

鉄道車両におけるパワーエレクトロニクスの応用

Application of Power Electronics to Rolling Stock

鉄道車両へのパワーエレクトロニクスの応用は、昭和30年代後半からの電力用サイリスタ及びダイオードの急速な進展とともに始まった。チョッパの分野では、日立製作所では次々とサイリスタの高耐圧大容量化を図るとともに、フロン沸騰冷却方式を実用化した。補助電源装置は、近年の冷房化の普及により従来の大容量電動発電機からフラッシュオーバーのないサイリスタ式電動発電機(サイリスタMG)又は三相インバータへと移行しつつある。

木村貴一* *Kimura Kiichi*

新技術の分野に、可変電圧・可変周波数インバータによる誘導電動機の制御がある。日立製作所では、昭和53年、我が国初めての現車試験に成功を収め、実用化への一歩を踏み出した。GTOサイリスタは急速に実用化されつつあり、現在使用されているサイリスタにとって代わる時期も近い将来と思われる。

1 緒言

電力用の高耐圧・大容量のサイリスタ及びダイオードの発展には目覚ましいものがあり、昭和30年代の半ばにはまだ電気を制御できるほどの大容量のものはなかったが、昭和40年代の初めには早くも鉄道車両への応用の検討が開始された。特に、直流車両への実用化の流れは速く、チョッパ用サイリスタの発展には目を見はるほどのものがある。日立製作所では絶えず新しいサイリスタを開発し顧客のニーズに対応してきた。

ここでは、直流車両への応用を主体とし、主としてチョッパ用サイリスタの開発経過について述べ、その他補助電源装置としてのインバータ及びサイリスタ式電動発電機について述べる。交流車両については、簡単に触れるにとどめる。

2 チョッパ制御装置¹⁾

日立製作所は、車両用チョッパ制御装置として、直巻電動機を制御する電機子チョッパ、複巻電動機その他励界磁を制御する界磁チョッパ、また発電ブレーキをステップレスに制御する抵抗チョッパを製作し、多数納入している。以下、主として電機子チョッパ用サイリスタについて述べる。

2.1 チョッパの誕生

日立製作所は、去る昭和41年に帝都高速度交通営団日比谷線で75kW主電動機4台を制御するチョッパ制御装置の現車試験に成功した。この時に用いたサイリスタは、スタッド形の逆阻止形サイリスタ(形式CJ02, 1,000V, 250A)で、ターンオフ時間も長い一般電力用サイリスタの中から、ターンオフ時間の比較的短いもの(約400 μ s)を選別したものであった。まだ電流容量も小さく、耐圧も低いものであったが、当時としては最大級のサイリスタであった。

2.2 ユニットセル形サイリスタ

昭和42年には、帝都高速度交通営団千代田線第一次試作車両用チョッパ制御装置を製作した。この制御装置は95kW主電動機8台を制御する回生ブレーキ付の電機子チョッパで、電車としては今後のチョッパ車の将来を決定する重要な意味をもつものであった。

このチョッパ制御装置に使用されたサイリスタ及びダイオードは電流容量増大を目的として、エレメントを冷却片でサ

ンドイッチしエレメントの両面から発生損失を放散させるタイプのいわゆるユニットセル形で、日立製作所で実用化したものであった。このサイリスタ及びダイオードを改良したものが、後述するサイリスタ(形式CH03V)及びダイオード(形式C01)である。

いずれにせよ、この試作車は現在のチョッパ制御車の基本となり、チョッパ用サイリスタ及びダイオードにはユニットセル形が用いられた。このユニットセル形のサイリスタ及びダイオードは、現在のサイリスタ及びダイオードの基礎となった点で非常に大きな意味をもつものである。

2.3 逆導通形サイリスタ

以上述べてきたサイリスタは、いわゆる逆阻止形サイリスタと言われるもので、逆方向に電流を流すことはできないものであった。しかし、逆阻止形サイリスタでは、ターンオフ時間の短縮に限度のあること、また耐圧の向上にも限度があることから、日立製作所では早くからこの点の改良に着目し、サイリスタ部に逆並列にダイオードを内蔵した複合形逆導通サイリスタの開発に着手した。その成果は、昭和44年暮に帝都高速度交通営団東西線で行なわれた千代田線第一次試作車両用チョッパ制御装置を用いての現車試験の結果、確認された。このサイリスタを改良したものが後述するサイリスタ(CH04V)でありチョッパ用サイリスタの基礎となっている。

2.4 帝都高速度交通営団千代田線納めチョッパ制御装置その他

帝都高速度交通営団千代田線納めのチョッパ制御装置は、第二次試作車を経て、昭和45年には量産車用を製作納入した。このチョッパ制御装置に用いたサイリスタ及びダイオードは、最初の9セットに前述した逆阻止形サイリスタ〔CH03V(1,200V, 400A, 50 μ s)〕及びダイオード〔C01CF(2,500V, 800A)〕を使用した。同時期納入の残り9セット及び第二次量産車用9セットなどには、サイリスタ〔CH04V(1,200V, 400A, 25 μ s)〕を採用した。これにより、従来の逆阻止形サイリスタを使用した並列消弧形反発パルス方式チョッパ回路に必要なであった転流ダイオード及びバイパスダイオードを省略することができた。これは独特の直列消弧形反発パルス方式であり、**図1**にその原理図を示す。

このようにして、チョッパ制御装置の小形・軽量化を図る

* 日立製作所水戸工場

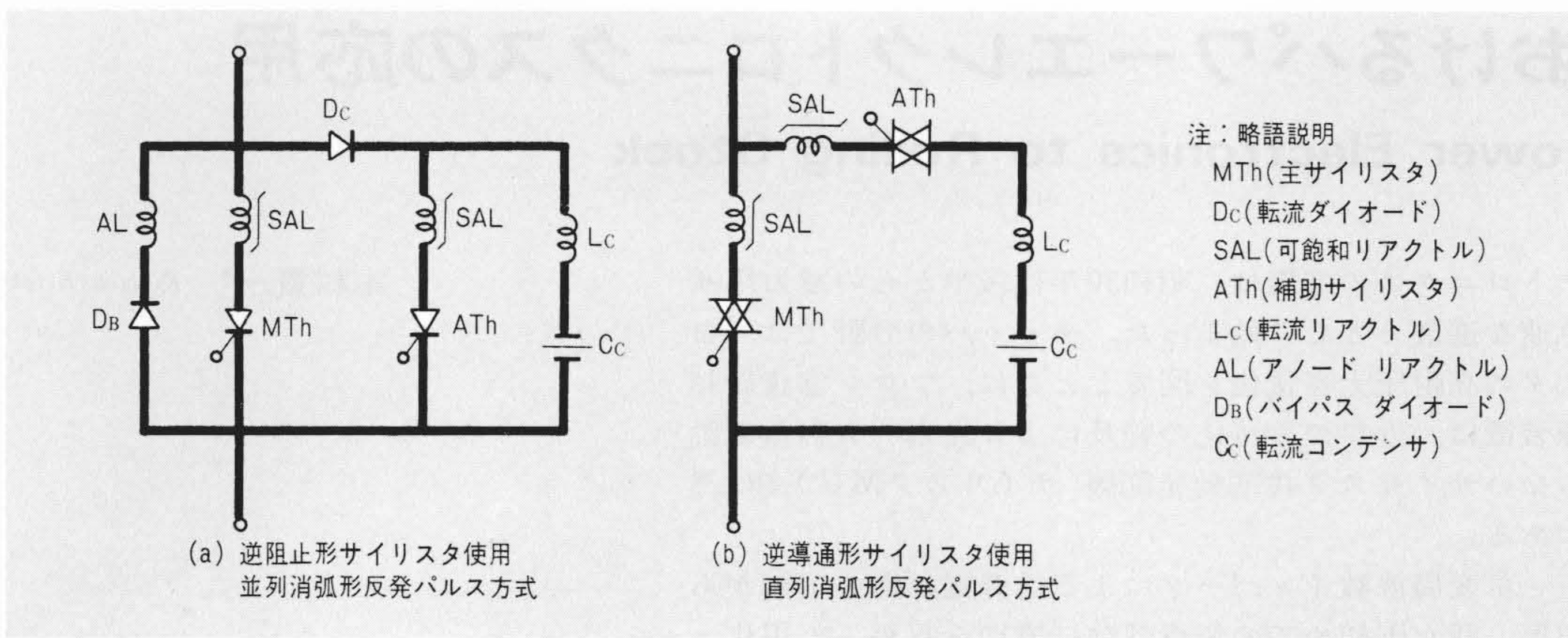


図1 チョップ部基本回路
逆導通形サイリスタの機能集積効果により、チョップ部回路を簡略化できる。

とともに、高速度しゃ断器、単位スイッチ、カム接触器など従来の抵抗制御車との共通機器にも一部改良を加え、今後の量産タイプとしてのチョッパ制御装置の基礎を確立した。

2.5 高耐圧サイリスタ

以上述べてきたサイリスタは、1,500V路線(規格では最高1,800V)に使用する場合には耐圧1,200Vのため4個直列に接続する必要があった。しかし、直列接続したサイリスタの諸特性を全く同一にそろえることは不可能なため、部分点弧又は部分消弧により一素子に全電圧が印加されるためのブレークダウンは皆無といえず、信頼性向上の点からも、機器の小形・軽量化の点からもサイリスタ自体の高耐圧化が要求された。

以上の状況から高耐圧化への努力を続け、形式CF01V(2,500V, 400A, 40μs)サイリスタの開発に成功し、昭和48年納めの大阪市交通局納め試作車から採用し、表1に示すようにその後のチョッパ用サイリスタの標準素子としてきた。この採用により素子数は半減し、信頼性向上、小形・軽量化の企図は成功した。

2.6 フロン沸騰冷却方式²⁾とサイリスタの大容量化

この数年の間に、チョッパの冷却方式が従来の強制風冷方式からフロン沸騰冷却方式へと急速に移行しつつある。

日立フロン沸騰冷却方式の主な特長としては、次が挙げられる。

- (1) プロワレスによる騒音の減少とエアフィルタレスによる保守の低減
- (2) 冷却ユニットの小形化による保守の簡易化
- (3) サーモエクセル加工によるフィンの小形化
- (4) 余裕のある放熱能力をもたせた設計

その反面、冷却ユニットは密封構造であるため、フロンの温度上昇とともに内圧が上がり、一種の圧力容器となる可能性がある。圧力容器には法規上取扱い規制があるので、日立製作所ではこの適用を受けない「容器」の範囲〔使用最高圧力 P (kgf/cm²)×内容積 V (m³)≤0.04〕にとどめる構造を採用して、保守の便を図っている。

以上述べたように、フロン沸騰冷却方式が実用化されるに

表1 チョッパ制御装置納入一覧 チョッパ用サイリスタの標準はCF01VからCC01Vに移行してきた。

納入先	納入年(昭和)	台数	架線電圧DC(V)	使用電動機(kW)×台数	機能	備考
帝都高速度交通営団(千代田線)	42	1	1,500	95×8	力行-回生	第一次試作車, 三相, 逆阻止サイリスタ
"	44~45	10	"	145×8	"	三相, 逆阻止サイリスタ CH03V
"	45~47	18	"	"	"	二相, 逆導通サイリスタ CH04V
東京都交通局(10号線)	46	2	"	150×8	"	"
カナダ, トロント市交通局	47	3	600	86×8	"	二相, 逆阻止サイリスタ CH03V(E)
カナダ, モントリオール市交通局	48	"	720	118×8	"	"
大阪市交通局(谷町線)	"	1	750	130×8	"	二相, 逆導通サイリスタ CF01V
帝都高速度交通営団(有楽町線)	48~49	18	1,500	150×8	"	"
大阪市交通局(御堂筋線)	50	1	750	130×8	"	"
札幌市交通局(東西線)	"	12	1,500	70×16	"	"
神戸市交通局	50~51	12	"	130×8	"	"
名古屋市交通局(鶴舞線)	51	10	"	135×8	"	"
日本国有鉄道	"	1	"	150×8	"	"
帝都高速度交通営団(千代田線)	52	3	"	145×8	"	"
名古屋市交通局(鶴舞線)	53	4	"	135×8	"	"
札幌市交通局(南北線)	"	1	750	110×8	"	"
東京都交通局(10号線)	"	18	1,500	165×8	"	"
日本国有鉄道(201系電車)	"	1	"	150×8	"	"
大阪市交通局(御堂筋線)	53~54	13	750	130×8	"	CC01V
帝都高速度交通営団(有楽町線)	"	2	1,500	150×8	"	CF01V
福岡市交通局	(製作中)	(17)	"	"	"	"
名古屋市交通局(東山線)	(")	(1)	600	95×8	"	CC01V
札幌市交通局(東西線)	(")	(1)	1,500	75×8	"	一相, 逆導通サイリスタ

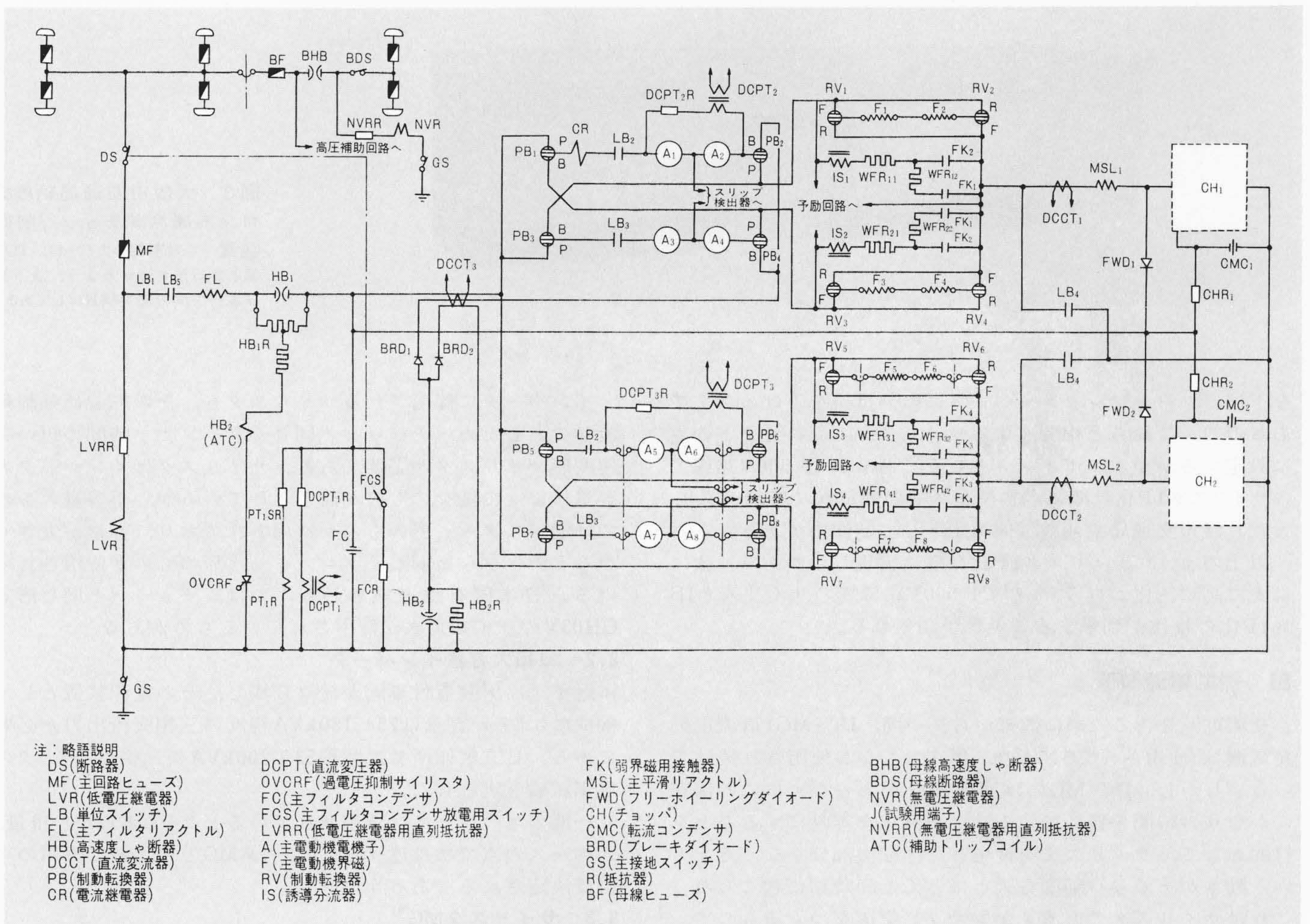


図2 大阪市交通局御堂筋線納めチョップ制御装置主回路つなぎする二相一重のチョップ制御方式で、デッドセクション対策を行なっている。130kWの主電動機8台を制御

至りサイリスタ及びダイオードは冷却方式と密接な関連をもつようになった。このために、新たに形式CC01Vサイリスタを開発し実用化している。表2にその仕様を示す。形式CC01Vサイリスタを用いたチョップ制御装置は、大阪市交通局御堂筋線納め13セットをはじめとして稼動中である。

図2に最新の同御堂筋線納めフロン沸騰冷却チョップ制御

表2 CC01V形高速度サイリスタの特性仕様 サイリスタとダイオードが半導体接合内部で、逆・並列の構造となっている逆導通形大容量サイリスタである。

仕様	単位	CC01V
定格せん頭非線返し順阻止電圧	V	2,500
定格せん頭順阻止電圧	V (peak)	2,500
定格平均順電流	A (ave)	600
定格瞬時過電流	A (peak)	7,000
最大順電圧上昇率	V/μs	500
最大順電流上昇率	A/μs	200
定格せん頭ゲート電圧(順方向or逆方向)	V (peak)	20/5
定格せん頭ゲート電流	A (peak)	6
定格ゲート入力(せん頭/平均)	W	30/4
動作接合温度	°C	-40~125
最大順電圧降下	$i_F=800$ V (peak)	1.8
最小ゲートトリガ電圧	at 25°C, $V_F=100V$ V (DC)	3
最小ゲートトリガ電流	at 25°C, $V_F=100V$ mA	350
最大ゲート非トリガ電圧	at 125°C V (DC)	0.3
最大ゲート非トリガ電流	at 125°C mA (DC)	5
ターンオン時間	$V_F=1/2$ off-state Voltage at 25°C μs	6
熱抵抗	°C/W	0.024
ターンオフ時間	μs	40

装置の主回路つなぎ図を示す。電気方式は第三レール方式であるため、デッドセクションが存在する。回生制動時にこのセクションを通過すると回生負荷がなくなるため、主フィルタコンデンサの電圧が瞬時に急上昇する。これを防止するために、母線を引通してデッドセクションを集電シューが渡るようにしているのが大きな特色である。これが母線ヒューズ、母線高速度しゃ断器、母線断路器の回路である。主回路は130kWの主電動機8台を制御する二相一重のチョップ制御方式で、界磁弱め方式は分路方式による力行時2段、回生制動時1段の一定弱界磁方式である。また、回生制動時一相と二相の間に循環電流が流れ、過大電流になるのを防止するためにブレーキダイオードを設けているのも特色の一つである。図3にフロン沸騰冷却チョップ装置の外観を示す。一相を1タンクとして取りまとめている。一相のサイリスタの接続は主サイリスタ1S(直列)×2P(並列)、補助サイリスタ1S×1Pである。

最大制御電流は1,500V路線では通常約750Aであり、750V(600V)路線では1群当たり約600Aで2群で約1,200Aである。これらの電流はサイリスタ1Pで制御する方向に進むと思われる。これをフロン沸騰冷却方式で冷却する場合には、前項で述べたPV積の関係があり、いたずらにサイリスタの径を大きくして、電流容量を上げることはVを大きくすることにつながり「容器」扱いとすることが難しいとも考えられる。

サイリスタの電流容量を上げることは、すなわちオン電圧

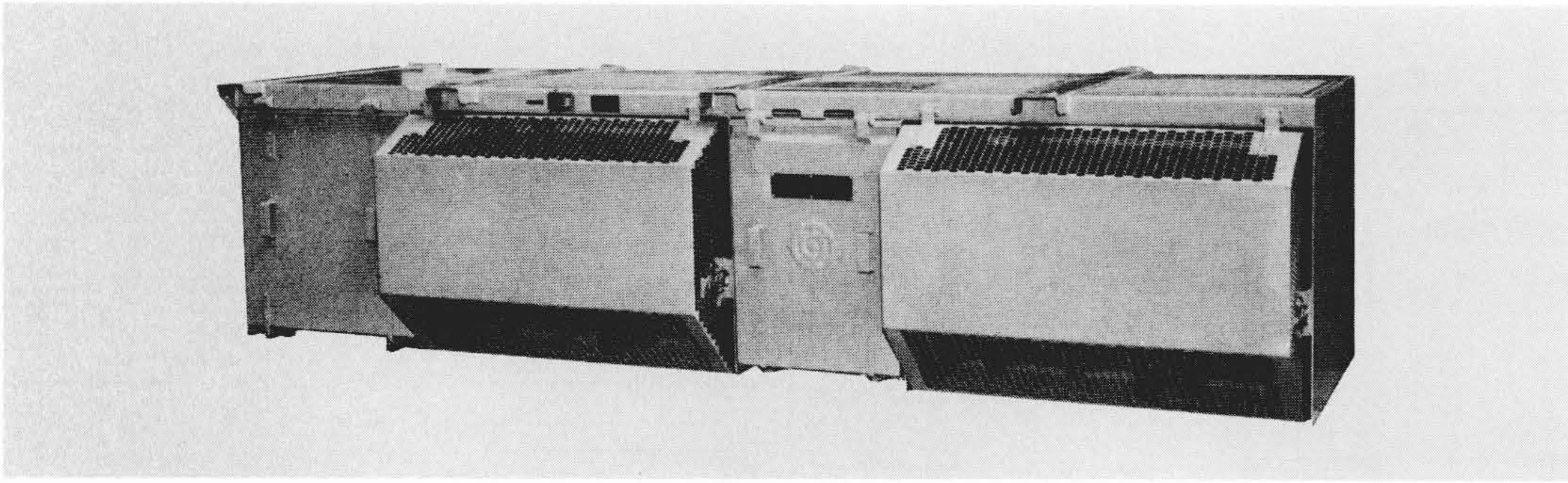


図3 大阪市交通局納めフロン沸騰冷却チョッパ制御装置 放熱器のカバーは、自冷風と走行風を通せるよう、上下及び進行方向の面を網目にしてある。

を下げ、ジャンクション～ペース間の熱抵抗を下げることであるので、これらと関連するサイリスタの諸特性をどの点に設定するかがキーポイントとなるであろう。1,500V路線でのサイリスタ1P化は既に名古屋市交通局鶴舞線で実績があり、また札幌市交通局東西線増備車用として製作中である。

以上のようにサイリスタ1P化は既に実現しつつあり、次には更に高耐圧化が進み、やがて1,500V路線でのサイリスタ1S×1P化の時代が到来することが予測される。

3 補助電源装置

交流電源を得るために従来から長い間、DC-MG(直流電動発電機)が使用されてきており、現在でもなお使用され続けている。しかし、DC-MGには回転部分があるためにこの保守にかなりの時間を要している。この保守を容易にすることを目的として、サイリスタを使用して回転機部分をなくするという動きがチョッパ制御方式とほとんど同時期に起こった。これはサイリスタで直流をオンオフし交流をつくるもので、当時はこのインバータも単相だけで、容量も約20kVA程度の小容量のものであった。

最近では乗客へのサービスの面から通勤形車両にも大容量の車内冷房装置が普及しつつあり、その電源装置として三相の大容量インバータ又はインバータとDC-MGの中間に位置づけられるブラシレスサイリスタMG(サイリスタ電動発電機)が開発され、実用化されている。ここでは、サイリスタインバータについては簡単に触れ、主としてサイリスタMGについて述べる。

3.1 単相インバータ

DC-MGにはその負荷によって容量の種別は非常に多くのものがあるが、インバータにもそれに応じて多くの容量がある。日立製作所は早くからインバータの開発に着手し、昭和41年に帝都高速度交通営団東西線で1号機の現車試験を行なった。また2.で述べた帝都高速度交通営団千代田線には、チョッパ制御装置とインバータを採用する予定であったので、その第一次試作車にはインバータ(22kVA)もチョッパ制御装置と併せ納入し、種々の試験を行なった。結局、千代田線では省電力第一としたためインバータの量産車への採用は見送られることになったが、他のユーザーでは回転機をなくして保守を省力化することを目的に、次々とインバータの採用へ踏み切った。

日立製作所は相模鉄道株式会社、名古屋市交通局(東山線、名城線、4号線)、札幌市交通局南北線などへ多くのインバータを納入してきた。また特殊な用途のものとしては、日本国有鉄道へ直流機関車の客室暖房用として多くのインバータを納入している。その他、低圧インバータなどもあるがここでは省略する。

インバータに使用されるサイリスタも、その転流は強制転流形であるため、チョッパと同じくターンオフ時間の短い高速度形サイリスタが必要である。サイリスタはインバータの容量によって種々のものが使用されているが、小容量のものでは通常スタッド形のものが使用されており、容量が大きくなるとチョッパと同じくユニットセル形のものが使用されている。日本国有鉄道納めのものでは、チョッパと同じ形式CH03Vのサイリスタが使用されているものがある。

3.2 三相大容量インバータ

近年、冷房装置付車両が続々登場し、その電源装置として編成にもよるが容量は75～150kVA程度の三相交流出力が必要である。日立製作所では昭和53年200kVAの三相インバータの現車試験を実施した。

一部のユーザーでは試用されているところもあるが、重量、スペースの点で次に述べるサイリスタMGとの比較で実用の可否は決定されるであろう。

3.3 サイリスタMG³⁾

一般にDC-MGでは構造上フラッシュオーバを皆無にすることは難しく、整流子面の手入れ、ブラシの交換など保守、点検は時間を要する。この点を解決し、かつ従来のDC-MGのもつ良い特性を生かしたサイリスタMGを開発することは極めて望ましい。日立製作所は昭和49年相模鉄道株式会社でこのサイリスタMGの現車試験を実施し、成功した。

サイリスタMGの原理は直流電動機をサイリスタモータで置き換え、サイリスタモータと交流発電機の界磁及び電機子鉄心を共用し、更にブラシレス励磁機を採用したもので、保守の大幅な軽減、信頼性の向上及び重量の軽減を図ったものである。

サイリスタMGは、同期電動機とサイリスタとを組み合わせた電力変換装置で、従来のDC-MG及びサイリスタインバータと比較して、表3に示すような特質を挙げることができる。

すなわち、サイリスタMGは、原理的に正弦波状出力電圧をもち、しかもパンタグラフ離線などによる短時間の停電に際しても、出力電圧がほとんど低下しないというDC-MGの長所と、メンテナンス部分がほとんどないというインバータの長所とを兼ね備えたものである。

更に、日立サイリスタMGは次に述べるような特長をもっている。

(1) MG本体に完全ブラシレス方式を採用するとともに、日立L-PACK軸受装置などを適用することにより、徹底した無保守化を図った。

(2) 始動方式として、インダクタンスとコンデンサ共振による電流パルス非同期始動方式を開発し、更に電気分配方式の採用によって、磁極位置検出器を不要とし、信頼性の向上を図った。

表3 各種交流電源方式の特徴比較 サイリスタMGは、DC-MGとインバータの長所を兼ね備え、特に電車の交流補助電源装置に適している。

項目	方式	サイリスタMG	DC-MG	インバータ
構	回 転 機	あり(MG共通磁路ゆえ軽い。)	あり(MG磁路が別個ゆえ重い。)	な し
	イ ン バ ー タ	あり(他励インバータゆえ構成簡単, 安価。)	な し	あり(自励インバータゆえ構成複雑, 高価。)
成	入 力 フィ ル タ	小 形	不 要	大 形
	出 力 フィ ル タ	不 要	"	"
特 性	出 力 波 形	正 弦 波	正 弦 波	方形波をフィルタで正弦波とする。
	架線電圧急変に対して	サイリスタ位相制御により直ちに補償可能。	入力電流急変し、電動機の整流悪化。	サイリスタ位相制御により直ちに補償可能。
	短時間停電に対して	機械的慣性があるので、出力を持続できる。	機械的慣性があるので、出力を持続できる。	その都度出力電圧が消滅する。
保 守		ほとんどなし。	ブラシ交換, 整流子面削正。	ほとんどなし。

(3) サイリスタはチョップパやインバータと異なり、自己転流形であるため、ターンオフ時間は比較的長いものでよく、120～140kVA用として、ユニットセル形の形式CH03(2,500V, 400A)を使用している。

図4にサイリスタMGの回路構成を、図5に近畿日本鉄道株式会社特急車(ニュービスタカー)用のサイリスタ制御器の外観を示す。サイリスタインバータ部とゲート制御部とは一箱に収納されており、コンパクトになっている。

また、サイリスタMGが信号機器に及ぼす誘導障害については、納入先の相模鉄道株式会社、近畿日本鉄道株式会社とも全く異常のないことが確認されている。

納入台数も、昭和50年に相模鉄道株式会社へ1号機を納入して以来表4に示すように60台を突破しようとしている。

4 インバータによる誘導電動機の制御⁴⁾

現在の主電動機は直流電動機が主である。直流電動機は3.の大容量MGのところ述べてのように、整流子面の手入れ、ブラシの交換、ときにはフラッシュオーバーによる荒損など保守の面での解決すべき問題点は多い。この問題点を誘導電動機に置き換えて解決しようという試みがあり、既に外国では実用化されている。

日立製作所でもこの点にいち早く着目し、その開発に着手

してきた。そして、昭和53年帝都高速度交通営団現車走行試験を実施し成功した。この制御方式は、直流をインバータにより適当な周波数、電圧に変換して誘導電動機に印加し、速度制御を行なうものである。現車試験は、誘導電動機容量130kW×4台を制御するものであった。図6にインバータ装置の外観を示す。

誘導電動機の制御の特長として次のものが挙げられる。

- (1) 誘導電動機であるから、比較的安価で、保守、点検が容易である。
- (2) チョップパ制御方式に比較して前後進の切換、制動転換の切換、その他のしゃ断器類が少なく主回路が簡単である。
- (3) 高粘着性が期待できる。

その反面、次の研究課題がある。

- (1) 車輪径のアンバランスにより引張力又はブレーキ力の特性に差が生じやすい。現状の車輪径保守基準で問題のないことを詳細に確認する必要がある。
- (2) インバータ部はチョップパ方式と同じ高速度・大容量サイリスタが必要であり、三相のためチョップパ制御方式よりも素子数が増加するので、重量・スペースの点で検討が必要であろう。

現在は上述したように幾つかの研究課題をもっているが、いずれチョップパの次の代には誘導電動機の制御へと移行するものと思われる。

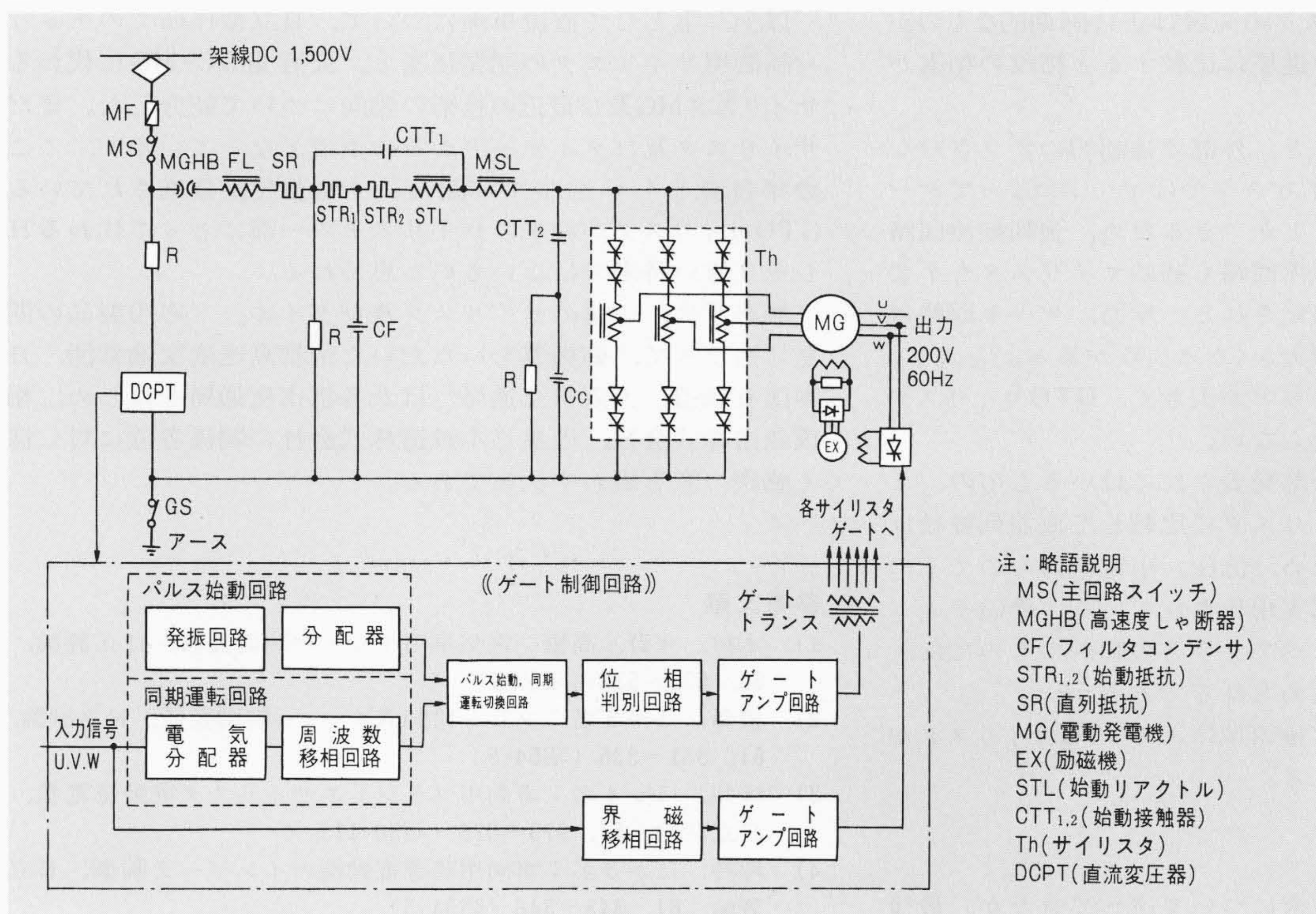


図4 サイリスタMG回路構成 MGには励磁機を設け、完全ブラシレス化している。直流側フィルタを設けて、誘導障害防止に万全を図っている。

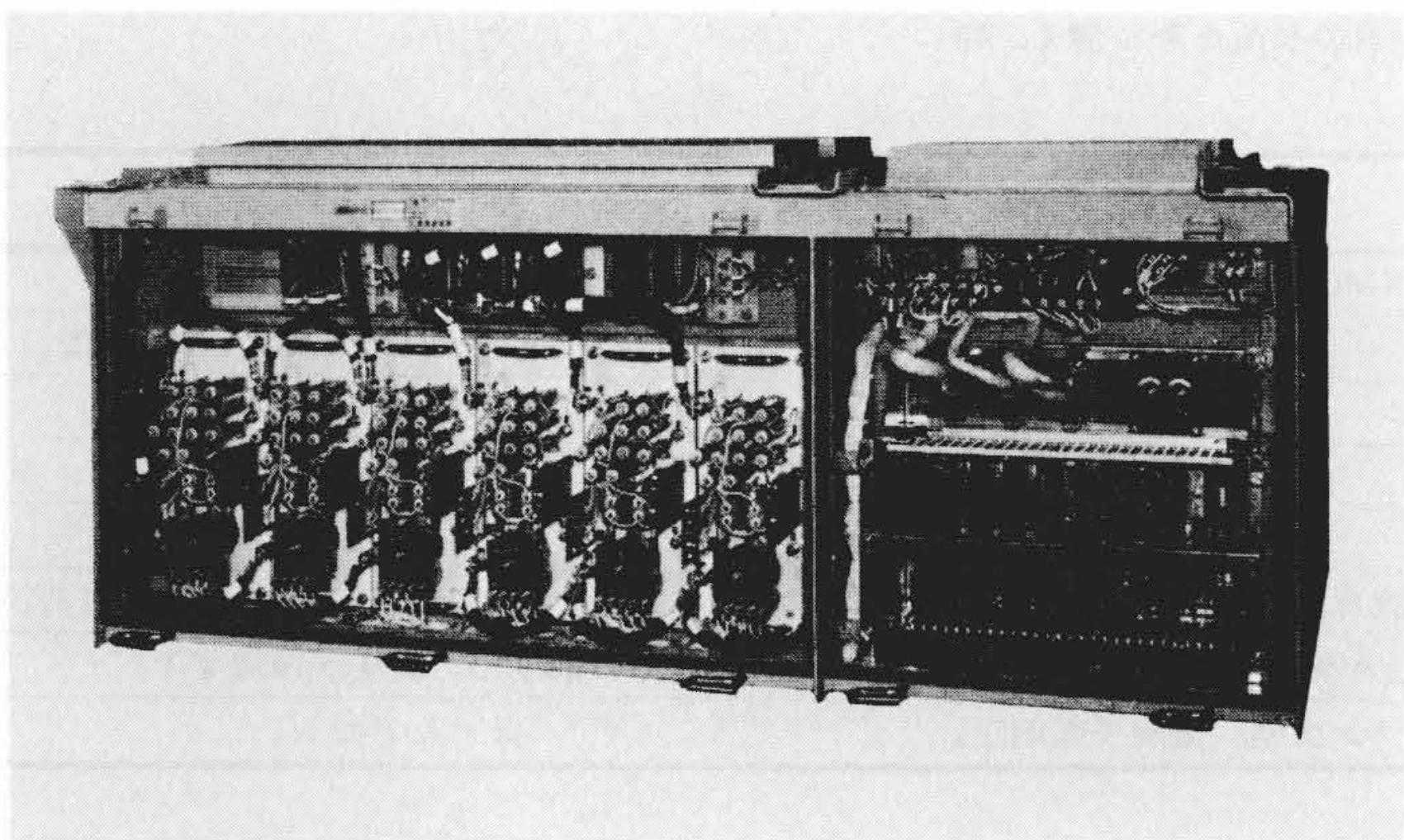


図5 近畿日本鉄道株式会社納めニュービスタカー用サイリスタ制御器 サイリスタインバータ部とゲート制御部とに分けられ、1アームごとにサイリスタは交換できるようになっている。

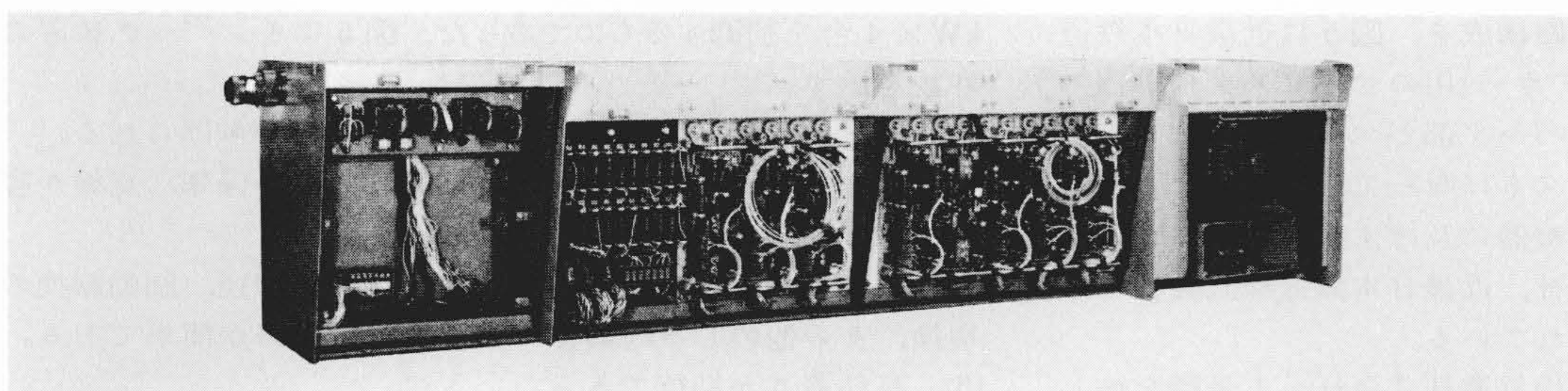


図6 インバータ装置 サイリスタスタック、転流リアクトル及びゲート制御装置が収納されている。

国内でも、研究の段階から実用化への気運に移りつつあり、単なるデモンストレーションから実用試作の段階に入っている。

誘導電動機の制御は直流車両への適用だけでなく、交流車両への適用も考えられている。

以上述べたようにインバータによる誘導電動機の制御は、広範囲にわたって適用されるものと期待される。

それに伴いこの制御に適したサイリスタもまたチョップ制御用サイリスタと同様開発されることになるであろう。

5 GTOサイリスタ(ゲートターンオフサイリスタ)の応用

この数年間のGTOサイリスタの発展は正に画期的なものがああり、かつてのサイリスタの進展に比較すると格段の相違がある。

サイリスタは一度オンすると、外部で強制的にオフさせないとオフしないが、GTOサイリスタではゲートによってターンオン、ターンオフさせることができるため、強制転流回路は不要である。すなわち、転流回路も補助サイリスタも不要になり、主回路は非常に簡略化される。反面、ゲート回路は複雑となり、ゲートパワーが大きくなる欠点がある。しかし、主回路の簡略化のほうがメリットが大きく、GTOサイリスタの魅力は大きいと言わねばならない。

高耐圧、大電流のものは一部発表されてはいるものの、まだ実用化されていない。サイリスタに比較して直並列接続は格段に難しい技術を要するため、低圧、小電流のものでその技術を要しないものでは一部実用化されている。界磁チョップ、インバータなど数十アンペアクラスの制御のものでは、実用化は比較的早い時期に進められるであろう。

なお、今後数年間には大容量領域にまでGTOサイリスタが進出することは必至と思われる。

6 交流位相制御

以上は直流車両への応用技術について述べてきたが、最後

表4 サイリスタMG納入一覧 大容量領域ではサイリスタMGの保守性が認められ、従来のDC-MGに次々にとって代わっている。

納入先	納入年(昭和)	台数	架線電圧DC(V)	容量(kVA)
相模鉄道株式会社	50	2	1,500	140
"	51	"	"	"
"	52	5	"	"
"	53	2	"	"
近畿日本鉄道株式会社(奈良線)	"	"	"	120
" (特急車)	"	8	"	"
" (京都線)	"	1	"	"
" (奈良線)	54	7	"	"
" (特急車)	"	6	"	"
相模鉄道株式会社	"	2	"	140
近畿日本鉄道株式会社(奈良線)	(製作中)	(14)	"	120
" (大阪線)	(")	(9)	"	"

に交流車両への応用について簡単に述べる。

交流車両への応用は位相制御に尽きる。制御方法などについては省略するが、直流車両のようにサイリスタは強制転流回路は不要で、しかも周波数も商用周波であり、サイリスタは高速度形を必要とせず、一般電力用のものが使用できる。電流容量も次々に増大され、現在では2,500V、1,000Aクラスのものを使用されており、交流車両ではサイリスタは標準化され完成の域に達したとってよいであろう。

7 結 言

以上、主として直流車両について、日立製作所でのチョップ制御用サイリスタの開発経過と、大容量DC-MGに代わるサイリスタMG及び最近の技術の動向について紹介した。まだサイリスタ及びダイオードがその主流となっているが、ここ数年目覚ましい進歩で高耐圧、大容量化が推進されているGTOサイリスタが将来のサイリスタの一部にとって代わる日もそう遠い将来ではないものと思われる。

終わりに、一連のサイリスタ及びダイオード応用製品の開発に当たって、御指導をいただいた帝都高速度交通営団、日本国有鉄道、大阪市交通局、ほか各都市交通局をはじめ、相模鉄道株式会社、近畿日本鉄道株式会社の関係各位に対し深く感謝の意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 木村, 今野, 高橋: 電気車用チョップ制御装置, 日立評論, 60, 533~538 (昭53-7)
- 2) 板鼻, ほか3名: フロン冷却式チョップ制御装置, 日立評論, 61, 331~336 (昭54-5)
- 3) 坪井, ほか4名: 車両用ブラシレスサイリスタ電動発電機, 日立評論, 57, 973~978 (昭50-11)
- 4) 坪井, ほか3名: 車両用誘導電動機のインバータ制御, 日立評論, 61, 343~348 (昭54-5)