



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類6 H02P 3/18, 3/101</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO96/34450</p> <p>(43) 国際公開日 1996年10月31日(31.10.96)</p>
--	-----------	---

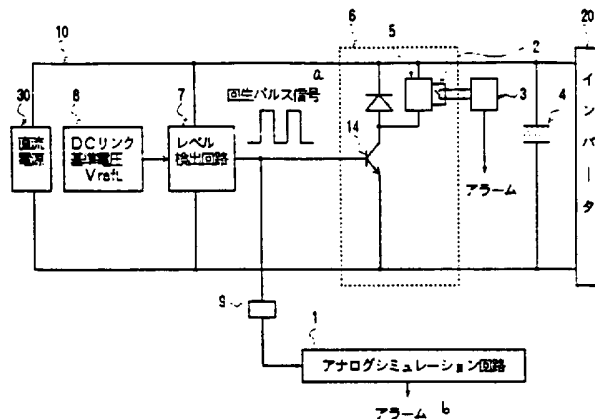
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP96/01185 (22) 国際出願日 1996年4月30日(30.04.96)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平7/127507 1995年4月28日(28.04.95) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ファナック株式会社(FANUC LTD)[JP/JP] 〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 Yamanashi, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 鈴木直行(SUZUKI, Naoyuki)[JP/JP] 堀越眞一(HORIKOSHI, Shinichi)[JP/JP] 〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草3527-1 ファナック第3ヴィラカラマツ Yamanashi, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 竹本松司, 外(TAKEMOTO, Shoji et al.) 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目23番10号 山縣ビル2階 Tokyo, (JP)</p>	<p>(81) 指定国 JP, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
---	---

(54) Title : METHOD AND DEVICE FOR PROTECTING REGENERATING RESISTOR OF SERVO MOTOR FOR DRIVING INVERTER

(54) 発明の名称 サーボモータを駆動するインバータの回生抵抗の保護方法及び装置

(57) Abstract

A method and a device for protecting regenerating resistor by which a regenerating resistor is sufficiently protected from thermal damage caused by excessive regeneration by using both a thermostat and an analog simulation circuit in cooperation of their protection regions. A thermally-actuated switch (2) stops the power supply to a DC link (10) when the temperature of the regenerating resistor (5) becomes higher than a prescribed value. The analog simulation circuit (1) is provided with a charge/discharge circuit which performs charging/discharging in accordance with a regenerative pulse signal from a level detector (7), estimates the quantity of heat accumulated in the resistor (5), and stops the power supply to the link (10) when the estimated value exceeds a prescribed threshold. The fusing region of the resistor (5) is covered with at least either the protective region by the switch (2) or that by the circuit (1).



- 1 ... analog simulation circuit
- 7 ... level detecting circuit
- 8 ... DC link reference voltage VrefL
- 20 ... inverter
- 30 ... Dc power source
- a ... regenerative pulse signal
- b ... alarm

(57) 要約

サーモスタットによる回生抵抗の保護とアナログシミュレーション回路による回生抵抗の保護とを併用し、両者の保護領域の協調をとることにより過回生による熱破壊から回生抵抗を十分に保護することが出来る回生抵抗の保護方法及び装置。熱応答性開閉器(2)は回生抵抗の温度が所定値以上に上昇したときにDCリンク(10)への電力供給を停止する。アナログシミュレーション回路(1)は、レベル検出器(7)からの回生パルス信号に応じて充放電を行なう充放電回路を備え、充放電回路により回生抵抗(5)に蓄積される熱量を推定し、推定値が所定のしきい値を越えるとDCリンク(10)への電力供給を停止する。回生抵抗(5)の溶断領域は、熱応答性開閉器(2)による保護領域とアナログシミュレーション回路(1)による保護領域の少なくともいずれかによってカバーされる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	PL	ポーランド
AM	アルメニア	DK	デンマーク	LC	セントルシア	PT	ポルトガル
AU	オーストラリア	EE	エストニア	LR	レソト	RO	ルーマニア
AZ	アゼルバイジャン	ES	スペイン	LS	レソト	RS	ロシア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
BB	バルバドス	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SG	シンガポール
BE	ベルギー	GB	グレートブリテン及び北アイルランド連合王国	LV	ラトヴィア	SK	スロバキア
BG	ブルガリア	GE	ジョージア	MC	モナコ	SN	セネガル
BJ	ベナン	GK	ギリシャ	MD	モルドバ	SD	スーダン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MG	マダガスカル	SI	スロベニア
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MK	マケドニア共和国	SZ	スワジランド
CA	カナダ	IE	アイルランド	ML	マリ	TD	チャド
CC	中央アフリカ共和国	IL	イスラエル	MN	モンゴル	TG	トーゴ
CG	コンゴ	IT	イタリア	MR	モーリタニア	TH	タイ
CH	スイス	JP	日本	MW	モザンビーク	TM	トルクメニスタン
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	MX	メキシコ	TR	トルコ
CM	カムeroon	KG	キルギスタン	NE	ニジェール	TT	トリニダード・トバゴ
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NL	オランダ	TU	チュニジア
CU	キューバ	KR	大韓民国	NO	ノルウェー	UG	ウガンダ
CZ	チェッコ共和国	KZ	カザフスタン	NZ	ニュージーランド	UZ	ウズベキスタン
						VN	ベトナム

- 1 -

## 明 細 書

サーボモータを駆動するインバータの回生抵抗の保護方法及び装置

## 技 術 分 野

- 5 本発明は、サーボモータを駆動制御するインバータに関し、特に、インバータに接続された回生抵抗を保護する方法及び装置に関する。

## 背 景 技 術

- 10 図12は従来から知られているサーボモータのインバータ式制御装置を示す。図12に於いて、DCリンク10は、交流電源からの交流を整流して直流電力を供給する電源装置30と、電源装置30からの直流電圧を切
- 15 換えてモータMに供給するインバータ20との間を接続する。インバータ20は、例えばトランジスタPWM制御回路21によって制御される。

- インバータ20によるサーボモータの制御においては、DCリンク10に平滑用のコンデンサ4が接続されている。コンデンサ4に印加される電圧は、モータの加速時、定速時及び減速時により変化する。例えば、加速時において、電源装置からモータに電力の供給が行なわれるため電圧は低下し、逆に減速時においては、モータから電源装置にエネルギーが戻されるため電圧は上昇する。

- 平滑用コンデンサ4として、例えば電界コンデンサが使用されるが、使用されるコンデンサは所定の耐圧レベルを有している。このようなコンデンサに耐圧レベル以
- 25

上の電圧が印加される場合には、コンデンサに故障が生  
じることになる。

そこで、コンデンサ 4 に並列に回生抵抗 5 を接続する  
ことによって、コンデンサ 4 の保護を行なっている。図  
5 1 2 において、レベル検出回路 7 は、DC リンク 1 0 の  
電圧が設定電圧以上になったことを検出してトランジス  
タ 1 4 をオンさせ、回生抵抗 5 を DC リンクに接続する。  
これによって、回生抵抗 5 に電流を流してコンデンサ 4  
にかかる電圧を低下させている。回生抵抗 5 は流れた電  
10 力に応じた熱を発生し、過剰な電圧を消費している。

回生抵抗 5 による過剰電圧の消費が過大となって過回  
生の状態となると、回生抵抗 5 自体が熱破壊されて溶断  
し、回生抵抗によるコンデンサの保護が行なわれなくな  
る。そこで、回生抵抗が溶断する前に過回生であること  
15 を検知して、回生抵抗を保護すると共に、サーボモータ  
への電力供給回路を遮断してモータ及び供給回路を保護  
する必要がある。

回生抵抗 5 に十分に大きな容量（ワット数）のものを  
用いれば DC リンクの電圧及びその変動に充分対応する  
20 ことができるが、回生抵抗の容量を大きくすると、大き  
な発熱に耐えられるように、大きな体積を必要とするこ  
とになる。しかしながら、回生抵抗の実装スペースやコ  
ストの点から、インバータの回生抵抗は可能な限り小容  
量のもので望まれている。また、一般に、回生抵抗は図  
25 1 3 に示すような溶断特性を備えており、大きな電力

が印加された場合には短時間で溶断してしまう。

そこで、従来においては、例えば以下のような方法によって回生抵抗を保護している。

(1) サーモスタットによる保護方法。図14は従来のサーモスタットによる回生抵抗の保護を説明する図である。図14において、DCリンク10に接続された回生抵抗5にサーモスタット2を取付ける。サーモスタット2は回生抵抗5が発生する熱によって開閉する。検出回路3は、このサーモスタット2の開閉を検出し、過回生の場合にはアラームを発して回生抵抗への電圧印加を停止すると共に、直流電源装置の遮断を行なって、回生抵抗6及びサーボモータの保護を行なう。

(2) アナログシミュレーション回路による保護方法。図15は従来のアナログシミュレーション回路による回生抵抗の保護を説明する図である。図15において、レベル検出回路7から出力された回生パルス信号をフォトカプラ等の絶縁素子9を介してアナログシミュレーション回路22に導く。アナログシミュレーション回路22は、図16に示すように、回生回路6に供給される回生パルス信号のパルス幅及び供給時間を検出して回生回路6における回生量を推定し、回生量が設定量以上となった場合に、アラームを発して回生抵抗5への電圧印加を停止するとともに、DCリンクを遮断して、回生抵抗5及びサーボモータの保護を行なう。

しかしながら、従来のサーボモータ用インバータの回

生抵抗の保護方法では、過回生による熱破壊から回生抵抗を十分に保護することができないという問題点がある。

例えば、サーモスタットによる保護方法では、小さな回生電力が比較的長時間続いた場合の過回生による熱破壊については、その過回生を検出して回生抵抗を保護することができるが、大きな回生電力が短時間の間に発生した場合の熱破壊については応答することができず、回生抵抗を保護することができない。

また、逆に、アナログシミュレーション回路による保護方法では、大きな回生電力が短時間の間に発生した場合の過回生による熱破壊については、その過回生を検出して回生抵抗を保護することができるが、小さな回生電力が比較的長時間続いた場合の熱破壊については応答することができず、回生抵抗を保護することができない。

図 1 7 は、従来の回生抵抗の保護方法の保護領域を説明する図である。図 1 7 において、横軸は回生電力  $W_d$  を示し、縦軸は各保護方法によってアラームを発生するまでのアラーム動作時間  $T_s$  を示している。また、破線は回生抵抗の溶断曲線を示し、一点鎖線及び一点鎖線から引かれた斜線はサーモスタットによる保護領域を示し、実線及び実線から引かれた斜線はアラームカーブ及びアナログシミュレーション回路による保護領域を示している。

図 1 7 に示すように、回生抵抗が溶断する前にアラームを発生できる保護領域は、サーモスタットについては

回生電力が小さくアラーム動作時間が長い場合であり、アナログシミュレーション回路については回生電力が大きくアラーム動作時間が短い場合である。そのため、各保護方法では、それぞれ回生抵抗を保護することができない領域を含んでいる。

そこで、両保護方法を併用することによって、回生抵抗の保護領域を拡大することも考えられるが、単に併用する場合には、図 17 中の A で示す回生抵抗の溶断曲線の部分のように両保護方法によっても保護できない領域が発生する場合があります、この領域の回生動作が発生した場合には、回生抵抗が熱破壊を起こす障害が生じる。

そのため、回生抵抗の溶断曲線全般にわたって保護を行なうためには、図 18 に示すようなアラームカーブとなるよう調整する必要がある。この調整したアラームでは回生抵抗の溶断曲線を保護できるものの、回生抵抗の持つ溶断曲線よりも回生電力及びアラーム動作時間が小さい範囲でアラームが動作するため、サーボモータは定格よりも低い範囲で動作することになり、サーボモータの特性を低下させてしまうという問題点が生じる。

また、従来のアナログシミュレーション回路のパラメータの調整は複雑であり、回生抵抗毎の微調整が困難であるという問題もある。

#### 発 明 の 開 示

本発明は、過回生による熱破壊から回生抵抗を十分に保護することができるサーボモータ用インバータの回生

抵抗保護方法及び保護回路を提供することを目的とする。

より具体的には、サーモスタットによる回生抵抗の保護とアナログシミュレーション回路による回生抵抗の保護とを併用した場合において、両者の保護領域の協調をとることができるサーボモータ用インバータの回生抵抗保護方法及び保護回路を提供することを目的とする。

本発明の第1の態様によれば、回生抵抗の保護装置は、サーボモータからの回生電力によってDCリンクに生じる電圧を検出し、検出された電圧が第1の基準電圧を越えたときに回生パルス信号を出力するレベル検出手段と、回生パルス信号に応じて回生抵抗にDCリンク電圧を印加するスイッチング手段と、回生抵抗の温度が所定値以上に上昇したときにDCリンクへの電力の供給を停止して回生抵抗を保護する第1の保護手段と、レベル検出手段から出力される回生パルス信号に応じて充放電を行なう充放電回路及び充放電回路の電圧を第2の基準電圧と比較する比較回路を有し、充放電回路の電圧が第2の基準値を越えたときにDCリンクへの電力の供給を停止して前記回生抵抗を保護する第2の保護手段とを備え、回生抵抗の溶断領域は、第1の保護手段による保護領域と第2の保護手段による保護領域の少なくとも一方の保護領域内にあるよう調整されている。

第1の保護手段は、例えば、熱応答性開閉装置としてのサーモスタットにより実現することができる。

第2の保護手段は、アナログシミュレーション手段の

保護領域は、充放電回路の充放電の時定数により調整することができ、さらに、充放電回路の充電の時定数の調整は、充放電回路を構成するコンデンサに直列接続される抵抗の抵抗値の変更することにより達成される。

5       本発明の第2の態様によれば、回生抵抗の保護方法は、回生抵抗の温度が第1の所定値以上に上昇したときにDCリンクへの電力の供給を停止する第1の保護動作を行なうステップと、回生パルス信号に応じて充放電を行なう充放電回路により回生抵抗に蓄積される熱量を推定し、  
10       推定された熱量が第2の所定値を越えたときにDCリンクへの電力の供給を停止する第2の保護動作を行なうステップと、第1の保護動作及び第2の保護動作が回生抵抗の溶断領域を連続して保護するよう充放電回路を調整するステップとを備える。

15       本発明の第3の態様によれば、回生抵抗の保護方法は、回生抵抗の温度が第1の所定値以上に上昇したときにDCリンクへの電力の供給を停止する第1の保護手段の保護領域を設定するステップと、回生パルス信号に応じて充放電を行なう充放電回路により回生抵抗に蓄積される  
20       熱量を推定し、推定された熱量が第2の所定値を越えたときにDCリンクへの電力の供給を停止する第2の保護手段の保護領域を、第1の保護手段による保護領域でカバーされない回生抵抗の溶断領域をカバーするように設定するステップと、設定された保護領域を有する充放電  
25       回路の回路定数を定めるステップとを備える。

本出願の第 4 の態様によれば、回生抵抗の抗保護方法は、回生抵抗の温度が第 1 の所定値以上に上昇したときに DC リンクへの電力の供給を停止する第 1 の保護手段を設けるステップと、コンデンサとコンデンサに直列接続された抵抗とを有し、回生パルス信号に応じて充放電を行なう充放電回路により回生抵抗に蓄積される熱量を推定し、推定された熱量が第 2 の所定値を越えたときに DC リンクへの電力の供給を停止する第 2 の保護手段を設けるステップと、第 2 の保護手段のコンデンサの容量と抵抗の抵抗値とをパラメータとして充放電回路の複数の充放電特性を定め、これら複数の充放電特性の中から、第 1 の保護手段による保護領域でカバーされない回生抵抗の溶断領域をカバーする充放電特性を選択するステップと、選択された充放電特性に応じたパラメータの値を求めて充放電回路を決定するステップとを備える。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施例に係るサーボモータ用インバータの回生抵抗保護装置を示すブロック図、

図 2 は、本発明のアナログシミュレーション回路の一構成例を示すブロック図、

図 3 は、本発明のサーボモータ用インバータの回生抵抗保護方法のフローチャート、

図 4 は、回生動作におけるデューティファクタを説明する図、

図 5 は、充放電回路の回生動作による充放電特性を示

す図、

図 6 は、アラームカーブの回生動作のデューティファクタに対する依存状態を説明する図、

5 図 7 は、アナログシミュレーション回路によるアラームカーブの設定を説明する図、

図 8 は、アナログシミュレーション回路を用いた回生抵抗の保護領域を説明する図、

図 9 は、本発明のアナログシミュレーション回路によるアラームカーブの調整を説明する図、

10 図 10 は、本発明のアナログシミュレーション回路の他の構成例、

図 11 は、本発明のアナログシミュレーション回路のシミュレーション結果、

15 図 12 は、従来から知られているサーボモータのインバータ制御を示す図、

図 13 は、回生抵抗の溶断特性を示す図、

図 14 は、従来のサーモスタットによる回生抵抗の保護を示す図、

20 図 15 は、従来のアナログシミュレーション回路による回生抵抗の保護を示す図、

図 16 は、アナログシミュレーション回路の動作を示す図、

図 17 は、従来の回生抵抗の保護方法の保護領域を示す図、

25 図 18 は、従来のアナログシミュレーション回路によ

るアラームカーブの調整を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

図 1 に於いて、DCリンク 10 は直流電源装置 30 とインバータ 20 との間を接続し、サーボモータに電力を供給する。DCリンク 10 には、電界コンデンサ等の平滑用のコンデンサ 4 が接続され、過回生時においてこのコンデンサ 4 を保護するために回生回路 6 が、コンデンサ 4 と並列に直流電源装置 10 に接続されている。この回生回路 6 としては、例えば、IGBT により構成することができ、過回生時のエネルギーを回生抵抗 5 によって熱に変換する。

レベル検出回路 7 は、DCリンク 10 の電圧を検出し、検出された DC リンク電圧が所定の基準値を越えるときに回生パルス信号を出力する。回生回路 6 は、レベル検出回路 7 からの回生パルス信号を受け、これに応じて回生抵抗 5 に通電を行なう。レベル検出回路 7 のレベル判定の基準値として、DC リンク基準電圧源 8 から入力される電圧  $V_{refL}$  を用いることができる。

本発明の回生抵抗保護装置においては、回生抵抗 5 に取付けられた熱応答性開閉装置としてのサーモスタット 2 を含む第 1 の保護装置を設ける。サーモスタット 2 は、回生動作によって回生抵抗 5 に発生する熱による温度変化に応じて接点の開閉を行なう。サーモスタット 2 の開閉動作を検出回路 3 によって検出し、例えば設定温度以上の場合にアラーム等の信号を出力する。このアラーム

によって、DCリンク10への電力を遮断して回生抵抗の保護を行なうと共に、モータの停止等の処理を行なう。電力の供給源としては、例えば3相200Vの交流源からダイオードブリッジを通じて電力を供給する直流電源  
5 30と、モータの回生エネルギーによる電力とがあり、過回生時のアラーム状態では、この両者の供給源をDCリンク10から回路的に切り離すことによって、DCリンク10への電力を遮断する。そして、この状態では、DCリンク10のコンデンサ4に蓄積されたエネルギーのみが回生抵抗5を通じて放電される。  
10

また、本発明の回生抵抗保護装置においては、回生回路6から出力される回生パルス信号が、フォトカプラ等の絶縁素子9を介して第2の保護装置であるアナログシミュレーション回路1に入力される。アナログシミュレーション回路1は、回生回路6に供給される回生パルス  
15 信号のパルス幅及び供給時間を検出して回生回路6における回生量を推定し、推定された回生量が設定量以上となった場合に、アラームを発して、DCリンク10への電力を遮断して回生抵抗の保護を行なうと共に、モータの停止等の処理を行なう。  
20

図2に示す如く、アナログシミュレーション回路1はレベル検出回路7からの回生パルス信号に応じて充放電を行なう充放電回路12と、充放電回路12により充電された電圧を基準電圧 $V_{refA}$ と比較するコンパレータ  
25 11とを備えている。

充放電回路 1 2 は、例えば、コンデンサ C 1 と抵抗 R 2 及び R 3 とを直列接続し、一方の端部を接地し、他方の端部に所定電圧  $V_{cc}$  を印加することにより構成される充電回路部分と、コンデンサ C 1 と抵抗 R 2 との接点と接地との間に接続された抵抗 R 1 により構成される放電回路部分とを含む。コンデンサ C 1 と抵抗 R 2 との接点及び抵抗 R 1 の一端にはトランジスタ  $T_{r1}$  の出力端が接続され、回生パルス信号をトリガとして、充放電回路 1 2 の充電及び放電を行なう。

コンパレータ 1 1 には、コンデンサ C 1 の電圧が逆接続のダイオード 1 5 を介して入力され、基準電圧  $V_{refA}$  をしきい値として電圧比較を行ない、コンデンサ C 1 に充電された電圧が基準電圧  $V_{refA}$  を超えた場合にアラーム信号を出力する。

充電回路部分の抵抗 R 3 にはスイッチ S W 1 を並列接続することができる。このスイッチ S W 1 の開閉によって、充放電の時定数を変更することができる。

図 3 は、本発明の実施例の動作を説明するフローチャートであり、図 4 から図 9 は本発明の実施例の動作を説明するための図である。以下、図 3 のフローチャートに従って説明する。本発明では、サーモスタットによる第 1 の保護装置と、アナログシミュレーション回路による第 2 の保護装置とを併用し、アナログシミュレーション回路の回路特性を調整することによって、回生抵抗の保護領域を連続して保護する。

ステップ S 1 : 第 2 の保護装置としてのアナログシミュレーション回路の回路構成を設定する。以下、アナログシミュレーション回路として図 2 に示した回路構成を採用したものについて説明する。

- 5      ステップ S 2 : 採用したアナログシミュレーション回路の充放電回路の回路構成から、充放電特性を表わす関係式を求める。この充放電特性の関係式を  $f 1$  によって表わす。

10      充放電特性の関係式  $f 1$  は、例えば、充放電回路を構成するコンデンサ  $C 1$ 、抵抗  $R 1$ 、 $R 2$ 、 $R 3$  及びアラーム動作基準電圧  $V_{refA}$ 、回生動作のデューティ  $D$  をパラメータとし、アラーム動作時間  $T_s$  を求める関数によって以下の式 (1) で表わすことができる。

$$T_s = f 1 (V_{refA}, C 1, R 1, R 2, R 3, D) \quad \dots (1)$$

- 15      ここで、回生動作のデューティファクタ  $D$  は、図 4 に示すように、回生動作における 1 周期  $T$  に対する回生時間  $T_{on}$  の比 ( $= T_{on} / T$ ) で表わされる。

20      図 2 において、レベル検出器 7 からトランジスタ  $T_{r 1}$  に入力される回生パルス信号に応じて、トランジスタ  $T_{r 1}$  がオフすると、 $V_{cc}$  の電圧がコンデンサ  $C 1$  に印加され、抵抗  $R 2$  (又は、抵抗  $R 2$  と抵抗  $R 3$  の直列抵抗) とコンデンサ  $C 1$  とによって定まる時定数で充電が行なわれ (図 2 中の破線の矢印)、逆に、トランジスタ  $T_{r 1}$  がオンすると、コンデンサ  $C 1$  に蓄積された電荷が抵抗  $R 1$  及びトランジスタ  $T_{r 1}$  を介して、抵

25

抗  $R_1$  とコンデンサ  $C_1$  とによって定まる時定数で放電が行なわれる（図 2 中の一点鎖線の矢印）。

充放電回路の回生動作による充放電特性は、例えば図 5 に示すような特性で表わすことができる。図 5 において、実線は、コンデンサ  $C_1$  の充放電特性曲線を示して  
5 あり、回生動作における回生時間  $T_{on}$  の間に充電されてコンデンサ  $C_1$  の両端電圧は上昇し、回生動作における非回生時間  $T_{off}$  の間に放電されてコンデンサ  $C_1$  の両端電圧は下降する。回生動作が続行されると、この電圧の上昇及び下降を繰り返すことによって、コンデンサ  $C_1$   
10 の両端電圧は徐々に上昇する。コンデンサ  $C_1$  の電圧は、回生回路 6 に供給される回生パルス信号による回生回路 6 の回生量を表わす。アナログシミュレーション回路 1 は、コンデンサ  $C_1$  の両端電圧をアラーム動作基準電圧  $V_{refA}$  と比較し、アラーム動作基準電圧  $V_{refA}$  を超えた  
15 時点を実時間  $T_s$  としてアラームを発生する。

したがって、アラーム動作時間  $T_s$  は、式 (1) で示されるように、充放電回路を構成するコンデンサ  $C_1$ 、抵抗  $R_1$ 、抵抗  $R_2$  及び抵抗  $R_3$  の値と、回生動作のデュー  
20 ーティファクタ  $D$  及びアラーム動作基準電圧  $V_{refA}$  によって変化することになる。

ステップ S 3 : 次に、ステップ S 2 で求めた充放電特性を表わす関係式 (1) を変形してアナログシミュレーション回路がアラームを発生する特性を示すアラームカーブを表わす関係式を求める。以下、このアラームカー  
25

ブの関係式を  $f_2$  によって表わす。

回生動作によって回生抵抗で消費される回生電力  $W_d$  は、以下の式 (2) によって表わすことができる。

$$W_d = (V_{dc}^2 / R_d) \cdot D \quad \dots (2)$$

5     ここで、 $V_{dc}$  は回生抵抗 5 に印加される DC リンク 10 の電圧であり、 $R_d$  は回生抵抗 5 の抵抗値である。

回生電力  $W_d$  の式 (2) と式 (1) とから、アラーム動作時間  $T_s$  は、変数としてデューティファクタ  $D$  を持つ回生電力  $W_d$  の関数として、以下の式 (3) で表わすことができる。

$$T_s = f_2 \{ W_d (D) \} \quad \dots (3)$$

例えば、図 2 に示すアナログシミュレーション回路において、アラーム動作時間  $T_s$  は、以下の式 (4) によって表わされる。

$$15 \quad T_s = \frac{1}{(1-D)/(R_1 \cdot C) + D/(R_0 \cdot C)} \cdot \ln \frac{\alpha}{\alpha - V_{refA}} \\ = f_2 \{ W_d (D) \} \quad \dots (4)$$

ここで、

$$R_0 = R_2 + R_3$$

$$20 \quad \alpha = \frac{V_0 \{ 1 - \exp^{-DT/(R_0 \cdot C)} \}}{1 - \exp^{-\{ -(1-D)T/(R_1 \cdot C) + (DT/R_0) \}}}$$

$$= g (D)$$

である。

従って、式 (3) において、 $f_2$  は  $W_d$  の関数であり、  
25      $R_0 (= R_2 + R_3)$  をパラメータとして変化することに

なる。

また、 $W_d$ はデューティーファクタ $D$ に対して単なる比例関係であるため、関数 $f_2$ は $D$ の関数でもある。つまり、図6において、横軸をそのままデューティーファクタ $D$ に置き換えることができる。したがって、アラームカーブの移動は、パラメータ $R_0$ を変化させるによって可能となり、パラメータ $R_0$ が大きくなるにつれてアラームカーブは原点から遠ざかることになる。

ステップS4、S5：次に、回生抵抗の溶断特性を示す溶断曲線及びサーモスタットの動作曲線に対して、アナログシミュレーション回路によるアラームカーブCAの設定を行なう。図7は、アナログシミュレーション回路1のアラームカーブCAの設定を説明する図である。回生抵抗5の溶断特性は、回生抵抗5自体が備えた特性であり、採用した回生抵抗によりその溶断特性は一義的に定まる。図7では、この回生抵抗の溶断特性を破線の曲線で示している。

また、サーモスタット2を用いた第1の保護装置の動作特性も、サーモスタット2自体が備えた特性であり、採用したサーモスタットによりその動作特性は一義的に定まる。図7では、このサーモスタットの動作特性を一点鎖線の曲線で示している。

これに対して、本発明の回生抵抗保護に使用する第2の保護手段であるアナログシミュレーション回路の特性は前述の如く調整することができ、これによって、第1

の保護装置により保護することができない回生抵抗の溶断領域を保護領域とするよう調整することができる。

図7において、実線で示す複数本のアラームカーブCAの内、サーモスタット動作曲線によってカバーされ  
5 れない回生抵抗の溶断曲線の領域をカバーすることができるアラームカーブCAを選択する。図7では、4本のアラームカーブCAの内縦軸に近い3本が選択可能なアラームカーブCAである。

この例では、サーモスタット動作曲線がカバーできな  
10 い回生抵抗の溶断曲線の領域からある程度のマージン分を含めた図中のアラームカーブCA0によって設定を行なう。

そして、設定されたアラームカーブCA0が適切なアラームカーブであるか否かを判定し、適切なアラームカーブCA  
15 が選択できない場合には、ステップS1に戻って異なるアナログシミュレーション回路の回路構成を設定し、前述のステップS2からステップS5の処理を行なう。

ステップS6：アラームカーブCA0が設定された後は、  
20 このアラームカーブCA0に対応するアラームカーブの関係式f2から、関係式f2を定めているパラメータである合成抵抗R0(=R2+R3)を求める。

ステップS7：回生抵抗を保護するアラーム動作時間Ts0を設定する。このアラーム動作時間Ts0は、回生抵抗  
25 の保護を行なう特性を定めるものである。なお、アラ

ーム動作電圧  $V_{refA}$  は予め設定された値を用いる。

- ステップ S 8 : ステップ S 6 で求めた  $R_0$  と、ステップ S 7 で設定したアラーム動作時間  $T_{s0}$  から、アラームカーブ  $C_{A0}$  の特性で、アラーム動作時間  $T_{s0}$  でアラーム動作を行なう充放電回路の回路定数を求める。

充放電回路の回路定数を求めるには、前記充放電特性の関係式  $f_1$  中の  $D$  及び  $T_s$  に  $D_0$  及び  $T_{s0}$  の値を代入することによって、コンデンサ  $C_1$ 、抵抗  $R_1$ 、抵抗  $R_2$  及び抵抗  $R_3$  を定める。

- 10 ステップ S 9 : 前記ステップ S 8 で定めたコンデンサ  $C_1$ 、抵抗  $R_1$ 、抵抗  $R_2$ 、抵抗  $R_3$  等のアナログシミュレーション回路の回路定数が適切で、実用に適した値であるかの判定を行なう。

- 15 設定した回路定数が不適當な値である場合には、ステップ S 1 に戻って、異なるアナログシミュレーション回路の回路構成を設定し、前記のステップ S 2 からステップ S 9 を行なう。

- 20 ステップ S 10 : 設定した回路定数が適當な値である場合には、この回路定数によってアナログシミュレーション回路を構成する。

なお、ステップ S 5 及びステップ S 9 において、アナログシミュレーション回路を異なる構成に変更する場合には、図 2 に示すスイッチ  $SW$  を切り換えて、充電の時間定数を変更することにより行なうことができる。

- 25 図 8 は、前記フローチャートにより設定したアナログ

シミュレーション回路を用いた回生抵抗の保護領域の例を示している。図 8 において、回生抵抗の溶断曲線は、サーモスタットによる保護領域、或いはアナログシミュレーション回路による保護領域の少なくとも一方の保護領域内にあり、回生抵抗は、サーモスタット及び／又は

5 アナログシミュレーション回路によって連続的に保護されることになる。

また、本発明のアナログシミュレーション回路構成によれば、アラームカーブ CA は  $R_0 (= R_2 + R_3)$  をパラメータとして調整することができ、その調整によるアラームカーブ CA の図 9 上における移動は、回生電力  $W_d$  及びアラーム動作時間  $T_s$  の両軸に対して同時に行なうことができる。これは、本発明のアナログシミュレーション回路の構成とすることによって可能となるものである。

10

15

このことは、本発明のアナログシミュレーション回路は、その特性の調整を、図 9 に示すように、回生電力  $W_d$  及びアラーム動作時間  $T_s$  の両方の軸に対して可能であることを示しており、アナログシミュレーション回路の特性調整を回生抵抗の溶断特性に対して容易に行なえることを示している。

20

図 10 は、本発明のアナログシミュレーション回路の他の構成例であり、充放電回路 13 において、抵抗  $R_2$  に複数個の抵抗  $R_3(1) \sim R_3(n)$  を直列接続し、スイッチ  $SW(1) \sim SW(n)$  の切り換えによって、充放電の

25

時定数を変更することができる。

このアナログシミュレーション回路の動作は、図2に示すアナログシミュレーション回路とほぼ同様であり、充放電回路13の充電の時定数が異なる。

- 5 図11は、 $R1 = 750 \text{ k}\Omega$ 、 $R2 = R3 = 390 \text{ k}\Omega$ 、 $R4 = 82 \text{ k}\Omega$ 、 $C1 = 33 \mu\text{F}$ 、 $V_{\text{refA}} = 10 \text{ V}$ 、 $V_{\text{cc}} = 15 \text{ V}$ の場合のシミュレーション結果を示している。

- 10 本発明によれば、過回生による熱破壊から回生抵抗を十分に保護することができるサーボモータ用インバータの回生抵抗保護方法及び保護回路を提供することができる。さらに、サーモスタットによる回生抵抗の保護とアナログシミュレーション回路による回生抵抗の保護とを併用した場合において、両者の保護領域の協調をとること
- 15 ができるサーボモータ用インバータの回生抵抗保護方法及び保護回路を提供することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 直流電源と、サーボモータを駆動制御するインバータとの間を接続するDCリンクに設けられた回生抵抗を保護する装置であって、

5 前記サーボモータからの回生電力によって前記DCリンクに生じる電圧を検出し、検出された電圧が第1の基準電圧を越えたときに回生パルス信号を出力するレベル検出手段と、

10 前記回生パルス信号に応じて前記回生抵抗にDCリンク電圧を印加するスイッチング手段と、

前記回生抵抗の温度が所定値以上に上昇したときに前記DCリンクへの電力の供給を停止して前記回生抵抗を保護する第1の保護手段と、

15 前記レベル検出手段から出力される前記回生パルス信号に応じて充放電を行なう充放電回路と、前記充放電回路の電圧を第2の基準電圧と比較する比較回路とを有し、前記充放電回路の電圧が前記第2の基準電圧を越えたときに前記DCリンクへの電力の供給を停止して前記回生抵抗を保護する第2の保護手段とを備え、

20 前記回生抵抗の溶断領域は、前記第1の保護手段による保護領域と前記第2の保護手段による保護領域の少なくとも一方の保護領域内にあるよう調整されている、回生抵抗の保護装置。

25 2. 直流電源と、サーボモータを駆動制御するインバータとの間を接続するDCリンクに設けられた回生抵抗を

保護する装置であって、

前記サーボモータからの回生電力によって前記DCリンクに生じる電圧を検出し、検出された電圧が第1の基準電圧を越えたときに回生パルス信号を出力するレベル

5 検出手段と、

前記回生パルス信号に応じて前記回生抵抗にDCリンク電圧を印加するスイッチング手段と、

前記レベル検出手段から出力される前記回生パルス信号に応じて充放電を行なう充放電回路と、前記充放電回路の電圧を第2の基準電圧と比較する比較回路とを有し、前記充放電回路の電圧が前記第2の基準電圧を越えたときに前記DCリンクへの電力の供給を停止して前記回生抵抗を保護する回生抵抗保護手段とを備え、

15 前記回生抵抗の溶断領域は、前記回生抵抗保護手段の保護領域内にあるよう調整されている、回生抵抗の保護装置。

3. 前記充放電回路の充電の時定数を変更することにより前記第2の保護手段の保護領域が調整される、請求の範囲第1項に記載の回生抵抗の保護装置。

20 4. 前記充放電回路は、コンデンサと前記コンデンサに直列に接続された抵抗とを有し、前記抵抗の抵抗値を変更することにより前記充電の時定数が調整される、請求の範囲第3項に記載の回生抵抗の保護装置。

5. 直流電源と、サーボモータを駆動制御するインバータとの間を接続するDCリンクに設けられた回生抵抗を

25

保護する方法であって、

(a) 前記回生抵抗の温度が第1の所定値以上に上昇したときに前記DCリンクへの電力の供給を停止する第1の保護動作を行なうステップと、

5 (b) 前記回生パルス信号に応じて充放電を行なう充放電回路により前記回生抵抗に蓄積される熱量を推定し、推定された熱量が第2の所定値を越えたときに前記DCリンクへの電力の供給を停止する第2の保護動作を行なうステップと、

10 (c) 前記第1の保護動作及び前記第2の保護動作が回生抵抗の溶断領域を連続して保護するよう前記充放電回路を調整するステップとを備える、回生抵抗の保護方法。

6. 直流電源と、サーボモータを駆動制御するインバータとの間を接続するDCリンクに設けられ、回生パルス信号に応じてDCリンク電圧が印加される回生抵抗を保護する方法であって、

20 (a) 前記回生抵抗の温度が第1の所定値以上に上昇したときに前記DCリンクへの電力の供給を停止する第1の保護手段の保護領域を設定するステップと、

(b) 前記回生パルス信号に応じて充放電を行なう充放電回路により前記回生抵抗に蓄積される熱量を推定し、推定された熱量が第2の所定値を越えたときに前記DCリンクへの電力の供給を停止する第2の保護手段の保護領域を、前記第1の保護手段による保護領域でカバーさ

25

れない前記回生抵抗の溶断領域をカバーするように設定するステップと、

(c) 前記保護領域を有する前記充放電回路の回路定数を定めるステップとを備えた、回生抵抗の保護方法。

5 7. 直流電源と、サーボモータを駆動制御するインバータとの間を接続するDCリンクに設けられた回生抵抗を保護する方法であって、

(a) 前記回生抵抗の温度が第1の所定値以上に上昇したときに前記DCリンクへの電力の供給を停止する第1の保護手段を設けるステップと、

(b) コンデンサと前記コンデンサに直列接続された抵抗とを有し、前記回生パルス信号に応じて充放電を行なう充放電回路により前記回生抵抗に蓄積される熱量を推定し、推定された熱量が第2の所定値を越えたときに前記DCリンクへの電力の供給を停止する第2の保護手段を設けるステップと、

(c) 前記第2の保護手段の前記コンデンサの容量と前記抵抗の抵抗値とをパラメータとして前記充放電回路の複数の充放電特性を定め、

20 (d) 前記複数の充放電特性の中から、前記第1の保護手段による保護領域でカバーされない前記回生抵抗の溶断領域をカバーする充放電特性を選択するステップと、

(e) 前記選択された充放電特性に応じた前記パラメータの値を求めて前記充放電回路を決定するステップと

25 を備える、回生抵抗の保護方法。

FIG. 1

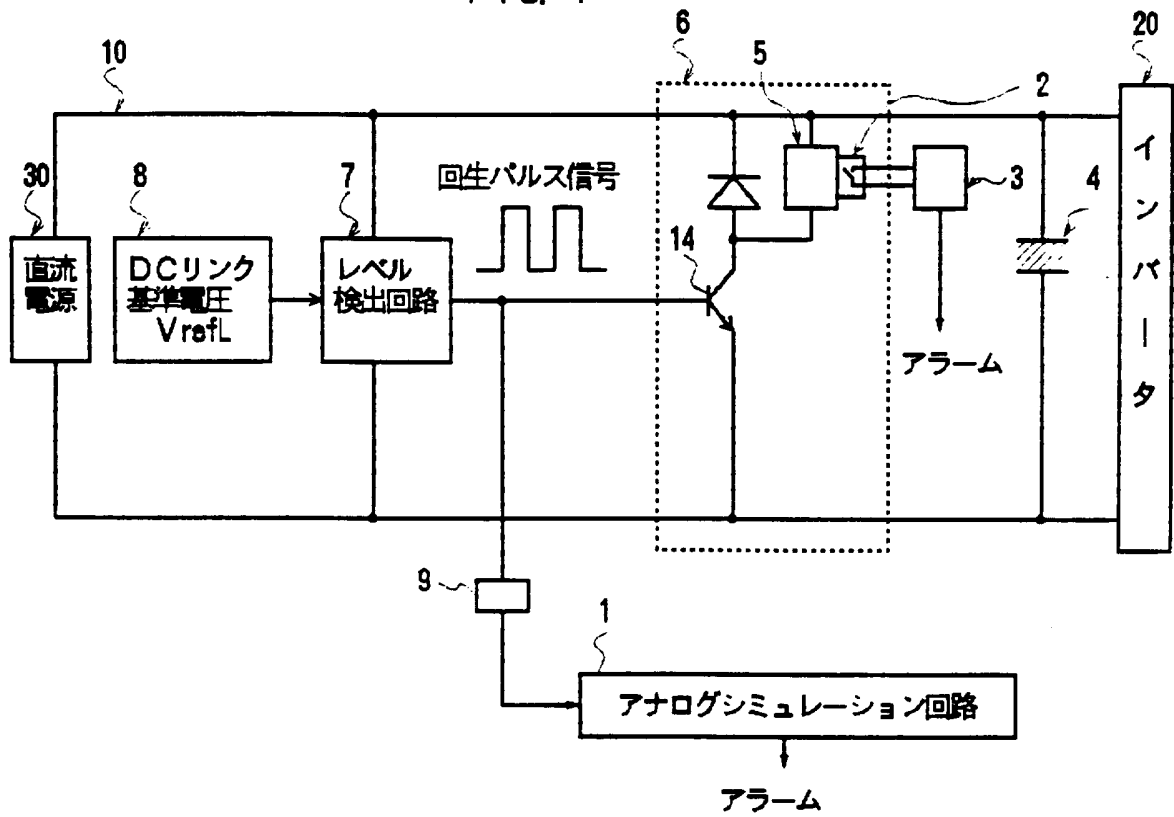


FIG. 2

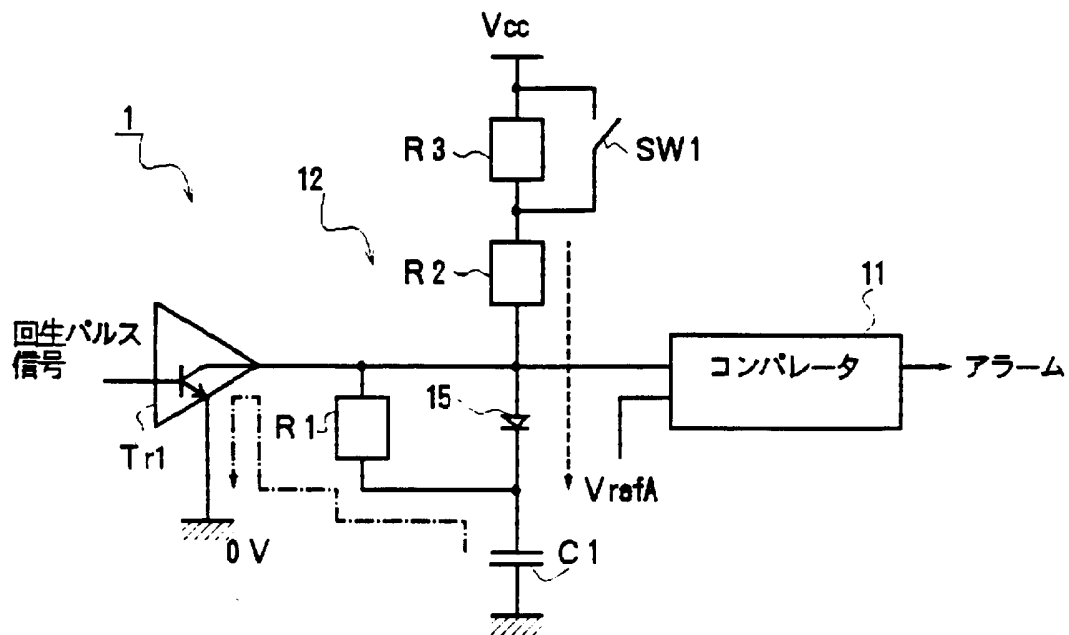


FIG. 3

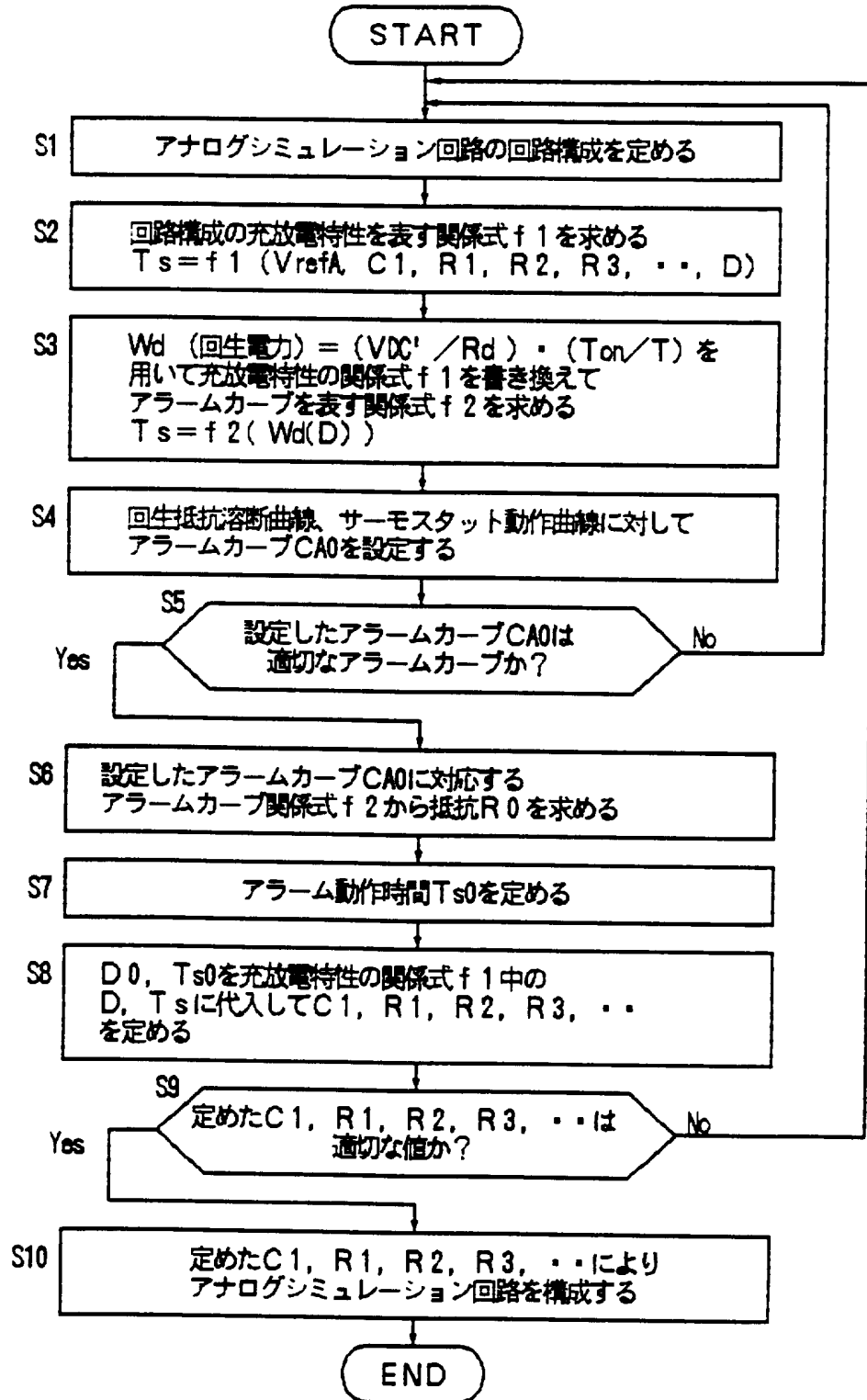
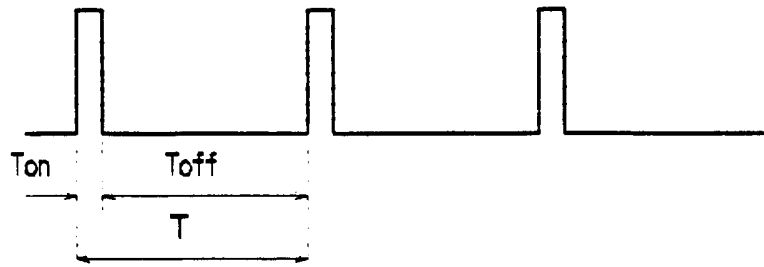


FIG. 4



$T_{on}$  : 回生時間  
 $T_{off}$  : 非回生時間  
 $T$  : 1周期  
 $D$  : デューティー ( $= T_{on} / T$ )  
 $W_d$  : 回生電力 ( $= (V_{DC}' / R_D) \cdot D$ )  
 $V_{DC}$  : DCリンク電圧  
 $R_d$  : 回生抵抗値

FIG. 5

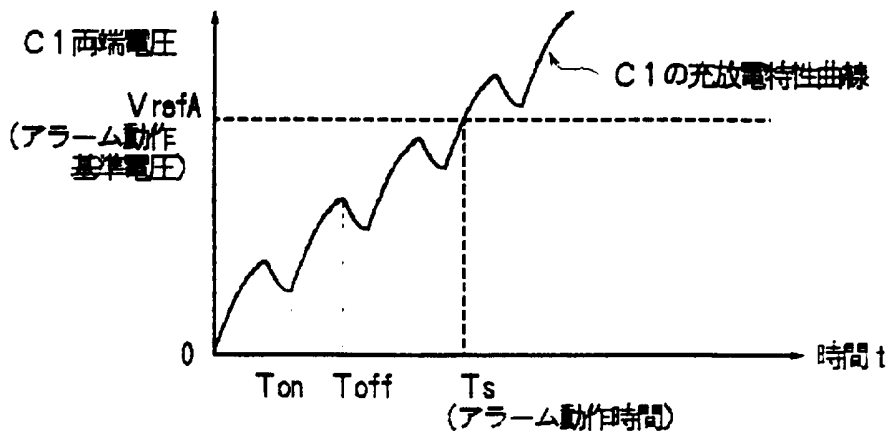


FIG. 6

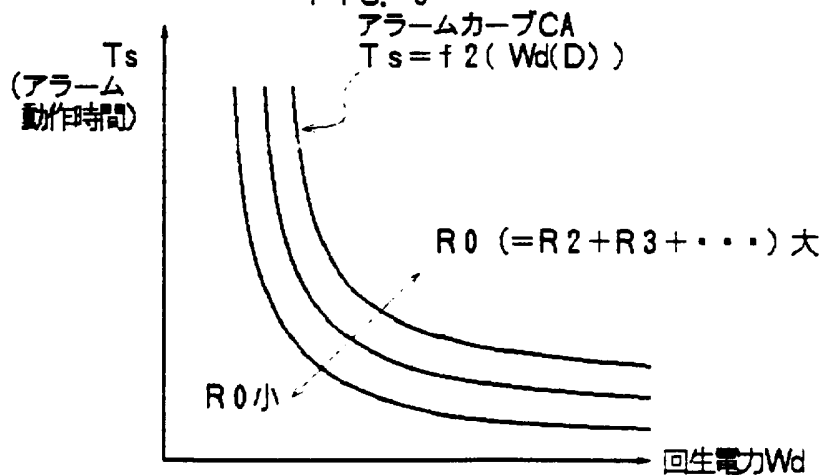


FIG. 7

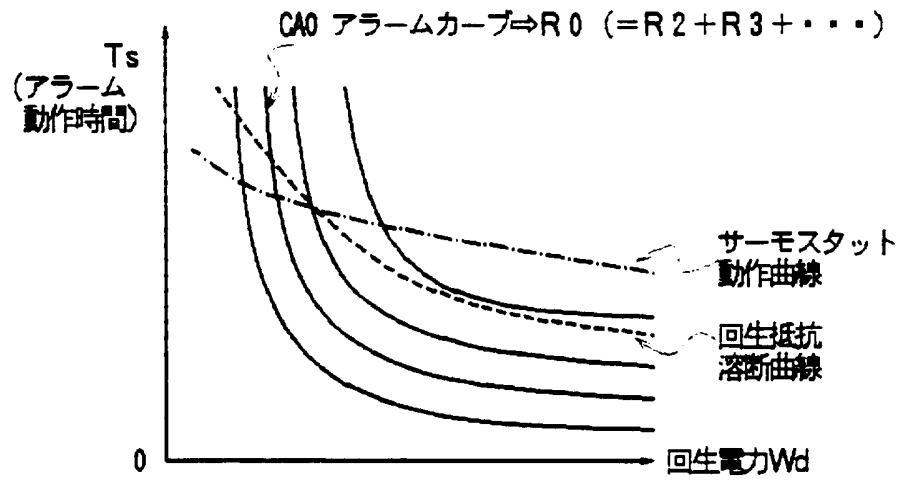


FIG. 8

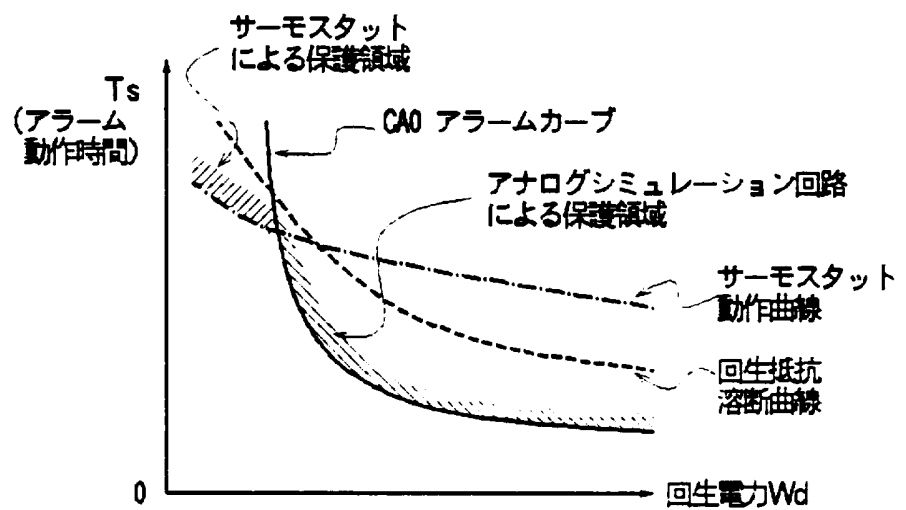


FIG. 9

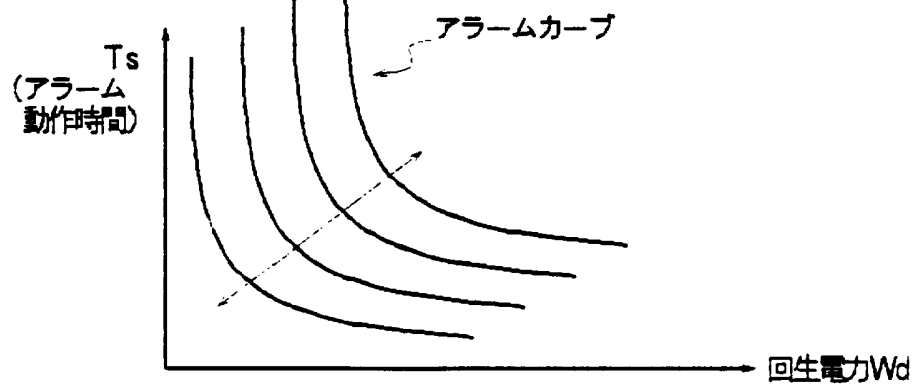


FIG. 10

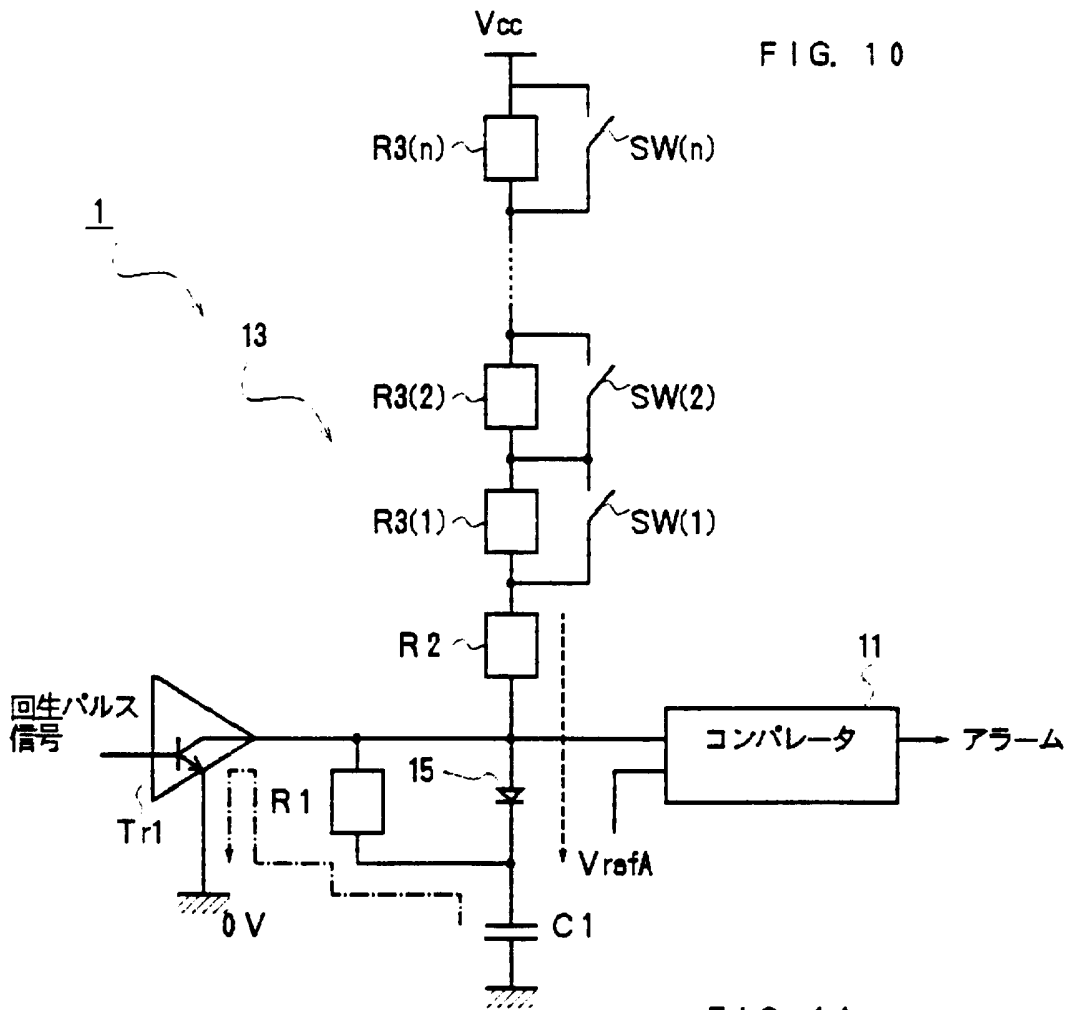


FIG. 11

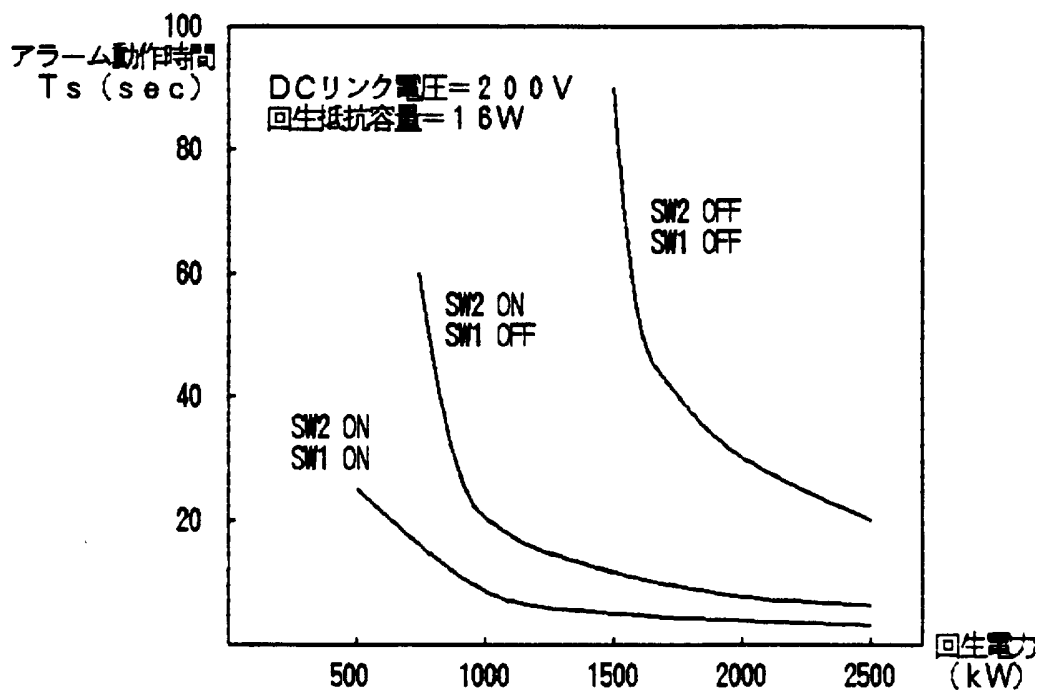


FIG. 12

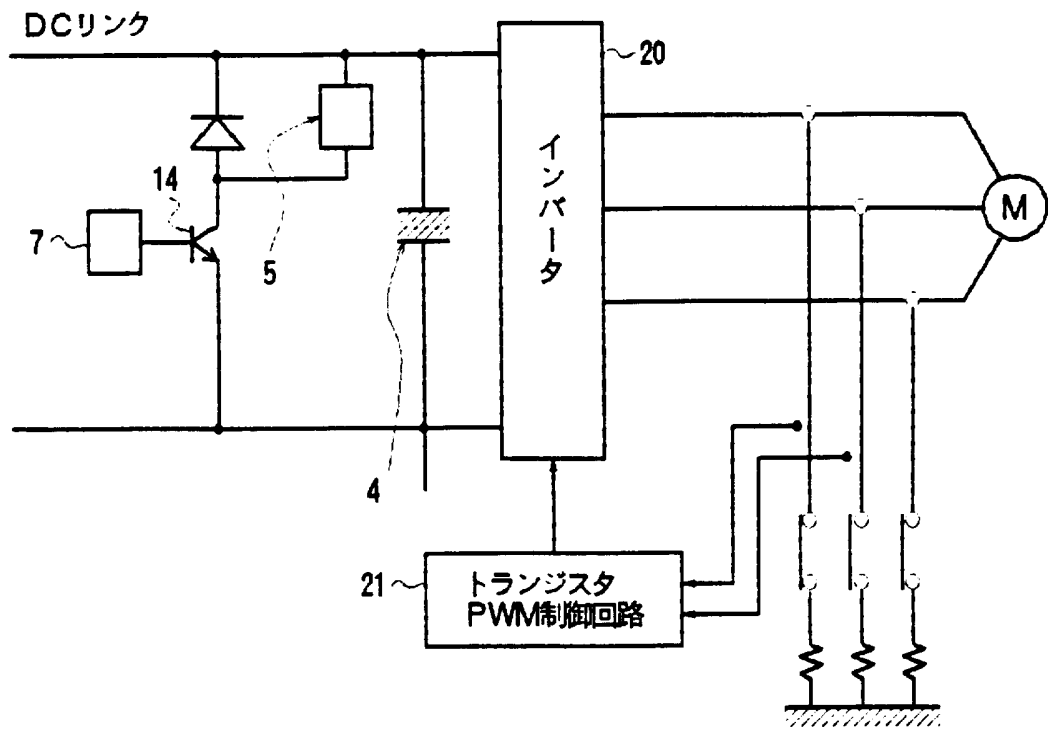


FIG. 13

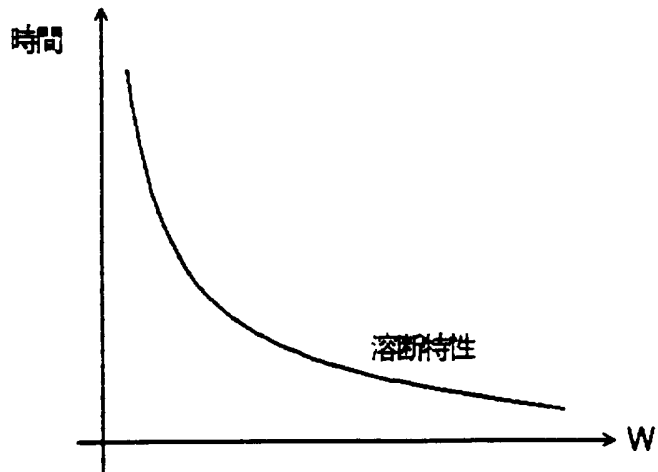


FIG. 14

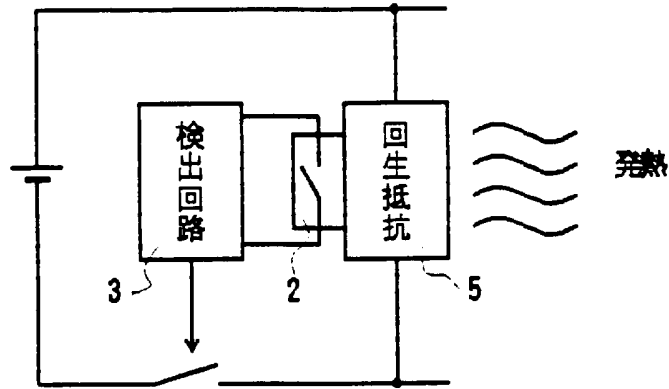


FIG. 15

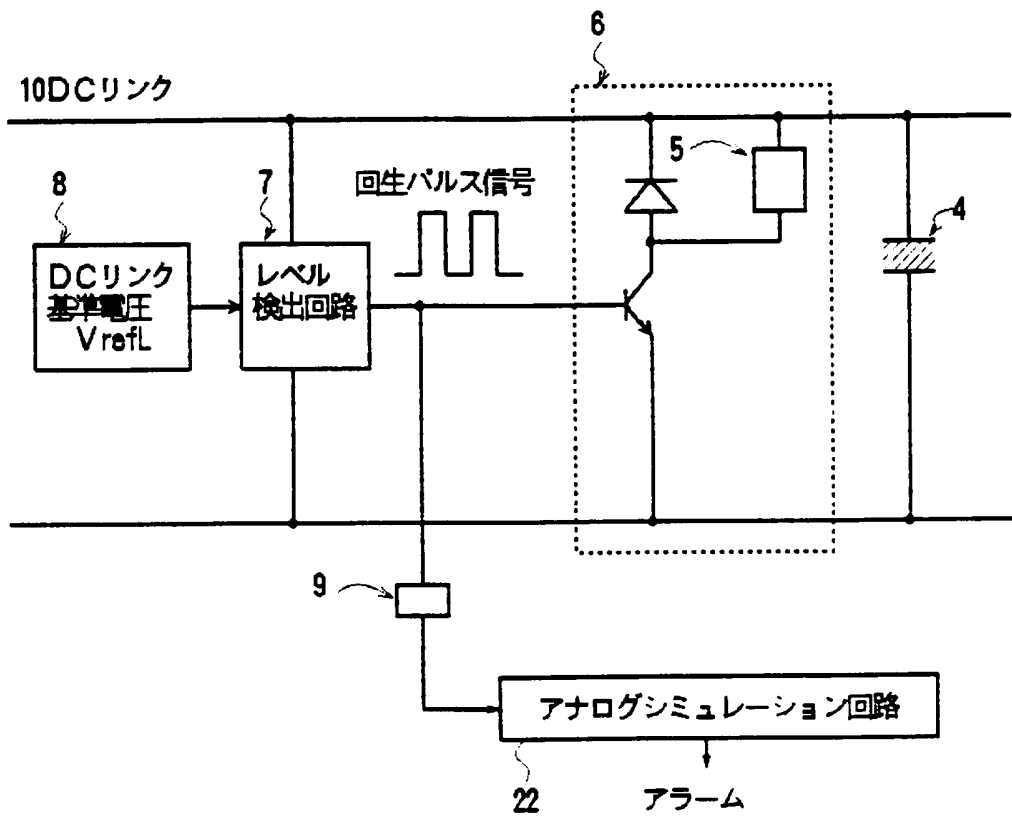


FIG. 16

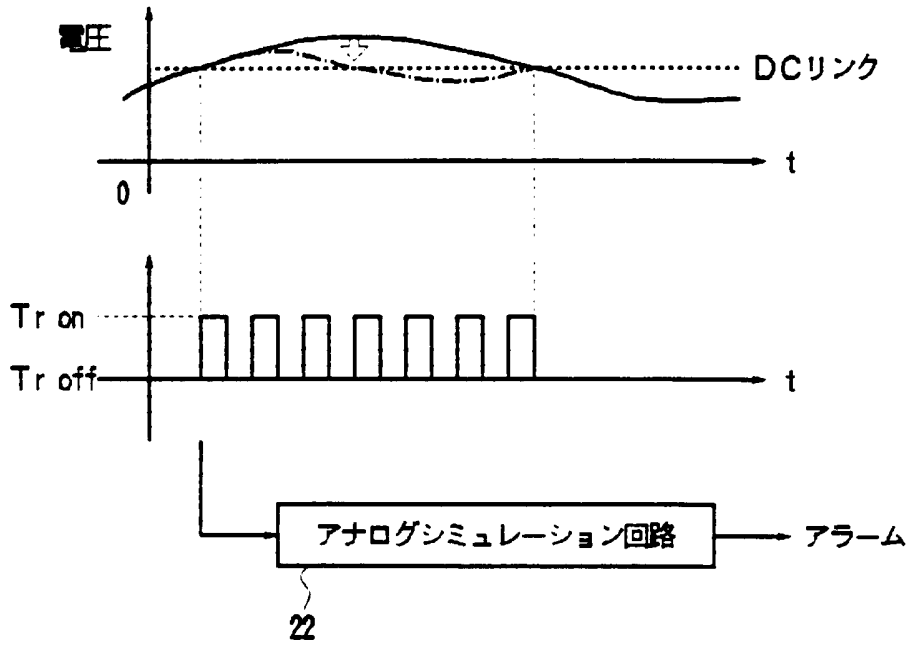


FIG. 17

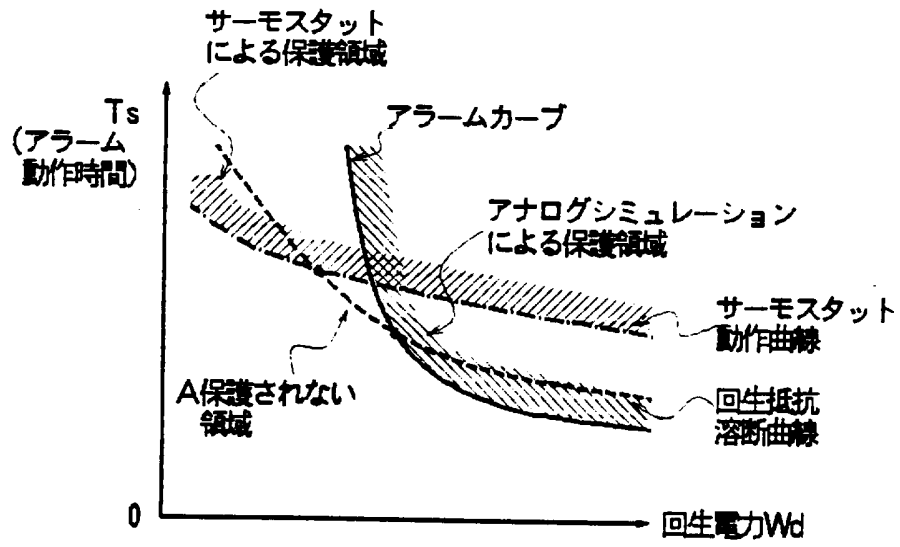
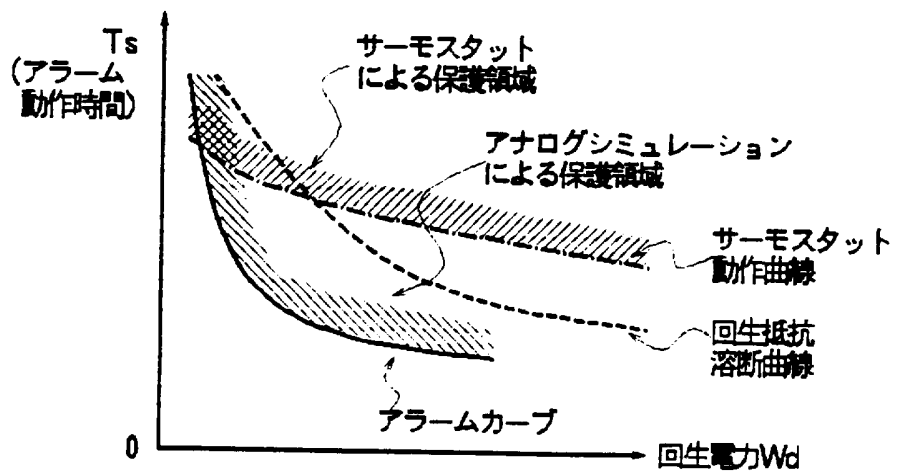


FIG. 18



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/01185

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>6</sup> H02P3/18, 101

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl<sup>6</sup> H02P3/00-26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1932 - 1996

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1996

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 60-13485, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), January 23, 1985 (23. 01. 85) (Family: none)	1 - 7
Y	JP, 2-26340, U (Fuji Electric Co., Ltd.), February 21, 1990 (21. 02. 90) (Family: none)	1 - 7
Y	JP, 2-211083, A (Reliance Electric Ltd.), August 22, 1990 (22. 08. 90) (Family: none)	1, 3-7
Y	JP, 63-161886, A (Mitsubishi Electric Corp.), July 5, 1988 (05. 07. 88) (Family: none)	1, 3-7

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

July 29, 1996 (29. 07. 96)

Date of mailing of the international search report

August 6, 1996 (06. 08. 96)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int<sup>9</sup> H02P3/18, 101

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int<sup>9</sup> H02P3/00-26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1932-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-1996年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 60-13485, A (松下電器産業株式会社) 23, 1月, 1985 (23, 01, 85) (ファミリーなし)	1-7
Y	JP, 2-26340, U (富士電機株式会社) 21, 2月, 1990 (21, 02, 90) (ファミリーなし)	1-7
Y	JP, 2-211083, A (日本リライアンス株式会社) 22, 8月, 1990 (22, 08, 90) (ファミリーなし)	1, 3-7
Y	JP, 63-161886, A (三菱電機株式会社) 5, 7月, 1988 (05, 07, 88) (ファミリーなし)	1, 3-7

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
- 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

- の日の後に公表された文献
- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
29.07.96

国際調査報告の発送日

06.08.96

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
柿崎 拓



3H 9235

電話番号 03-3581-1101 内線 3316