

VVVFインバータによる誘導電動機の世界速度制御方式

インバータ電車では、40km/h強までがVVVF制御で、これを超えるとCVVF制御域となる(図1)。

この高速CVVF域では、電圧を制御できないため、ノッチオン・オフにより、いきなり最大電圧 V_{max} が電動機に加わり、他方、急に0となる。このため、高速域でのノッチオン・オフ時にトルクが急変し乗り心地を損ねる。しかも、電車の運転扱い上、ノッチオン・オフの機会が高速時に多い。

日立製作所では、ノッチオン・オフ

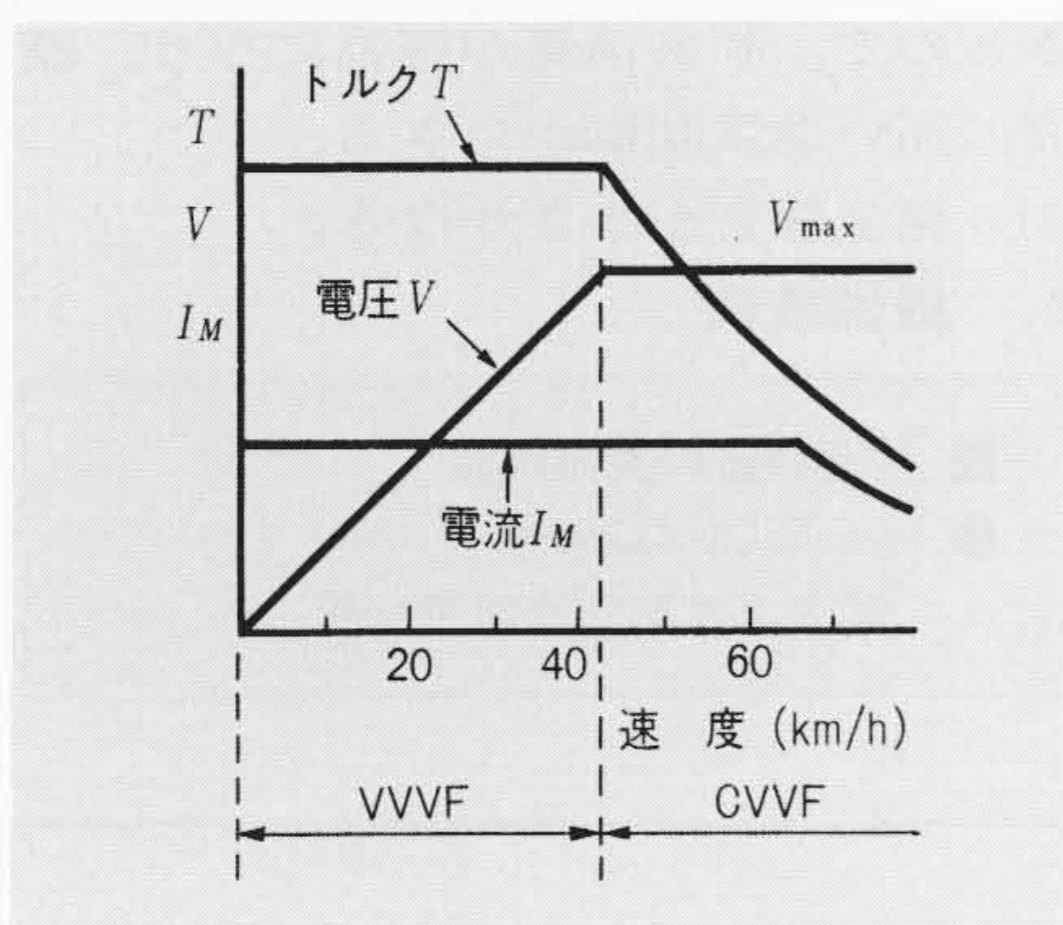


図1 制御域説明図

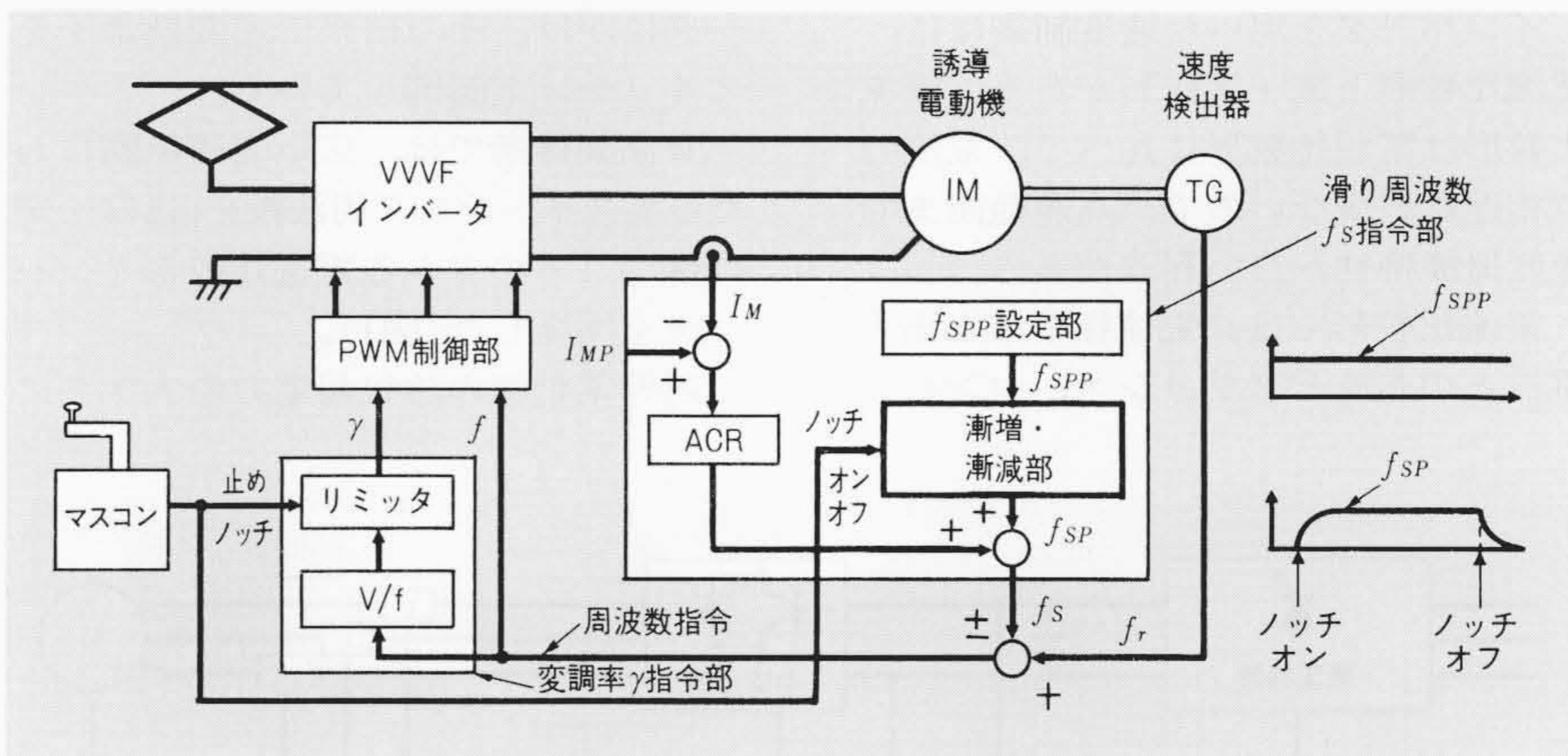


図2 VVVFインバータ電車の制御系

時に滑り周波数 f_s を漸増、漸減させることにより、高速域でも滑らかな乗り心地を保つインバータ電車を開発した。

マスコンからのノッチオン・オフ指令により、滑り周波数指令 f_{SP} を発生あるいは消滅させるに際し、漸増・漸減部を設け、 f_{SP} を漸増、漸減させる(図2の太線部)。

この結果、 f_{SP} の時間的変化に伴って電動機トルク T が漸増、漸減し、滑

かな乗り心地が得られる。

本特許は、電車に限らず、VVVF誘導電動機制御に広く利用できる。

1. 特長・効果

高速域で円滑なトルクが得られる。

2. 提供技術

- 関連特許の実施許諾
- 特公昭60-53557号
「誘導電動機の制御装置」

VVVFインバータ電車の周波数制御装置

インバータ電車では、速度検出軸に空転が発生し検出速度が f_r から f_r' へ増大すると、図1のように、インバータ周波数指令 f が f' へ高まり、粘着軸の電動機トルク特性が T_1 から T_2 へ移り、トルクはa点からb点へと増大してしまう。このため、粘着軸も空転を誘発され、全軸空転に至る。

日立製作所では、インバータ周波数指令 f の演算に用いる回転速度 f_r として、複数車軸のうち力行時は最小回転数、回生時は最大回転数を用いることにより、空転あるいは滑走が生じてても自動的に再粘着するインバータ電車を

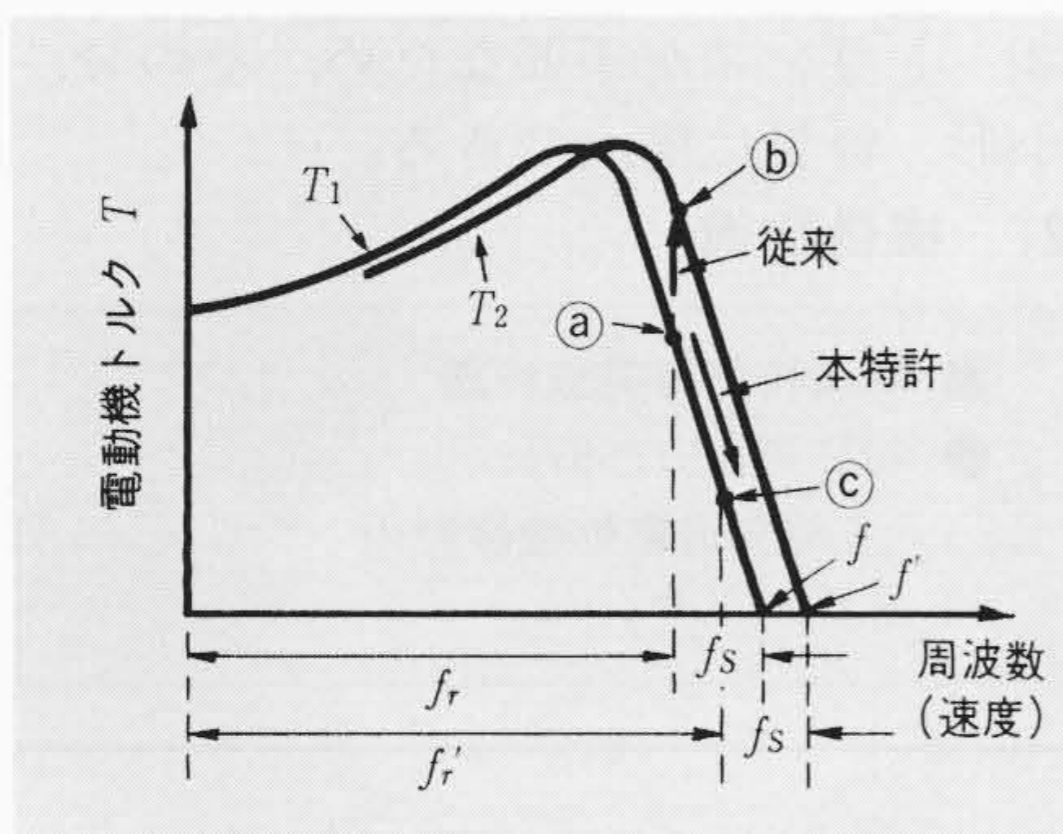


図1 速度-トルク特性説明図

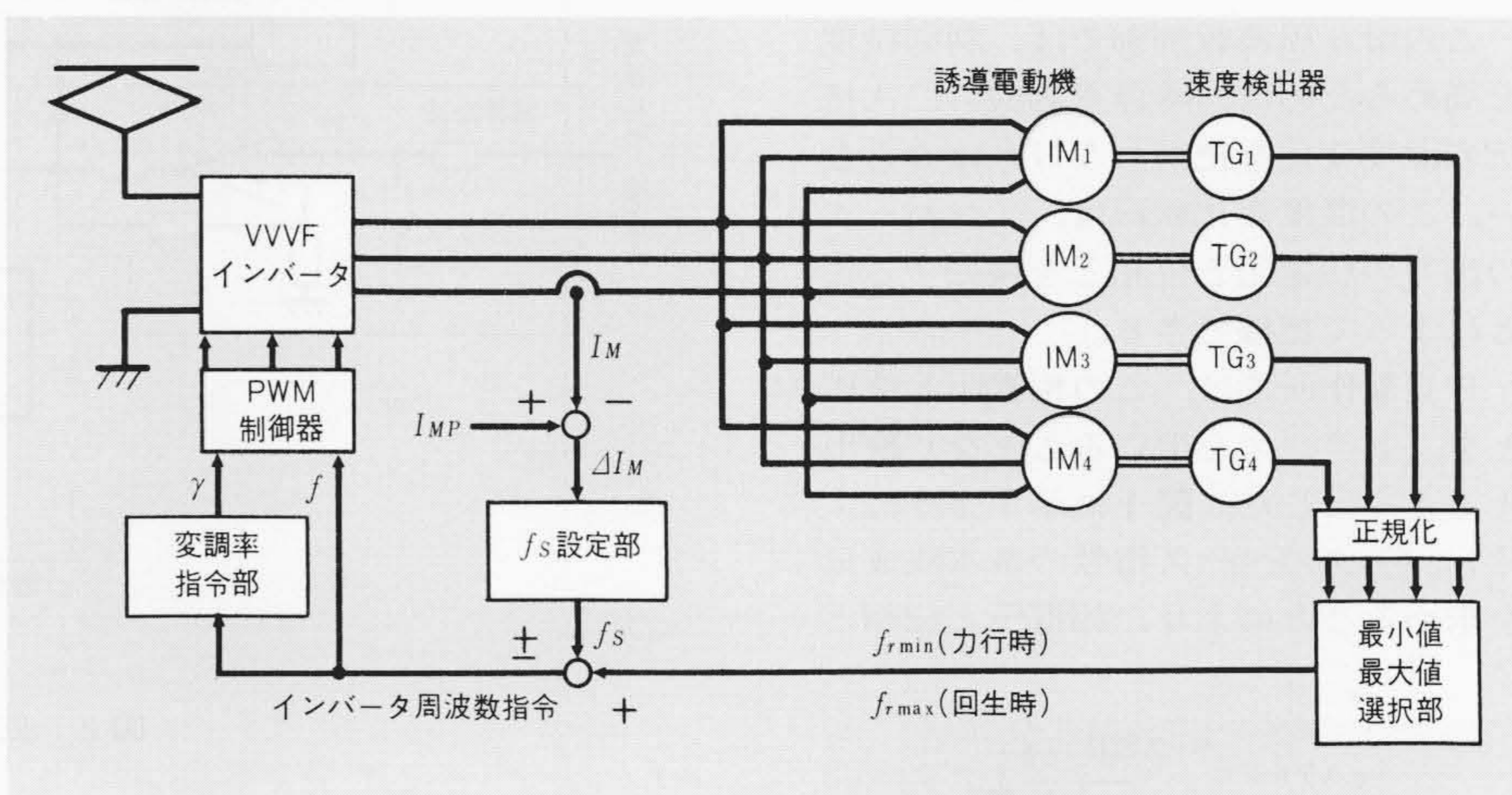


図2 VVVFインバータ電車の制御系

開発した。

図2で、各車軸間の車輪径差を正規化し、最小値又は最大値選択部によって、力行中は最小回転数 f_{min} を選び、回生中は最大回転数 f_{max} を選ぶように構成する。

この結果、1軸でも粘着していれば各電動機のトルク特性は図1の T_1 のまま変化しない。このため、空転した車軸の電動機トルクはa点からc点へ減

少し、再粘着に向かうことになる。

回生時の滑走も同様に抑制できる。

1. 特長・効果

簡単な制御系の工夫で、粘着特性に優れたインバータ電車を実現できる。

2. 提供技術

- 関連特許の実施許諾
- 特公昭61-1964号
「電気車の制御装置」

誘導電動機 の速度制御 (その1)

インバータを用いた速度制御には、電流比較形と電圧比較形がある。電流比較形は電圧比較形に比べて、電流の位相遅れが少ないので、高速範囲まで速度追従特性が良い利点がある。

電流比較形では、電流指令波と出力電流との差をヒステリシス、コンパレ

ータにかけ、その結果で逆変換素子をスイッチング制御している。

日立製作所では、広い変速範囲にわたってスイッチング周波数を、ほぼ一定に保つことのできる電流比較形インバータを開発した(図1)。

誘導電動機の誘起起電力の大きさに

関連させて、順変換器の出力電圧を制御する。すなわち、速度が上昇するにつれて順変換器の出力電圧が高くなるようにする。なお誘起起電力の大きさは、例えば誘導電動機 の速度や、逆変換器のスイッチング周波数などから容易に検出できる。

1. 特長・効果

- (1) 広い変速範囲にわたって、トルクリップルや振動の小さい運転が可能である。
- (2) 逆変換器のスイッチング周波数を、広い変速範囲にわたってほぼ一定にできるので、制御演算が容易になり、精度の高い速度制御ができる。
- (3) 発生騒音が小さくなる。

2. 提供技術

- 関連特許の実施許諾
- 特公昭60-43758号
「電流比較形交流電源装置」

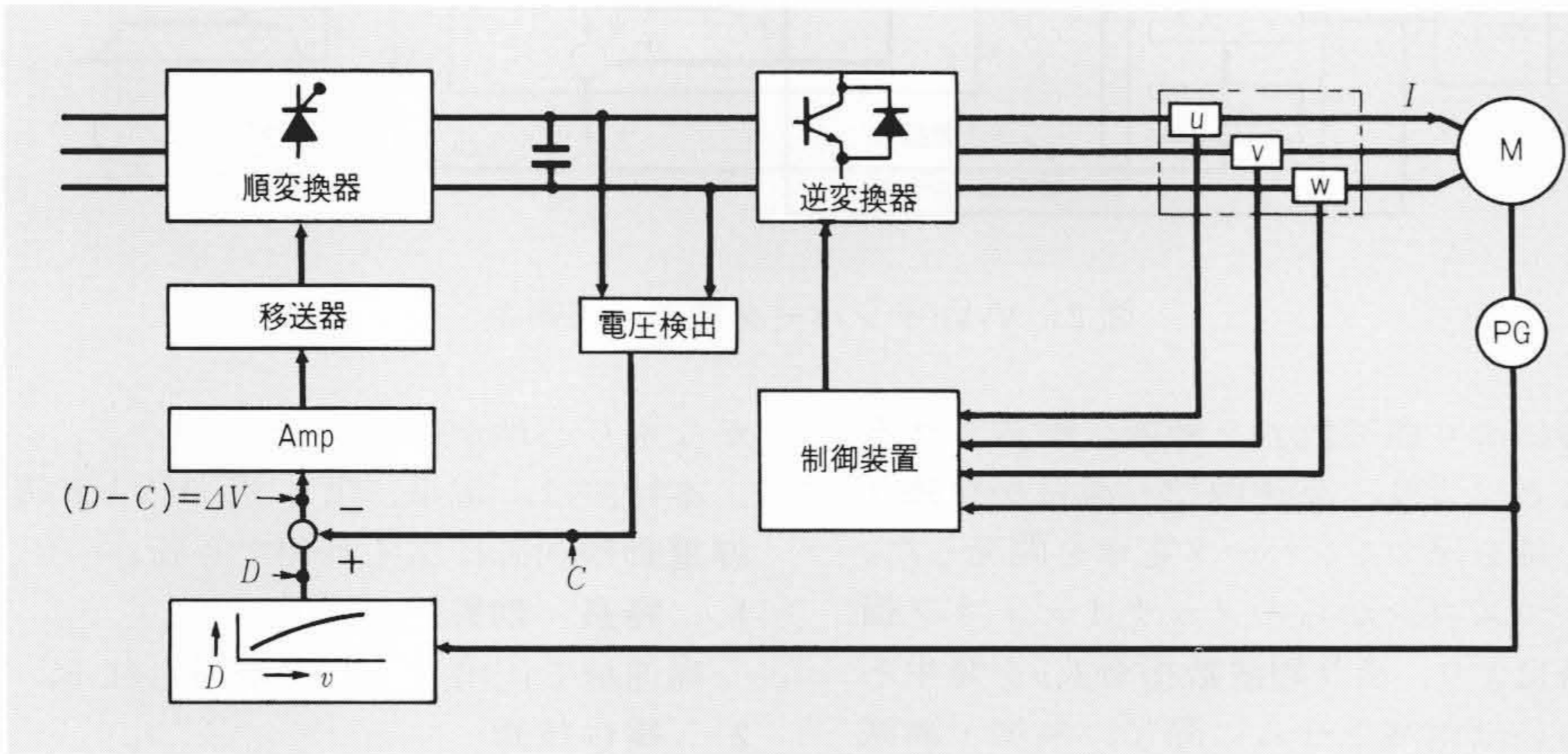


図1 制御回路図

誘導電動機 の速度制御 (その2)

誘導電動機の滑り周波数制御は、直流機並みの速度制御が可能なおうえに、メンテナンスフリーである。

この滑り周波数制御では、制御精度を高めるために、誘導電動機の二次抵抗の温度変化を把握しなければならない。この温度変化状況は、インバータの出力の相電圧と位相とを検知することによって把握できる。

日立製作所では、この相電圧と位相とを、トランスを用いることなく検出するようにした。図1に示すように、インバータのベース信号の基本波成分を求めることにより、相電圧と位相と

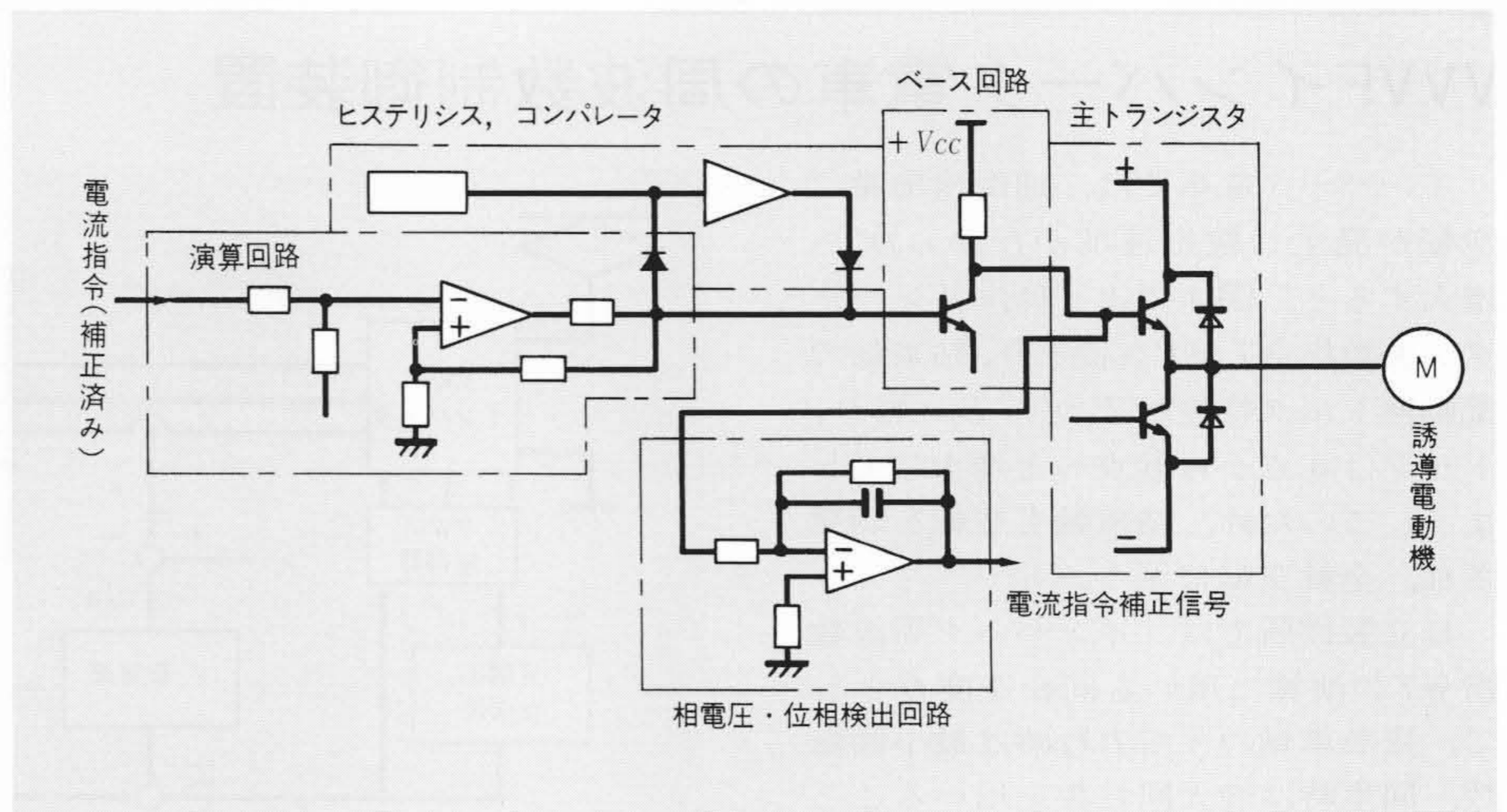


図2 回路図(1相分)

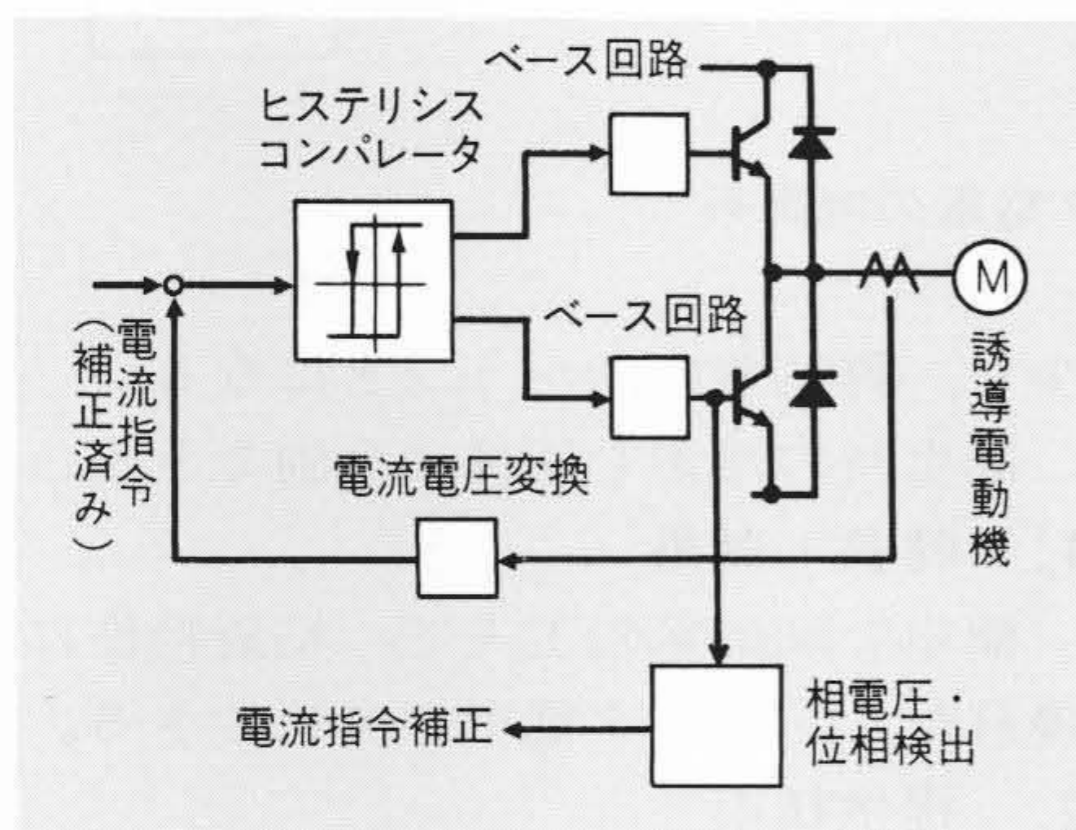


図3 ブロック図(1相分)

を検出するのである。基本波成分は、ベース信号を積分したり、ローパスフィルタを通すことにより求められる。

1. 特長・効果

- (1) トランスなしで、インバータ出力の相電圧と位相とを検出できるので、磁束飽和の問題を考慮する必要がない。したがって、広い変速範囲にわたって、高精度の制御を行なうことがで

きる。

- (2) トランスが不要なため、その分、小形・軽量に構成できる。

2. 提供技術

- 関連特許の実施許諾
- 特許第1291258号
「多相交流電動機駆動用インバータ」

ベクトル制御超高速誘導電動機 (自動車試験装置用駆動・吸収装置)

試験装置には、応答性及び保守性の向上、並びに高速化のため、低慣性でブラシレス・小形化となるかご形誘導電動機が従来の直流電動機に代わり採用されるようになりつつある。

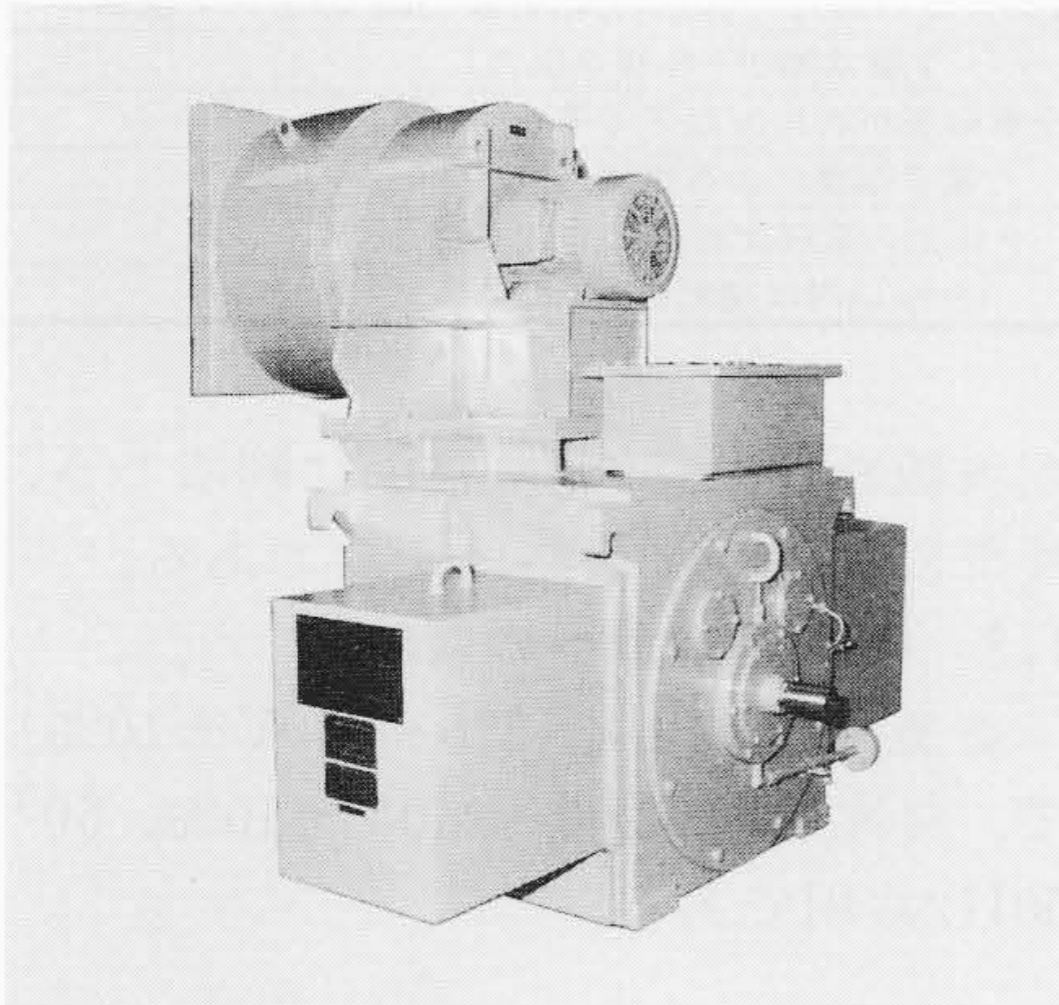


図1 電動機の外観

今回、このような要求を満たすために、かご形電動機をベクトル制御した試験装置を製作し、トヨタ自動車株式会社に納入の予定である。

代表機の外観を図1に示す。

1. 主な特長

(1) 応答特性の向上

電動機の慣性モーメントを従来の直流電動機の約20%(当社比)とし、大幅な応答特性の向上を図った。

(2) 保守性の向上

軸受部以外に固定子と回転子の接触部をもたないかご形誘導電動機の採用により、ブラシ・整流子などがいないため、軸受以外はほぼメンテナンスフリーとなり保守性が大幅に向上した。

(3) 高速化

構造的に強固な超高速用回転子と

表1 電動機の仕様

項目	仕様
電動機種類	かご形誘導電動機
出力	220kW
回転速度	2,000~8,000rpm (制御範囲150~8,000rpm)
構造	開放・他力通風・転がり軸受
制御方式	ベクトル制御(デジタル化)
用途	試験装置用駆動・吸収機

し、最大8,000rpmの超高速化とした。

(4) 制御性の向上

デジタル化したベクトル制御の採用により、直流電動機と同等以上の制御性を得た。

2. 電動機的主要仕様

代表機的主要仕様を表1に示す。

(日立製作所 機電事業本部)

1,200V, 200~600A GTOモジュール

高性能化、保守の容易さを目的として、インバータを用いた電動機駆動が一般化してきた。このインバータ用のスイッチング素子として、日立製作所はGTO(Gate Turn Off)サイリスタを製品化してきたが、今回フリーホイールダイオード内蔵の絶縁形GTOモジュールを製品化した(図1)。460V級電源用として耐圧1,200V、遮断電流200~600Aまでの3種類をシリーズ製品化した。また、600A GTOモジュールを外部で並列接続することにより、1,000A級GTOが構成でき、数百キロボルトアンペアのVVVF(可変電圧可変周波電源)、CVCF(定電圧定周波電源)用途まで適用が可能である。

1. 主な特長

(1) フリーホイールダイオード内蔵の絶縁形モジュール

絶縁形であるため、冷却フィンに直接固定可能であり、更にフリーホイールダイオードが逆並列に接続されているため(図2)、インバータの構成が容易であるとともに小形化が可能である。

(2) 高い最大遮断電流

繰返し遮断電流の約2倍の電流遮断が可能で、短絡時の保護が容易に行な

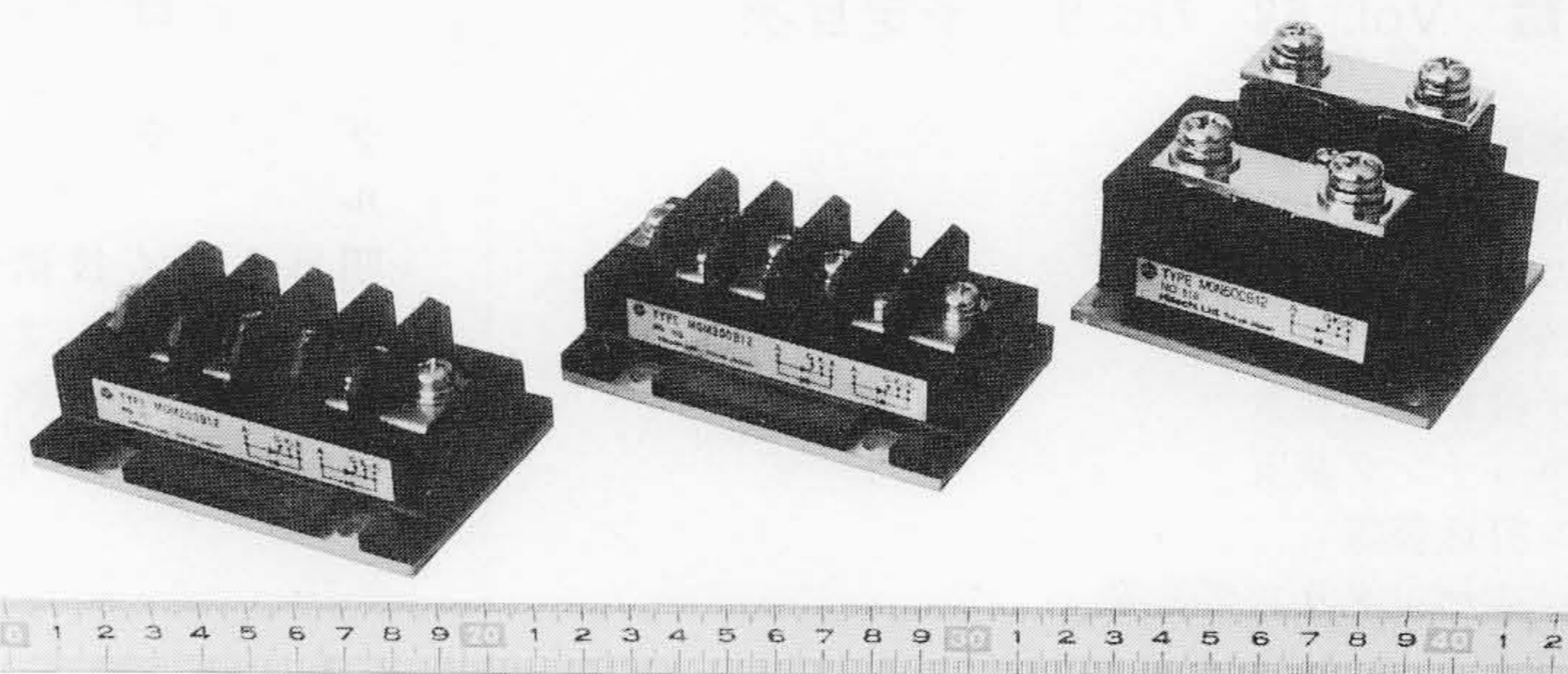


図1 GTOモジュールの外観

表1 主要仕様

項目	単位	MGM200B12	MGM300B12	MGN600B12
最大遮断電流	A	400	600	1,000
繰返し遮断電流	A	200	300	600
順阻止電圧	V	1,200	1,200	1,200
順方向電位降下	V	2.7	2.6	2.6
オフ時ゲート電荷	μC	300	450	900
絶縁耐圧	V_{rms}	2,500	2,500	2,500
等価回路	—	一相	一相	1アーム

注：順方向電位降下は、GTOの繰返し遮断電流通流時。

える。

(3) 高い阻止電圧

順阻止電圧が1,200Vと高く、電動機回生時直流電圧が上昇しても十分余裕をとることができる。

また、600V級電源用として1,600V耐

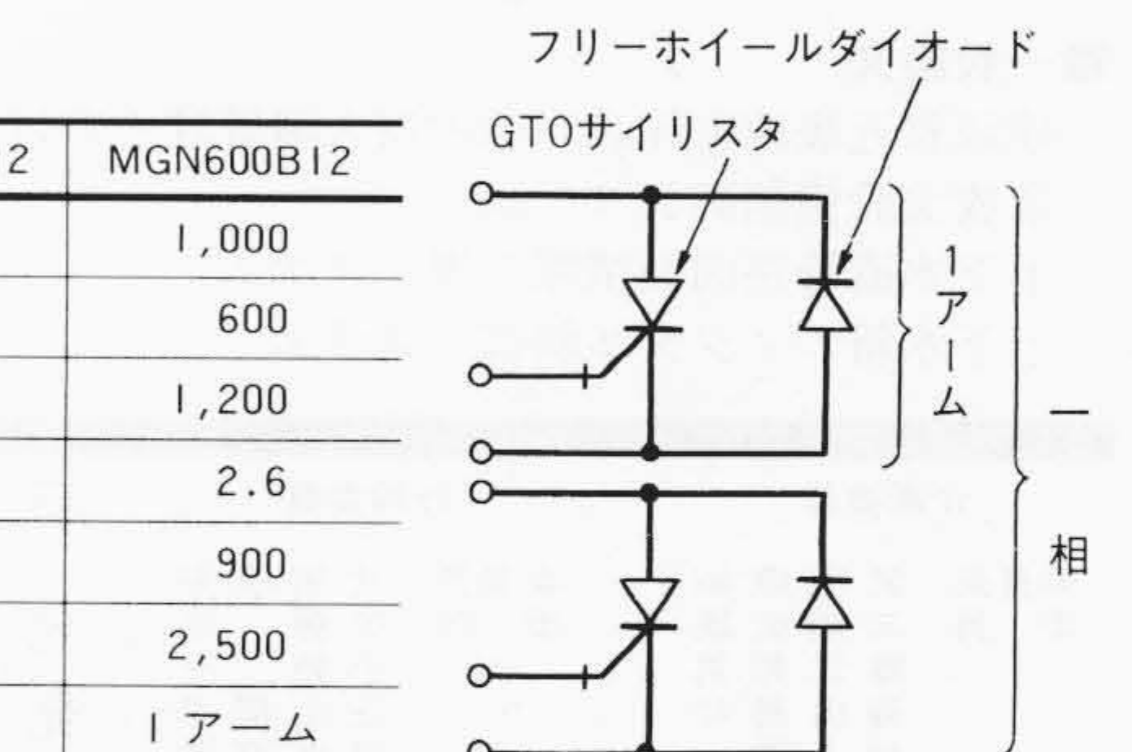


図2 等価回路

圧シリーズを計画中である。

2. 主要仕様

主要仕様を表1に示す。

(日立製作所 機電事業本部)

製品紹介

日立インバータ “HFC-VWB 1SC2”

日立インバータ HFC-VWB 1SC2 は、産業用機器組込形として小形化、低価格実現により小形機械の可変速用途に最適な機種で、その特長は次に述べる通りである。

1. 主な特長

1.1 小形インバータ

相手機械に組み込め、また盤内収納が容易なB5並みサイズ〔幅200×奥行100以下×高さ270(mm)〕(図1)

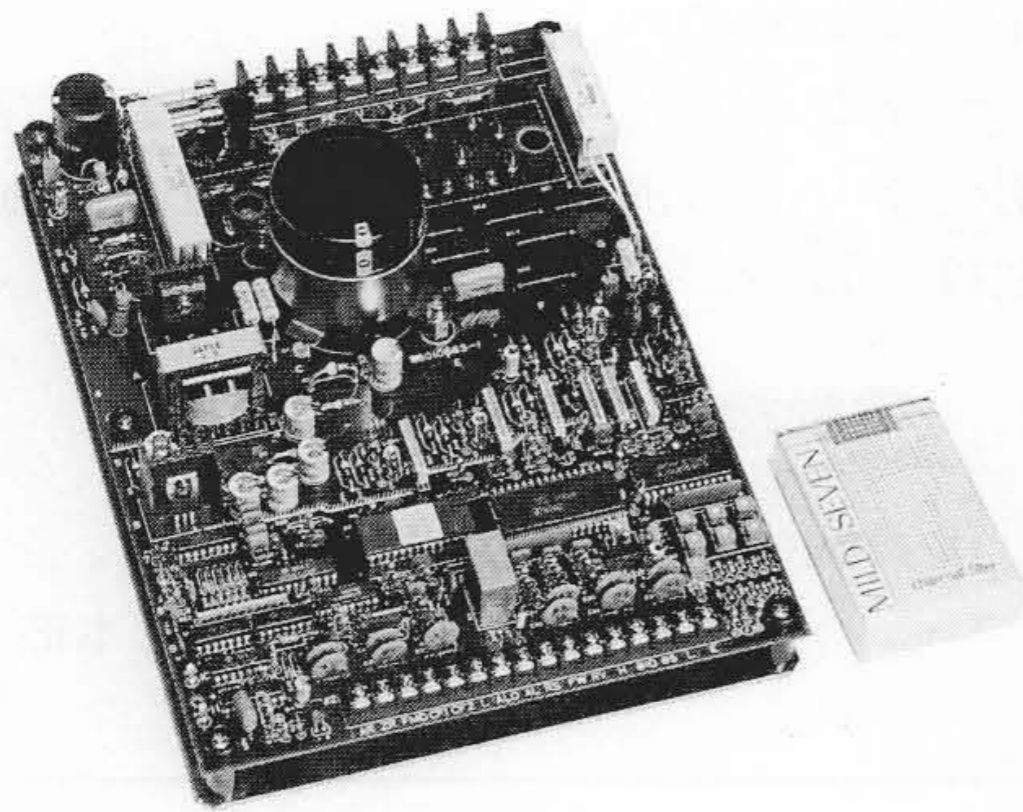


図1 日立インバータ HFC-VWB 1SC2

表1 主な仕様

項目	形式	HFC-VWB 1SC2
最大適用電動機出力		0.4kW
出力容量		1.0kVA
入力電源		単相200~240V±10%, 50/60Hz又は直流270~330V±10%
定格出力電流		2.9A
出力周波数範囲		2.5~50-100Hz, 3~60-120Hz(切換可能, 1Hzスタート, 最高周波数リミッタ付き(100~50%))
制動トルク		20%以上(コンデンサ帰還形再生制動), 最低出力周波数以下直流制動付き
周波数設定	外部からの設定	電圧入力: DC0~5V(入力インピーダンス約10kΩ), DC0~10V(入力インピーダンス約20kΩ)
	内部での設定	内蔵可変抵抗器(F1, F2, F3)で個別設定
出力信号	4段変速運転モード選択	2a接点指令で, 外部周波数設定(1段), 内部周波数設定(3段)のモード選択
	故障表示	インバータ異常時OFF(b接点出力)
保護機能	不足電圧	受電電圧が約160V以下で停止
	瞬時過電流	電子回路による保護
	過電圧	コンバータ部出力電圧が約400V以上で停止
	瞬時停電	15ms以内は運転継続

1.2 使いやすい制御機能(標準装備)

(1) 4段変速運転可能

外部からの周波数設定と内蔵している周波数設定(3段個別設定)を、外部指令により選択ができ、最大4段の変速パターン運転が可能である。

(2) 直流制動付き

最低周波数以下で電動機フリーラン時間の短縮を行なう直流制動付きである。

(3) 最高周波数リミッタ付き

外部抵抗器による周波数設定は最高

周波数を100~50%に自由に制限でき、外部にリミッタ回路は不要である。

1.3 幅広い電源への対応

直流受電も可能(270~330V±10%)で、交流受電は200~240V±10%, 50/60Hz共用である。

2. 主な仕様

表1に、HFC-VWB 1SC2の主な仕様を示す。

(日立製作所 商品事業本部)

日立評論 Vol. 68 No.9 予定目次

日立 Vol. 48 No.8 目次

■小特集 半導体製造装置

- 半導体製造装置の動向
- 分子線エピタキシャル装置
- 電子線描画装置の直接描画への応用
- サブミクロン対応縮小投影露光装置
- マイクロ波プラズマエッチング装置
- 長寿命・大電流イオン打込装置
- 高品位成膜用量産向けスパッタリング装置
- 半導体プロセス評価装置
- LSIプロセスにおける微小異物検査技術
- スーパークリーンルーム

■一般論文

- 建設省近畿地方建設局加古川大堰管理所向け堰放流設備制御システム
- 上下水道管路図面情報管理システム
- 上下水新デジタル制御システム

- グラフポ生まれ変わる東京湾
- 明日を開く技術<70> コンピュータで、バナナの熟成加工
- HINT コーナー 低熱膨張性ポリイミド
- 技術史の旅<116> シェーパー カサノバ25
- 続・美術館めぐり<80> 木曾の林業 麻布美術館

企画委員

- 委員長 武田康嗣
- 委員 三浦武雄
- 藤江邦男
- 森山昌和
- 村上啓一
- 関弘
- 佐室有志
- 臼井忠男
- 伊藤俊彦
- 幹事 小平雅一
- 三村紀久雄

評論委員

- 委員長 武田康嗣
- 委員 加藤寧
- 小野光
- 庄山佳彦
- 福地文夫
- 飯島幸雄
- 関弘
- 竹川正博
- 今井溥
- 鈴木敏孝
- 鯉淵興二
- 三巻達夫
- 伊藤俊彦
- 幹事 小平雅一
- 三村紀久雄

日立評論 第68巻第8号

- 発行日 昭和61年8月20日印刷 昭和61年8月25日発行
- 発行所 日立評論社 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 ☎101
- 電話(03)258-1111(大代)
- 編集兼発行人 伊藤俊彦
- 印刷所 日立印刷株式会社
- 定価 1部500円(送料別)年間購読料 6,700円(送料含む)
- 取次店 株式会社オーム社 東京都千代田区神田錦町三丁目1番 ☎101 電話(03)233-0641(代) 振替口座 東京6-20018