

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4309074号  
(P4309074)

(45) 発行日 平成21年8月5日(2009.8.5)

(24) 登録日 平成21年5月15日(2009.5.15)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>H02J</b>	<b>9/06</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02J</b>	<b>9/06</b>	<b>504A</b>
<b>G01R</b>	<b>19/165</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G01R</b>	<b>19/165</b>	<b>R</b>

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2001-137408 (P2001-137408)	(73) 特許権者	000144544 レンシップ株式会社 岐阜県本巣市上保1260番地の2
(22) 出願日	平成13年5月8日(2001.5.8)	(74) 代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣
(65) 公開番号	特開2002-335624 (P2002-335624A)	(74) 代理人	100105957 弁理士 恩田 誠
(43) 公開日	平成14年11月22日(2002.11.22)	(72) 発明者	杉江 博典 岐阜県本巣郡糸貫町上保1260番地の2 株式会社 三陽電機製作所 糸貫事業場 内
審査請求日	平成20年3月7日(2008.3.7)	審査官	杉田 恵一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電流検出方法、及び電源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

交流電源及び直流電源が供給され、その交流電源又は直流電源からの電源電圧に基づいて動作する電源装置に備えられ、前記直流電源からスイッチング素子に流れる電流を、該スイッチング素子と絶縁された交流用の電流検出器にて検出する電流検出方法において、前記電流検出器は、前記スイッチング素子に流れる第1の電流と、前記直流電源から流れ、且つ前記第1の電流と相反する方向に流れる第2の電流とを検出し、前記第1の電流値を前記第2の電流値にて補正する電流検出方法。

10

【請求項2】

前記電流検出器は、前記スイッチング素子を実装した基板の第1の配線に流れる前記第1の電流を検出するとともに、前記第1の配線に対して平行に配設された第2の配線に流れる前記第2の電流を検出することを特徴とする請求項1に記載の電流検出方法。

【請求項3】

前記第1の電流は、前記スイッチング素子の駆動により流れる直流パルス電流であり、前記第2の電流は、前記直流パルス電流に含まれるリップル電流をコンデンサにより吸収して平滑した直流電流であることを特徴とする請求項1又は2に記載の電流検出方法。

20

**【請求項 4】**

交流電源及び直流電源が供給され、その交流電源又は直流電源からの電源電圧に基づいて動作する電源装置において、

前記直流電源からスイッチング素子に流れる第 1 の電流と、

前記直流電源から流れ、且つ前記第 1 の電流と相反する方向に流れる第 2 の電流とを検出し、

前記第 1 の電流値を前記第 2 の電流値にて補正した検出信号を出力する交流用の電流検出器を備えたことを特徴とする電源装置。

**【請求項 5】**

前記電流検出器は、前記スイッチング素子と絶縁されていることを特徴とする請求項 4 に記載の電源装置。

10

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、電流検出方法、及び電源装置に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

パソコン等に内蔵される電源装置は、電源投入時には交流電源から供給される交流電圧を AC - DC コンバータで直流電圧に変換してパソコン本体に駆動電源を供給し、同時にバックアップ装置に搭載される二次電池を充電する。

20

**【0003】**

一方、例えば停電等の不測の事態により交流電源が電源装置に供給されなくなった場合、該電源装置はバックアップ装置の二次電池（直流電源）を使用して DC - DC コンバータでパソコン本体を駆動する。

**【0004】**

即ち、電源装置は、その駆動回路を交流電源に基づいて駆動させるための第 1 スwitchング素子と、直流電源に基づいて駆動させるための第 2 スwitchング素子とを備えている。

**【0005】**

このため、電源装置には、第 1 スwitchング素子に流れる電流を検出する電流検出器と、第 2 スwitchング素子に流れる電流を検出する電流検出器とが別々に設けられている。そして、電源装置は、各電流検出器からの検出信号に基づいて第 1 及び第 2 スwitchング素子を停止させ、定格以上の電流（過電流）が流れることを防止している。

30

**【0006】**

従来、上記のようなバックアップ装置を有する電源装置においては、交流電源から第 1 スwitchング素子に流れる電流を検出する電流検出器としてシャント抵抗が用いられている。シャント抵抗は、安価な部品であるため電源装置を安価に構成することができる。

**【0007】**

しかしながら、直流電源から第 2 スwitchング素子に流れる電流を検出する電流検出器としてシャント抵抗を用いた場合、該直流電源と第 2 スwitchング素子をオンオフ制御する駆動回路とが絶縁されているため、それら絶縁間で信号の受け渡しを行う回路が別途必要となる。その結果、電源装置を安価に構成することができなかった。

40

**【0008】**

そこで、直流電源からの電流を検出する電流検出器として、直流用の電流検出器あるいは交流用の電流検出器を用いる方法がある。

しかしながら、直流用の電流検出器は高価であるため、電源装置を安価に構成することができないという問題がある。一方、交流用の電流検出器は安価であるため、電源装置を安価に構成することができる。従って、直流電源からの電流を検出する電流検出器には、一般的に交流用の電流検出器が用いられている。

**【0009】**

**【発明が解決しようとする課題】**

50

ところが、交流用の電流検出器で直流パルス電流を検出しようとした場合、負荷変動時の出力特性が不安定となるため、実際には過電流でないにもかかわらず過電流と検出してしまう場合がある。

【0010】

即ち、バックアップ装置を備える電源装置においては、電源装置に供給される電源が交流電源から直流電源に切り替えられた際、該直流電源から供給される電流の増加分によりあたかも負荷変動した状態となる。

【0011】

従って、バックアップ装置起動時を含む負荷変動時には、電流検出器が誤って過電流を検出するため、電流検出を精度良く行うことができなかった。このため、従来では直流パルス電流が流れる第2スイッチング素子の電流定格を大きくすることで過電流と判定されるレベルを引き上げ、負荷変動時の誤判定に対応するように構成されていた。

10

【0012】

本発明は、上述した問題点を解消するためになされたものであって、その目的は電流検出精度を向上させ得る電流検出方法、及び電源装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明によれば、交流用の電流検出器は、スイッチング素子に流れる第1の電流と、直流電源から流れ、且つ第1の電流と相反する方向に流れる第2の電流とを検出する。そして、電流検出器は、第1の電流値を第2の電流値にて補正する。このように相反する方向に流れる第1及び第2の電流を検出する方法では、スイッチング素子に流れる電流の検出精度を高めることができる。

20

【0014】

請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の作用に加え、電流検出器は、スイッチング素子を実装した基板の第1の配線に流れる第1の電流を検出する。さらに、電流検出器は、前記第1の配線に対して平行に配設された第2の配線に流れる前記第2の電流を検出する。このような電流検出方法では、スイッチング素子に流れる電流の検出精度を高めることができる。

【0015】

請求項3に記載の発明によれば、請求項1又は2に記載の発明の作用に加え、電流検出器は、スイッチング素子の駆動により流れる直流パルス電流を、該直流パルス電流に含まれるリップル電流をコンデンサにより除いた直流電流に基づいて補正する。このような電流検出方法では、スイッチング素子に流れる電流の検出精度を高めることができる。

30

【0016】

請求項4に記載の発明によれば、電源装置は直流電源からスイッチング素子に流れる第1の電流と、第1の電流と逆向きに流れる第2の電流とを検出し、第1の電流値を第2の電流値にて補正した検出信号を出力する交流用の電流検出器を備える。このような電源装置では、その電流検出器によりスイッチング素子に流れる電流を高精度で検出し、過電流を防止する。

【0017】

請求項5に記載の発明によれば、請求項4に記載の発明の作用に加え、電源装置に設けられる電流検出器は、絶縁されたスイッチング素子に流れる電流値を高精度で検出し、過電流を防止する。

40

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図1及び図2に従って説明する。

図1は、電源装置の概略構成図を示す。

【0019】

電源装置1は、基板10上に第1のノイズフィルタ11、全波整流回路12、突入防止回路13、昇圧チョッパ14、充電回路16、及びインバータ20を備える。インバータ2

50

0 は、駆動回路 2 2、第 1 のトランス 2 3、第 1 のトランジスタ（第 1 のスイッチング素子）2 4、第 2 のトランジスタ（第 2 のスイッチング素子）2 5 を含む。また、電源装置 1 は、基板 1 0 上に、第 1 及び第 2 のトランジスタ 2 4、2 5 に対応して第 1 及び第 2 の電流検出器 2 1 a、2 1 b を備える。尚、本実施形態では、第 1 及び第 2 のトランジスタ 2 4、2 5 は、n チャネル MOS トランジスタで構成されている。

**【 0 0 2 0 】**

第 1 のノイズフィルタ 1 1 は、交流電源 1 7 から出力される交流電圧に重畳したノイズを除去し、平滑化した交流電源を全波整流回路 1 2 に出力する。全波整流回路 1 2 は、第 1 のノイズフィルタ 1 1 により平滑化された交流電圧を整流して直流電圧を生成し、その直流電圧を突入防止回路 1 3 に出力する。突入防止回路 1 3 は、その全波整流回路 1 2 の出力電圧が定常状態となるまでの期間、即ち電源投入直後の過渡期間に突入電流が流れるのを防止する。そして、昇圧チョッパ 1 4 は、突入防止回路 1 3 の出力電圧を昇圧した電圧をトランス 3 0 に出力する。

10

**【 0 0 2 1 】**

第 1 の電流検出器 2 1 a は例えばシャント抵抗にて構成され、交流電源 1 7 から第 1 のトランジスタ 2 4 に流れる電流を検出する。即ち、第 1 の電流検出器 2 1 a は、第 1 のトランジスタ 2 4 のソースに接続され、その第 1 のトランジスタ 2 4 のソースは駆動回路 2 2 に接続される。従って、第 1 の電流検出器 2 1 a の検出信号は、駆動回路 2 2 に出力される。

**【 0 0 2 2 】**

基板 1 0 の外部に設けられる第 2 のノイズフィルタ 1 5 は、例えば鉛蓄電池等の複数個の二次電池が直列に接続されてなる直流電源 1 8 のプラス側端子及びマイナス側端子に接続される。

20

**【 0 0 2 3 】**

そして、直流電源 1 8 から第 2 のトランジスタ 2 5 に流れる電流は、第 2 の電流検出器 2 1 b により検出される。また、直流電源 1 8 は充電回路 1 6 に接続されていて、該直流電源 1 8 による電源非供給時には充電回路 1 6 により充電される。

**【 0 0 2 4 】**

インバータ 2 0 の第 1 のトランス 2 3 は、一次側巻線 2 6、第 1 及び第 2 の二次側巻線 2 7 a、2 7 b から構成され、一次側巻線 2 6 の両端は駆動回路 2 2 に接続される。第 1 の二次側巻線 2 7 a の一端は第 1 のトランジスタ 2 4 のゲートに接続され、他端は同第 1 のトランジスタ 2 4 のソースに接続される。この第 1 のトランジスタ 2 4 のソースは、上記したように第 1 の電流検出器 2 1 a（シャント抵抗）を介して交流用のグラウンドに接地される。同様に、第 2 の二次側巻線 2 7 b の一端は第 2 のトランジスタ 2 5 のゲートに接続され、他端は同第 2 のトランジスタ 2 5 のソースに接続される。この第 2 のトランジスタ 2 5 のソースは直流用のグラウンドに接地される。そして、これら第 1 及び第 2 のトランジスタ 2 4、2 5 のドレインは第 2 のトランス 3 0 に接続される。

30

**【 0 0 2 5 】**

第 2 のトランス 3 0 は、第 1 及び第 2 の一次側巻線 3 1 a、3 1 b、電圧励起巻線 3 2、第 1 ~ 第 3 の二次側巻線 3 3 a ~ 3 3 c から構成される。

40

第 1 の一次側巻線 3 1 a の一端は第 1 のトランジスタ 2 4 のドレインに接続され、他端は昇圧チョッパ 1 4 に接続される。第 2 の一次側巻線 3 1 b の一端は第 2 のトランジスタ 2 5 のドレインに接続され、他端は配線 L 1 を介して電解コンデンサ 3 4 のプラス側端子に接続されるとともにヒューズ 3 5 の一端に接続される。このヒューズ 3 5 の他端は、配線 L 2 を介して第 2 のノイズフィルタ 1 5 に接続される。

**【 0 0 2 6 】**

また、交流電源 1 7 から供給される電源に基づいて第 1 の一次側巻線 3 1 a に発生する電圧により、電圧励起巻線 3 2 に動作電圧 V a が発生する。同様に、直流電源 1 8 から供給される電源に基づいて第 2 の一次側巻線 3 1 b に発生する電圧により、電圧励起巻線 3 2 に動作電圧 V a が発生する。そして、電圧励起巻線 3 2 に発生した動作電圧 V a は駆動回

50

路 2 2 に供給される。

【 0 0 2 7 】

上記第 2 の電流検出器 2 1 b は、この駆動回路 2 2 により制御される交流用の電流検出器である。第 2 の電流検出器 2 1 b は、リップル電流を吸収する電解コンデンサ 3 4 と第 2 のトランジスタ 2 5 とを接続する第 1 の配線（プリントパターン）L 1 の近傍に配置され、その第 1 の配線 L 1 を介して直流電源 1 8 から第 2 のトランジスタ 2 5 に流れる直流パルス電流 I a（第 1 の電流）を検出する。

【 0 0 2 8 】

また、第 2 のノイズフィルタ 1 5 と電解コンデンサ 3 4 との間の第 2 の配線（第 2 のノイズフィルタ 1 5 と基板間の間のハーネス）L 2 は、第 2 の電流検出器 2 1 b の近傍にて上記第 1 の配線 L 1 と平行に配置固定されている。即ち、第 2 の配線 L 2 は、基板 1 0 上に設けられた接続点 P 1 に対して接続されている。

10

【 0 0 2 9 】

さらに、この第 2 の配線 L 2 は、該第 2 の配線 L 2 に流れる電流の向きが第 1 の配線 L 1 のそれと逆方向となるようにして配置固定されている。従って、第 2 の電流検出器 2 1 b は、第 2 の配線 L 2 に流れる直流電流 I b（第 2 の電流）をも検出する。

【 0 0 3 0 】

即ち、第 2 の電流検出器 2 1 b は、両配線 L 1 , L 2 に互いに逆方向に流れる第 1 及び第 2 の電流 I a , I b を検出する。第 1 の電流 I a は、第 2 のトランジスタ 2 5 の駆動に基づく直流パルス電流 I a である。第 2 の電流 I b は、その直流パルス電流 I a から電解コンデンサ 3 4 によってリップル電流を除いた電流（直流電流 I b）であり、この値は直流パルス電流 I a の直流変動分と略等しい。従って、後述するように、第 2 の電流検出器 2 1 b は、直流パルス電流 I a の検出波形から直流電流 I b の検出波形を減算した波形を持つ信号を駆動回路 2 2 に出力する。

20

【 0 0 3 1 】

第 2 のトランス 3 0 の第 1 ~ 第 3 の二次側巻線 3 3 a ~ 3 3 c には整流回路 3 6 ~ 3 8 が接続され、これら整流回路 3 6 ~ 3 8 は、第 1 ~ 第 3 の二次側巻線 3 3 a ~ 3 3 c に励起された電圧から例えば + 5 V , + 1 2 V , + 2 4 V の直流電圧をそれぞれ生成する。

【 0 0 3 2 】

整流回路 3 6 には三端子レギュレータ 3 9 , 4 0 が接続され、この三端子レギュレータ 3 9 , 4 0 は、整流回路 3 6 にて生成される直流電圧から例えば - 5 V , - 1 2 V の電圧をそれぞれ生成する。

30

【 0 0 3 3 】

また、整流回路 3 6 には電圧制御回路 4 1 が接続され、この電圧制御回路 4 1 の出力信号はインバータ 2 0 に入力される。同様に、整流回路 3 7 , 3 8 には電圧制御回路 4 2 , 4 3 が接続され、これら電圧制御回路 4 2 , 4 3 の出力信号は整流回路 3 7 , 3 8 に入力される。これにより、各整流回路 3 6 ~ 3 8 から出力される直流電圧の変動は抑制される。

【 0 0 3 4 】

次に、上記のように構成される電源装置 1 の作用を説明する。

通常、電源装置 1 は交流電源 1 7 から供給される電源によって動作している。即ち、電源投入時には、交流電源 1 7 から昇圧チョッパ 1 4 に電源が供給されて該昇圧チョッパ 1 4 が動作し、これによりインバータ 2 0 の駆動回路 2 2 に動作電圧 V a が供給される。

40

【 0 0 3 5 】

すると、この駆動回路 2 2 からの駆動信号により第 1 のトランス 2 3 を介して第 1 及び第 2 トランジスタ 2 4 , 2 5 がともにオンし、そのオンしたトランジスタ 2 4 , 2 5 により第 2 のトランス 3 0 の第 1 の一次側巻線 3 1 a に電圧が印加される。これにより、電圧励起巻線 3 2 には、上記昇圧チョッパ 1 4 にて生成される動作電圧 V a よりも電圧の高い動作電圧 V a が励起され、駆動回路 2 2 は、昇圧チョッパ 1 4 及び電圧励起巻線 3 2 の両方から供給される動作電圧 V a によって駆動する。ちなみに、このとき直流電源 1 8 から電源は供給されない。

50

## 【0036】

第2のトランス30が駆動されると、第1～第3の二次側巻線33a～33cに電圧が励起され、これにより直流電圧(-5V, -12V, +5V, +12V, +24V,)が生成されて電源装置1に接続される負荷に電源が供給される。尚、このとき電源装置1は充電回路16により直流電源18を充電する。

## 【0037】

次いで、電源投入後に例えば停電等により、交流電源17からの電源供給が遮断される場合には、電源装置1は直流電源18から供給される電源によって引き続き動作する。即ち、交流電源17からの電源が遮断されると、直流電源18から第2のトランジスタ25に電力が供給され、これにより第2のトランス30が引き続き駆動される。

10

## 【0038】

従って、前記同様にして第1～第3の二次側巻線33a～33cに電圧が励起され、これにより直流電圧が生成されて負荷に対し電源が供給される。

今、例えば時刻t1にて電源装置1に供給される電源が交流電源17から直流電源18に切り替わったとする(図2参照)。すると、このとき第2のトランジスタ25に供給される電流が直流電源18から流れる電流分により増加するため、負荷変動した状態と等価な状態となる。そして、このように負荷変動が生じたとき、第2のトランジスタ25を流れる直流パルス電流Iaを検出する第2の電流検出器21bの出力は不安定な電圧になる。

## 【0039】

図2(a)は、第2の電流検出器21bにより検出される直流パルス電流Iaを電圧変換した負荷変動時(時刻t1)の状態を示す検出波形図である。

20

同図に示すように、時刻t1にて負荷変動した直後、即ち最小負荷状態における直流パルス電流Iaの波高値は、定常状態、即ち定格負荷状態のそれよりも高くなる。このため、直流パルス電流Iaの負荷変動直後における検出波形は、第2の電流検出器21bの過電流検出レベルVtを越える波形となり、その後定常状態になると0Vを中点とした波形となる。

## 【0040】

図2(b)は、第2の電流検出器21bにより検出される直流電流Ibを電圧変換した同じく負荷変動時(時刻t1)の状態を示す検出波形図である。

同図に示すように、時刻t1にて負荷変動した直後の直流電流Ibの波高値は、直流パルス電流Iaと同様に、定常状態のそれよりも高くなる。ちなみに、直流電流Ibは、上記したように直流パルス電流Iaに含まれるリップル電流が電解コンデンサ34により吸収された直流電流であるため、その検出波形は曲線で示される。つまり、図2(b)に示す直流電流Ibの検出波形は、図2(a)に示す直流パルス電流Iaのうち略直流変動分を示す波形となる。

30

## 【0041】

ところで、上記したように、これら直流パルス電流Iaと直流電流Ibは、第2の電流検出器21bに対し互いに逆向きに流れる。従って、第2の電流検出器21bは、図2(c)に示すように直流パルス電流Iaの検出波形から直流電流Ibの検出波形を差し引いた波形を持つ信号を駆動回路22に出力する。すなわち、このように直流パルス電流Iaの検出波形を直流電流Ibの検出波形により補正することで、同図に示すように負荷変動直後において、その検出波形は第2の電流検出器21bの過電流検出レベルVtを越えない。従って、第2の電流検出器21bは、負荷変動時に過電流を検出しない。

40

## 【0042】

以上記述したように、本実施の形態によれば、以下の効果を奏する。

(1)第2の電流検出器21bは、第2のトランジスタ25を流れる直流パルス電流Iaと、該直流パルス電流Iaと逆向きに流れ、且つ電解コンデンサ34によって直流パルス電流Iaに含まれるリップル電流を除いた直流電流Ibとを検出する。すなわち、第2の電流検出器21bの検出信号は、直流パルス電流Iaの検出波形から直流電流Ibの検出波形を略減算した波形となる。これにより、負荷変動時に、第2の電流検出器21bの検

50

出波形が該電流検出器 2 1 b の過電流検出レベル  $V_t$  を越えないため、検出精度を向上させることができる。

【0043】

(2) 第2の電流検出器 2 1 b は、交流用の電流検出器にて構成されるため、過電流保護回路として電流検出精度の高い電流検出器 2 1 b を備えた電源装置 1 を安価に製造することができる。

【0044】

尚、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、以下のように実施してもよい。

・図1に示す電源装置 1 は、本発明を具体化する一構成例であり、この構成に限られるものではない。

10

【0045】

・第2の配線 L 2 は、第2の電流検出器 2 1 b が互いに逆向きに流れる直流パルス電流  $I_a$  及び直流電流  $I_b$  を検出可能とするように基板に設けられた第1の配線 L 1 に接続するようにしてもよい。

【0046】

上記実施形態をまとめると、以下のようになる。

(1) 前記電流検出器は、

前記スイッチング素子を実装した基板の第1の配線に流れる前記第1の電流を検出するとともに、

前記第1の配線に対して平行に配設した第2の配線に流れる前記第2の電流を検出することを特徴とする請求項4又は5に記載の電源装置。

20

【0047】

(2) 前記第1の電流は、前記スイッチング素子の駆動により流れる直流パルス電流であって、

前記スイッチング素子を実装した基板の第1の配線と、該第1の配線に対して平行に配設された第2の配線との接続端にはコンデンサを設け、

前記第2の電流は、前記直流パルス電流に含まれるリップル電流を前記コンデンサにより吸収して平滑した直流電流であることを特徴とする請求項4又は5に記載の電源装置。

【0048】

(3) 交流電源及び直流電源が供給され、その交流電源又は直流電源に基づいてトランスの一次巻線を駆動制御し、該トランスの二次巻線の誘起電流を整流して直流電源を生成する電源装置であって、

30

前記交流電源に基づいて前記トランスを駆動制御する第1のスイッチング素子と、

前記直流電源に基づいて前記トランスを駆動制御する第2のスイッチング素子と、

前記第1のスイッチング素子に流れる電流を検出する第1の電流検出器と、

前記第2のスイッチング素子に流れる電流を検出する第2の電流検出器と

を備え、

前記第2の電流検出器は交流用の電流検出器であり、

前記直流電源から第2のスイッチング素子に流れる第1の電流と、

前記直流電源から流れ、且つ前記第1の電流と相反する方向に流れる第2の電流とを検出し、

40

前記第1の電流値を前記第2の電流値にて補正した検出信号を出力することを特徴とする電源装置。

【0049】

【発明の効果】

以上記述したように、この発明は、電流検出精度を向上させ得る電流検出方法、及び電源装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施形態の電源装置を示す概略構成図である。

【図2】 電流検出器により検出される直流パルス電流、直流電流、及び直流パルス電流

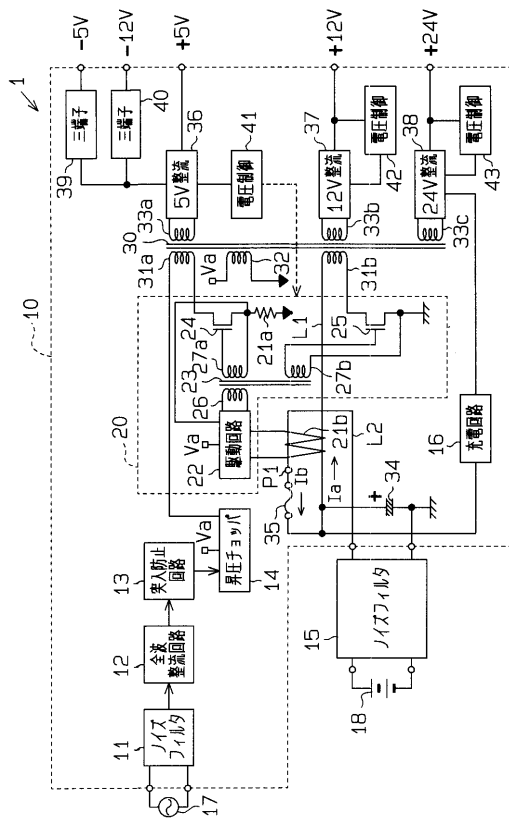
50

の補正後を示す検出波形図である。

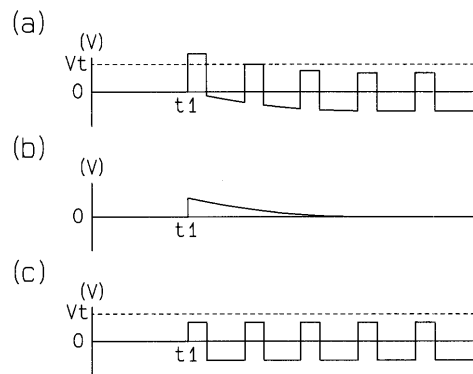
【符号の説明】

- 1 電源装置
- 17 交流電源
- 18 直流電源
- 21b 交流用の電流検出器
- 25 スwitching素子(第2のトランジスタ)
- Ia 第1の電流(直流パルス電流)
- Ib 第2の電流(直流電流)

【図1】



【図2】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭63-167677(JP,A)  
特開平2-87976(JP,A)  
特開平3-256566(JP,A)  
実開昭62-115743(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 19/165  
H02H 3/08  
H02J 9/06  
H02M 7/48