTYが増加するので、誤差出力AMP OUTは電源電圧 $V_{in}$ の低下前から変化せず、同様に1.5Vであり、出力電圧 $V_{out}$ も電源電圧 $V_{in}$ の変動前と同じ5.8Vに保つことができる。

このように、基準三角波の波形を電源電圧の変動に応じてレベルシフトすることにより、図11(口)に示すように、電源電圧 $V_{in}$ が変動しても、出力電圧 $V_{out}$ を一定に保つことができる。

10

#### 【0038】

上記の実施例では、電源電圧 $V_{in}$ の大きさに依存して三角波のピーク値及びボトム値のレベルシフトを行ったが、電源電圧 $V_{in}$ の大きさに依存して三角波のピーク値のみあるいはボトム値のみを変化させても同様の効果を得ることができる。

図3は三角波のピーク値を電源電圧 $V_{in}$ の低下に比例して低下させた場合の波形を示す図であり、図4は電源電圧 $V_{in}$ の低下に比例して三角波のボトム電圧を低下させた場合の波形を示す図である。このように、電源電圧 $V_{in}$ の大きさに依存して三角波のピーク値のみあるいはボトム値のみを変化させることにより、電源電圧 $V_{in}$ の低下に比例してPWMパルスのON DUTYを増加することができるので、電源電圧 $V_{in}$ が変動しても、誤差出力AMP OUT及び出力電圧 $V_{out}$ を電源電圧 $V_{in}$ の変動前と同じ値にすることができる。

20

#### 【0039】

以上の実施例では、電源電圧の変動に比例して基準三角波の波形を変化させたが、電源電圧 $V_{in}$ が所定電圧低下する毎にピーク値、ボトム値を変化させることにより、三角波の形状変化を階段状に実施することも可能である。

また、以上の実施例では、電源電圧 $V_{in}$ に依存して三角波の波形を変化させたが、図5に示すように電源電圧 $V_{in}$ と基準電圧 $V_{ref}$ の偏差に依存させて三角波の波形を変化させても同様に出力電圧 $V_{out}$ を一定に保つことができる。

#### 【実施例2】

#### 【0040】

上記の実施例1では、電源電圧 $V_{in}$ の大きさに依存して三角波の波形を変化させたが、電源電圧 $V_{in}$ の大きさに依存して誤差増幅器12に入力される基準電圧 $V_{ref}$ を変化させることにより、電源電圧 $V_{in}$ の変動の影響を除去することも可能である。

30

図6はこのように電源電圧 $V_{in}$ の大きさに依存して基準電圧 $V_{ref}$ を変化させる実施例を示す図であり、図に示すように、誤差増幅器12に基準電圧 $V_{ref}$ を供給する基準電圧発生回路6と基準電圧発生回路6から出力される基準電圧を変更する電圧変更回路7を備え、電圧変更回路7が電源電圧 $V_{in}$ を検出し、検出した電源電圧 $V_{in}$ の大きさに応じて基準電圧発生回路6から出力される基準電圧 $V_{ref}$ を変化させる。

#### 【0041】

例えば、電源電圧 $V_{in}$ が14.5V、PWMパルスのON DUTYが44%、誤差出力AMP OUTが1.09Vで、出力電圧 $V_{out}$ が5.63Vになっているとき、電源電圧が9Vに低下すると、基準電圧 $V_{ref}$ を変化させない場合には、PWMパルスのON DUTYが71%となるので、誤差出力AMP OUTは1.36V、出力電圧 $V_{out}$ は5.83Vに変動する。これに対し、電源電圧 $V_{in}$ が14.5Vから9Vに低下したとき、電圧変更回路7により基準電圧発生回路6からの基準電圧 $V_{ref}$ を1.25Vから1.2Vに変化させると、誤差出力AMP OUTが増加し、PWMパルスのON DUTYが自動的に大きくなるので、出力電圧 $V_{out}$ は変動せず、電源電圧 $V_{in}$ の変動前と同じ値5.63Vに保つことができる。

40

#### 【0042】

このように、理論計算または実験により、電源電圧 $V_{in}$ の各値に対して出力電圧 $V_{out}$ が一定となる基準電圧 $V_{ref}$ の値を求めてこの値を電圧変更回路7に記憶しておくことにより、電源電圧 $V_{in}$ が変動しても出力電圧 $V_{out}$ を一定に保つことができる。

50



なお、この場合、電源電圧  $V_{in}$  の各値毎に基準電圧  $V_{ref}$  を変化させるのではなく、電源電圧  $V_{in}$  が所定電圧変化する毎に基準電圧  $V_{ref}$  を変化させることにより、基準電圧  $V_{ref}$  を電源電圧  $V_{in}$  の変動に対して階段状に変化させれば、電圧変更回路 7 に記憶しておく基準電圧  $V_{ref}$  の値を少なくすることができる。

【実施例 3】

【0043】

また、電源電圧  $V_{in}$  の大きさに依存して抵抗分圧回路 3 の抵抗分圧比を変化させることにより、電源電圧  $V_{in}$  が変動しても出力電圧  $V_{out}$  を一定に保つことができる。

図 7 はこのように電源電圧  $V_{in}$  の大きさに依存して抵抗分圧回路 3 の抵抗分圧比を変化させる実施例を示す図であり、図に示すように、抵抗分圧回路 3 が可変抵抗  $R_{v1}$  と抵抗  $R_2$  よりなり、電源電圧  $V_{in}$  が入力される抵抗値変更回路 8 が電源電圧  $V_{in}$  の大きさに応じて可変抵抗  $R_{v1}$  の抵抗値を変化させる。なお、抵抗  $R_2$  は  $1\text{ k}$  の抵抗を有しているものとする。

10

【0044】

例えば、電源電圧  $V_{in}$  が  $14.5\text{ V}$ 、PWM パルスの ONDUTY が  $44\%$ 、誤差出力 AMPOUT が  $1.09\text{ V}$  で、出力電圧  $V_{out}$  が  $5.63\text{ V}$  となっているとき、電源電圧  $V_{in}$  が  $9\text{ V}$  に低下すると、抵抗分圧比を変化させない場合には、PWM パルスの ONDUTY が  $71\%$  となるので、誤差出力 AMPOUT は  $1.36\text{ V}$  で、出力電圧  $V_{out}$  は  $5.83\text{ V}$  に変動する。これに対し、電源電圧  $V_{in}$  が  $14.5\text{ V}$  から  $9\text{ V}$  に低下したとき、抵抗値変更回路 8 により可変抵抗  $R_{v1}$  の抵抗値を  $3.6\text{ k}$  から  $3.45\text{ k}$  に変化させると、抵抗分圧回路 3 の分圧比が大きくなり、抵抗分圧回路 3 の出力電圧が大きくなる。これにより、誤差出力 AMPOUT が増加し、PWM パルスの ONDUTY が自動的に大きくなるので、出力電圧  $V_{out}$  が変動せず、電源電圧  $V_{in}$  の変動前と同じ値  $5.63\text{ V}$  に保つことができる。

20

【0045】

このように、理論計算または実験により、電源電圧  $V_{in}$  の各値に対して出力電圧  $V_{out}$  が一定となる可変抵抗  $R_{v1}$  の抵抗値を求めてこの値を抵抗値変更回路 8 に記憶しておき、電源電圧  $V_{in}$  の変動に応じて抵抗分圧回路 3 の抵抗分圧比を切り替えることにより、電源電圧  $V_{in}$  の変動による出力電圧  $V_{out}$  の変動を防止することができる。

なお、この場合も上記と同様に、電源電圧  $V_{in}$  の各値毎に抵抗値を変化させるのではなく、電源電圧  $V_{in}$  が所定電圧変化する毎に抵抗値を変化させることにより、抵抗値を電源電圧  $V_{in}$  の変動に対して階段状に変化させれば、抵抗値変更回路 8 に記憶する抵抗値を少なくすることができる。

30

また、上記の実施例では抵抗分圧回路 3 の抵抗  $R_1$  を可変にしたが、抵抗  $R_2$  を可変にすることも可能である。

【実施例 4】

【0046】

さらに、電源電圧  $V_{in}$  と基準電圧  $V_{ref}$  の偏差に依存させて誤差増幅器 12 のゲインを変化させることにより、電源電圧  $V_{in}$  が変動しても、出力電圧  $V_{out}$  を一定に保つことができる。

図 8 はこのように電源電圧  $V_{in}$  と基準電圧  $V_{ref}$  に依存して誤差増幅器 12 のゲインを変化させる実施例を示す図であり、図に示すように、誤差増幅器 12 の帰還抵抗が可変抵抗  $R_{v2}$  となっており、また、電源電圧  $V_{in}$  と基準電圧  $V_{ref}$  が入力される抵抗値変更回路 8 を備え、上記と同様に、理論計算または実験により、電源電圧  $V_{in}$  と基準電圧  $V_{ref}$  との偏差の各値に対して出力電圧  $V_{out}$  が一定となる誤差増幅器 12 のゲインを求め、このゲインに対応した可変抵抗  $R_{v2}$  の抵抗値を抵抗値変更回路 8 に記憶しておき、電源電圧  $V_{in}$  の変動に応じて誤差増幅器 12 のゲインを切り替える。

40

【0047】

例えば、電源電圧  $V_{in}$  が低下したとき、誤差増幅器 12 のゲインを上げることにより、誤差増幅器 12 の誤差出力 AMPOUT が増加し、PWM パルスの ONDUTY が自動的に大きくなるので、電源電圧  $V_{in}$  が変動しても出力電圧  $V_{out}$  を一定に保つことができる。

50

この場合も、上記と同様に、電源電圧  $V_{in}$  と基準電圧  $V_{ref}$  の偏差の各値毎にゲインを変化させるのではなく、電源電圧  $V_{in}$  と基準電圧  $V_{ref}$  の偏差が所定値変化する毎にゲインを変化させることにより、ゲインを階段状に変化させることも可能である。

【0048】

なお、以上の実施例では、スイッチング回路として、トランジスタ  $Q$  とダイオード  $D$  よりなる回路を用い、出力回路として、コイル  $L$  とコンデンサ  $C$  よりなる出力回路を用いたが、スイッチング回路、出力回路として、様々な回路を使用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明のスイッチングレギュレータの実施例を示す図である。

10

【図2】図1のスイッチングレギュレータの動作波形を示す図である。

【図3】図1のスイッチングレギュレータの他の実施例の動作波形を示す図である。

【図4】図1のスイッチングレギュレータのさらに他の実施例の動作波形を示す図である。

【図5】本発明のスイッチングレギュレータの他の実施例を示す図である。

【図6】本発明のスイッチングレギュレータのさらに他の実施例を示す図である。

【図7】本発明のスイッチングレギュレータのさらに他の実施例を示す図である。

【図8】本発明のスイッチングレギュレータのさらに他の実施例を示す図である。

【図9】従来のスイッチングレギュレータを示す図である。

【図10】図9のスイッチングレギュレータの動作波形を示す図である。

20

【図11】電源電圧の変動による出力電圧の変動状態を示す図である。

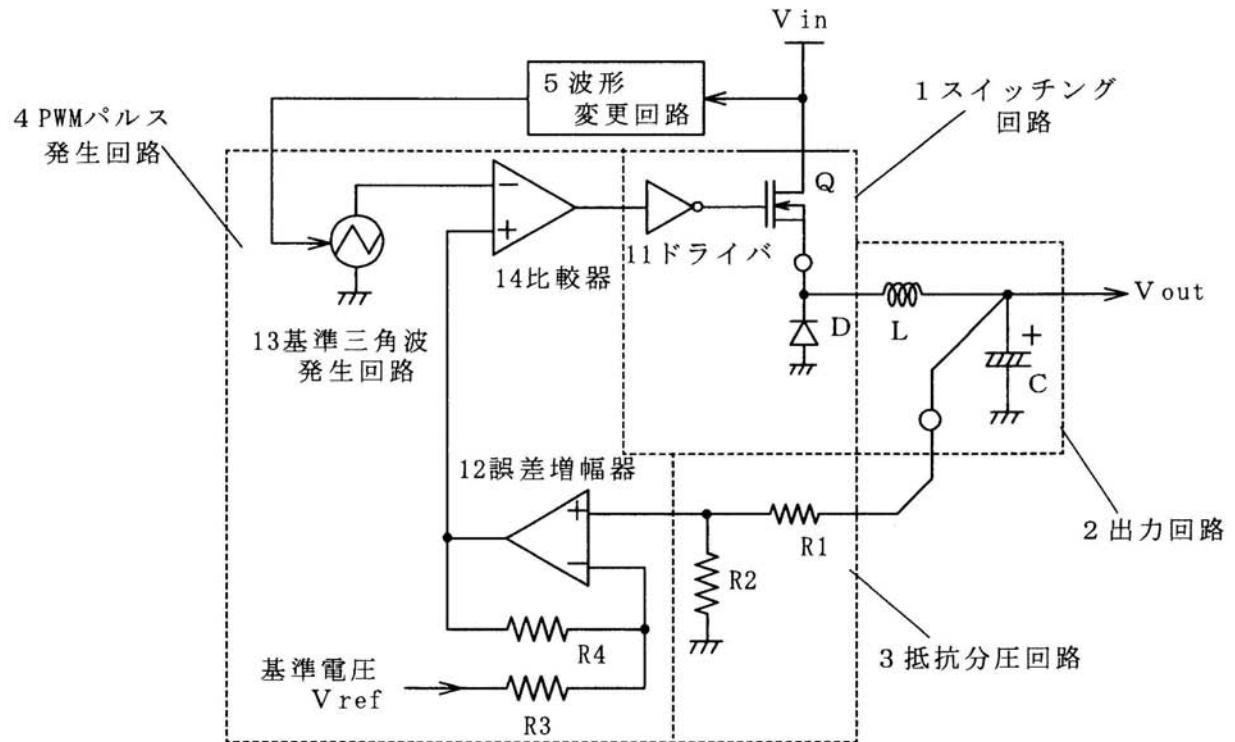
【符号の説明】

【0050】

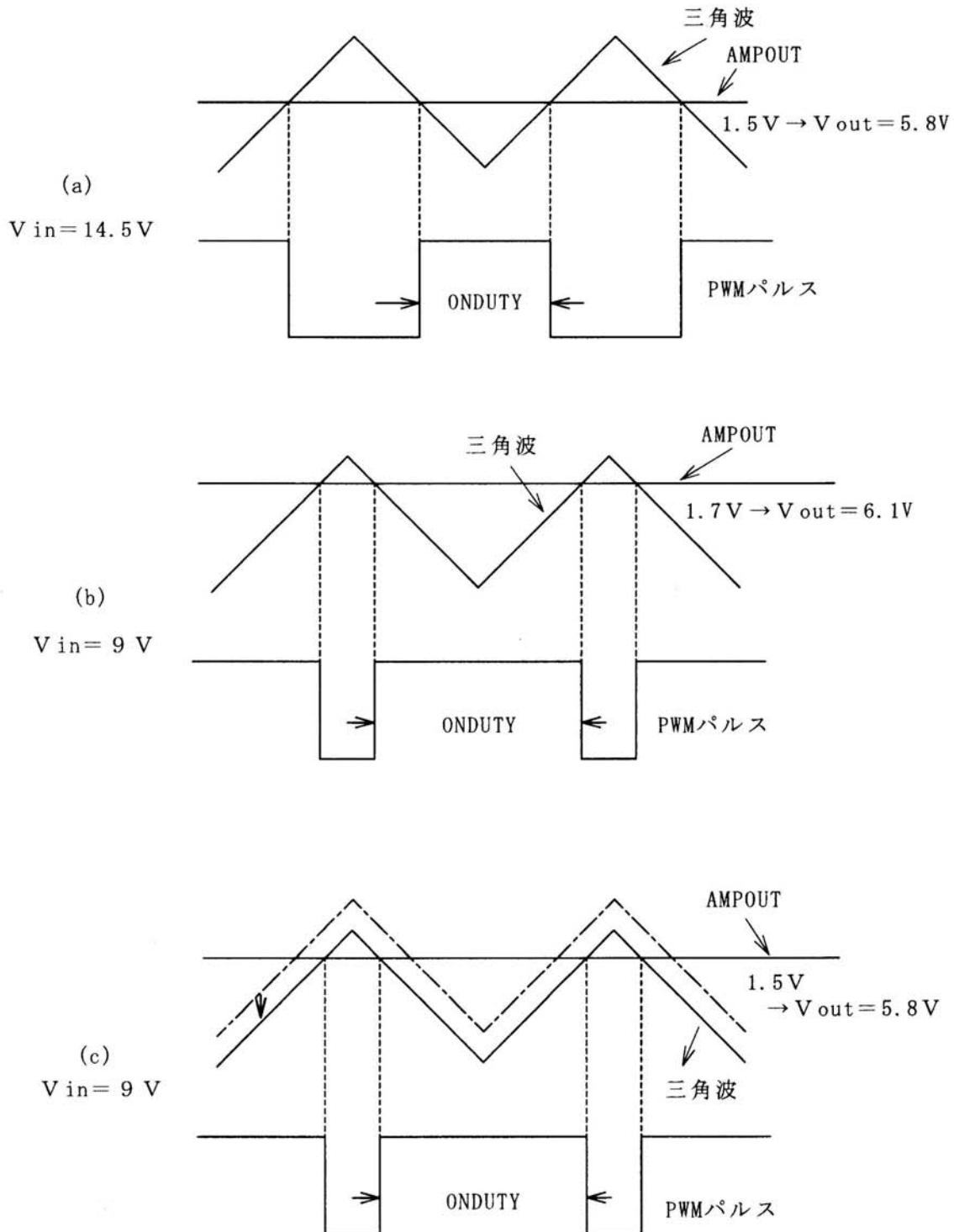
- 1 スwitchング回路
- 2 出力回路
- 3 抵抗分圧回路
- 4 PWMパルス発生回路
- 5 波形変更回路
- 6 基準電圧発生回路
- 7 電圧変更回路
- 8 抵抗値変更回路
- 11 ドライバ
- 12 誤差増幅器
- 13 基準三角波発生回路
- 14 比較器

30

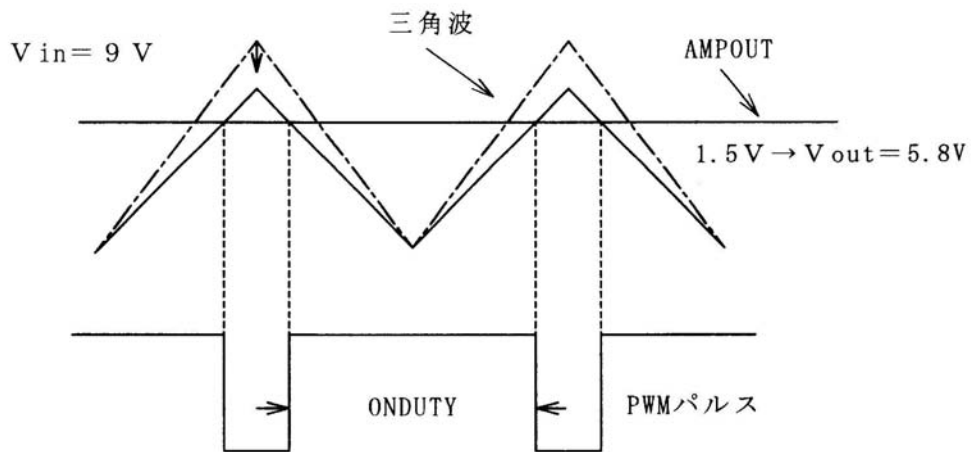
【 図 1 】



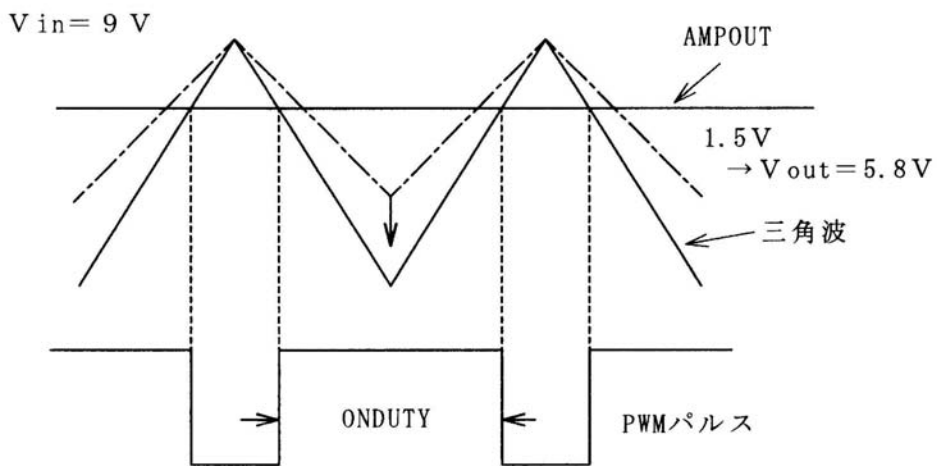
【 図 2 】



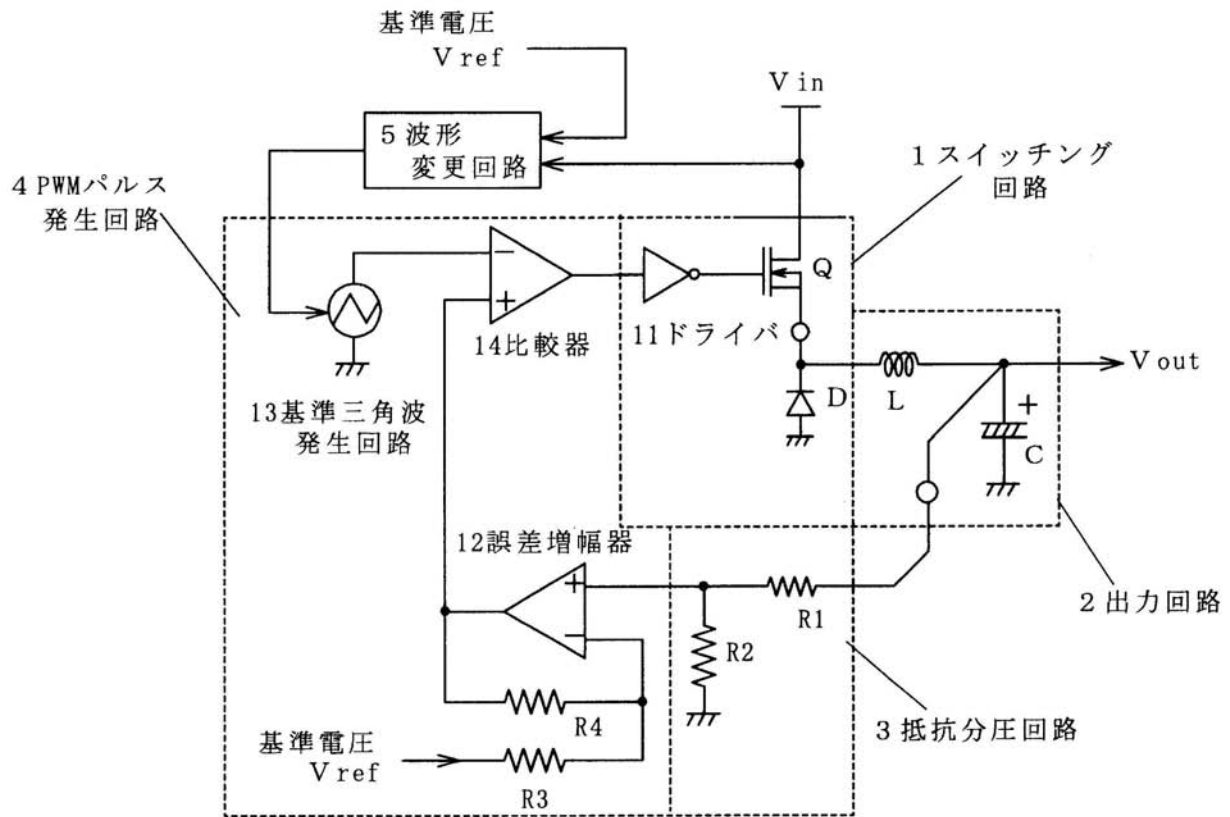
【図 3】



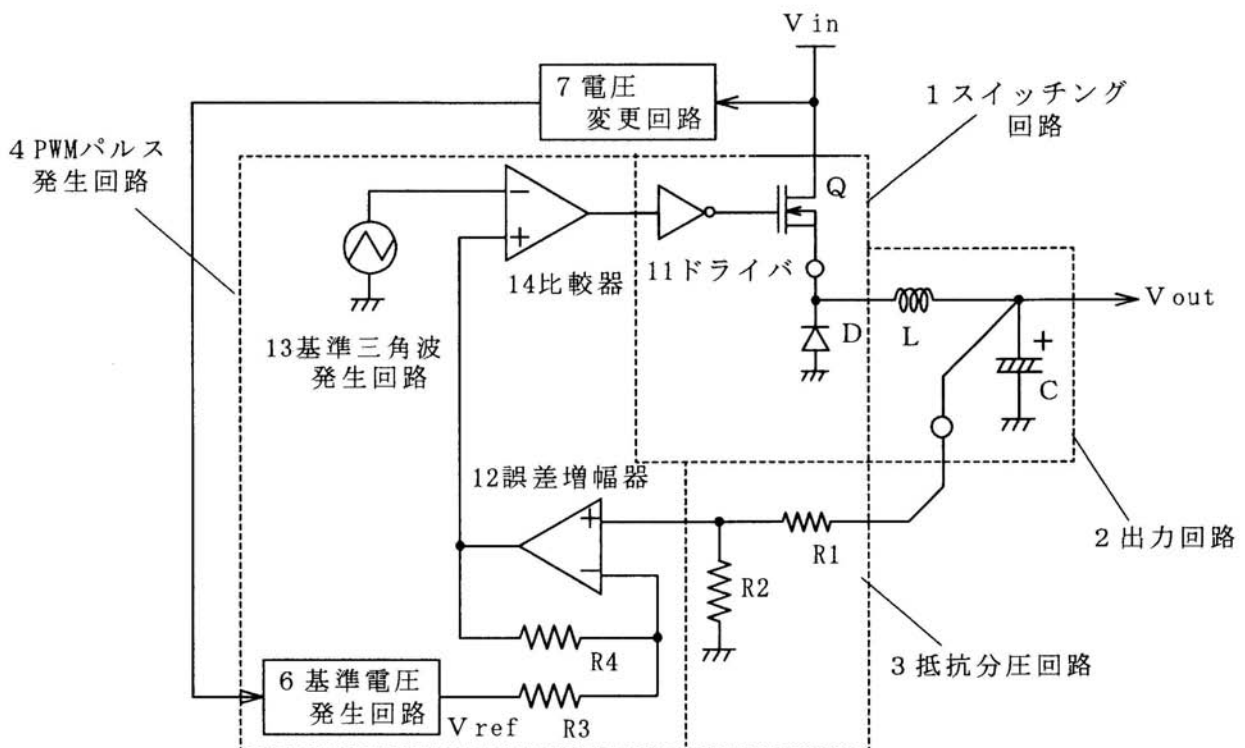
【図 4】



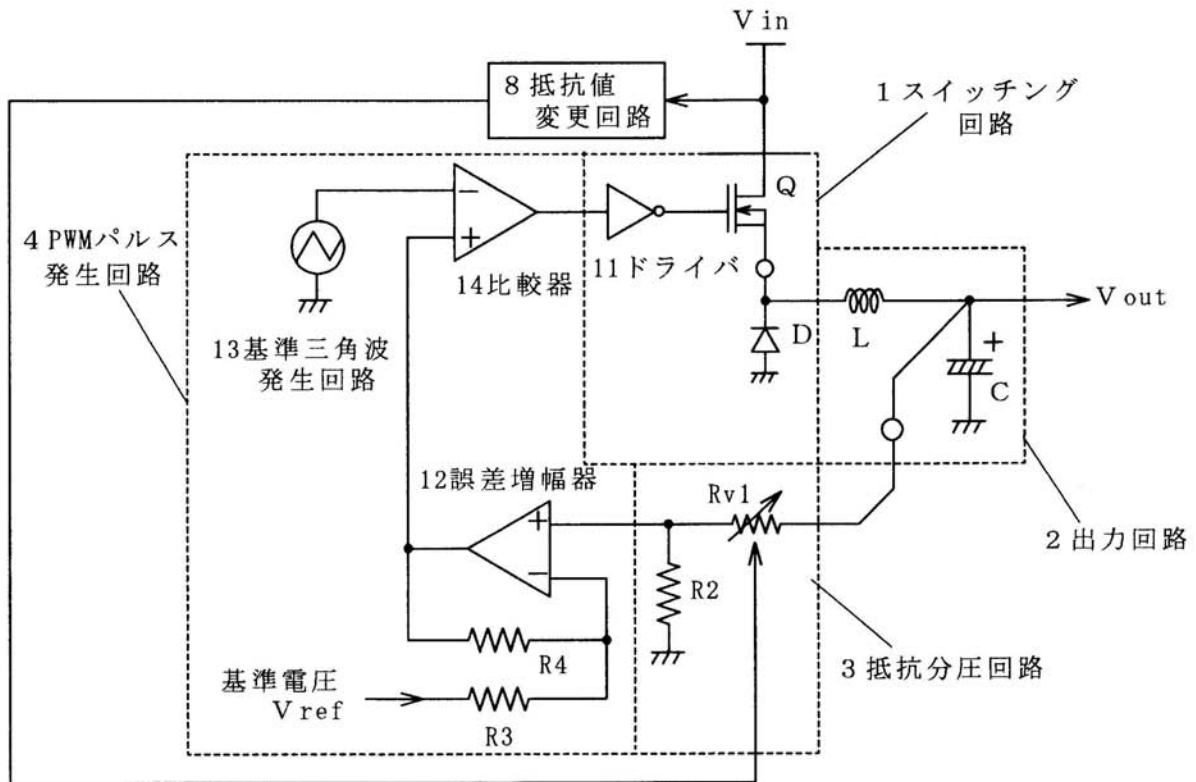
【図5】



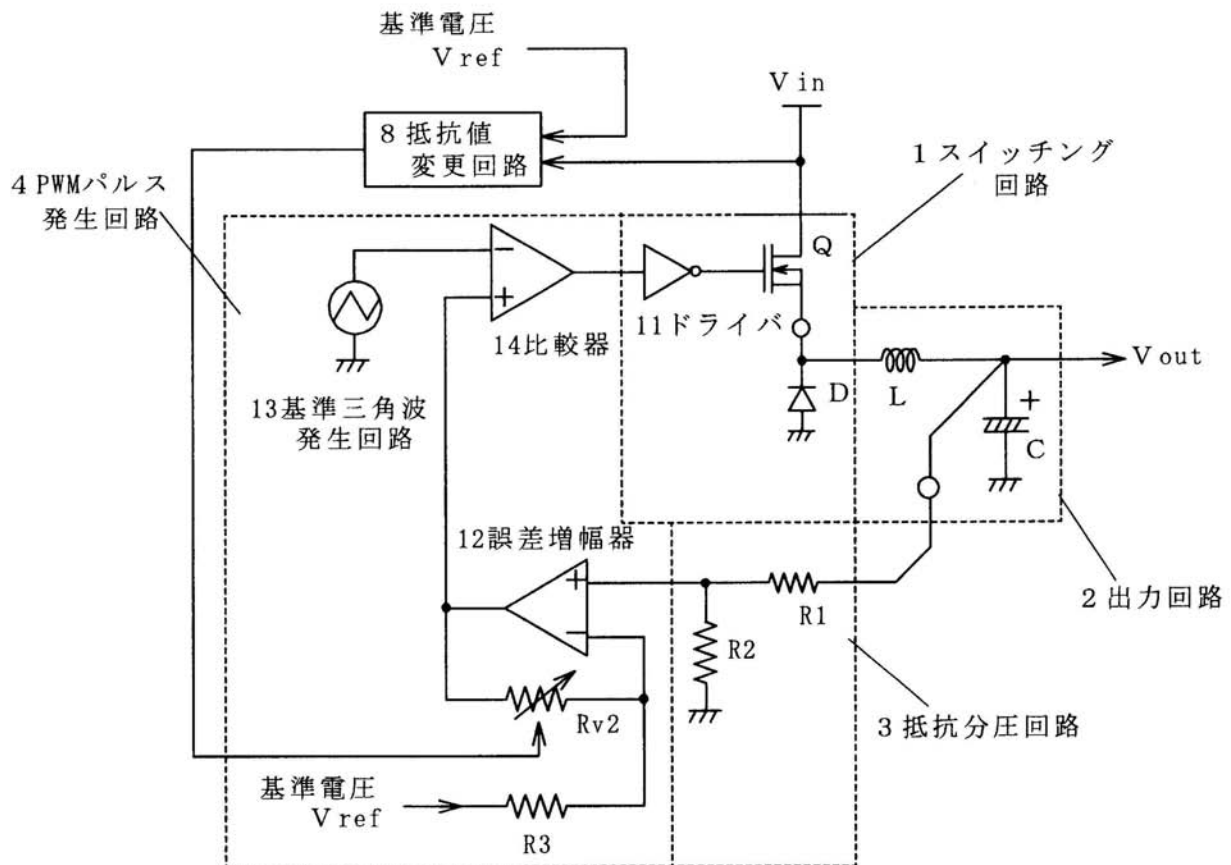
【図6】



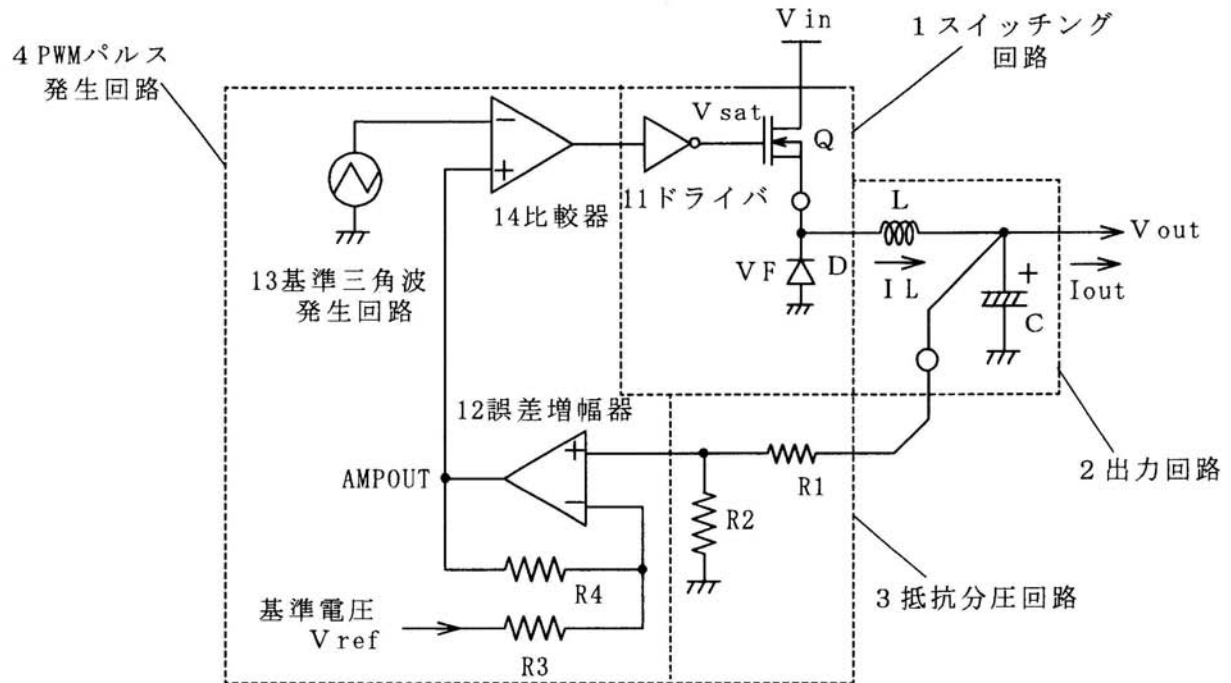
【図7】



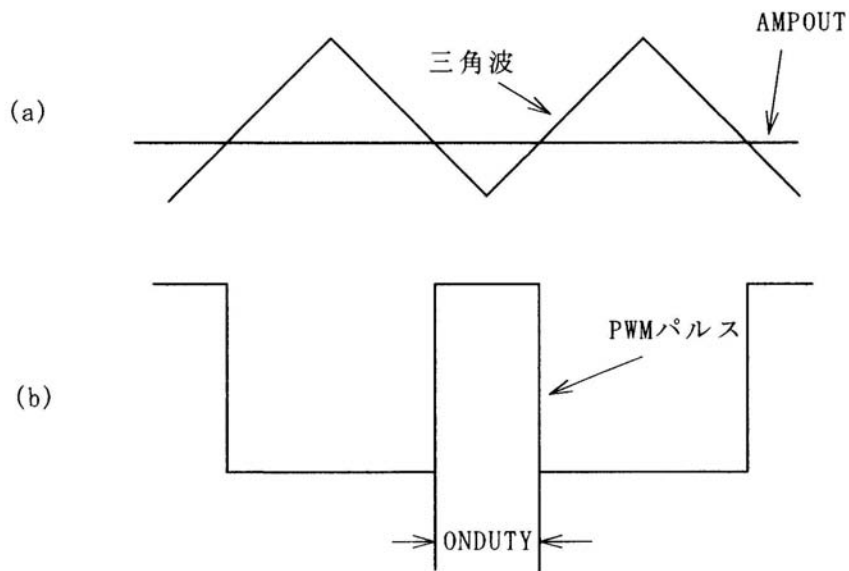
【図8】



【図 9】



【図 10】





【図 1 1】

