



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⁴ H02P 3/14</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO 87/07790</p> <p>(43) 国際公開日 1987年12月17日 (17.12.87)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP87/00377 (22) 国際出願日 1987年6月11日(11.06.87) (31) 優先権主張番号 特願昭61-137658 (32) 優先日 1986年6月13日(13.06.86) (33) 優先権主張国 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) 太田直人 (OTA, Naoto)(JP/JP) 〒191 東京都日野市日野本町6-7-3 Tokyo, (JP) 須上浩一 (FUCHIGAMI, Hirokazu)(JP/JP) 〒193 東京都八王子市並木町14-6 Tokyo, (JP) (74) 代理人 弁理士 服部毅彦 (HATTORI, Kiyoshi) 〒192 東京都八王子市横山町1番4号 加藤ビル3階 服部特許事務所 Tokyo, (JP) (81) 指定国 DE(欧州特許), FR(欧州特許), GB(欧州特許), US. 添付公開書類 国際調査報告書</p>		
<p>(54) Title: REGENERATION CONTROL SYSTEM FOR A SERVO MOTOR</p>		
<p>(54) 発明の名称 サーボモータの再生制御方式</p>		
<p>1 ... arithmetic unit 2 ... speed error amplifier 3 ... operational amplifier 4 ... arithmetic unit 5 ... current loop error amplifier 6 ... power amplifier 7 ... storage battery 8 ... current detector 9 ... servo motor 10 ... tachogenerator 11 ... torque clamp circuit</p>		
<p>(57) Abstract</p>		
<p>A regeneration control system for a servo motor (9) of an automatic carrier car which is powered by a storage battery (7) and which effects regeneration control during deceleration. A feedback voltage from a tachogenerator (10) of the servo motor (9) is arithmetically operated by a torque clamp circuit (11), and the output of a speed error amplifier (2) is clamped by a signal obtained from the above operation to limit the regenerated energy to a predetermined value. Thus the instruction value is clamped during regeneration, and a regeneration current that flows through the storage battery (7) is limited.</p>		

(57) 要約

バッテリー電源（7）によって駆動され、減速時に回生制御を行う自動搬送車に使用されるサーボモータ（9）の回生制御方式である。

サーボモータ（9）のタコジェネレータ（10）からの帰還電圧をトルククランプ回路（11）で演算処理して、この信号で速度誤差増幅器（2）の出力をクランプして回生エネルギーを一定値に制限する。

これによって、回生時の指令値がクランプされ、バッテリー（7）への回生電流が制限される。

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	FR	フランス	MR	モーリタニア
AU	オーストラリア	GA	ガボン	MW	マラウイ
BB	バルバドス	GB	イギリス	NL	オランダ
BE	ベルギー	HU	ハンガリー	NO	ノルウエー
BG	ブルガリア	IT	イタリア	RO	ルーマニア
BJ	ベナン	JP	日本	SD	スーダン
BR	ブラジル	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SE	スウェーデン
CF	中央アフリカ共和国	KR	大韓民国	SN	セネガル
CG	コンゴ	LI	リヒテンシュタイン	SU	ソビエト連邦
CH	スイス	LK	スリランカ	TD	チャド
CM	カメルーン	LU	ルクセンブルグ	TG	トーゴ
DE	西ドイツ	MC	モナコ	US	米国
DK	デンマーク	MG	マダガスカル		
FI	フィンランド	ML	マリ		

1

明 細 書

サーボモータの回生制御方式

5

技 術 分 野

本発明は自動搬送車等に使用されるサーボモータの回生制御方式に関し、特に、バッテリーに対し安全に回生エネルギーを充電できるようなサーボモータの回生制御方式に関する。

10

背 景 技 術

加工、組立等の工場は工場の無人化のために、各工程間では自動搬送車が広く使用されるようになってきている。これらの自動搬送車は各停止位置でロボット等によって、搬送物の自動荷降し等がおこなわれるので、各工程間を高速に移動し、さらに正確に停止位置に停止する必要がある。従って、これらの自動搬送車の駆動には高速運転が可能で、加減速が速く、正確に位置決めができるサーボモータが一般的に使用されている。一方で、自動搬送車は自由に各工程間を搬送する必要があるので、電源供給ラインからの電源供給は困難であり、通常は充電可能なバッテリーを自動搬送車に搭載して、このバッテリーから駆動用の電源を供給している。そして、省エネルギーのために、自動搬送車の減速停止時には回生エネルギーをバッテリーの充電に使用するのが一般的である。

20

25

しかし、サーボアンプがその回生エネルギー量を制御する機能をもっていないと、回生エネルギーによってそのままバ

- 1 ッテリーを充電すると、回生エネルギーがバッテリーの許容
最大充電電流を越えてしまい、バッテリーを損傷するという
問題点がある。特に、自動搬送車は大型のものが使用され、
自動搬送車の走行中運動エネルギーは速度の2乗に比例する
5 ので、減速開始時に回生エネルギーは相当大きくものとなる。
これを避けるためには、減速開始時の減速時定数を小さくす
るように減速カーブを複雑にすることも考えられるが、制御
が複雑になる嫌いがある。又、減速時定数を相当大きなもの
にすれば解決できるが、運転時間が長くなる。
- 10 具体的には、例えば総重量4トンの自動搬送車を48Vの
バッテリーで駆動する場合を考えると、
回生電力 = $55\text{ V} \times 150\text{ A} = 8.25\text{ KW}$
となり、これから減速時定数を求めると、
T (減速時定数) = 1.42 (秒)
- 15 となり、通常の使用する減速時定数1~2 (秒) の間にあり、
何等の手段を講じないとサーボモータの回生電流が batterie
の最大許容電流を越えてしまうという問題点がある。

発 明 の 開 示

- 20 本発明の目的は上記問題点を解決し、バッテリーに対し安
全に回生エネルギーを充電できるようなサーボモータの回生
制御方式を提供することにある。
本発明では上記の問題点を解決するために、
バッテリー電源によって駆動され、減速時に回生制御を行
25 うサーボモータの回生制御方式において、

1 前記サーボモータに結合された速度帰還器からの帰還電圧を演算処理し、

前記演算処理した信号によって、速度指令値をクランプして回生エネルギーを一定値に制限するように制御することを

5 特徴とするサーボモータの回生制御方式を、

採用した。

バッテリーへの充電エネルギーがバッテリーの最大許容充電電流を越えないように、回生エネルギーを一定値に制限することにより、バッテリーの損傷を防ぐことができる。

10

図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例のブロック図、

第2図は本発明の一実施例のトルク-速度曲線を示す図、

第3図はパワー一定の場合のトルククランプ回路の回路図

15 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。

20 第1図に本発明の一実施例のブロック図を示す。図において、1は演算器であり、速度指令値(VCMD)が入力され、速度指令値から後述のタコジェネレータからの速度帰還信号TACHをマイナスして出力する。

2は速度誤差増幅器であり、演算器1からの速度指令値を増幅し、トルク指令値に変換する。3は演算増幅器であり、
25 速度誤差増幅器2の出力を受け、後述のトルク指令値をクラ

- 1 ンプした出力を次へ転送する。4は演算器であり、演算増幅器3のクランプされたトルク指令値から、後述のモータの電流帰還信号値をマイナスする。5は電流ループ誤差アンプであり、演算器4の出力をP W M信号に変換する。7はパワー
- 5 トランジスタ等によって構成されるパワーアンプ部で、電流ループ誤差アンプ4のP W M信号を増幅し、後述のモータを駆動する。7はバッテリーであり、パワーアンプ部に直流電力を供給し、又、サーボモータの減速時にはサーボモータの回生エネルギーによって、充電される。8はサーボモータの
- 10 電流検出器であり、電流帰還信号を演算器4に帰還する。9はD Cサーボモータであり、パワーアンプ部6によって駆動され、図示されていない自動搬送車の車輪を駆動する。10はタコジェネレータであり、サーボモータ9の軸に結合され、サーボモータ9の回転速度を電圧帰還信号として、演算器1
- 15 へ帰還する。11はトルククランプ回路であり、速度誤差増幅器2のトルク指令値をタコジェネレータ10の帰還信号によってクランプする。R 1、R 2は抵抗であり、D 1及びD 2はダイオード、Z D 1及びZ D 2はツェナーダイオードである。
- 20 次に第1図のブロック図に示す実施例の動作について述べる。通常の運転時、即ち力行モードでは速度指令値（V C M D）の値は正回転（C W）の時、正の値であり、サーボモータ9は正回転（C W）し、タコジェネレータ10の速度帰還信号も正の値となり、速度誤差増幅器2の出力とタコジェネ
- 25 レータ10の速度帰還信号との電圧差がツェナーダイオード

1 Z D 2 のツェナー電圧 10 V より小さいのでダイオード D 2
には電流が流れず速度誤差増幅器 2 の出力はそのまま演算増
幅器 3 に伝えられる。

次に、減速動作に入ると、速度指令値 (V C M D) は減少
5 し、タコジェネレータ 10 の帰還信号の値の絶対値の方が大
きくなり、演算器 1 の出力は負となり、速度誤差増幅器 2 の
出力も負となる。電流ループ誤差アンプ 5 の出力も負となり、
パワーアンプ部 6 は回生モードとなる。

ここで、速度誤差増幅器 2 の出力を $-V_o$ 、タコジェネレ
10 ータ 10 の帰還信号電圧を V_f 、ツェナーダイオード Z D 2
のツェナー電圧を V_z とすると、演算増幅器 3 の下側の入力
は V_i は、

$$V_i = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (V_f - V_o - V_z) \quad \text{----- (1式)}$$

15 となり、トルククランプ回路 11 によって、演算増幅器 3 の
入力はクランプされる。この結果、回生モード時における回
生エネルギーがクランプされて、バッテリーへの充電エネル
ギーも制限される。

20 サーボモータが逆回転 (C C W) する場合も同様であり、
ただ、速度指令値 (V C M D) が負となり、タコジェネレー
タ 10 の帰還信号が負となり、減速時に演算器 1 の出力が正
となる点がことなる。又、タコジェネレータ 10 の帰還信号
が負となり、速度誤差増幅器 2 の出力が減速時には正となる
25 ので、トルククランプ動作はツェナーダイオード Z D 1、ダ

1 イオード D 1、抵抗 R₁、R₂ によって行われる。

次にこのような動作をトルク-速度曲線で説明する。第 2 図に本実施例のトルク-速度曲線を示す。図において、縦軸はトルク (T)、横軸は速度 (ω) を表す。第 1 象限は正回転 (CW) 力行モードであり、第 2 象限は逆回転の回生モード、第 3 象限は逆回転 (CCW) の力行モード、第 4 象限は正回転 (CW) の回生モードである。図に示すように、力行モードではクランプ回路 1 1 は運転に影響しない。回生モードでは、いずれの回転方向でも、(1 式) から明らかなように、トルク-速度曲線上で第 2 図で a で示すように、直線状にクランプされる。

従って、簡単な回路で回生モード時のトルクをクランプすることができ、バッテリー 7 への充電電流を制限することができ、バッテリー 7 の損傷を防ぐことができる。

15 上記実施例では、トルククランプ回路としてトルク-速度曲線上で直線状にクランプするようにしたが、トルク-速度曲線で双曲線、即ちパワーが一定になるように構成することもできる。この例を第 2 図の曲線 b で示す。更に、このトルククランプ回路の実施例を第 3 図に示す。図において、1 0
20 0 はトルククランプ回路であり、第 1 図のクランプ回路 1 1 と置き換えることができ、トルクをクランプする機能を果たすが、その特性がパワーが一定になるようにクランプする点が異なる。端子 A は第 1 図のタコジェネレータ 1 0 に接続され、端子 B は抵抗 R 1 に接続される。1 0 1 は可変抵抗器で
25 あり、パワーの上限値を与える基準電圧を設定する。1 0 2

1 は

$$T = P_L / \omega$$

に相当する演算を行う除算器であり、可変抵抗器 101 で設定されたパワーの上限値に相当する電圧をタコジェネレータ
5 10 からのモータの回転速度 ω に比例する帰還電圧で割って
トルクを算出する。103 は速度の方向を検出するための比較器である。104 は反転増幅器であり、除算器 102 の出力を反転する。105 と 106 はクランプ電圧の極性を選択するアナログスイッチである。107 と 108 はショットキ
10 ーダイオードであり、ダイオードの順方向の電圧降下を小さくして誤差を少なくしている。109 はインバータであり、比較器 103 の出力を反転させて、アナログスイッチ 106 に与える。

次にトルククランプ回路 101 の動作について述べる。ク
15 ランプ電圧は除算器 102 によって求められる。モータが正回転している時はタコジェネレータからの帰還電圧、即ち端子 A の電圧は正であり、比較器 103 の出力を“0”となり、アナログスイッチ 105 が導通する。モータに減速指令が出されると第 1 図における速度誤差増幅器 2 の出力は負となり、
20 除算器 102 の出力によって、アナログスイッチ 105 及びツェナーダイオード 107 を介してクランプ動作が行われる。

逆に、モータが逆回転しているときは、タコジェネレータ
10 の帰還電圧は負であり、比較器 103 の出力は“1”であり、インバータ 109 の出力は“0”となり、アナログス
25 イッチ 106 が導通し、又、除算器 102 の出力は反転増幅

1 器 1 0 4 で反転されて負の電圧となる。従って、モータにたいして減速指令が出されると、第 1 図の速度誤差増幅器 2 の出力は正となり、アナログスイッチ 1 0 6 及びツェナーダイオード 1 0 8 を介して、クランプ動作が行われる。

5 又、上記の実施例では D C サーボモータを用いたが勿論 A C サーボモータにおいても同様に適用することができる。

以上説明したように本発明では、サーボモータの減速時に、回生エネルギーを一定値に制限するように制御したから、バッテリーに充電する電流も最大許容充電電流を越えることが
10 なく、安全に回生制御を行うことができる。

15

20

25

1 請求の範囲

1. バッテリー電源によって駆動され、減速時に回生制御を行うサーボモータの回生制御方式において、

5 前記サーボモータに結合された速度帰還器からの帰還電圧を演算処理し、

前記演算処理した信号によって、速度指令値をクランプして回生エネルギーを一定値に制限するように制御することを特徴とするサーボモータの回生制御方式。

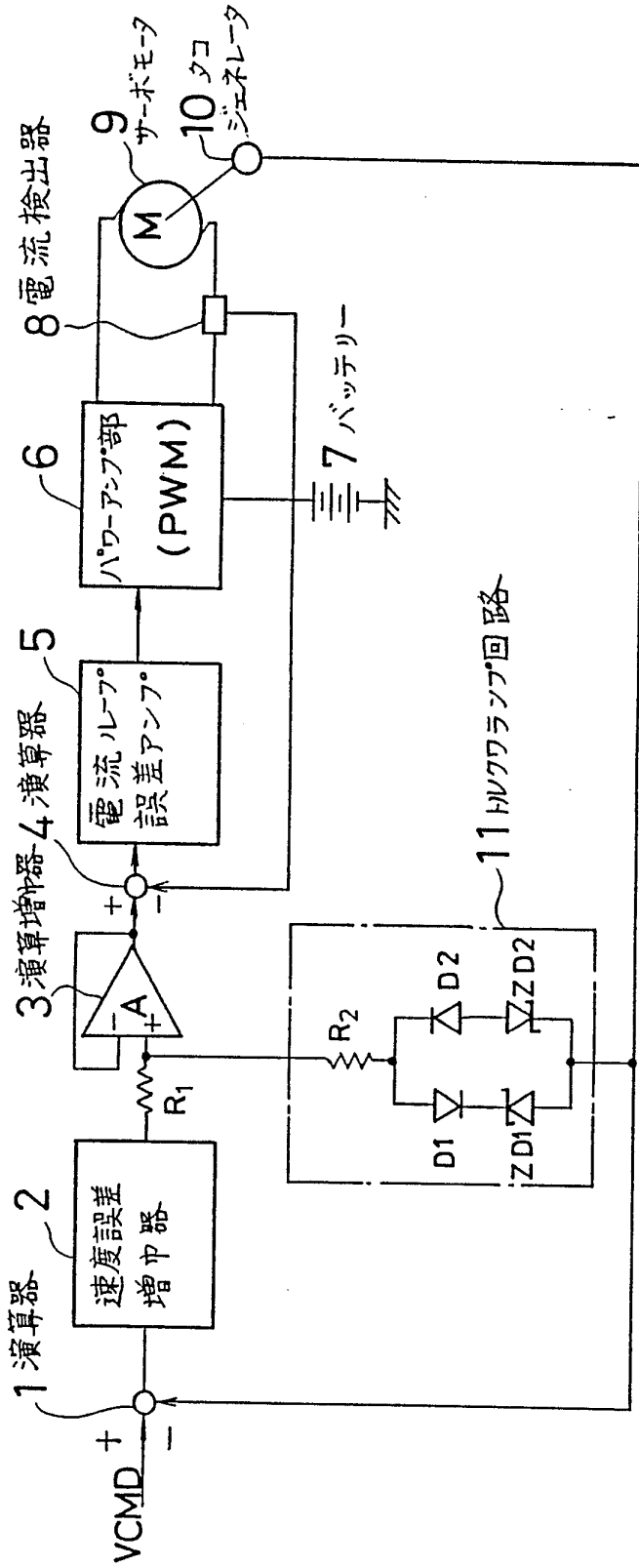
10 2. 前記サーボモータは自動搬送車の車輪を駆動するサーボモータである特許請求の範囲第1項記載のサーボモータの回生制御方式。

3. 前記演算処理は回生エネルギーをトルクと回転数の積が一定になるように制御する特許請求の範囲第1項記載のサーボモータの回生制御方式。

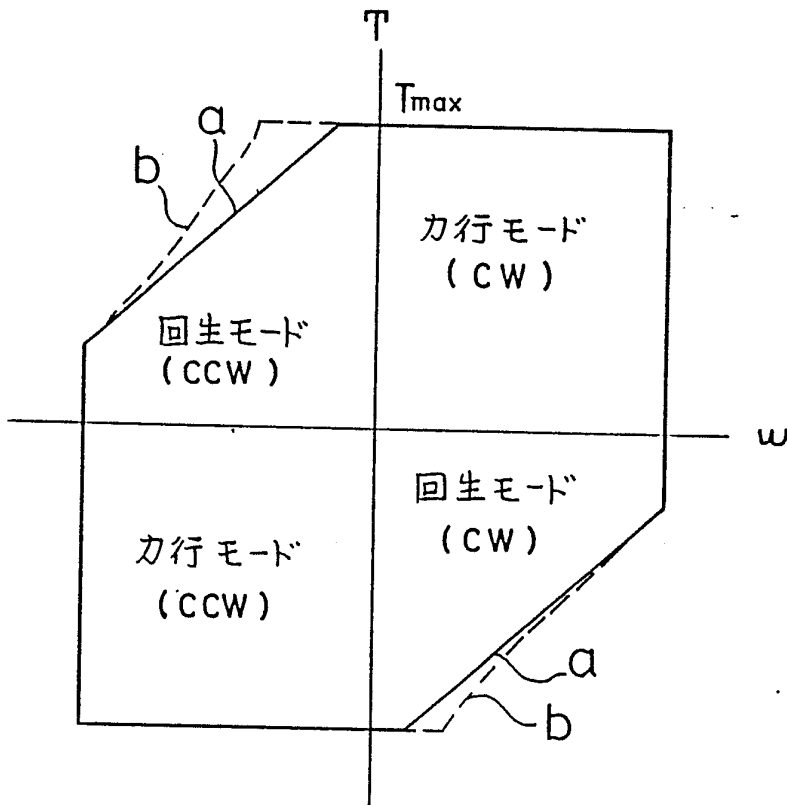
15 4. 前記演算処理は回生エネルギーをトルクと回転数の積がトルク-速度曲線上で直線になるように制御する特許請求の範囲第1項記載のサーボモータの回生制御方式。

20 5. 前記速度帰還器はタコジェネレータであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のサーボモータの回生制御方式。

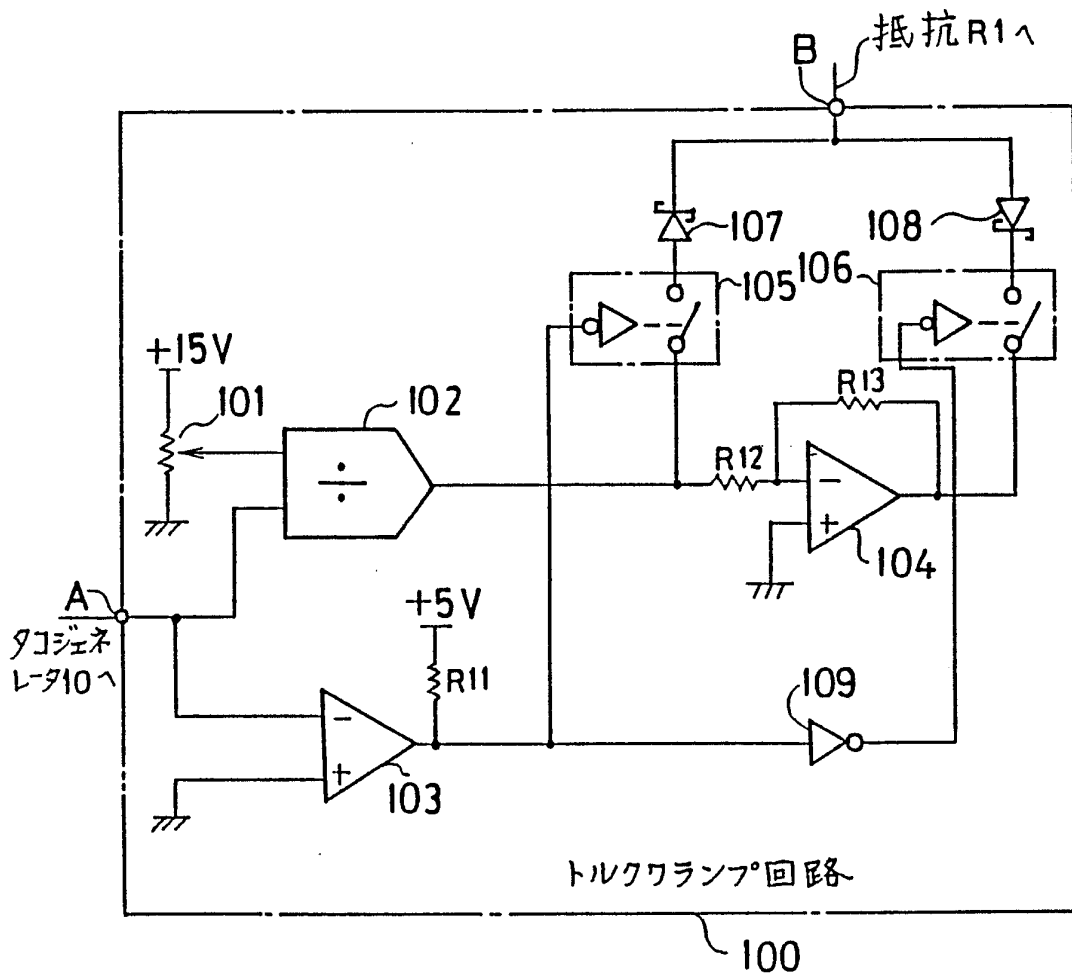
6. 前記速度帰還信号は2個の並列ダイオードによって、正回転時のクランプ動作と逆回転時のクランプ動作を行うようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のサーボモータの回生制御方式。



第 1 図



第 2 図



第 3 図

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No **PCT/JP87/00377**

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ³		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl ⁴ H02P3/14		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁴		
Classification System	Classification Symbols	
IPC	H02P3/14, 3/18, 5/41	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵		
Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1987	
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1987	
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴		
Category [*]	Citation of Document, ¹⁵ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
A	JP, A, 57-145502 (Nissan Motor Co., Ltd.) 8 September 1982 (08. 09. 82) (Family: none)	1-6
A	JP, B, 60-31194 (Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.) 20 July 1985 (20. 07. 85) Page 2, right column, lines 35 to 44 (Family: none)	1-6
<p>[*] Special categories of cited documents: ¹⁶</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search ²	Date of Mailing of this International Search Report ²	
August 28, 1987 (28. 08. 87)	September 14, 1987 (14. 09. 87)	
International Searching Authority ¹	Signature of Authorized Officer ²⁰	
Japanese Patent Office		

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC) Int. Cl⁴ H02P3/14		
II. 国際調査を行った分野		
調査を行った最小限資料		
分類体系	分類記号	
IPC	H02P3/14, 3/18, 5/41	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国実用新案公報 1971-1987年 日本国公開実用新案公報 1971-1987年		
III. 関連する技術に関する文献		
引用文献の カテゴリ ※	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	請求の範囲の番号
A	JP, A, 57-145502 (日産自動車株式会社) 8. 9月. 1982 (08. 09. 82) (ファミリーなし)	1-6
A	JP, B, 60-31194 (株式会社 明電舎) 20. 7月. 1985 (20. 07. 85) 第2ページ右欄第35-44行 (ファミリーなし)	1-6
<p>※引用文献のカテゴリ</p> <p>「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、展示等に関する文献 「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</p> <p>「T」国際出願日又は優先日の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の文献</p>		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日	28. 08. 87	国際調査報告の発送日
		14.09.87
国際調査機関	権限のある職員	5H7531
日本国特許庁 (ISA/JP)	特許庁審査官	田良島 潔 ㊦