

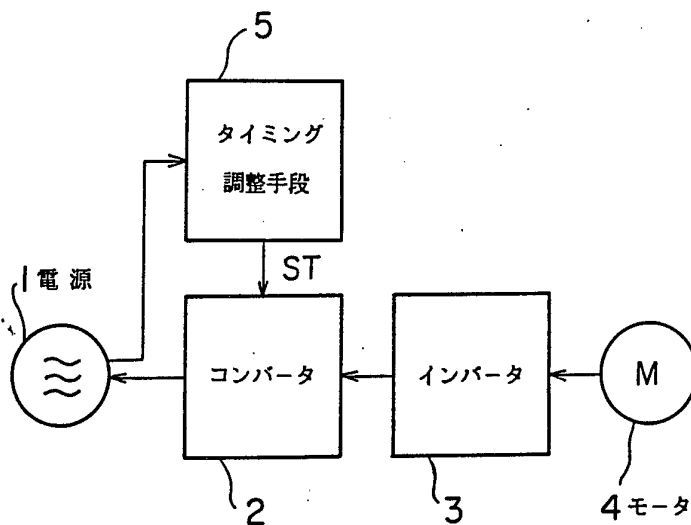


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類 5 H02P 3/18, 7/63</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO 94/03966 (43) 国際公開日 1994年2月17日 (17.02.1994)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP93/01084 (22) 国際出願日 1993年7月30日(30. 07. 93) (30) 優先権データ 特願平4/210375 1992年8月6日(06. 08. 92) JP (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) (72) 発明者;および (75) 発明者/出願人(米国についてのみ) 原田 隆(HARADA, Takashi)[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) 流石英一(SASUGA, Eiichi)[JP/JP] 〒401-03 山梨県南都留郡勝山村649 Yamanashi, (JP) (74) 代理人 弁理士 服部毅巖(HATTORI, Kiyoshi) 〒192 東京都八王子市元横山町2丁目3番9号 ホリエイセンタービル 服部特許事務所 Tokyo, (JP)</p>	<p>(81) 指定国 AT(欧州特許), BE(欧州特許), CH(欧州特許), DE(欧州特許), DK(欧州特許), ES(欧州特許), FR(欧州特許), GB(欧州特許), GR(欧州特許), IE(欧州特許), IT(欧州特許), KR, LU(欧州特許), MC(欧州特許), NL(欧州特許), PT(欧州特許), SE(欧州特許), US. 添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54) Title : POWER REGENERATION SYSTEM

(54) 発明の名称 電源回生方式



- 5 ... timing adjustment means
- 1 ... power supply
- 2 ... convertor
- 3 ... inverter
- 4 ... motor

(57) Abstract

A power regeneration system which suppresses distortion of a current regenerated to a power supply. An inverter (3) produces direct current in response to the induced electromotive force occurring during power regeneration, that is, at the time of deceleration of a motor (4). Timing adjustment means (5) outputs a regeneration signal ST at a predetermined timing before the potential of one of the three phases of a power supply voltage, which exhibits the highest potential, becomes equal to the potential of another phase. A convertor (2) converts the inverted direct current to an alternating current on the basis of this regeneration signal ST and regenerates it to the power supply.

(57) 要約

電源に回生する電流の歪みを抑えるようにした電源回生方式に関する。インバータ(3)は電源回生時に、すなわちモータ(4)の減速時に発生する誘導起電力を直流に変換する。また、タイミング調整手段(5)が三相の電源電圧のうち最大の電位を示す一相の電位が他の一相の電位と同電位となる前に所定のタイミングで回生信号S Tを出力する。この回生信号S Tに基づいて、コンバータ(2)が変換された直流を交流に変換して電源に回生する。

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のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	CS	チェッコスロヴァキア	KR	大韓民国	PL	ポーランド
AU	オーストラリア	CZ	チェッコ共和国	KZ	カザフスタン	PT	ポルトガル
BB	バルバドス	DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	RO	ルーマニア
BE	ベルギー	DK	デンマーク	LK	スリランカ	RU	ロシア連邦
BF	ブルキナファソ	ES	スペイン	LU	ルクセンブルグ	SD	スーダン
BG	ブルガリア	FI	フィンランド	LV	ラトヴィア	SE	スウェーデン
BJ	ベナン	FR	フランス	MC	モナコ	SI	スロヴェニア
BR	ブラジル	GA	ガボン	MG	マダガスカル	SK	スロヴァキア共和国
BY	ベラルーシ	GB	イギリス	ML	マリ	SN	セネガル
CA	カナダ	GN	ギニア	MN	モンゴル	TD	チャド
CF	中央アフリカ共和国	GR	ギリシャ	MR	モーリタニア	TG	トーゴ
CG	コンゴ	HU	ハンガリー	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	NE	ニジェール	US	米国
CI	コートジボアール	IT	イタリア	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン共和国
CM	カメルーン	JP	日本	NO	ノルウェー	VN	ヴェトナム
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NZ	ニュージーランド		

明 細 書

電源回生方式

技 術 分 野

本発明は電源回生方式に関し、特にモータの減速時に発生する誘導起電力を電源に回生する電源回生方式に関する。

背 景 技 術

モータの減速時に、モータは発電機として動作し、回生制動が行われる。一般に、このような回生制動を制御する方式が電源回生方式として知られている。従来の電源回生方式では、ある相間の回生電流が零になった後、次の相間に回生電流を流していた。

図10は従来のコンバータのトランジスタのオンオフを示すタイムチャートであって、電源電圧の変化に対応するトランジスタ T_{r1} ～ T_{r6} の時間的な変化を示したものである。(コンバータの回路は図11に示す。)図において、トランジスタ T_{r1} 、 T_{r3} 、 T_{r5} は三相(R相、S相、T相)の電源電圧のうち、最大の電位を示す相をオンにするトランジスタであり、逆にトランジスタ T_{r2} 、 T_{r4} 、 T_{r6} は三相の電源電圧のうち、最小の電位を示す相をオンにするトランジスタである。

すなわち、トランジスタ T_{r1} はR相の電位が最大の場合にオンになり、他の場合ではオフになる。同様に、トランジスタ T_{r3} 、 T_{r5} はそれぞれS相及びT相の電位が最大の場合に

オンになり、他の場合ではオフになる。また、トランジスタ T_{r2} は R 相の電位が最小の場合にオンになり、他の場合ではオフになる。同様に、トランジスタ T_{r4} , T_{r6} はそれぞれ S 相及び T 相の電位が最小の場合にオンになり、他の場合ではオフになる。

例えば、時間 t_{102} から時間 t_{103} の間では R 相が最大電位になり、S 相が最小電位になる。このため、トランジスタ T_{r1} , T_{r4} がオンになり、他のトランジスタはオフになる。同様に、時間 t_{103} から時間 t_{104} の間では R 相が最大電位になり、T 相が最小電位になる。このため、トランジスタ T_{r1} , T_{r6} がオンになり、他のトランジスタはオフになる。

ここで、時間 t_{103} では最小電圧が S 相から T 相に変わるので、トランジスタ T_{r4} がオフになるとともに、時間 t_{103} から微小時間 Δt だけ遅れてトランジスタ T_{r6} がオンになる。このようなトランジスタの切り換えが時間 t_{101} , t_{102} , \dots , t_{109} の各時に行われる。

図 11～図 13 は従来の回生電流の流れを示す図であって、図 11 が相切換前の回生電流の流れを、図 12 が相切換時の回生電流の流れを、図 13 が相切換後の回生電流の流れをそれぞれ示す。すなわち、図 11 は図 10 における時間 t_{102} から時間 t_{103} の間の回生電流の流れを、図 12 は図 10 における時間 t_{103} の回生電流の流れを、図 13 は図 10 における時間 t_{103} から時間 t_{104} の間の回生電流の流れをそれぞれ示す。

まず、図 11～図 13 におけるコンバータの回路構成について説明する。トランジスタ T_{r1} とトランジスタ T_{r2} とは、

直列に接続されている。すなわち、トランジスタ T_{r1} のエミッタ端子とトランジスタ T_{r2} のコレクタ端子が接続されており、この接続点はインダクタンスを介して電源 11 の R 相に接続されている。同様に、トランジスタ T_{r3} のエミッタ端子とトランジスタ T_{r4} のコレクタ端子が接続されており、この接続点はインダクタンスを介して電源 11 の S 相に接続されている。トランジスタ T_{r5} のエミッタ端子とトランジスタ T_{r6} のコレクタ端子が接続されており、この接続点はインダクタンスを介して電源 11 の T 相に接続されている。

また、直列に接続されたトランジスタ T_{r1} とトランジスタ T_{r2} 、トランジスタ T_{r3} とトランジスタ T_{r4} 及びトランジスタ T_{r5} とトランジスタ T_{r6} は並列に接続されている。すなわち、トランジスタ T_{r1} 、 T_{r3} 、 T_{r5} のコレクタ端子が互いに接続され、この接続点には回生電流制限抵抗 R とダイオード D が並列に接続されている。同様に、トランジスタ T_{r2} 、 T_{r4} 、 T_{r6} のエミッタ端子が互いに接続され、この接続点にはコンデンサ C の一端がトランジスタ T_{r1} とトランジスタ T_{r2} の場合と同様に並列に接続され、かつ、コンデンサ C の他端は上記回生電流制限抵抗 R の他端とダイオード D のアノード端子との接続点に接続されている。

さらに、これらのトランジスタ $T_{r1} \sim T_{r6}$ にはそれぞれ並列にダイオードが接続されている。例えば、トランジスタ T_{r1} のコレクタ端子にはダイオード $D1$ のアノード端子が接続され、トランジスタ T_{r1} のエミッタ端子にはダイオード $D1$ のカソード端子が接続されている。同様に、トランジスタ T_{r2} にはダイオード $D2$ が、トランジスタ T_{r3} にはダイオード

D 3 が、トランジスタ T_{r4} にはダイオード D 4 が、トランジスタ T_{r5} にはダイオード D 5 が、トランジスタ T_{r6} にはダイオード D 6 がそれぞれ並列に接続されている。

次に、各時点の回生電流の流れについて説明する。

まず、図示されていないモータが減速することによって発生した誘導起電力による電流が上記コンデンサ C の両端に流れ込むため、コンデンサ C の両端の電位が上昇する。この際、電源 1 1 から供給される三相の電源電圧のうち最大の電位を示す一相の電位がコンデンサ C の一端の電位よりも低くなり、三相の電源電圧のうち最小の電位を示す一相の電位がコンデンサ C の他端の電位よりも高くなる。したがって、供給される三相の電源電圧とコンデンサ C との間に電位差が生ずるため、トランジスタを ON することによりコンデンサ C から電源 1 1 へ流れる回生電流が生ずる。以下、上記の事象によって生ずる回生電流を「減速時回生電流」と呼ぶ。図 1 1 において、減速時回生電流は、相電流 I_R として回生電流制限抵抗 R 及びトランジスタ T_{r1} を介して電源 1 1 に流れる。なお、この際の T 相の電位は V_T である。また、減速時回生電流は T 相の電位 V_T よりも S 相の電位 V_S のほうが低く、かつ、トランジスタ T_{r4} がオンしているので、相電流 I_S としてトランジスタ T_{r4} を介してコンデンサ C へ流れる。

図 1 2 において、減速時回生電流は、トランジスタ T_{r4} がオフすることにより、入力部インダクタンス L に逆起電圧が発生しトランジスタ T_{r1} 、ダイオード D 3 を介して流れる。

図 1 3 において、減速時回生電流は、相電流 I_R として回生電流制限抵抗 R 及びトランジスタ T_{r1} を介して電源 1 1 に流

れる。また、減速時回生電流はS相の電位 V_s よりもT相の電位 V_T のほうが低く、かつ、トランジスタ T_{r6} がオンしているので、相電流 I_S としてトランジスタ T_{r6} を介して図示されていないモータへ流れる。

次に、図12に示す相切換時の回生電流の流れについて説明する。

図14は、従来の相切換時の回生電流の流れを示す図である。図において、インダクタンス L_1 は電源のインダクタンスを示し、インダクタンス L_2 はコンバータのインダクタンスを示す。また、電位 V_{R1} 、 V_{S1} 、 V_{T1} は電源電圧の電位を示し、電位 V_{R2} 、 V_{S2} 、 V_{T2} は電源電圧に接続される他の機器における電位を示す。なお、図12と同一の要素には同一番号を付し、説明を省略する。

減速時回生電流はインダクタンス L_{1s} 、 L_{2s} の逆起電力によるフライホール電流 I_R 、 I_S としてダイオード D_3 を介してトランジスタ T_{r1} に流れる。

このため、電位 V_R 及び電位 V_s は短絡状態となり、ほぼ同電位になるので、それぞれ電位 V_{R1} と電位 V_{S1} との中間電位になる。その結果、電位 V_{R2} は電位 V_{R1} と電位 V_R に対してインダクタンス L_{1R} 、 L_{2R} で分圧された電位になり電位 V_{S2} は電位 V_{S1} と電位 V_s に対してインダクタンス L_{1s} 、 L_{2s} で分圧された電位になるので、電位 V_{R2} 及び電位 V_{S2} の相間電圧は本来の電位より低くなるので電源波形が歪む。

図15は従来の回生電流のタイムチャートであって、電源電圧の変化に対応する相間電圧及び相電流 I_T 、 I_R 、 I_S の時

間的な変化を示したものである。

図14で示した相間電圧の歪みは、相電流 I_T 、 I_R 、 I_S が減少するとき、すなわち時間 t_{151} 、 t_{152} 、 \dots 、 t_{159} の各時に現れる。また、この相間電圧の歪みの大きさはインダクタンス L_1 及びインダクタンス L_2 の比に応じて変動する。

したがって、従来の電源回生方式では、上記の回生により歪んだ電源に接続される三相のタイミングを利用した機器等に障害が生ずるといった問題点があった。また、電源に高調波が発生するという問題点があった。

発 明 の 開 示

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、電源に回生する電流の歪みを抑える電源回生方式を、提供することを目的とする。

本発明では上記課題を解決するために、

モータの減速時に発生する誘導起電力を電源に回生する電源回生方式において、電源回生時に、モータに発生する誘導起電力を直流に変換するインバータと、三相の電源電圧のうち最大の電位を示す一相の電位が他の一相の電位と同電位となる前に所定のタイミングで回生信号を出力するタイミング調整手段と、前記回生信号に基づいて変換された直流を、交流に変換して前記電源に回生するコンバータと、を有することを特徴とする電源回生方式が提供される。

インバータが電源回生時に、すなわちモータの減速時に発生する誘導起電力を直流に変換する。また、タイミング調整手段

が三相の電源電圧のうち最大の電位を示す一相の電位が他の一相の電位と同電位となる前に所定のタイミングで回生信号を出力する。この回生信号に基づき、コンバータが電源回生時に変換された直流を交流に変換して電源に回生する。

図面の簡単な説明

- 図1は本発明の電源回生方式を示す原理説明図、
図2は電源回生方式の回路例、
図3は電源回生方式の回路例であり、(A)は発光回路部を、
(B)は受光回路部をそれぞれ示し、
図4はトランジスタのオンオフを示すタイムチャート、
図5は回生電流の流れを示す図、
図6は回生電流の流れを示す図、
図7は回生電流の流れを示す図、
図8は相切換時の回生電流の流れを示す図、
図9は回生電流のタイムチャート、
図10は従来のコンバータのトランジスタのオンオフを示す
タイムチャート、
図11は従来の回生電流の流れを示す図、
図12は従来の回生電流の流れを示す図、
図13は従来の回生電流の流れを示す図、
図14は従来の相切換時の回生電流の流れを示す図、
図15は従来の回生電流のタイムチャートである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明の電源回生方式を示す原理説明図である。本発明の電源回生方式は、コンバータ2、インバータ3及びタイミング調整手段5から構成される。コンバータ2及びインバータ3は電源1とモータ4との間に設置され、かつ直列に接続される。また、タイミング調整手段5は電源1から三相の電源電圧を入力し、所定のタイミングで回生信号S Tをコンバータ2に出力する。

インバータ3は電源回生時に、すなわちモータ4の減速時に発生する誘導起電力を直流に変換する。また、タイミング調整手段5が三相の電源電圧のうち最大の電位を示す一相の電位が他の一相の電位と同電位となる前に、所定のタイミングで回生信号S Tを出力する。この回生信号S Tに基づいて、コンバータ2が電源回生時に変換された直流を交流に変換して電源に回生する。

図2及び図3は電源回生方式の回路例であって、図2はインバータとコンバータの回路例を、図3はタイミング調整手段の回路例をそれぞれ示す。

まず、図2の回路構成について説明する。図において、電源11とモータ41の間には、コンバータ2とインバータ3とが直列に接続されている。なお、電源11としては三相の商用電源が使用され、モータ41としてはサーボモータが使用される。

コンバータ2の回路構成について説明する。トランジスタTr1とトランジスタTr2とが直列に接続されている。すなわち、トランジスタTr1のエミッタ端子とトランジスタTr2のコレクタ端子が接続されており、この接続点はインダクタン

スLを介して電源11のR相に接続されている。同様に、トランジスタTr3のエミッタ端子とトランジスタTr4のコレクタ端子が接続されており、この接続点はインダクタンスLを介して電源11のS相に接続されている。トランジスタTr5のエミッタ端子とトランジスタTr6のコレクタ端子が接続されており、この接続点はインダクタンスLを介して電源11のT相に接続されている。

また、直列に接続されたトランジスタTr1とトランジスタTr2、トランジスタTr3とトランジスタTr4及びトランジスタTr5とトランジスタTr6は並列に接続されている。すなわち、トランジスタTr1, Tr3, Tr5のコレクタ端子が互いに接続され、この接続点には回生電流制限抵抗Rの一端とダイオードDのカソード端子が接続されている。同様に、トランジスタTr2, Tr4, Tr6のエミッタ端子が互いに接続され、この接続点にはコンデンサCの一端がトランジスタTr1とトランジスタTr2の場合と同様に並列に接続され、かつ、コンデンサCの他端は上記回生電流制限抵抗Rの他端とダイオードDのアノード端子との接続点に接続されている。ここで、コンデンサCはダイオードによって直流に変換された電流の脈動を抑えるための平滑コンデンサである。

さらに、これらのトランジスタTr1~Tr6にはそれぞれ並列にダイオードが接続されている。例えば、トランジスタTr1のコレクタ端子にはダイオードD1のアノード端子が接続され、トランジスタTr1のエミッタ端子にはダイオードD1のカソード端子が接続されている。同様に、トランジスタTr2にはダイオードD2が、トランジスタTr3にはダイオード

D 3 が、トランジスタ T r 4 にはダイオード D 4 が、トランジスタ T r 5 にはダイオード D 5 が、トランジスタ T r 6 にはダイオード D 6 がそれぞれ並列に接続されている。なお、これらのトランジスタ T r 1 ~ T r 6 のベース端子は後述するタイミング制御回路に接続されている。

次に、インバータ 3 の回路構成について説明する。トランジスタ T r 3 1 とトランジスタ T r 3 2 とは、直列に接続されている。すなわち、トランジスタ T r 3 1 のエミッタ端子とトランジスタ T r 3 2 のコレクタ端子が接続されており、この接続点はモータ 4 1 に接続されている。同様に、トランジスタ T r 3 3 のエミッタ端子とトランジスタ T r 3 4 のコレクタ端子が接続されており、この接続点はモータ 4 1 に接続されている。トランジスタ T r 3 5 のエミッタ端子とトランジスタ T r 3 6 のコレクタ端子が接続されており、この接続点はモータ 4 1 に接続されている。

また、直列に接続されたトランジスタ T r 3 1 とトランジスタ T r 3 2、トランジスタ T r 3 3 とトランジスタ T r 3 4 及びトランジスタ T r 3 5 とトランジスタ T r 3 6 は並列に接続されている。すなわち、トランジスタ T r 3 1、T r 3 3、T r 3 5 のコレクタ端子が互いに接続され、この接続点には上記コンデンサ C の他端と接続されている。同様に、トランジスタ T r 3 2、T r 3 4、T r 3 6 のエミッタ端子が互いに接続され、この接続点には上記コンデンサ C の一端と接続されている。

さらに、これらのトランジスタ T r 3 1 ~ T r 3 6 にはそれぞれ並列にダイオードが接続されている。例えば、トランジスタ T r 3 1 のコレクタ端子にはダイオード D 3 1 のアノード端

子が接続され、トランジスタ $T r 3 1$ のエミッタ端子にはダイオード $D 3 1$ のカソード端子が接続されている。同様に、トランジスタ $T r 3 2$ にはダイオード $D 3 2$ が、トランジスタ $T r 3 3$ にはダイオード $D 3 3$ が、トランジスタ $T r 3 4$ にはダイオード $D 3 4$ が、トランジスタ $T r 3 5$ にはダイオード $D 3 5$ が、トランジスタ $T r 3 6$ にはダイオード $D 3 6$ がそれぞれ並列に接続されている。

次に、図 3 の回路構成について説明する。図 3 (A) は発光回路部を、図 3 (B) は受光回路部を示す。図 3 (A) 及び図 3 (B) において、発光ダイオード $D 5 1$ とフォトトランジスタ $T r 5 1$ とは、一つのフォトカップラを構成する。すなわち、発光ダイオード $D 5 1$ に順方向電流が流れると発光し、発光した光がフォトトランジスタ $T r 5 1$ に受光されるとフォトトランジスタ $T r 5 1$ がオンする。同様に、発光ダイオード $D 5 2 \sim D 5 6$ とフォトトランジスタ $T r 5 2 \sim T r 5 6$ もそれぞれフォトカップラを構成する。

図 3 (A) において、ダイオード $D 6 1$ にはダイオード $D 6 2$ が直列に接続されている。すなわち、ダイオード $D 6 1$ のカソード端子にはダイオード $D 6 2$ のアノード端子が接続されている。また、発光ダイオード $D 5 1$ と発光ダイオード $D 5 2$ とは逆方向に、かつ、並列に接続されている。すなわち、発光ダイオード $D 5 1$ のアノード端子には発光ダイオード $D 5 2$ のカソード端子が接続され、この接続点は上記ダイオード $D 6 1$ のカソード端子とダイオード $D 6 2$ のアノード端子との接続点に接続されている。

同様に、ダイオード $D 6 3$ にはダイオード $D 6 4$ が直列に接

続され、ダイオード D 6 5 にはダイオード D 6 6 が直列に接続されている。また、発光ダイオード D 5 3 と発光ダイオード D 5 4 とは逆方向に並列に接続され、発光ダイオード D 5 5 と発光ダイオード D 5 6 とは逆方向に並列に接続されている。そして、発光ダイオード D 5 3 のアノード端子と発光ダイオード D 5 4 のカソード端子との接続点にはダイオード D 6 3 のカソード端子とダイオード D 6 4 のアノード端子との接続点に接続され、発光ダイオード D 5 4 のアノード端子と発光ダイオード D 5 5 のカソード端子との接続点にはダイオード D 6 4 のカソード端子とダイオード D 6 5 のアノード端子との接続点に接続されている。

さらに、ダイオード D 6 1, D 6 3, D 6 5 のアノード端子は負荷抵抗 R_x の一端に接続され、ダイオード D 6 2, D 6 4, D 6 5 のカソード端子は負荷抵抗 R_x の他端に接続されている。

図 3 (B) において、フォトトランジスタ $T_{r51} \sim T_{r55}$ のコレクタ端子は、いずれも定電圧源 V_{cc} に接続されるとともに、タイミング制御回路 5 1 に接続されている。このタイミング制御回路 5 1 は後述する回生電流を監視して回生信号 S_T を出力する回路でタイミング制御回路 5 1 から出力される回生信号 S_T は端子 T 1, T 2, T 3, T 4, T 5, T 6 を介して図 2 のそれぞれのトランジスタのベース端子に接続されている。

したがって、例えば図 3 (A) の発光ダイオード D 5 1 に順方向電流が流れて発光したとき、フォトトランジスタ T_{r51} がオンになる。このため、フォトトランジスタ T_{r51} のコレクタ端子がほぼ 0 [V] になり、この電位が信号としてタイミング制御回路 5 1 に通知される。こうして、タイミング制御回

路 5 1 は電源 1 1 から供給される電源電圧のタイミングを判別して後述する所定のタイミングで回生信号 S T を出力する。

次に、本発明の電源回生方式の動作について説明する。

図 4 は、トランジスタのオンオフを示すタイムチャートであって、電源電圧の変化に対応するトランジスタ T r 1 ~ T r 6 の時間的な変化を示したものである。

図において、トランジスタ T r 1, T r 3, T r 5 は三相 (R 相, S 相, T 相) の電源電圧のうち、最大の電位を示す相をオンにするトランジスタであり、逆にトランジスタ T r 2, T r 4, T r 6 は三相の電源電圧のうち、最小の電位を示す相をオンにするトランジスタである。

すなわち、トランジスタ T r 1 は R 相の電位が最大の場合にオンし、他の場合ではオフする。同様に、トランジスタ T r 3, T r 5 はそれぞれ S 相及び T 相の電位が最大の場合にオンし、他の場合ではオフする。また、トランジスタ T r 2 は R 相の電位が最小の場合にオンになり、他の場合ではオフになる。同様に、トランジスタ T r 4, T r 6 はそれぞれ S 相及び T 相の電位が最小の場合にオンし、他の場合ではオフする。

例えば、時間 t 4 4 から時間 t 4 6 の間では R 相が最大電位になり、S 相が最小電位になる。このため、トランジスタ T r 1, T r 4 がオンし、他のトランジスタはオフする。同様に、時間 t 4 6 から時間 t 4 8 の間では R 相が最大電位になり、T 相が最小電位になる。このため、トランジスタ T r 1, T r 6 がオンし、他のトランジスタはオフする。

ここで、時間 t 4 6 では最小電圧が S 相から T 相に変わるので、時間 t 4 5 にトランジスタ T r 6 がオンし、時間 t 4 6 に

トランジスタ T_{r6} がオフする。同様に、時間 t_{48} では最大電位が R 相から S 相に変わるので、時間 t_{47} にトランジスタ T_{r3} がオンし、時間 t_{48} にトランジスタ T_{r1} がオフする。このようなトランジスタのオン・オフが時間 t_{41} , t_{42} , \dots , t_{58} の各時に行われる。

なお、時間 t_{41} から時間 t_{42} の間隔、時間 t_{43} から時間 t_{44} の間隔、 \dots 、時間 t_{57} から時間 t_{58} の間隔はいずれも同一の時間間隔であって、電源のインダクタンス及びインダクタンス L に応じて変動する。

図 5～図 7 は回生電流の流れを示す図であって、電源及びコンバータにおける回生電流の流れを示す。図 5 は相切換前の回生電流の流れを、図 6 は相切換時の回生電流の流れを、図 7 は相切換後の回生電流の流れをそれぞれ示す。すなわち、図 5 は図 4 における時間 t_{44} から時間 t_{45} の間の回生電流の流れを、図 6 は図 4 における時間 t_{45} から時間 t_{46} の間の回生電流の流れを、図 7 は図 4 における時間 t_{46} から時間 t_{47} の間の回生電流の流れをそれぞれ示す。

次に、各時点の回生電流の流れについて説明する。

まず、図示されていないモータが減速することによって発生した誘導起電力による電流が上記コンデンサ C の両端に流れ込むため、コンデンサ C の両端の電位が上昇する。この際、電源 11 から供給される三相の電源電圧のうち最大の電位を示す一相の電位がコンデンサ C の一端の電位よりも低くなり、三相の電源電圧のうち最小の電位を示す一相の電位がコンデンサ C の他端の電位よりも高くなる。したがって、供給される三相の電源電圧とコンデンサ C との間に電位差が生ずるため、コンデン

サCから電源11へ流れる回生電流が生ずる。以下、上記の事象によって生ずる回生電流を「減速時回生電流」と呼ぶ。

図5において、減速時回生電流は、相電流 I_R として回生電流制限抵抗 R 及びトランジスタ T_{r1} を介して電源11に流れる。なお、この際のT相の電位は V_T である。また、減速時回生電流はT相の電位 V_T よりもSの電位 V_S のほうが、低く、かつ、トランジスタ T_{r4} がオンしているので、相電流 I_S としてトランジスタ T_{r4} を介してコンデンサCへ流れる。

図6において、減速時回生電流は、トランジスタ T_{r4} がオフすることにより、入力部インダクタンス L に逆起電圧が発生し、トランジスタ T_{r1} 、ダイオード $D3$ を介して流れる。

図7において、減速時回生電流は、相電流 I_R として回生電流制限抵抗 R 及びトランジスタ T_{r1} を介して電源11に流れる。また、減速時回生電流はS相の電位 V_S よりもT相の電位 V_T のほうが低く、かつ、トランジスタ T_{r6} がオンしているため、相電流 I_S としてトランジスタ T_{r6} を介して図示されていないモータへ流れる。

図8は、相切換時の回生電流の流れを示す図である。図において、インダクタンス $L1$ は電源のインダクタンスを示し、インダクタンス $L2$ はコンバータ2のインダクタンスを示す。また、電位 V_{R1} , V_{S1} , V_{T1} は電源電圧の電位を示し、電位 V_{R2} , V_{S2} , V_{T2} は電源電圧に接続される他の機器における電位を示す。なお、図6と同一の要素には同一番号を付し、説明を省略する。

減速時回生電流は、相電流 I_R として回生電流制限抵抗 R 及びトランジスタ T_{r1} を介して電源11に流れる。また、減速

時回生電流は相電流 I_S としてトランジスタ T_{r4} を介して図示されていないモータに流れ、相電流 I_T としてトランジスタ T_{r6} を介して図示されていないモータに流れる。すなわち、インダクタンス L_{1s} , L_{2s} には電流方向に対して逆電圧がかかるので、相電流 I_S は減少する。したがって、相電流 I_S が零になるときに、トランジスタ T_{r4} をオフするようにタイミング調整手段 5 から回生信号 S_T を出力すれば、フライホイール電流は流れることはなく、電源に発生する電流の歪みを抑えることができる。

図 9 は、回生電流のタイムチャートであって、電源電圧の変化に対応する相間電圧及び相電流 I_T , I_R , I_S の時間的な変化を示したものである。

タイミング調整手段 5 から出力する回生信号 S_T のタイミングは次のようになる。すなわち、三相の電源電圧のうち最大の電位を示す一相の電位が他の一相の電位と同電位となるときに、上記最大の電位を示した一相の相電流が零となるように回生信号 S_T を出力する。

具体的には、例えば時間 t_{91} から時間 t_{93} の間において、三相のうち R 相の電圧が最大値を示す。そして、時間 t_{93} では R 相と S 相の電位が同一電位になる。したがって、最大の電位を示した相と同相の電流である相電流 I_R が、時間 t_{93} で 0 [A] になるように回生信号 S_T を出力すればよい。

また、モータ 41 にサーボモータを使用したか、スピンドルモータ等の他の三相交流モータを使用することもできる。

以上説明したように本発明では、インバータが電源回生時に、すなわちモータ減速時に発生する誘導起電力を直流に変換し、

タイミング調整手段が所定のタイミングで回生信号を出力し、コンバータが変換された直流をフライホイール電流を流さずに交流に変換して電源に回生するように構成したので、電源に回生する電圧の歪みを抑えることができる。このため、電源に高調波が発生することはない。

請 求 の 範 囲

1. モータの減速時に発生する誘導起電力を電源に回生する電源回生方式において、

電源回生時に、モータに発生する誘導起電力を直流に変換するインバータと、

三相の電源電圧のうち最大の電位を示す一相の電位が他の一相の電位と同電位となる前に所定のタイミングで回生信号を出力するタイミング調整手段と、

前記回生信号に基づいて変換された直流を、交流に変換して前記電源に回生するコンバータと、

を有することを特徴とする電源回生方式。

2. 前記タイミング調整手段は、三相の電源電圧のうち最大の電位を示す一相の電位が他の一相の電位と同電位となるときに、前記一相の相電流が零となるように調整して、前記回生信号を出力するように構成したことを特徴とする請求項1記載の電源回生方式。

1 / 15

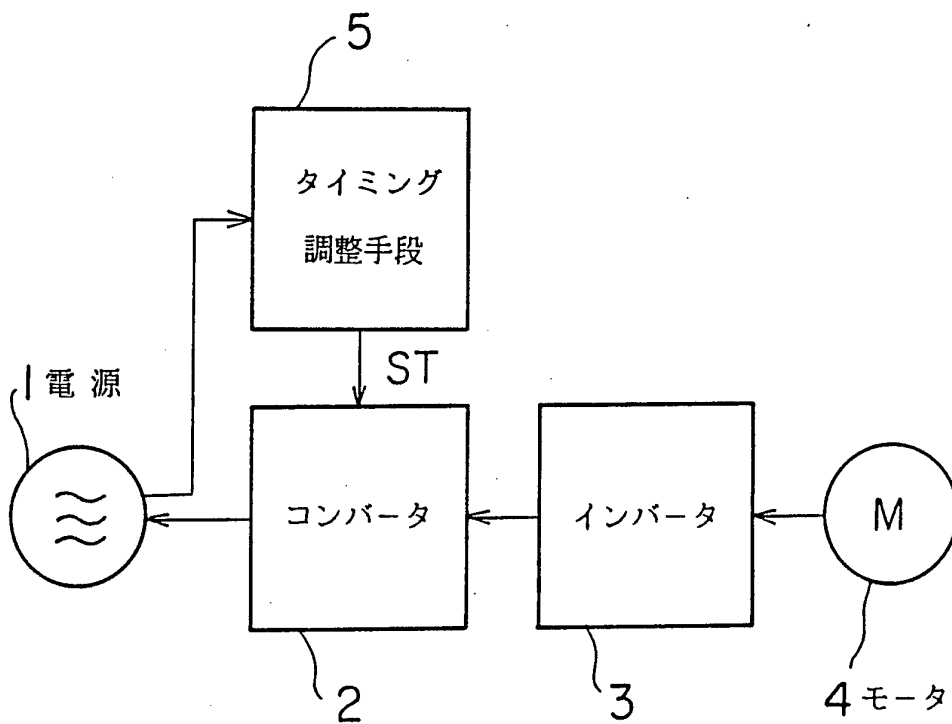


図 1

2/15

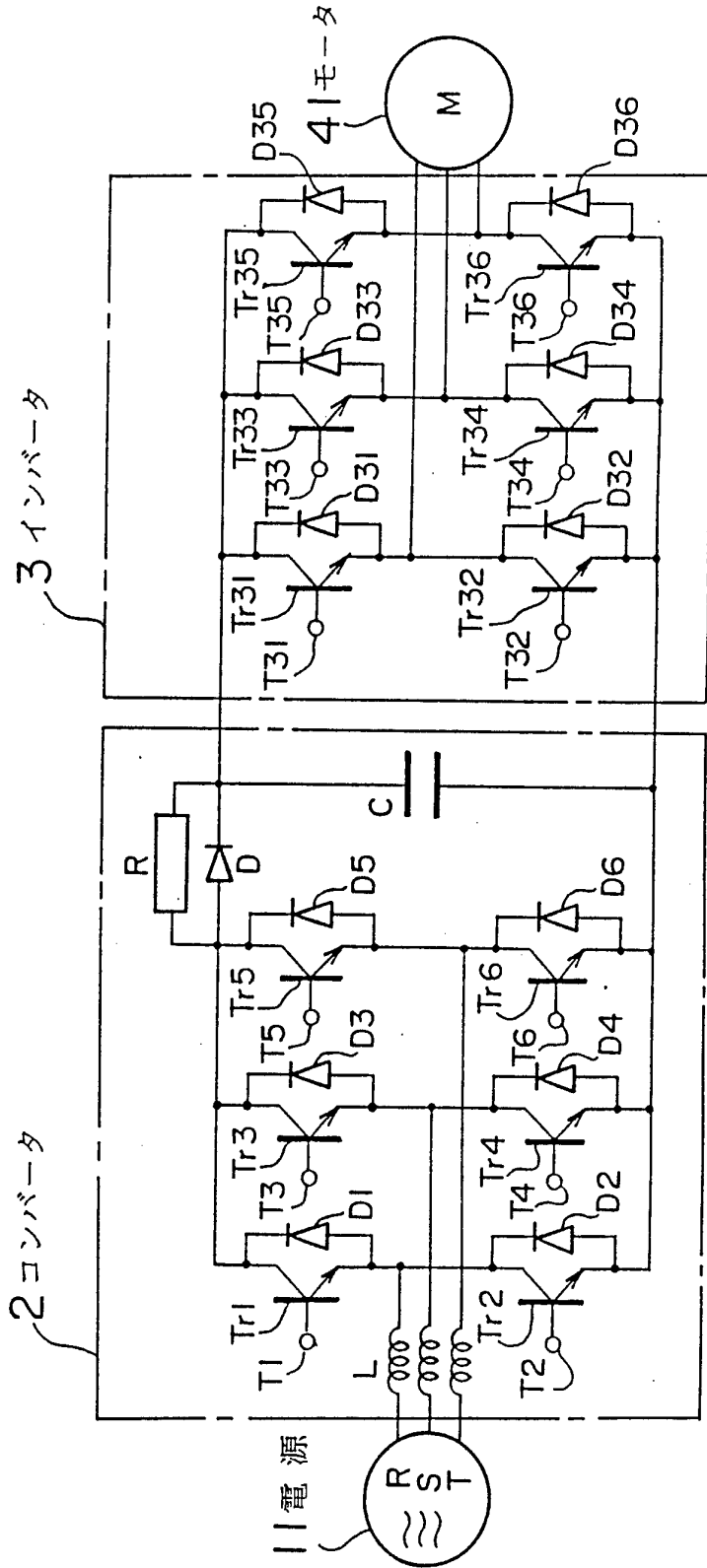
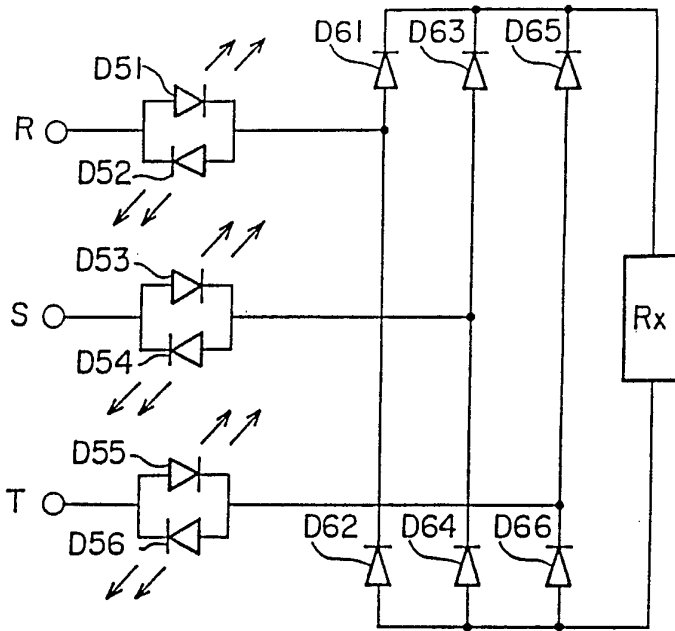


図 2

3/15

(A)



(B)

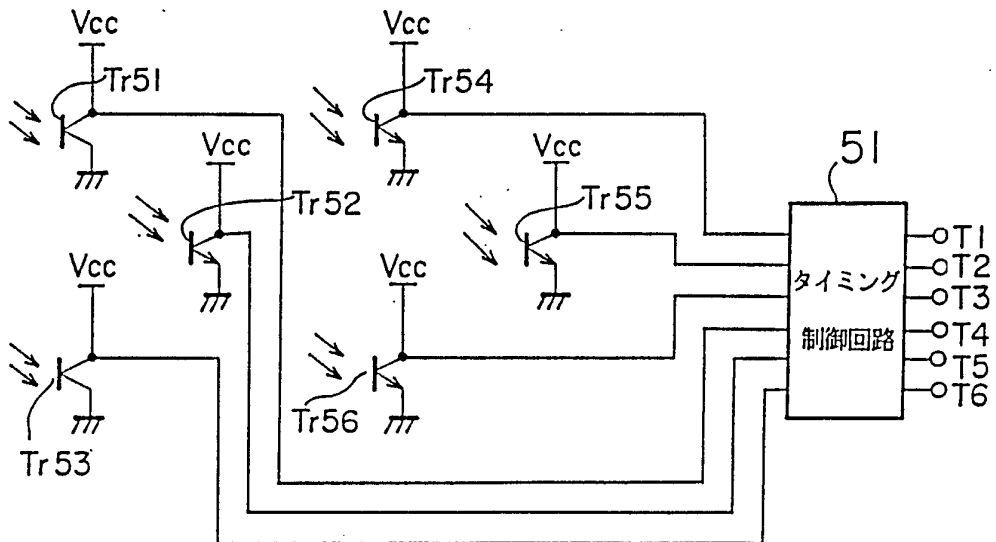


図 3

4/15

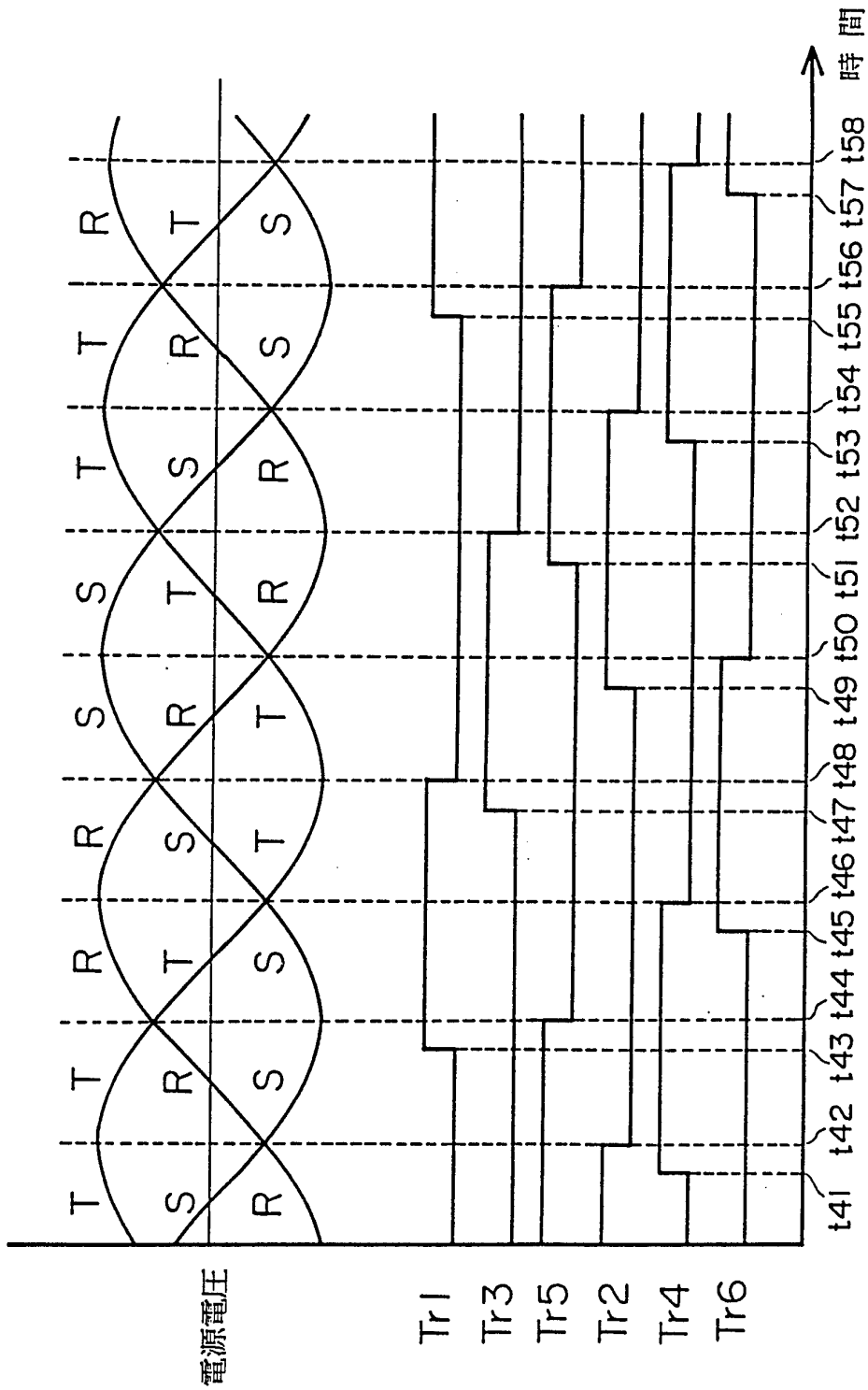


図 4

5/15

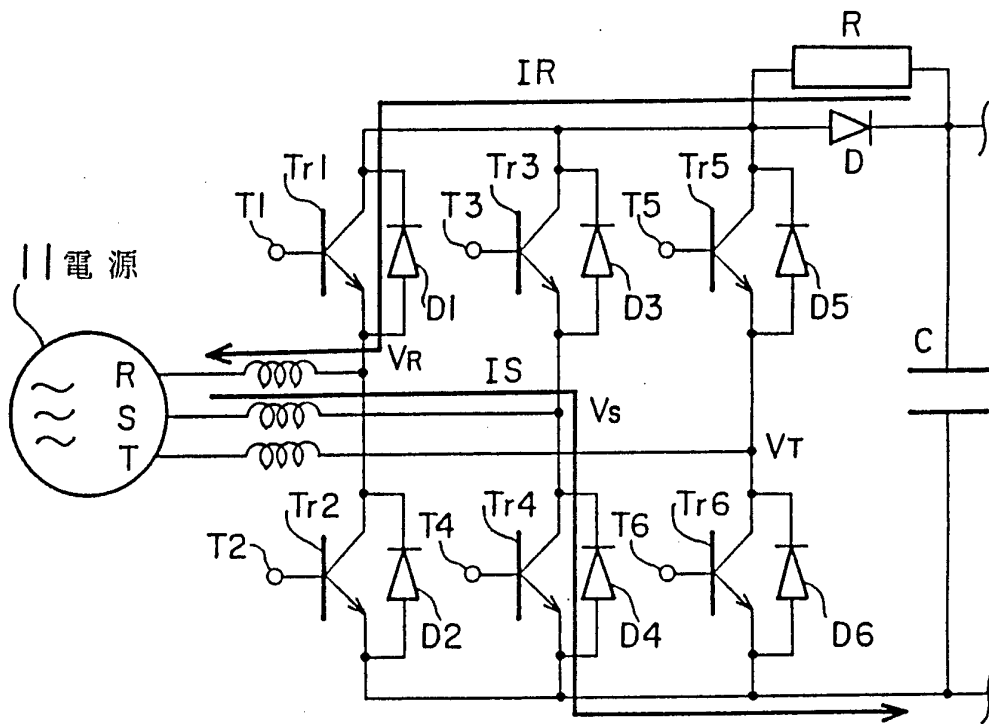


図 5

6/15

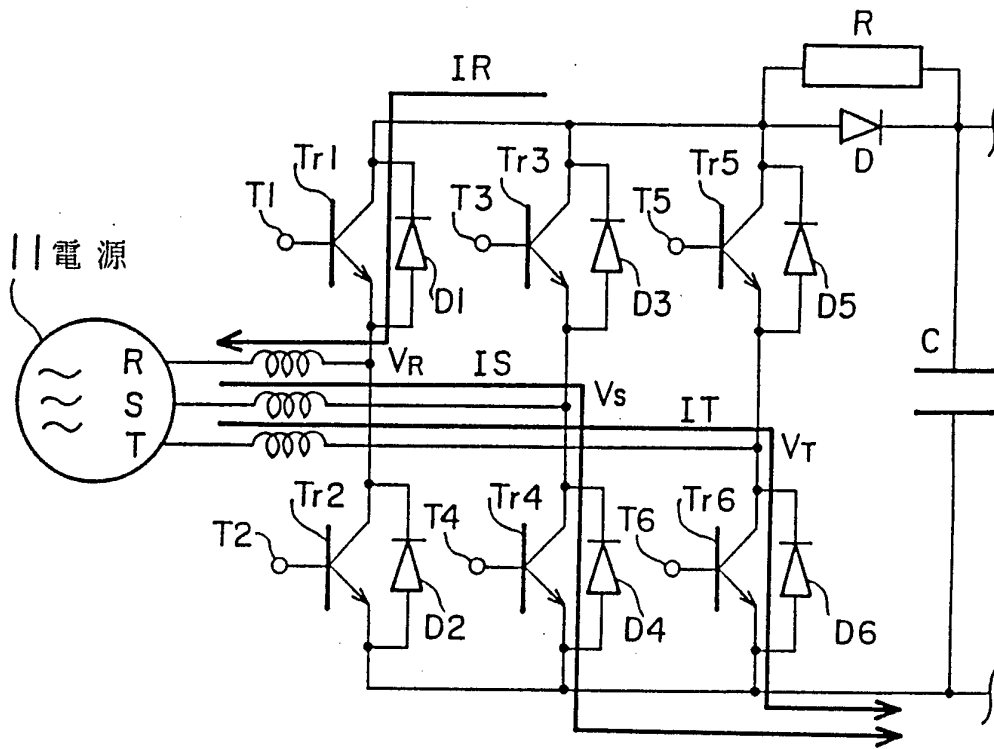


図 6

7/15

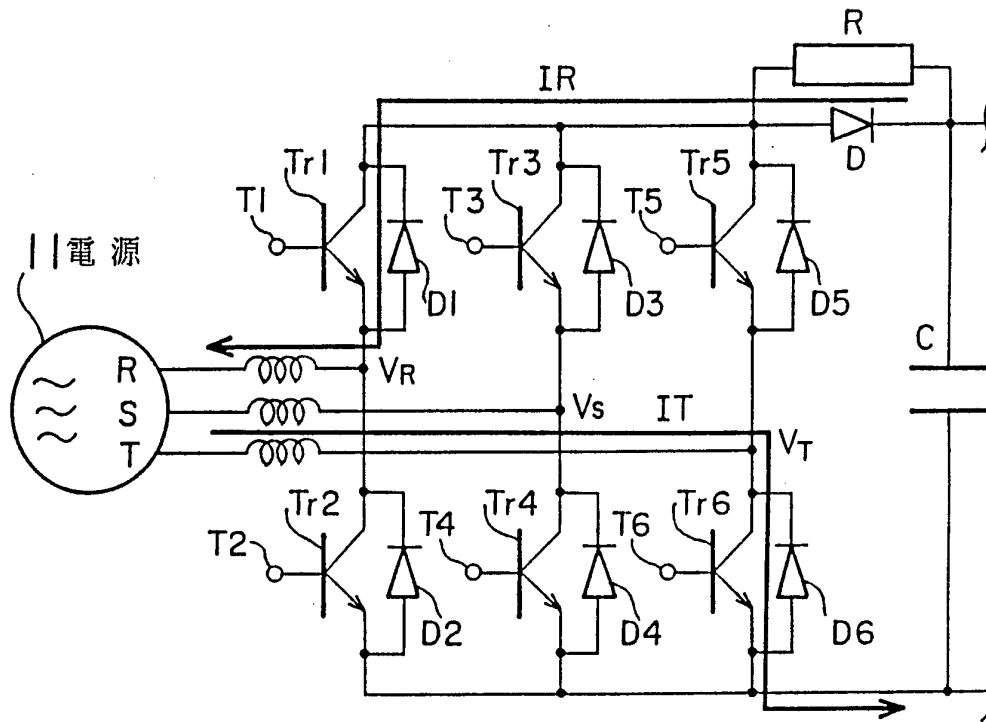


図 7

15/∞

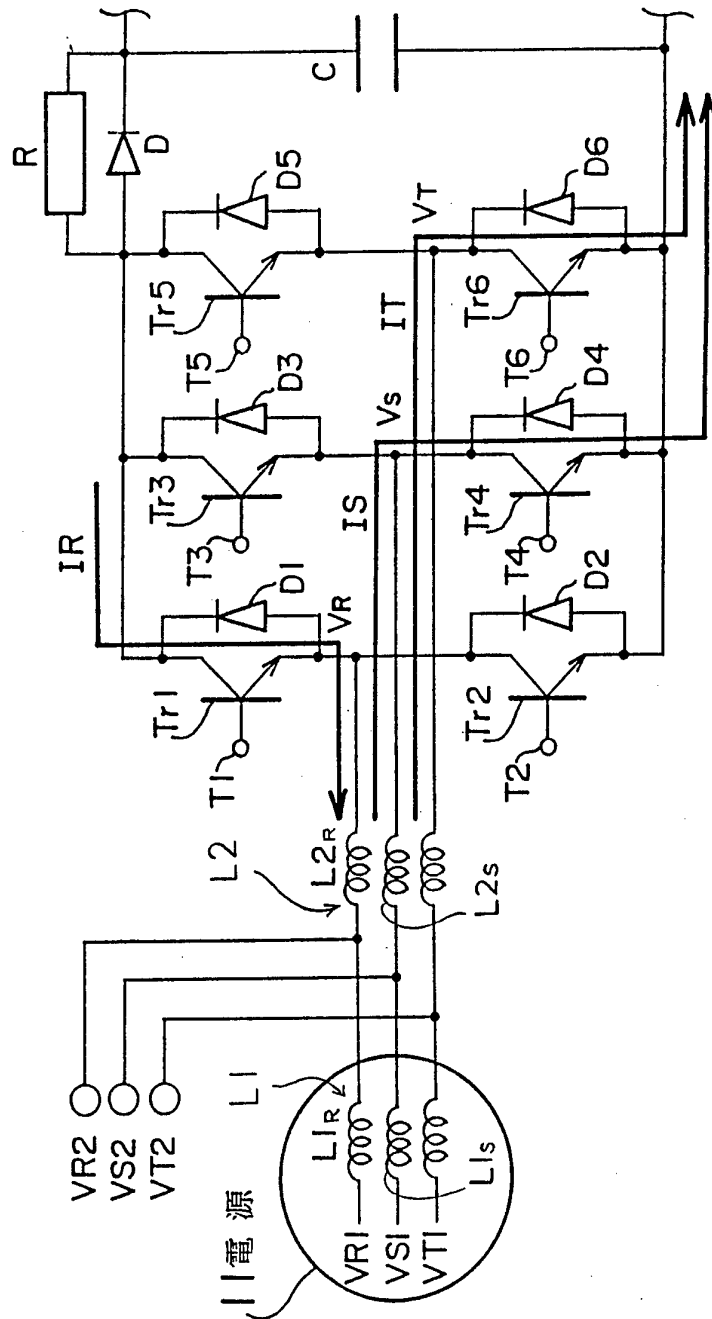


図 8

9/15

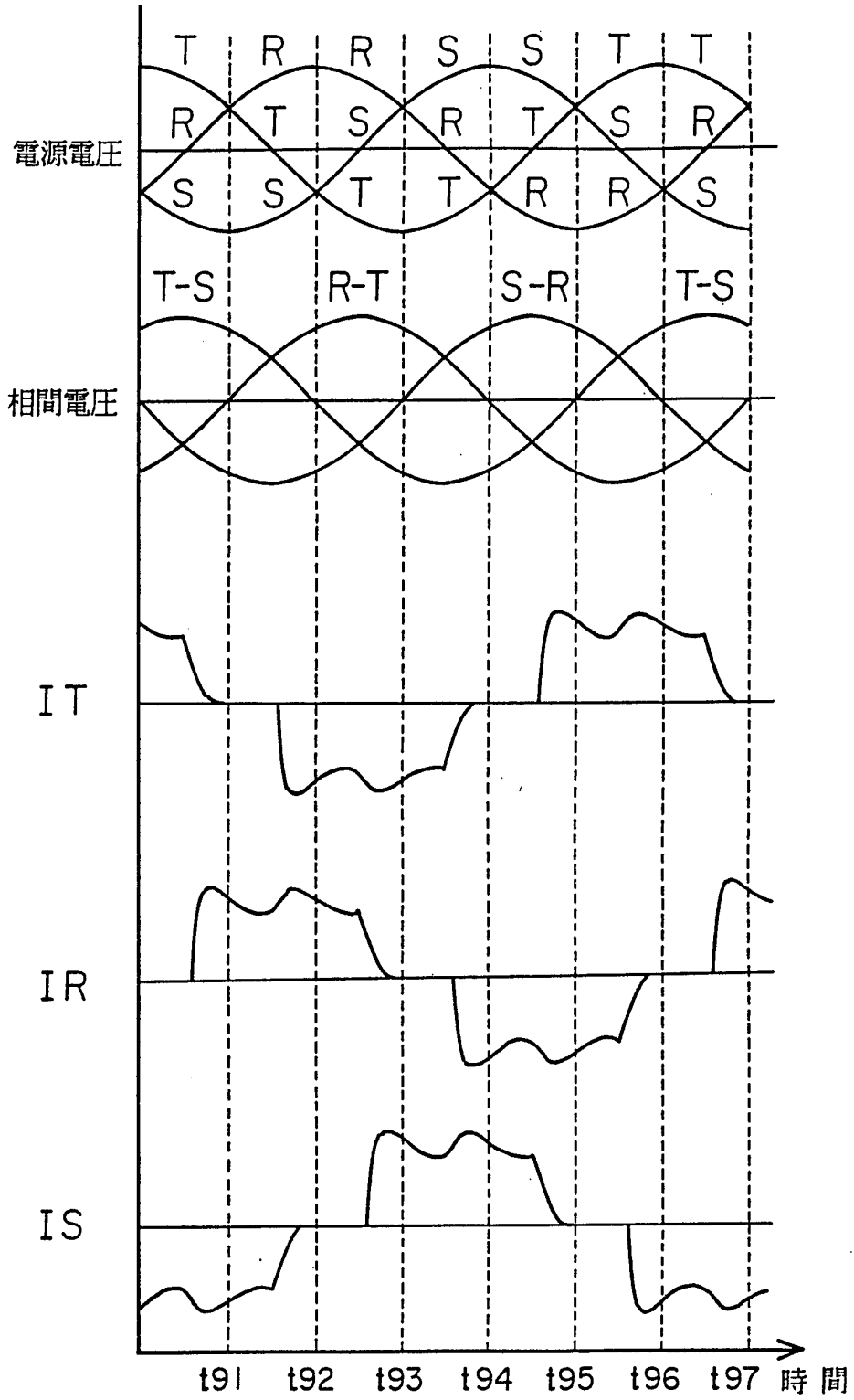


図 9

10/15

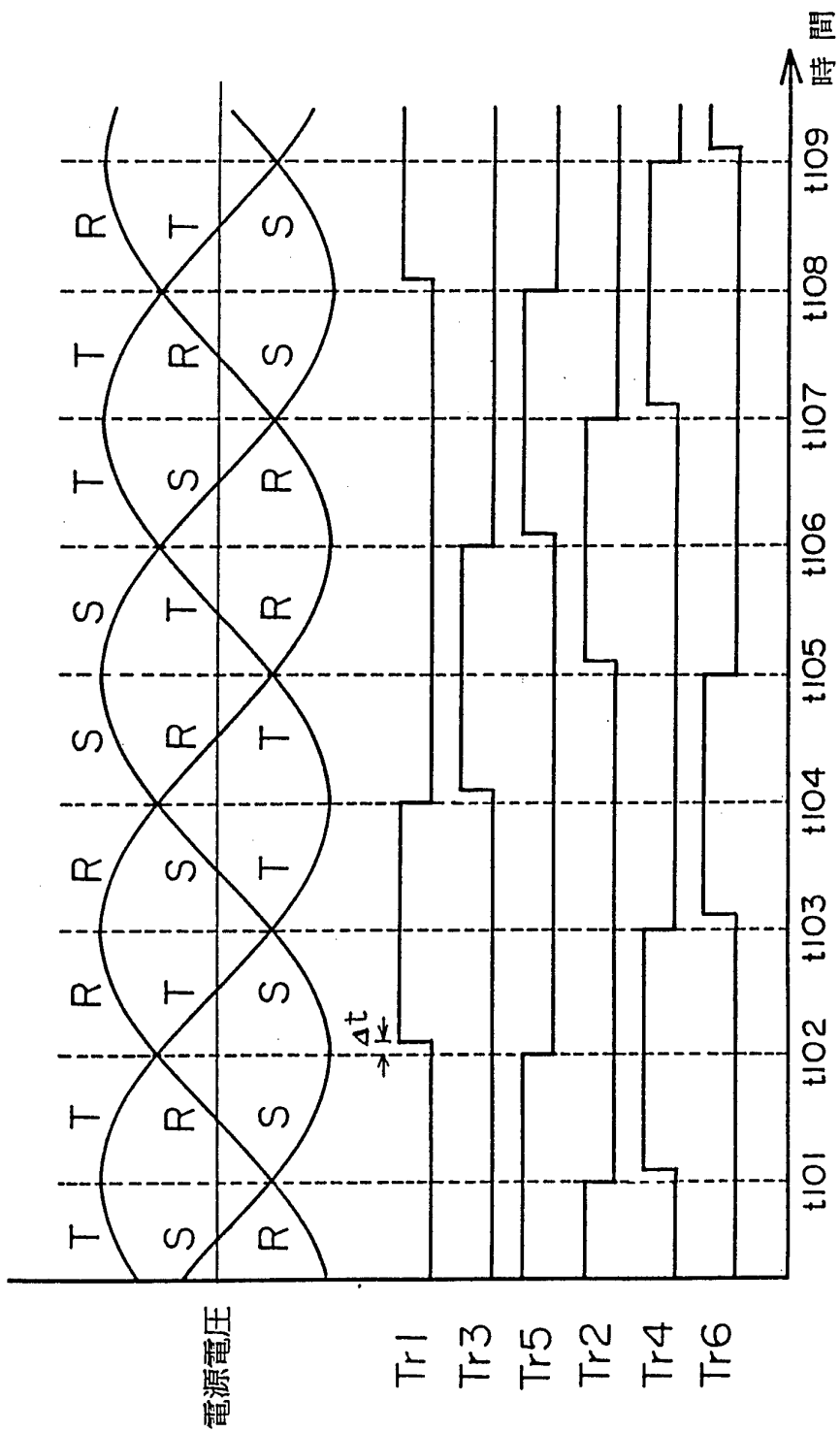


図 10

11/15

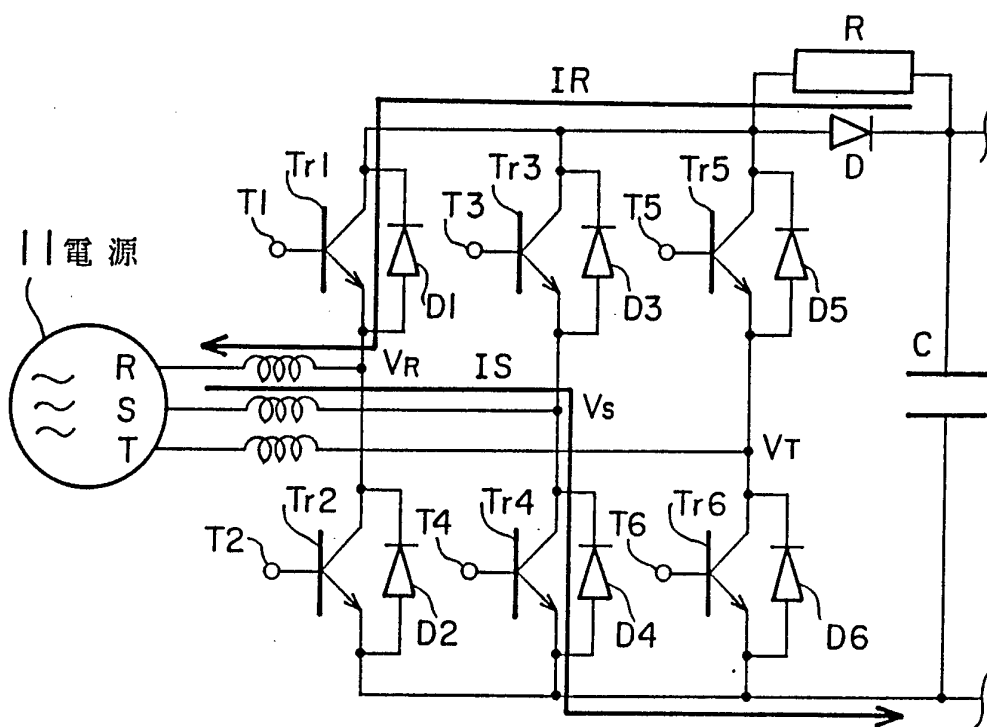


図 11

12/15

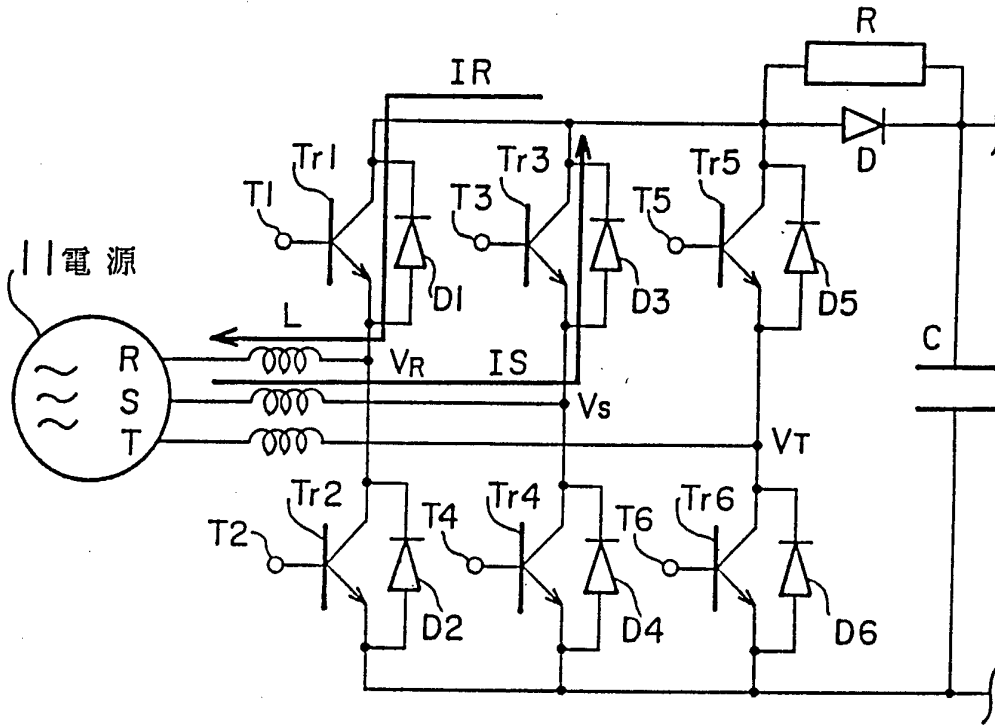


図 12

15 / 15

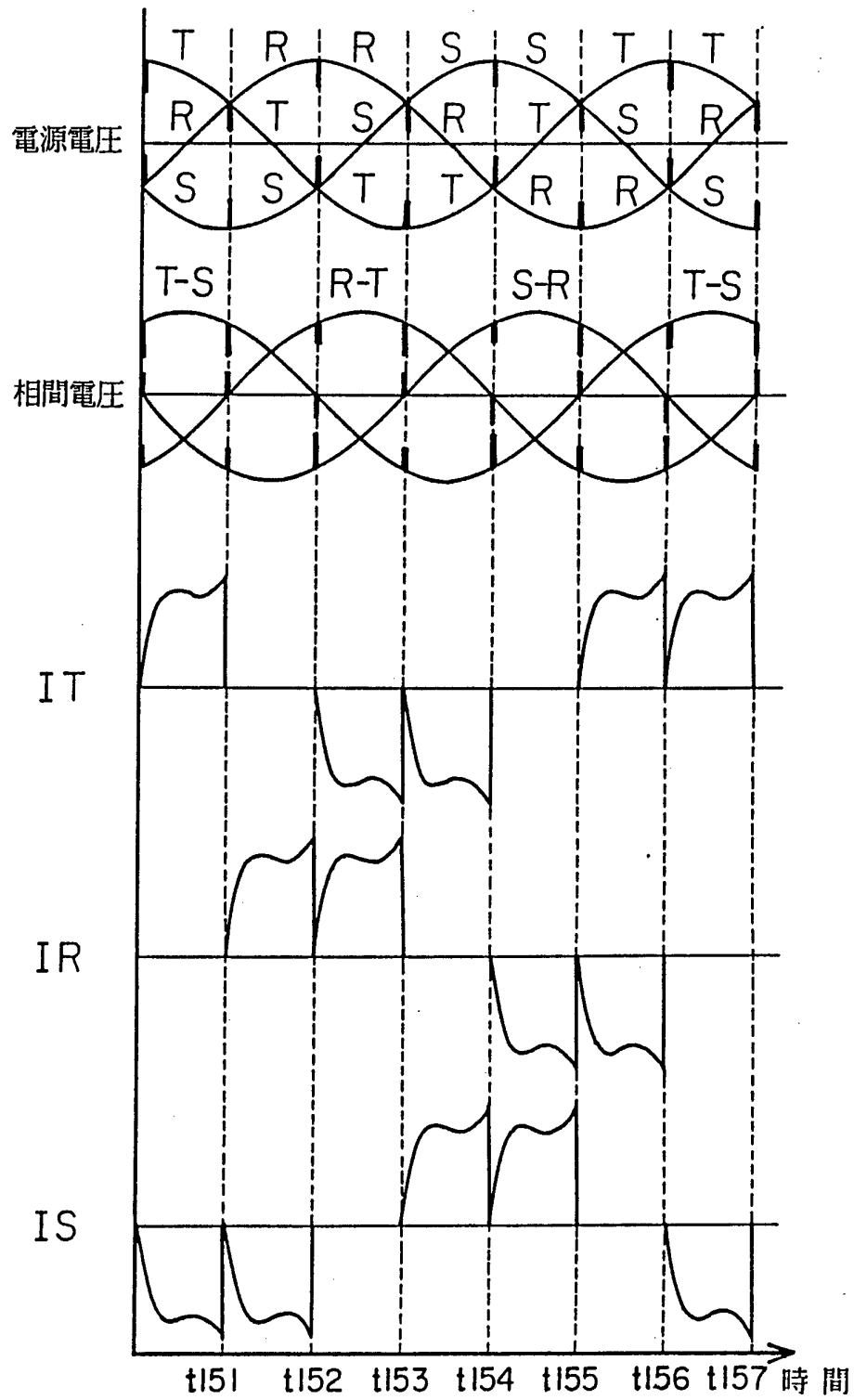


図 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP93/01084

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int. Cl ⁵ H02P3/18, H02P7/63 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 ⁵ H02P3/18, 101, H02P7/63, 302 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1993 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1993 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.
X Y	JP, A, 62-104481 (Yasukawa Electric Mfg. Co., Ltd.), May 14, 1987 (14. 05. 87), Figs. 1 to 4 (Family: none)	1 2
Y	JP, B2, 4-1595 (Mitsubishi Electric Corp.), January 13, 1992 (13. 01. 92), Figs. 1, 3, 4, 7 (Family: none)	1, 2
Y	JP, A, 4-193072 (Okuma Corp.), July 13, 1992 (13. 07. 92), Figs. 1, 2, 5 (Family: none)	1, 2
A Y	JP, A, 63-274382 (Fanuc Ltd.), November 11, 1988 (11. 11. 88), Figs. 1 to 3 & WO, A1, 8808639 & EP, A1, 314801 & US, A, 4928052 & EP, A4, 314801	1 2
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search October 20, 1993 (20. 10. 93)		Date of mailing of the international search report November 2, 1993 (02. 11. 93)
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. Cl ⁵ H02P3/18, H02P7/63,		
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. Cl ⁵ H02P3/18, 101, H02P7/63, 302		
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 1926-1993年 日本国公開実用新案公報 1971-1993年		
国際調査で使用了電子データベース (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
X Y	JP, A, 62-104481 (株式会社 安川電機製作所) 14. 5月. 1987 (14. 05. 87), 第1-4図 (ファミリーなし)	1 2
Y	JP, B2, 4-1595 (三菱電機株式会社) 13. 1月. 1992 (13. 01. 92), 第1, 3, 4, 7図 (ファミリーなし)	1, 2
Y	JP, A, 4-193072 (オークマ株式会社)	1, 2
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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	国際調査報告の発送日	
20. 10. 93	92. 11. 93	
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) 田中秀夫	5 H 7 3 4 6
	電話番号 03-3581-1101 内線	3 5 3 2

C (続き). 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
<p>A Y</p>	<p>13. 7月. 1992 (13. 07. 92), 第 1, 2, 5 図 (ファミリーなし)</p> <p>JP, A, 63-274382 (ファナック株式会社) 11. 11月. 1988 (11. 11. 88), 第 1-3 図 & WO, A1, 8808639 & EP, A1, 314801 & US, A, 4928052 & EP, A4, 314801</p>	<p>1 2</p>