

可変周波インバータによるモートル制御

Adjustable Frequency Thyristor Inverters For Motor Drive

Hitachi, which has been supplying a large number of adjustable frequency thyristor inverters for motor drive, has added to its inverter family a newly developed inverter by pulse-trans commutation, SFC-S series. In this new inverter for motor drive design emphasis has been placed on the simplification of circuits and improvement of reliability and maintainability. Also, the unit-block system has been adopted for circuits, by drastically reducing the number of components.

齊藤仁志* *Hitoshi Saitô*

岡島郁夫* *Ikuo Okajima*

石橋 耀* *Akira Ishibashi*

前田武男** *Takeo Maeda*

1 緒 言

電力用半導体の進歩と回路技術の発達によりモートル駆動用可変周波インバータ(以下、AVAFと略す)は従来の閉ループ制御による直流電動機に代わる交流電動機駆動用電源として、すでに実用期にはいったといえる。特に高度($\pm 0.05\%$ 程度)の発振周波数精度が容易に得られることから同期電動機(日立MSモートル)と組み合わせられた場合、超精密回転数制御がオープン・ループで可能となり、また当然のことながら多数台モートルの揃(せん)速制御においては他方式の追従を許さない高精度を誇っている。

また、交流電動機の周波数制御のため、ブラシレスの利点を生かし本質的に省力化、高速化の要求および防爆など特殊環境で使用されるモートルの可変速手段の要求にこたえうるものである。

このようにAVAFは可変速モートル制御の交流化の担(にな)い手として中小容量の各種産業機械の駆動源に迎えられつつある。

2 電動機駆動用可変周波インバータ

2.1 インバータの用途

インバータはかご形モートル、同期電動機など交流電動機の駆動源として各種工作機械・紡糸機・巻取機・化学工業の攪

表1 インバータのおもな用途 インバータの用途は、各種の産業界で多岐にわたっている。

Table 1 Applications of Inverters

業 種	機 器	特 長
織 維 工 業	巻取機, 紡糸機	揃速, 精密回転
電 線 工 業	巻取機, 伸線機	揃速
金 属 工 業	スリッタライン	"
製 紙 工 業	巻取機, 抄紙機	揃速, 精密回転, 防爆
工 作 機 械	送り, 主軸, 砥(と)石軸	" " "
化 学 工 業	ポンプ	" "
輸 送 工 業	コンベヤ	揃速
一 般 産 業	ポンプ, ファン	

拌(かくはん)機などに単独にまたはプラントの一部として用いられる。これらはモートルがブラシレスであること、高速度運転ができることなどインバータ制御の利点を有効に生かした例である。表1は使用例をまとめて示したものである。

2.2 インバータの満たすべき条件

インバータはモートルというダイナミック特性を有するリアクタンス負荷を負って大きな突入電流に耐え広範囲の周波数制御を行なえるよう要求される。また使用環境は、多くの場合良いものは望めず、これらの条件のもとで安定な動作を行なわせなければならない。日立製作所では早くからこれらの負荷の詳細な解析を行ない、これらの条件に対して安定に動作しうるインバータの開発製品化を進めており、SFC-T形インバータ(トランジスタ式)、SFC-M形インバータ(サイリスタ式)がそれぞれシリーズ化されていた。今回、新たにSFC-S形インバータ(サイリスタ式)が開発製品化され、シリーズに加わった。

これらはいずれも次に示すようなインバータの条件を満たすものであり多数の実績、豊富な使用例によりその性能が裏付けられている。

(1) 周波数精度が高いこと

IC化された発振回路は高い精度と安定性を保ち、モートル速度をオープン・ループで高精度に制御することができる。

(2) 速度制御幅の広いこと

モートル特性に要求される制御特性に応じて、出力周波数と電圧を関連づけて広範囲に変えられる。

(3) 安定にモートル制御を行なえること

通電方式として180度形を採用しており、出力電圧波形は負荷力率に影響されずモートルが乱調を生じない。

(4) 効率が高いこと

転流エネルギー帰還方式を採用しているため、高効率である。

(5) 応答性が速く動作が安定なこと

インバータは安定確実な転流方式を採用しているため、出力電圧変化に対して強く、また発振周波数を変えればモートルは電動トルク、制動トルクを発生し、モートルの応答性は良好である。

(6) 保守点検の容易なこと

* 日立製作所習志野工場 ** 日立製作所日立研究所

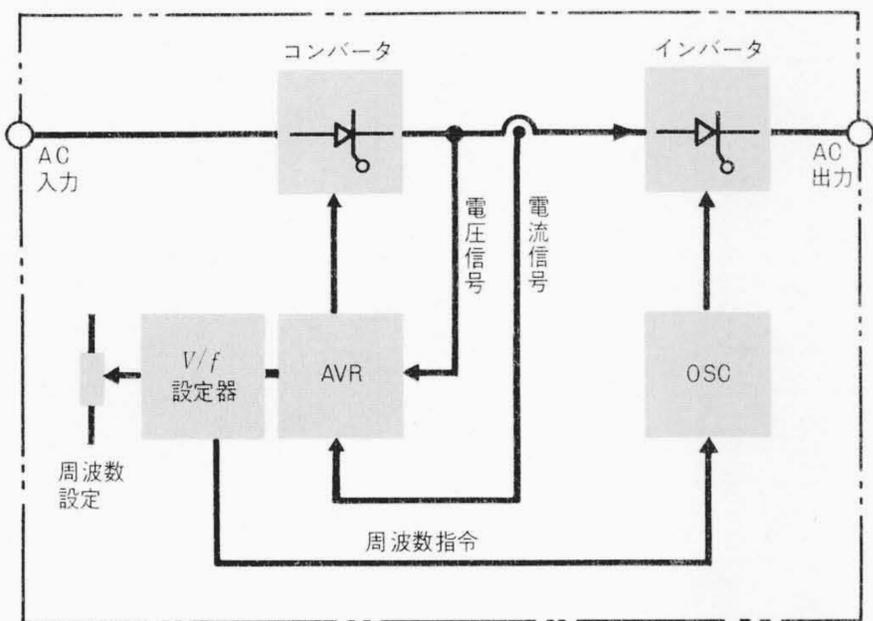


図1 制御系ブロック図 インバータの標準的な制御システムを示す。周波数に関してオープン・ループである。

Fig. 1 Block Diagram of Control Systems

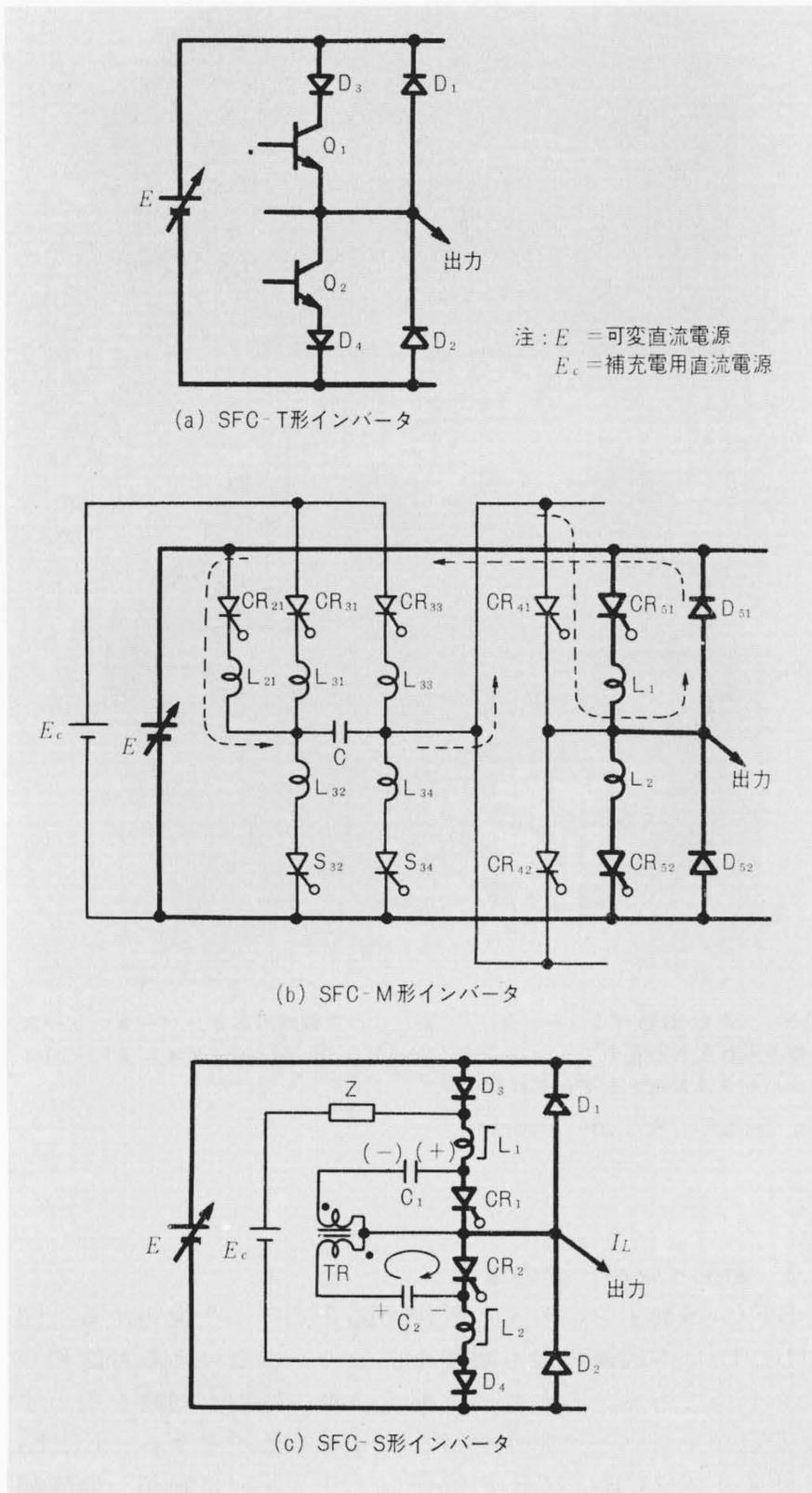


図2 インバータ主回路(一相分) SFC-T, 同M, 同S形各インバータの主回路構成を示す。

Fig. 2 Main Circuit of Inverters

インバータは静止形であり、信頼性が高い。また保守点検が容易なように考慮が払われている。

なお、インバータの標準的なブロック図は、図1に示すとおりである。制御系は周波数に関してはオープン・ループであり、電圧に関してはAVR(電圧制御)系により精度と特性を保証している。以下、3種のインバータについて説明する。図2はこれらの主回路を示したものである。

2.3 SFC-T形インバータ(トランジスタ式)

トランジスタはサイリスタに比べ、高周波において転流損失が少ないため、高周波出力においてはトランジスタ・インバータが有利となる。図3は治具研削盤、高速ボール盤などの精密工作機械の高速駆動源として製作されたものである。

またトランジスタの特性として、コレクタ電流は過電流耐量が小さいが、垂下特性を有する出力変成器を用いた場合、過負荷や突入に対して安定であり小出力の場合、コンパクトで安定性の高いインバータが実現できる。この特性を生かしたものと通信伝送システムに使用される磁気ドラム駆動用インバータを製作している。

2.4 SFC-M形インバータ(サイリスタ式)

このインバータは大出力、高周波の用途に適している。転流には補助インパルス方式を採用しているため、サイリスタを主電流用と転流パルス電流用とに分けることができ、サイリスタの利用率を極限にまで高めたものである。また転流コンデンサを三相分1個に集約している。基本回路としてブリッジ形インバータを組み合わせたものであり、受電商用交流を直流に変換後、直流電圧を可変する部分にもインバータ主回路の基本回路と同一のものを用いるいわゆるチョップ方式を採用し、この動作周波数を商用交流リップルと離れた値に選ぶことにより高周波出力を得ることができる。

転流動作としては図2(b)においてたとえば、CR₅₁を消弧させるためには、図の点線のような経路に転流パルス電流の通路を作ってやることによりダイオードD₅₁の電圧降下でサイリスタに逆バイアスを加えターン・オフさせるものである。本図から明らかなように、主サイリスタはそれぞれ独立に消弧させることができるので、パルス幅制御による出力波形の高調波除去などの改善を実施することもできる。外観は図4に示すとおりである。

2.5 SFC-S形インバータ(サイリスタ式)

新たに日立製作所のインバータのシリーズに組み入れられ

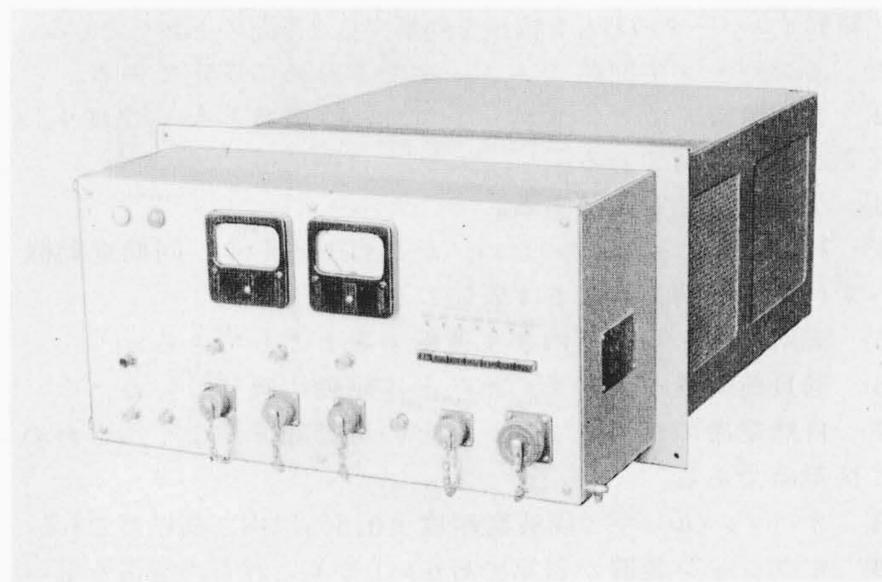


図3 SFC-T形インバータ 高速駆動用インバータの例(出力6.5kVA連続, 500~1kHz)

Fig. 3 SFC-T Type Inverter for High Speed Driving

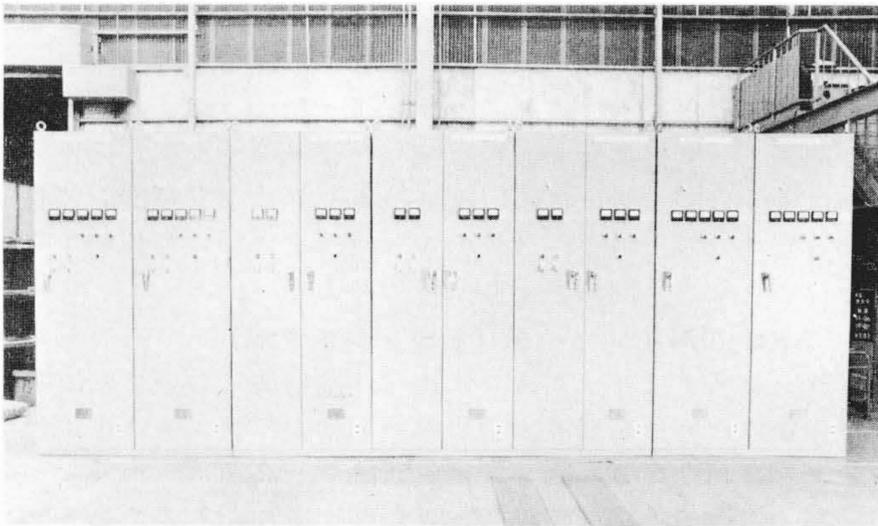


図4 SFC-M形インバータ 合成繊維用で、容量は合計250kVA連続、40~240Hzである。

Fig. 4 SFC-M Type Inverters

たもので、詳細は3.を参照されたい。外観およびユニットは図5に示すとおりである。

2.6 インバータの仕様

これらのインバータの標準仕様は表2、表3および表4に示すとおりである。このように、日立製作所では使用目的に応じて最適なインバータを選定できる体制を整えている。

3 新形インバータ (SFC-S形)

3.1 概要

2.で日立製作所の3種類のインバータにつき述べたが、このうちの新形インバータについて説明する。

最近、機器の信頼性に対する要求が非常に高まっているが、この点に着目して日立製作所では従来と全く異なる、ユニークでかつきわめて安定なインバータ動作が行なえる新転流方式を開発し、SFC-S形インバータに採用した。本インバータでは特に、部品点数を従来の約半と大幅に減少したうえ、さらに部品個々の信頼性を吟味したことにより、低コストで高信頼度が得られた。

また、従来のインバータでは、生産ラインに使用している際、万一、一部分が故障しても復旧に長時間要する場合があったが、SFC-S形インバータは各機能ごとにすべてユニットブロック構造としたため、予備ユニットと交換するだけで、ごく短時間のうちに運転を再開できるのも大きな特長である。

3.2 特長

新形インバータのおもな特長を列挙すると下記のとおりである。

- (1) インバータ主回路がユニークできわめて安定である。
- (2) 各回路機能ごとにユニットブロック構造となっており、保守点検が容易である。
- (3) 小形軽量で安価である。
- (4) 180度形インバータのため、かご形モートル、同期電動機いずれでも乱調を起こさず安定に運転できる。
- (5) 汎用モートルをそのまま運転することもできる。
- (6) 過負荷耐量が大きく、モートル駆動に適している。
- (7) 自然空冷のため、ファンなどの可動部分がなく、きわめて長寿命である。
- (8) オープン・ループで周波数精度 $\pm 0.5\%$ 以内と高精度である。
- (9) オプション装置が豊富であり、しかもこれらの装置を用いれば他の日立可変速モートルと連動した制御が容易に行なえる。
- (10) 周波数制御でしかも転流損失が少ないので、モートルを運転した場合の総合効率が高い。

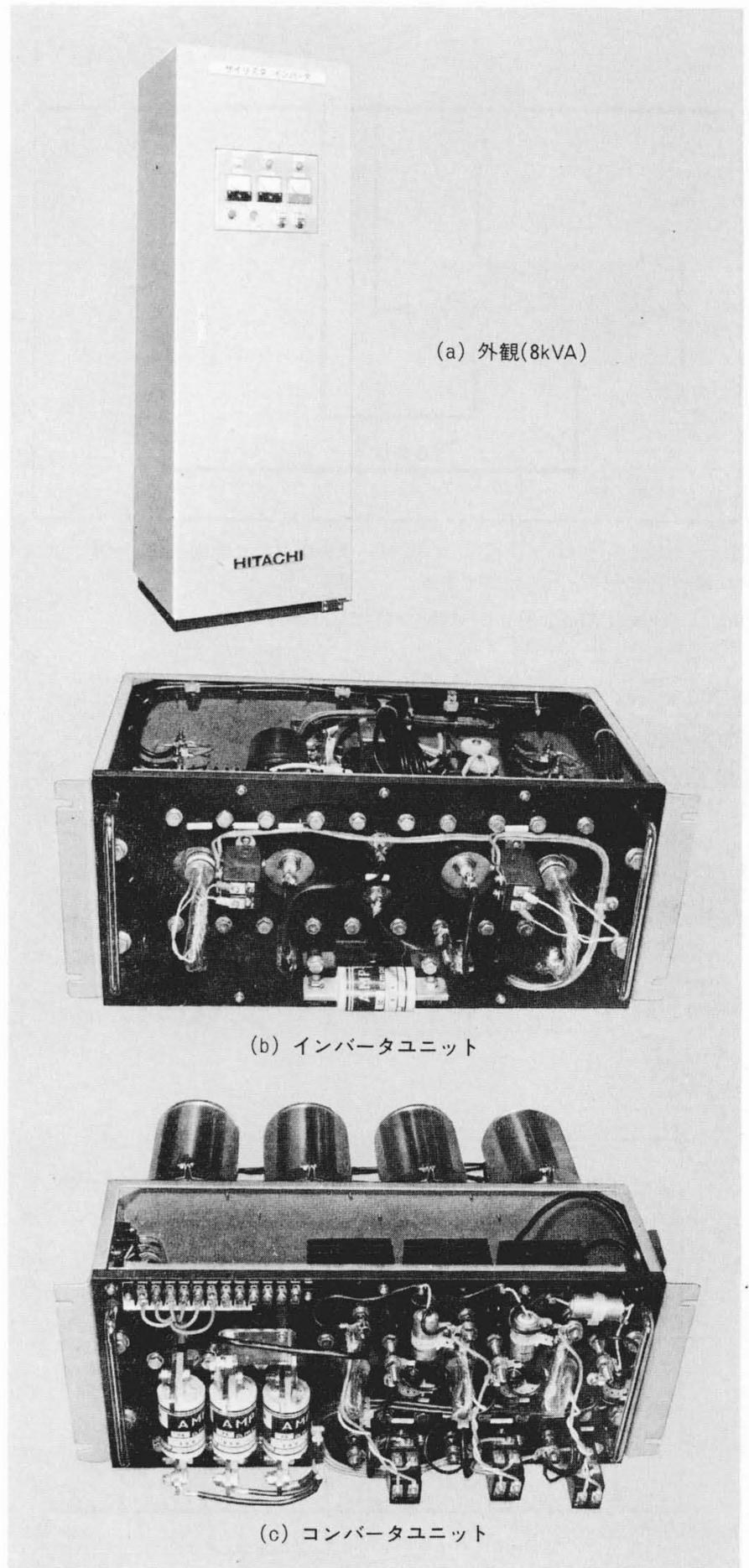


図5 SFC-S形インバータ 新たに日立製作所のインバータシリーズに組み入れられたもので、(a)は外観(8kVA)、(b)はインバータユニット、(c)はコンバータユニットをそれぞれ示す。

Fig. 5 SFC-S Type Inverter

3.3 新形インバータの原理

SFC-S形インバータの動作を図2(c)により説明する。図中 L_1 、 L_2 は本回路の最も重要な部分の一つといえる可飽和リアクトルである。これにより転流の際に特別な回路を用いずに安定なインバータ動作を行なわせることができる。 L_1 、 L_2 はサイリスタ CR_1 、 CR_2 の動作により、互いに飽和、非飽和の状態をとり磁氣的結合により同時に飽和することがないようになっている。

転流時の動作を順を追って説明する。まず正の半サイクル

表2 SFC-T形インバータ仕様 SFC-T形インバータの標準仕様をまとめたものである。

Table 2 Specifications of SFC-T Type Inverters

形 式 SFC	T0	T1	T2	T3	T5	T7
入 力 電 源	三相, 単相 200V±10% 50/60Hz±1%, 220V±10% 60Hz±1%					
出 力 (kVA)	0.5	1	2	3	5	7.5
出 力 (A)	1.4	2.9	5.8	8.6	14.4	21.6
過 負 荷(30秒)	150%					
最高出力電圧 (V)	三相 180V					
最高周波数 (Hz)	50, 100, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000					
出 力 電 圧 幅	1 : 8					
周 波 数 幅	1 : 10					
周波数精度 (%)	±0.5 (20°C±10°C)					
V/f 比	一定 (補正可)					
負 荷 力 率	40~100%					
周 囲 温 度	0~40°C					
標 準 装 備	ソフトスタータ 出力 (V) (A) 表示灯 (受電, 運転) 操作スイッチ (運転, 停止, 過負荷, リセット) 設定器					

表3 SFC-M形インバータ仕様 SFC-M形インバータの標準仕様をまとめたものである。

Table 3 Specifications of SFC-M Type Inverters

形 式 SFC	M10	M20	M40	M60	M80	M100
入 力 電 源	三相 200V±10% 50/60Hz±1%, 220V±10% 60Hz±1%					
出 力 (kVA)	10	20	40	60	80	100
出 力 (A)	38.5	77	154	150	200	250
過 負 荷(30秒)	200%				150%	120%
最高出力電圧 (V)	150			230		
最高周波数 (Hz)	50, 100, 150, 180, 200, 240, 300, 350, 400, 450, 550,					
出 力 電 圧 幅	1 : 8					
周 波 数 幅	1 : 10					
周波数精度 (%)	±0.1 (25°C±10°C)					
V/f 比	一定 (補正可)					
負 荷 力 率	0~90%					
周 囲 温 度	0~40°C					
標 準 装 備	ソフトスタータ 出力 (V) (A) (f) 表示灯 (受電, 運転) 操作スイッチ (運転, 停止; リセット) 設定器 (粗, 精)					

表4 インバータ仕様 SFC-S形インバータの標準仕様を示す。

Table 4 Specifications of SFC-S Type Inverters

形 式 SFC	A シ リ ーズ						B シ リ ーズ						
	S03A	S05A	S08A	S10A	S15A	S20A	S01B	S03B	S05B	S08B	S 10B	S15B	
入 力 電 源	三相 200V±10% 50/60Hz±1%, 220V±10% 60Hz±1%												
出 力	容量(kVA)	2.5	5	7.5	10	15	20	1.3	3.5	5	7.5	10	15
	電 流 (A)	7.5	16	24	31	46	60	4	10	16	24	31	46
過 負 荷(30秒)	400%												
(注)適用モートル(kW)	1.5	3.7	5.5	7.5	11	15	0.75	2.2	3.7	5.5	7.5	11	
最高出力電圧 (V)	180 (220V受電のときは200)												
最高周波数 (Hz)	120						120						
周波数精度 (%)	±0.5 (25°C±10°C)												
負 荷 力 率	40~100%												
周 囲 温 度	0~40°C												
モ ー ト ル 駆 動 特 性													
	標 準 装 備	ソフトスタータ						ソフトスタータ					

注：適用モートル出力 (kW) は、Aシリーズでは60Hz, Bシリーズでは120Hzにおける値を示す。

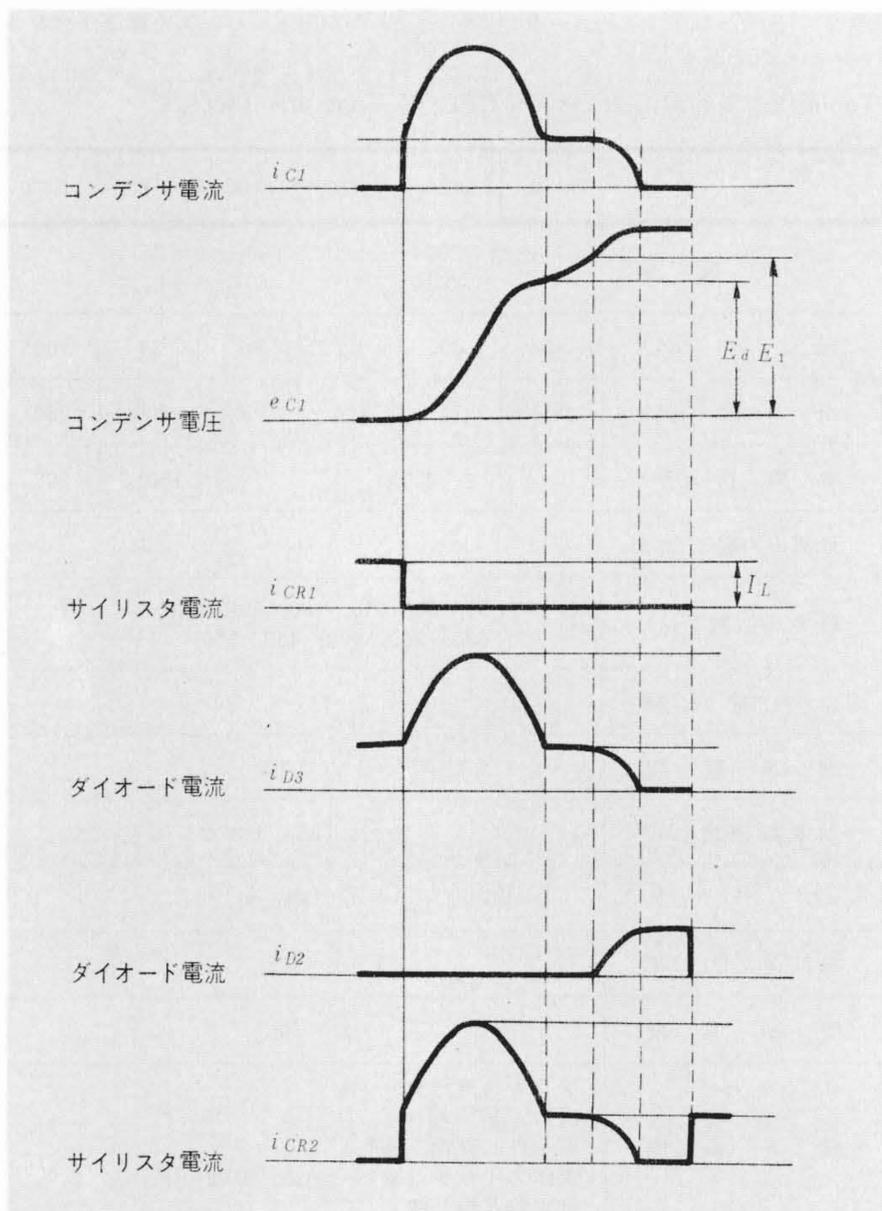


図6 転流時の波形 SFC-S形インバータのサイリスタCR₁が転流するときの各部の動作波形を示す。

Fig. 6 Wave Forms at Commutating Term

としてCR₁が導通している場合は直流電源からD₃, L₁, CR₁を通り負荷電流 I_Lを供給している。このとき同時に転流コンデンサC₂は図の極性に充電されている。次に、CR₁を消弧させるために、CR₂にゲート信号を与える。C₂は矢印の方向に放電し、この電流はパルストランスTRを介してD₁, D₃, L₁, C₁を通り、C₁を図のかっこ内の極性に充電する。このときC₂の電荷は回路の損失が十分小さいとするとすべてがC₁に移り、C₂は無電荷となる。すなわち、理想的には損失が生じない。この期間中L₁は磁気飽和の状態なので残留インダクタンスLと、C₁, C₂直列接続のキャパシタンスCとで決まる共振を起こし、共振電流により生ずるL₁の両端電圧によってCR₁が逆バイアスされて非導通になる。また、CR₂が導通すると同時に、L₂に直流電圧が印加されるため、負荷電流に比べて十分小さい値の励磁電流が流れ始め、前述の共振が終了した後に磁気飽和に至る。しかし、この時点ではすでにCR₁は非導通であるので、直流電源を短絡するおそれはない。このようにしてインバータは負の半サイクルに移行し、負荷電流 I_Lを流すようになる。通常のブリッジ形インバータでは、アームの上下のサイリスタがノイズなどの誤動作により同時に点弧すると必ず直流電源を短絡するいわゆる転流失敗になるが、ここに紹介したインバータでは一方を転流させるために他方のサイリスタを点弧してやるので、万一、ノイズなどにより誤動作があったとしても通常許される負荷電流の範囲内なら転流失敗にはならない。これが安定な動作、制御回路のロジックの簡易化、信頼性の向上に大きく貢献している。図6はサ

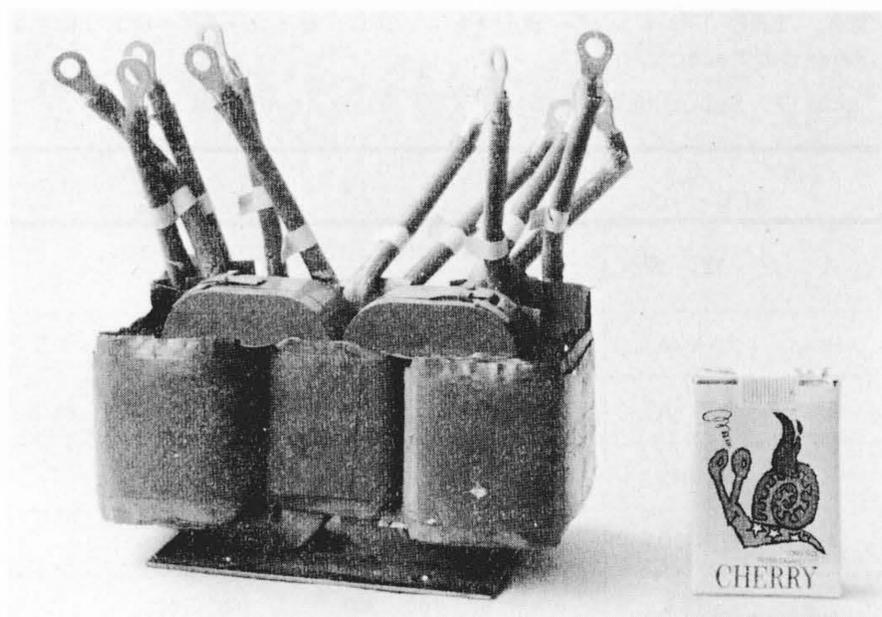


図7 可飽和リアクトル SFC-S形インバータの重要な回路要素である。左右が主巻線、中央がリセット巻線である。

Fig. 7 Saturable Reactor

イリスタCR₁がターン・オフする場合の各部の波形を示すものである。

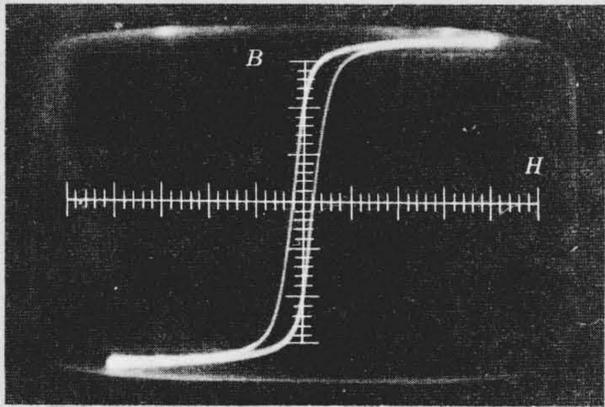
また、可飽和リアクトルの外観は、図7に示すとおりである。なお、これの巻線には転流時に共振電流が流れ、高い周波数成分を含んでいるため、導体に特別の考慮を払い実効抵抗を小さくしている。可飽和リアクトルは、一般には、コアをリセットさせるためのリセット巻線(写真の中央部)を施し、強制的にリセットさせ負から正までの磁束を使用する。

本インバータの性能、安定性は、この可飽和リアクトルの動作によりほぼ決定されるが、このリアクトルのコアにわずかのエアギャップを加えることによりコアは興味ある動作モードを生ずる。この一例として図8にエアギャップ部の反磁力によりコアのフラックスレベルが自動的にリセットされる様子を示してある。なおこの場合、試験電圧として商用電源を整流した脈流を加えている。このインバータは、これらいくつかのコアの磁化モードを十分検討したうえで設計されており、始動時など通常フラックスレベルが確定しないと考えられる過渡現象時にも十分安定な動作を行なわせている。

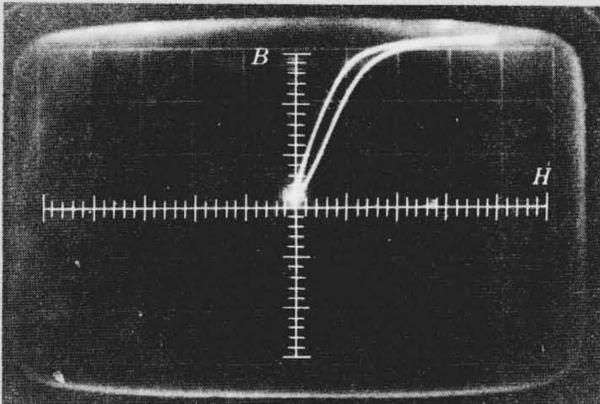
3.4 特性

かご形モートルを始動する場合、商用周波数で始動すると、定格電流の6~8倍程度の始動電流が流れる。これをインバータで始動させるには、これに見合った始動容量を持たせなければならないため、大容量のインバータが必要となりきわめて不経済となる。そこで新形インバータでは、最低周波数(標準品は10Hz)で始動し、時限加速するソフトスタータを標準装備している。これにより、商用周波数のときの1/2以下の始動容量で十分となり、インバータ容量が非常に小さくて済む^(註)。一例として10Hzにおいて始動後120Hzまで時限加速した場合のオシログラムを示すと図9になる。加速に要する電流がかなり小さいことがわかる。

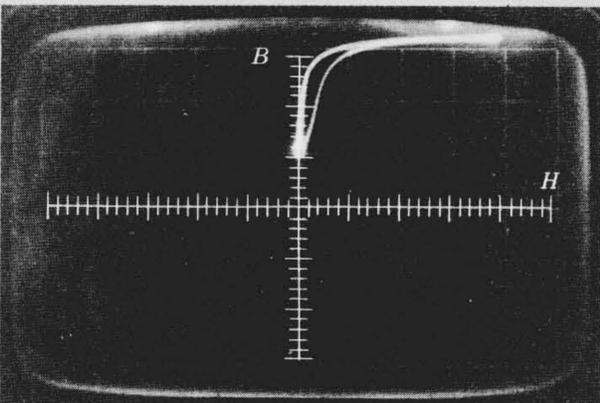
また、インバータ用サイリスタのゲート波形の立上りが遅いと、ジャンクションの局部加熱を起こすおそれがあり、di/dtの制約を受け好ましくないため、これを避けるため立上り時間2μsでまたハイゲートドライブを行なっている。この波形は図10(a)に、またサイリスタ電流波形の一例は同(b)に示すとおりである。日立製作所では特に、サイリスタのパルス電流によるストレスを考慮して回路設計を行なっている。なお、SFC-S15Aの新形インバータにより11kWの汎用モートル



(a) リセットを行なった場合 注：縦軸=5.5kG/div
横軸=4.50e/div



(b) ギャップあり(リセット巻線なし) 注：縦軸=5.5kG/div
横軸=4.50e/div



(c) ギャップなし(リセット巻線なし) 注：縦軸=5.5kG/div
横軸=4.50e/div

図8 コアのB-H曲線 コアのギャップの大小により、コアのリセット状態が変わる(B=磁速密度、H=起磁力)。

Fig. 8 B-H Roop of Core

を全負荷運転した場合、出力60Hzでインバータ全体の効率は90%に達した。またインバータ部分のDC→AC変換効率は95%ときわめて高効率である。

また、SFC-S形は特に信頼性向上の見地から徹底的に検討した結果、部品点数を大幅に減らすことができた。

表4は新形インバータの標準仕様であるが、これにはA、B2種のシリーズがある。Aシリーズは主として汎用モートルを使用するように計画したものであり、60Hzで出力電圧が最高値となる。60~120Hzの間は同一電圧のため、この領域では周波数が上がるに従ってトルク、出力が低下する。したがって、60Hz以下の定トルク負荷に対して、あるいは60Hzを越えた範囲までの定出力負荷に対してAシリーズを用いると、モートル容量およびインバータ容量を経済的に選定することができる。Bシリーズでは、全速度範囲にわたって定トルク特性となり、一般の定トルク負荷に適合する。

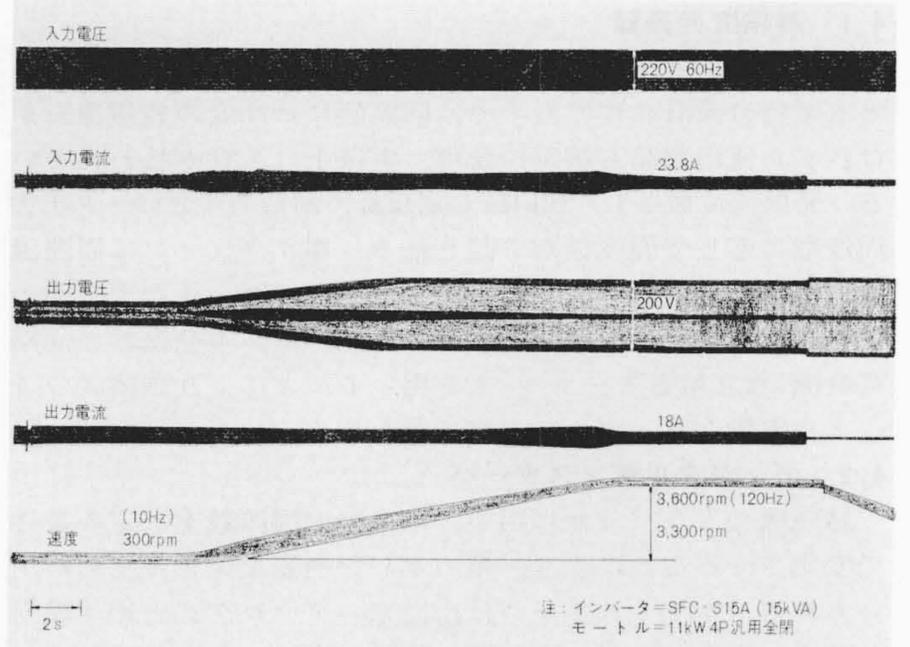
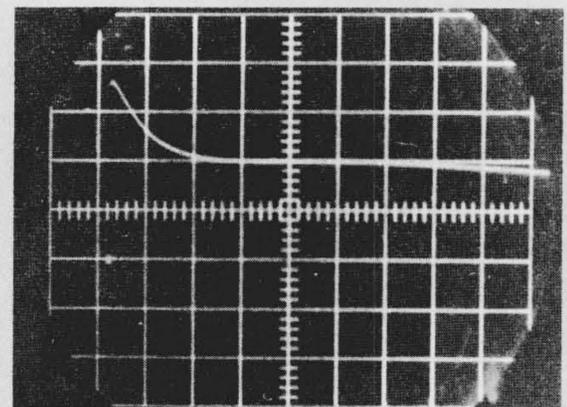
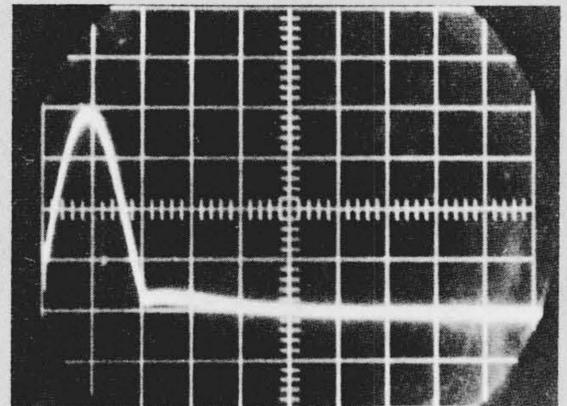


図9 ソフトスタート・オシログラム 時限加速すると、インバータの出力電流が小さくて済む(10~120Hzまで加速)。

Fig. 9 Oscillogram of Soft Starting



(a) ゲート波形 注：縦軸=0.4A/div
横軸=10μs/div



(b) サイリスタ電流 注：縦軸=100A/div
横軸=50μs/div

図10 動作波形 インバータ用サイリスタの動作時の波形を示す。

Fig. 10 Operational Wave Forms of Thyristor in Invertor

4 周辺制御回路 (オプション)

インバータの標準化を進め、性能を安定させ、一方、多様な仕様を満たすためには特殊仕様をオプションとして扱うことが必要である。ここではインバータに特有なオプションのいくつかを紹介する。これらはいずれも動作レベルが統一されており、従来より製作されている一般可変速モートル用のオプションとともにインバータ本体と容易に結びつけることができる。

4.1 高精度発振器

インバータの精度を決める発振器は高精度可変周波発信器として特に設計されたもので、回路的には高度の負帰還をかけ、また使用部品も選定や管理、実装上に注意が払われている。発振周波数は1~10kHzが選ばれ、希望のインバータ出力周波数に応じて周波数が分割される。本オプションは周囲温度の変化を含む長時間ドリフトとして±0.5%、また短時間のドリフトとして±0.05%が保証されている。本発振器と同期電動機(日立MSモートル)とを用いることにより高精度のモートル駆動がオープンループで行なえる。

4.2 デジタルディスターバ

紡糸機のトラバサに用い、基本発振周波数を一定の条件で変化させることにより、糸のボビン巻姿を整えるために用いられる。本ディスターバは、従来のアナログ式と比べ繰返し精度が高く、またパターンの変更が容易にできるのが大きな特長である。図11は、ディスターバのパターン例を示すものである。

4.3 定電流加速装置*

モートルはすべりによりそのトルクおよび電流値が変わるが、この装置はトルク対電流比の高いすべり領域でモートルを加速させるもので、低い周波数からいわゆる定電流始動させる場合に用いられ、この目的のための最適加速パターンが詳細に解析されている。図12はモートルじか入れの場合と上記パターンにより加速させた場合の例についてのオシログラムを示したものである。

4.4 減速制動装置

交流電動機は減速時機械系の持つ慣性エネルギーをインバータ側へ帰還する。通常、回転の微小変化に対しては、このエネルギーは直流回路のフィルタコンデンサにより吸収されるが、電圧形のインバータでは電源へ電力回生ができないため、たとえばモートルを急減速時に慣性エネルギーが大きい場合など、このエネルギーは直流回路の電圧を押し上げ、イ

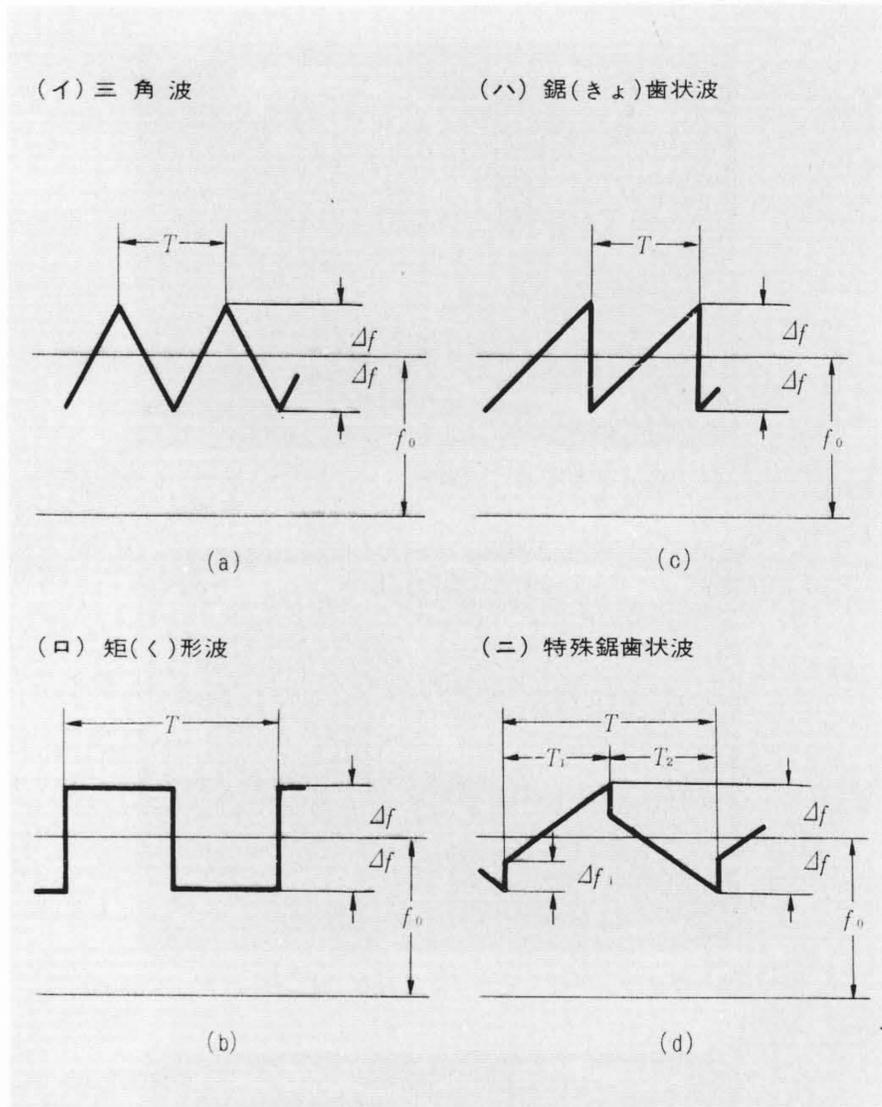


図11 ディスターバ波形 糸の巻姿を整えるため、周波数を一定の関数で変化させるときに用いる。

Fig. 11 Wave-Forms of Disturber

* 可変周波電源でかご形モートルを始動、加速する場合の特性を検討する。モートルの等価回路は図14に示すとおりである。電動機極数をP、相数をm、トルクをTとする。

いま、励磁電圧Emをfに正比例するように選んだとすると、同期速度をns、回転数をnとして、

$$T = \frac{mP^2 r_2 (n_s - n)}{120 \times 4 \pi g \left\{ r_2^2 + (n_s - n)^2 \cdot \left(\frac{P \pi L_2}{60} \right)^2 \right\}} \cdot \left(\frac{E_m}{f} \right) \quad (\text{kg} \cdot \text{m}) \dots \dots \dots (1)$$

同様に、

$$I_2 = \frac{P(n_s - n)}{120 \sqrt{r_2^2 + (n_s - n)^2} \left(\frac{\pi P L_2}{60} \right)^2} \cdot \left(\frac{E_m}{f} \right) \quad (\text{A}) \dots \dots (2)$$

(1)、(2)式より、トルク、二次電流はEm/fが一定ならば(ns-n)により値が定まる。また、(1)式は、最大トルクが一定であるので図15のようにトルク・カーブが横軸に対して平行移動することがわかる。すなわち、fに無関係に同一電流で同一トルクを発生する。Em/fが一定のとき、r1による電圧降下を考慮すると、Eから負荷側の力率をθとして、端子電圧Vは、

$$V = \sqrt{K^2 f^2 + (I_1 r_1)^2 + 2 K I_1 r_1 \cos \theta \cdot f} \quad (\text{V}) \dots \dots (3)$$

$$K = E/f \dots \dots \dots (4)$$

(3)式および(4)式のようにV、fを定めると、一定電流で一定トルクを発生させながら始動加速できる。これが定電流加速装置の原理である。また、

$$V = Kf + I_1 r_1 \dots \dots \dots (5)$$

と直線近似した方式が標準仕様のソフトスタータである。

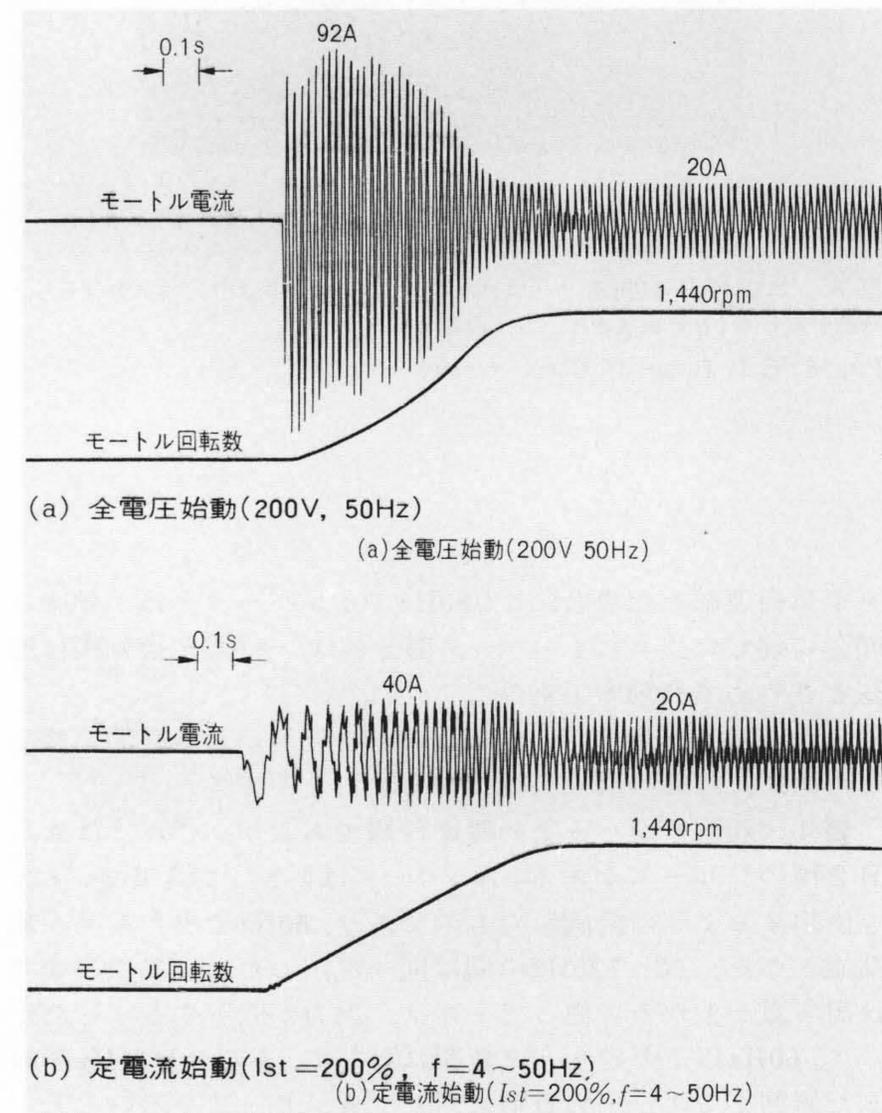


図12 定電流始動特性 2.2kW4P汎用モートルを、定電流加速装置により始動した例を示す。始動電流は200%で済む。

Fig. 12 Starting Characteristics with Constant Current

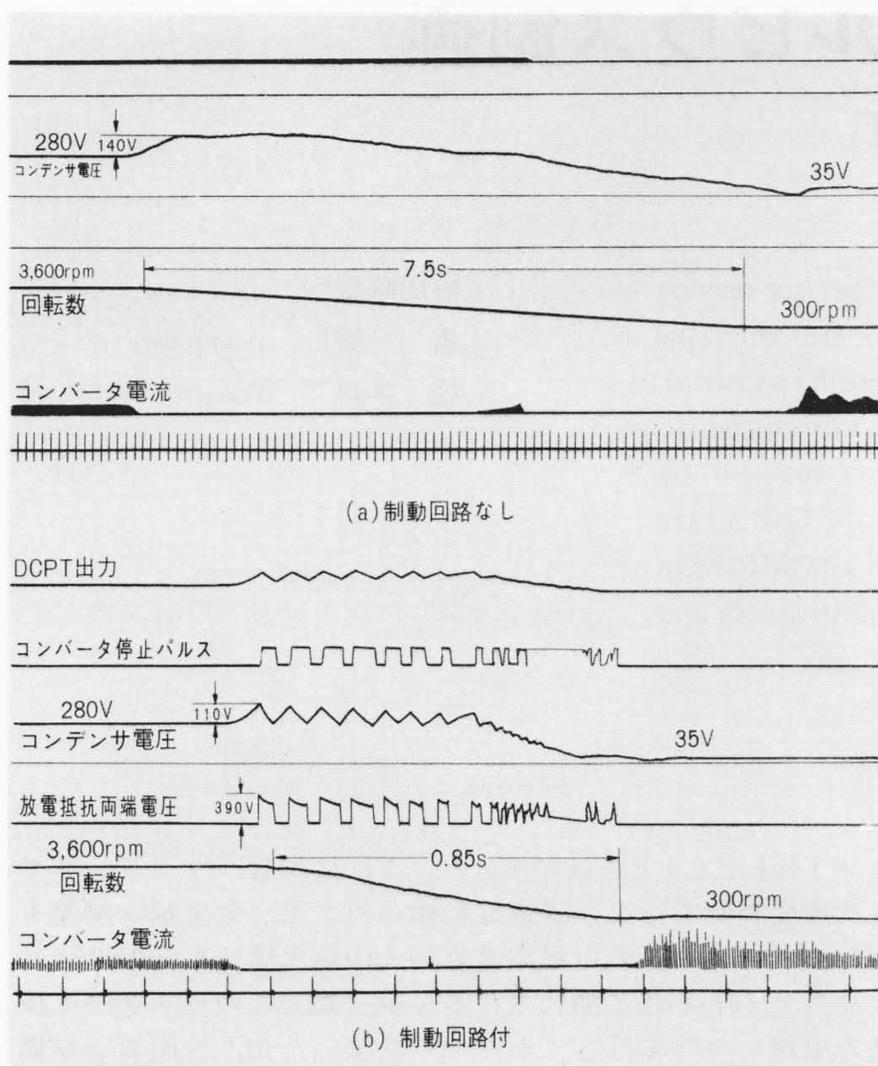


図13 減速特性オシログラム 制動回路を付加した場合、約 $\frac{1}{8}$ の時間で安全に減速できる。

Fig. 13 Braking Characteristics

ンバータの V/f (電圧・周波数比) を乱し、インバータへ過電圧、過電流などのストレスを与える。

この制動回路は、電源転流方式のサイリスタスイッチにより上記エネルギーを抵抗に消費させるもので、電圧制御系に組み込まれる。図13は、モートル慣性の約10倍の慣性負荷を停止させた場合の例を示すものである。

4.5 電動ポテンシヨメータ

周波数を30~60分以上の長時間で、徐々に変化させるときに用いる。

4.6 その他のオプション

従来から可変速モートル応用制御装置としてシリーズ化されているものがほとんど利用できる。二、三の例をあげると、ダンサロールの変位量を電気信号に変換するダンサロール制御装置(DCD)、複数台のインバータの比例運転を行なうための比例制御装置(PRD)、回転を速度指令電圧に変換する速度指令装置(SSD)、直流信号制御のサーボアンプでダンサロールの実効吸収長を伸ばすサーボアンプ(SERVO AMP)など、機種が豊富であり、種々の応用制御の要求に応じられる。

このほか、モートルを急速に停止させる場合に用いるダイナミック・ブレーキ装置、周波数をデジタル表示する場合に用いるカウンタ装置および入出力電圧を変更したり、絶縁をとる場合に用いる入出力トランスなども用意されている。

5 結 言

近年、サイリスタ応用機器の需要はますます増加しているが、特に一般可変速用としてブラシレスのモートルを手軽に

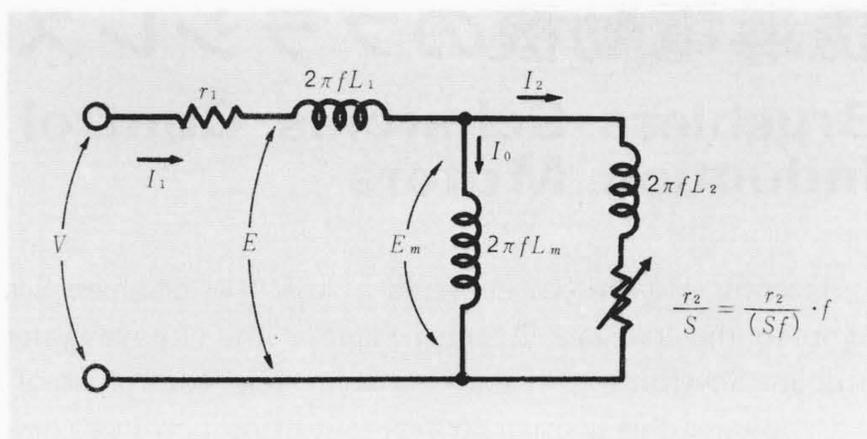


図14 等価回路 周波数 f に対する電動機の等価回路を示す。

Fig. 14 Equivalent Circuit of Induction Motors

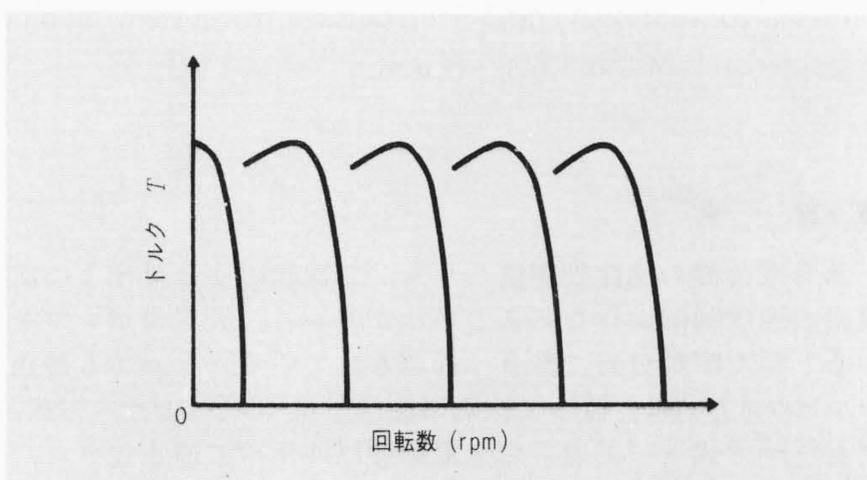


図15 速度トルク特性 E_m/f を一定としたときの速度トルク特性は、横に平行移動した形である。

Fig. 15 Speed Torque Characteristics

高効率に制御できるAVAFインバータの需要の伸びはめざましい。また最近産業界では、省力化・省電力化・高速化などが叫ばれているが、これらの見地からも、交流電動機の周波数制御が理想的といえる。従来から交流電動機のインバータ駆動によるメリットは大いに認められていながら、価格、信頼性の点でややもすると敬遠される傾向があった。このデメリットを解決し、安価・高信頼度のインバータを開発することが急務であると考え、この要求にマッチする新しいシリーズを完成させた。

この新形インバータ(SFC-S)を含めて3種のシリーズがそろい、容量、周波数、用途に応じて最適なインバータを容易に選定できるようになった。

終わりに、平素ご指導、ご愛用をいただいている需要家各位に対し厚く謝意を表わす次第である。

参考文献

- (1) P.J.Tsivitse, E.A.Klingshirn: Optimum Voltage & Frequency for Polyphase Induction Motors Operating with Variable Frequency Power Supplies, "IEE Transactions on Industry & general applications", IGA-7, 4, 480~487 (1971)
- (2) P.M.Espelage: A Wide-Range static Inverter Suitable for AC Induction Motor Drives, "IEE Transactions on Industry & general applications", IGA-5, 4, 438~445 (1969)