

中川 章*
佐藤 徹*

パワーエレクトロニクスは、1950年代に、そのキーポイントである半導体パワーデバイスが誕生して以来、電力・産業・民生など広範囲の分野で発展している。

電力用変圧器をメインの製品とする当社では、パワーデバイスとしてバイポーラトランジスタ・サイリスタが出現した当初からその利用技術を蓄積し、大電力から小電力までの電圧・電流安定化電源、電力変換装置、静止形電力開閉装置等を開発し、製品化してきた。

最近では、パワー MOSFET、GTO、IGBT、パワー IC 等の新しいデバイスが続々と発表されており、当社パワー製品の大容量化、高機能化、高性能化さらには軽量・小形化にこれらのデバイスを有効に活用している。

当社のパワーエレクトロニクス技術は、大きなパワーについては電力輸送の電圧安定化分野、核融合電源分野および電力開閉装置分野で、また小さいパワーについては OA 機器のスイッチング電源分野とモータのインバータ分野で、各種製品を開発することにより蓄積してきた。

以下、各々の分野毎に、当社がこれまでに電力用半導体デバイスを使用して開発してきた装置・製品につき具体的に説明し、当社パワーエレクトロニクス技術の現在までの状況および今後の展開につき記述する。

1 大電力変換装置

核融合研究は、その当初は比較的小規模な装置でスタートした。しかし、近年では、次世代のエネルギーとして、

その実現が強く望まれており、その装置規模も著しく増大し、核融合は、今やプラズマ物理と工学技術の融合したビッグサイエンスに成長した。大電力変換装置をはじめとする、パワーエレクトロニクスに関しても、そのシステムの大規模化、高度技術化については核融合装置が主要な牽引車となっている。

当社では、大電力変換装置に関しては、1970年始め頃には数 100kVA 程度の装置を製作していたが、1980年頃から核融合研究分野を中心として展開し、現在では 100MVA 級の核融合用電源システムを手がけられるまで技術的に成長をとげた。

1.1 概要

大電力変換装置は、核融合分野においては、主にプラズマ電流そのものの発生・制御用と、発生したプラズマの閉じ込めを目的とした磁場発生・制御用に用いられる。これらの変換装置は、一般の電解・電気炉に用いられる定常電源と異なり、数 ms の短時間で変化するプラズマ状態を制御するために高速の電流制御性能が要求される。核融合用のサイリスタ変換器のブロック図を図 1 に示すが、任意の電流指令値に追従した電流波形を出力するように高速フィードバックループが構成されている。主回路も多相化（12相～24相）して応答性能が高められている。また、サイリスタ変換器では実現できないような高速応答が要求されたり、正負の電流を流す場合には図 2 に示すように、インバータ式の大電力変換装置が必要になる。

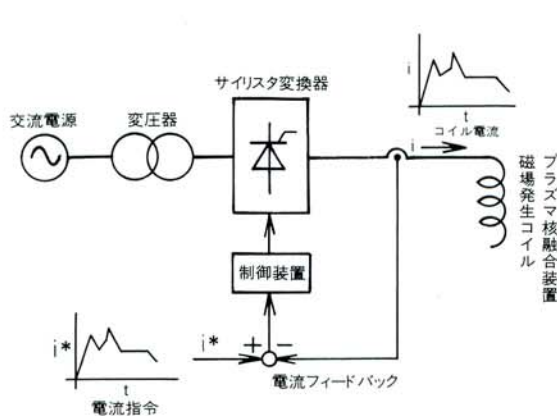


図1 サイリスタ変換器のブロック図

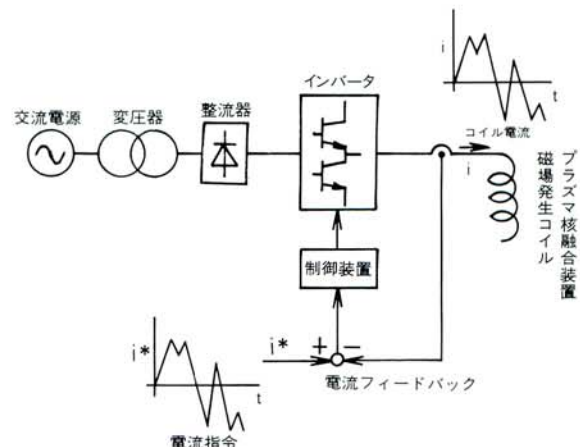


図2 インバータ式変換器のブロック図

これらの核融合用としての変換装置には色々な性能が要求される。それらの技術的特長を次に示す。

- ・変換方式によって決まる理論限界値近くまでの高速応答性能
- ・高精度電流制御性能
- ・電源周波数変動に即時に追従する高精度位相制御（発電機電源では30%/秒の周波数変動になることもある）
- ・核融合装置本体からのサージ電圧・電流に耐える性能・特殊な運転方式や保護連動方式

これらの特殊な性能を持った変換装置を当社では各種開発・製作してきた。代表的な製品の定格を表1、表2に、また外観を図3～図5に示す。これらの製品で、開発実現された各種技術を次に示す。

- ・大容量半導体素子の多数の直並列使用技術
- ・大電流・高速直流変流器の同軸配置方式
- ・大容量インバータの円形配置による並列運転方式
- ・相間リアクトルの循環電流制御方式
- ・瞬時応答型デジタル位相制御方式



図3 ポロイダル電源

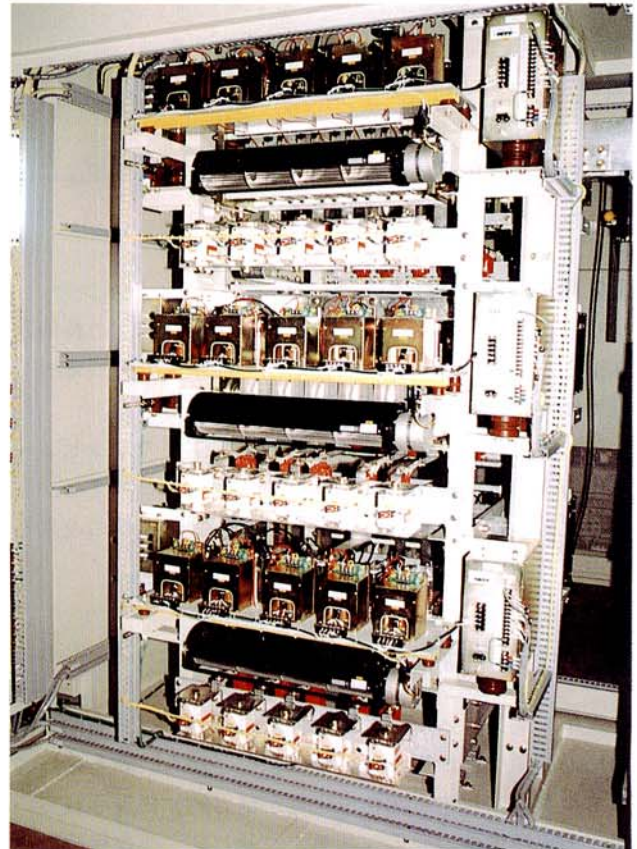


図4 サイリスタ変換器の内部構造

表1. 主なサイリスタ変換装置製作実績

製作年	交流側容量	出力電流	素子定格	素子構成	用途	外観
1980	2.7MVA	20kA	1.2kV 1.5kA	1S5P3A2G	産業用直流電源	
1984	500kVA	4.4kA	1.2kV 1.5kA	1S1P6A2G	プラズマ閉じ込め磁場発生・制御	図3
1985	3MVA	20kA	1.2kV 1.5kA	1S3P6A2G		
1988	18.5MVA	35kA	2.5kV 2.5kA	1S4P6A2G		
1988	66MVA	95kA	2.5kV 1kA	1S16P6A2G		
1990	60MVA	35kA	4kV 1.5kA	1S5P6A4G	プラズマ電流発生・制御	図4
1990	75MVA	35kA	4kV 1.5kA	2S5P6A2G		図5
1991	30MVA	14kA	4kV 1.5kA	2S2P6A2G		

表2. 主なインバータ変換装置製作実績

製作年	出力容量	出力電流	チョップパ周波数	スイッチング素子	素子構成	用途	外観
1984	750kW	±2.5kA	3kHz	バイポーラトランジスタ (1kV 300A)	1S1P4A16G	プラズマ閉じ込め磁場の超高速制御	図3
1989	10MVA	±10kA	3kHz	GTOサイリスタ (4.5kV 1kA)	1S1P4A18G		



図5 オーム加熱電源

新しい保護連動方式などを開発中であり、次期製品にはこれらの新技術が反映される予定である。

1.2 今後の展望

核融合の変換装置にはパワーエレクトロニクス技術が結集されており、これらの技術が一般産業分野、電力分野へ展開・拡大されることは大いに期待できる。

特に電力分野については、制御情報関係のコンピュータ化の次の世代技術としてパワーエレクトロニクスが注目され始めている。核融合関係の電力制御技術の成果を応用し、新分野への拡大を推進する。

2 分散電源用インバータ

近年、電力エネルギー関連分野においては、石油資源の枯渇問題や地球規模の環境問題などから、新しい代替エネルギーに対する開発・研究が精力的に推進されている。大規模集中の発電システムに対して、小規模分散型の発電システムの研究も、その一環であり、すでに太陽電池、燃料電池、風力発電等の分散発電システムが一部では実用化され始めている。特に、太陽電池発電については真夏時の電力ピークカットの効果もあり将来的に有望視されている。

分散型発電が従来の大規模発電所の補完システムとして有効性を発揮するためには、商用電源系と連系運転されることが不可欠である。このためには、太陽電池等の直流発電システムに対しては、直流を商用交流に変換して商用電源ラインに直接接続するためのインバータが必要になる。

当社では早くから、この連系用インバータに注目し、①系統連系制御技術②インバータ主回路技術③インバータ制御技術④太陽電池特性などの研究を進めてきた。

本稿では、上記の経緯をふまえて、代表的な開発製品を紹介する。まず、上記①の研究を主目的とした「連系

インバータ」について述べ、次いで、②③の新しいインバータ技術を採用した「UPS」を、最後に上記①～④を集大成して完成した「PV インバータ」について述べる。

2.1 連系インバータ

図6に連系インバータの基本回路を示すが、連系の基本原理は、無限大と考えられる商用系統 ($E_o \sin \omega t$) に対して、小形発電機とみなせるインバータ ($E_i \sin (\omega t + \phi)$) を連系インピーダンス (XL : トランス, 線路) を介して結合し、インバータの位相 (ϕ) と電圧 (E_i) を変化させると、有効電力 (P) と無効電力 (Q) が変化するということによっている (図6. a参照)。

これは、発電機の並行運転時の電力潮流制御と同様な動作である。発電機では、ガバナ制御により有効電力 (P) を、界磁により無効電力 (Q) を調整する。インバータは発電機と異なり、慣性がないことが大きな特徴であり、また同期引込み特性も持っていない。これらの点は一見、欠点とみなされる反面、逆にいえば自由に制御が可能という特長ともなる。

このような技術的観点から、分散電源システム用の連系インバータを1986年(昭和61年)に開発し、電力潮流制御技術の面で成果を得た。

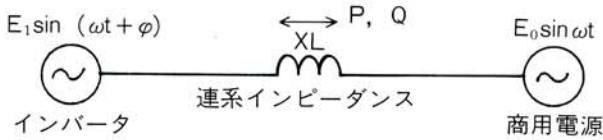
図7に、2kW連系インバータの外観を示す。本機は特に研究用に製作されており、完全逆相投入、短絡など過酷な条件での試験が可能である。また、本機は電圧・位相が高速で可変できるトランジスタインバータで構成されており、連系に関する過渡現象や、潮流理論と実現象との関係など、多くの技術的問題点が本機により解明された。

2.2 無停電電源 (UPS)

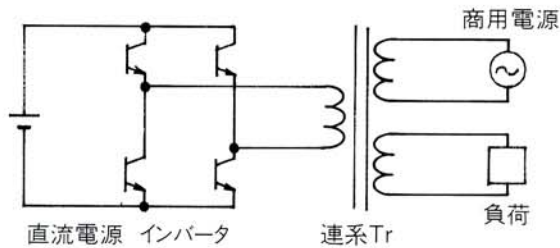
1987年(昭和62年)に開発した無停電電源 (UPS) (図8)には、新しいインバータ主回路技術、インバータ制御技術を採用した。

本機の技術的な特長を次に示す。

- ①インバータ主回路技術
 - ・パワー MOSFET の採用
 - ・高周波 PWM (40kHz) による無騒音インバータ
 - ・フィルタ、スナバの小形化
 - ・独自のコモンモードノイズ処理技術
- ②インバータ制御技術
 - ・独自のフィードバックループ法による、高性能瞬時電圧制御
 - ・高性能瞬時電流制御による電流リミッター
 - ・OA 機器負荷に対応した独自の実効値検出
 - ・優れた過渡応答、低歪率性能



(a) 連系等価回路



(b) 主回路

図6 連系インバータ基本回路



図7 連系インバータ

・無調整・小形の高周波 PWM 制御回路

これらの技術開発の結果、高周波 PWM インバータは、ほぼ、理想的な増幅器（アンプ）として扱うことが可能となり、入力信号さえ与えてやれば、任意の出力電圧・電流波形が出力できるようになった。したがって、このインバータ技術は、モータや電力潮流のベクトル制御やアクティブフィルタ等に容易に適用できる。今後は更に大電力の高周波インバータの研究開発を推進する予定である。

2.3 太陽光発電連系インバータ

当社は太陽光発電連系インバータ（以下 PVI）を 1992 年（平成 4 年）に製品開発した。本 PVI は中部電力殿に納入され、現在、稼働中である。

図 9 に太陽光発電連系システムを、図 10 に当社の PVI の内部ブロック図を示す。これらに示すように、現在の PVI の動向は、バッテリーを設置せずに、太陽電池の発



図8 1kVA UPS

電電力をすべて商用系統に送り込む方式が主流である。このため、PVI には、

- ①太陽電池の動作点（直流電圧・電流）を日射量の変化に応じて最適ポイント（最大出力電力近傍）にもっていく。
- ②商用系統の変動（電圧、周波数、位相、波形）にもかかわらず、常に力率 1.0 で歪のない正弦波電流を系統に流し込む。

の 2 点を同時に実現する機能が要求される。

当社の PVI では、②をインバータ出力電流を交流のまま（直流に変換しないで）フィードバックする瞬時電流制御のマイナーループで実現し、①をその外側の比較的低速のデジタル制御フィードバックループ（太陽電池電圧をフィードバックして、出力電流レベル値を指令値としてマイナーループに出力する）で実現している。

当社の 3 kW PVI の外観を図 11 に、また出力電流波形を図 12 に示す。この PVI の特長を次に示す。

- ・ IGBT を使用し、40kHz の高周波 PWM でかつ高効率（90%以上）
- ・ フィルタの最適設計による小形化（図 11）
- ・ 瞬時電流制御により高速応答、低歪電流出力（図 12）
- ・ 2 自由度ロバスト制御による優れた外乱抑圧性能
- ・ 逆充電（系統切離し時）防止を考慮した各種保護機能
- ・ デジタル制御によるソフト P max 制御

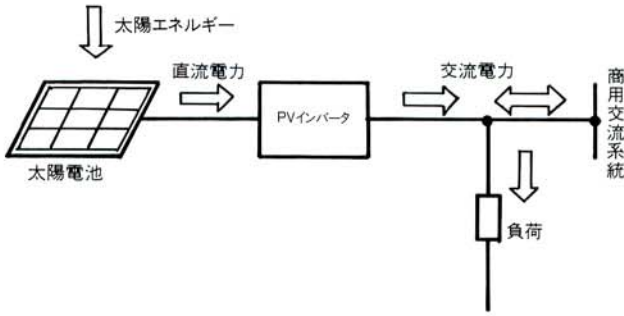


図9 太陽光発電連系システム

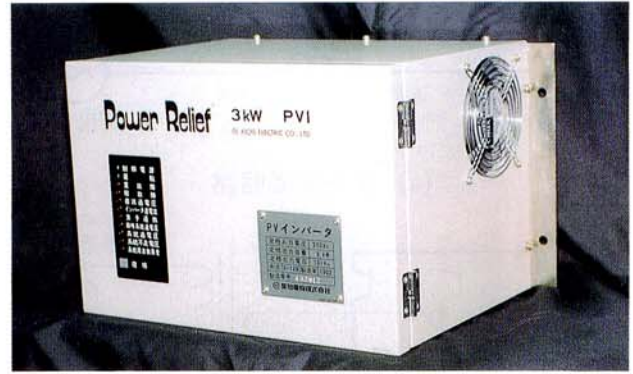


図11 PVインバータ

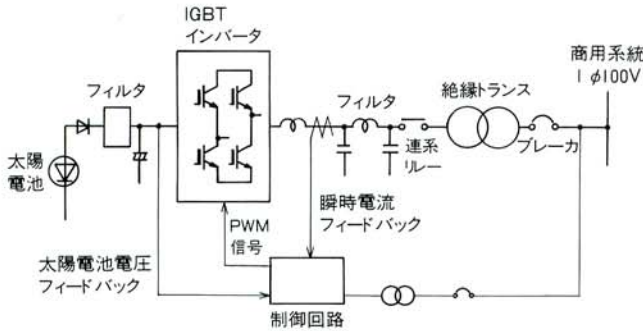


図10 PVインバータブロック図

- ・低コスト化のために、調整個所の極小化（1ヶ所のみ）を図った制御回路

2.4 今後の展望

現在、分散電源システムは発展途上であり、そのコストもかなり高いのが実情である。連系関係の法的規制（ガイドライン）も徐々に整備されつつあり、またわが国の行政面でも普及促進の施策が実施されている。

数量効果と技術進歩があいまって低コスト化も一層加速され、これが更に普及を促進させると考えられる。当社もこのことをふまえて、技術開発、分野拡大を一層推進する考えである。

3 小電力高周波変換装置

電卓・パソコン・テレビ等のOA機器、家電品およびその他産業機器は、小形化・軽量化・薄形化の方向にあり、これ等に使用される電源も同様である。

当社では電源についての、このような市場のニーズに対処するために、半導体素子を使用した高周波変換技術を、長年蓄積してきた。最近では、民生・OA機器、産業機器のスイッチング電源、各種インバータ・コンバータを、客先の仕様にもとづいて設計製作し、数多くの製品を市場に出している。

3.1 概要

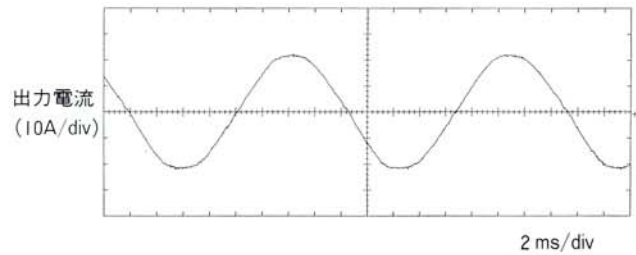


図12 出力電流波形

高周波変換技術を利用した当社の小電力製品は、主として照明・光源用電源、OA機器用電源およびモータ制御用インバータである。以下、主な製品について概要を紹介する。

(1) 蛍光灯インバータ

照明看板、自動販売機、冷凍ショーケース、商品陳列棚および施設照明の蛍光灯用として開発・商品化したインバータである。

次のような安全保護機能を持っている。

- ・不点灯時保護遮断機能
- ・出力端子短絡保護機能
- ・トランジスタ熱保護機能
- ・出力端子誤配線保護機能
- ・耐サージ保護機能

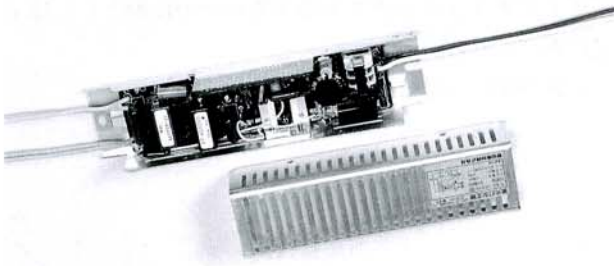
当製品は軽量、小形、高効率、動作温度範囲が広い等の特長を持っている。

現状、商品化している機種は、100V用20、30、32、40Wシリーズで、いずれも電気用品取締法の認可品となっている。

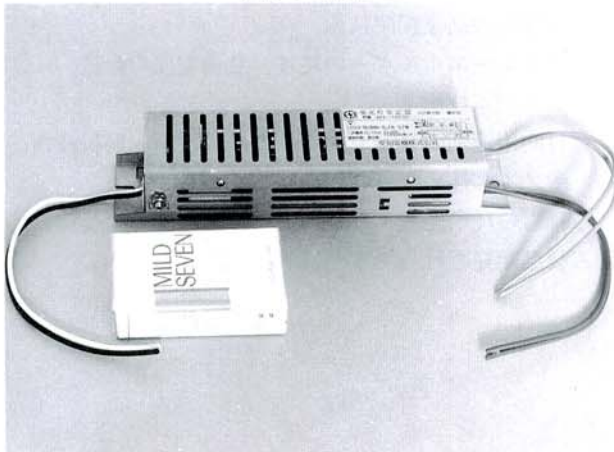
(2) ハロゲンランプ用電子トランス

商用電源（AC100/220V）を、12Vの高周波出力に変換するハロゲンランプ用の電源で、従来の電磁鋼板を使用したトランスより大幅に、小形・軽量化され、変換効率も高いものになっている。

安全保護として、負荷短絡防止機能と加熱防止機能を



(a) 内部構造



(b) 外観

図13 蛍光灯インバータ

持っている。

現状、商品化した機種として、AC220V 50W用と AC100V 50W用がある。

(3) OA 機器光源用ランプのインバータ

ランプメーカーのオスラムメルコ(株)殿の依頼で、FAX用、複写機用、スキャナ用の蛍光ランプのインバータを製品化している。これらはOA機器の限られたスペースに組み込まれるため、小形化、薄形化が要求される。

(4) スイッチングレギュレータ

当社のスイッチングレギュレータは、全て客先の特殊仕様品および社内の電子機器組み込み用として設計、製作している。変換周波数は、50～100kHzで行っており、小形・軽量化している。また電源容量は500Wまでのものが殆どである。

当社の関係会社である長野愛知電機(株)では、複写機、レーザープリンタ等に使用する高圧安定化スイッチング電源を大量に製作している。小形、軽量で高性能な電源として客先から高い評価を得ている。

(5) モータ制御用インバータ

工業用集塵機の三相誘導型モータファンの定風量運転を目的に、正弦波PWM方式トランジスタインバータを開発・商品化している。モータ容量2.2kW、3.75kW、5.5kW、7.5kWのものにつき品揃えしている。



図14 ハロゲンランプ用電子トランス



図15 スイッチングレギュレータ



図16 単相ブラシレス磁石モータ

また、ファン用の単相ブラシレス磁石モータ・コンプレッサ用の3相ブラシレス磁石モータの駆動用インバータおよび制御装置の開発を終えて、製品化を検討中である。

3.2 今後の展望

これらの電源装置に要求される今後のニーズは、超小形化、超薄形化であり、これを実現するキーポイントは高周波化、高効率化にある。

パワーデバイスとして MOSFET, IGBT 等の新素子が急速な勢いで進歩しており、当社では、これらの新しいデバイスを有効に活用し、限りなく小形で、効率の良い電源の開発に努力していく所存である。

回路方式は、現状、PWM 主体であるが、高周波化、ノイズ対策に有効な、新しい回路方式の共振型電源開発の推進、更にはインテリジェント化の流れで、ハイブリッド化、モノリシック化の検討も進めていく予定である。

4 大電力開閉装置

パワーエレクトロニクス技術利用の大電力開閉装置について、概要を紹介する。

一般に、数 kV 以上の高電圧や数 kA 以上の大電流の開閉には、機械接点による開閉器や遮断器が用いられ、これらの装置は広く電力分野に普及している。

一方、サイリスタをはじめとして電力半導体素子の高電圧化・大電流化が進み、大電力の開閉装置にもパワーエレクトロニクス化の機運が高まっている。

パワーエレクトロニクス技術利用の大電力開閉装置の特長および技術動向としては、次の事項があげられる。

①高速応答性

マイクロ (10^{-6}) 秒オーダーの応答性が期待できる。

②高性能化

無アーク開閉や直流遮断など、従来の機械接点では困難であった性能を実現できる。

③メンテナンス・フリー

半導体による開閉器は可動部を持たないため、メンテナンス・フリーが期待できる。

④無騒音化、小形軽量化

機構部の発生する騒音がなく、環境への適合性も良い。半導体素子の高性能化等により小形軽量化も益々進められている。

当社はこのような将来性に早くから注目し、実験・研究分野を当面の対象として、各種の大電力開閉装置を開発してきた。

これらの代表的な製品グループとして、サイリスタを用いて高速開閉を行うサイリスタスイッチ、サイリスタやイグナイトロンを用いて負荷の高速保護を行うクローバ装置そしてパワーエレクトロニクス技術を応用して現在開発中の大電流直流遮断装置について紹介する。

4.1 サイリスタスイッチ

多数のサイリスタ素子を直・並列接続して高電圧・大電流の開閉を行う装置である。図 17 にもっとも基本的な構成を示す。実際の開発製品については、回路構成や組み合わせを目的・用途に適合させるべく各々アレンジを施している。図 18 は DC60kV 級のサイリスタスイッチの構

造例である。

サイリスタスイッチを実現するための技術としては下記があげられる。

- ・ 数 10kV の気中絶縁技術
主回路構造, コロナシールド
 - ・ ゲート絶縁技術
CT 駆動, PT 駆動, 光駆動
 - ・ サイリスタの直並列運転技術
ターンオン・オフのバラツキによる過電圧, dv/dt 対策
 - ・ 高電圧の高速開閉技術
ストレーエネルギーの処理, 負荷電流の転流
 - ・ システム技術
目的用途別の最適システムの構成技術・解析技術, 耐ノイズ性の高い制御回路
- これらの技術開発・経験の上に、ユーザーの要望に応える製品開発を行ってきた。

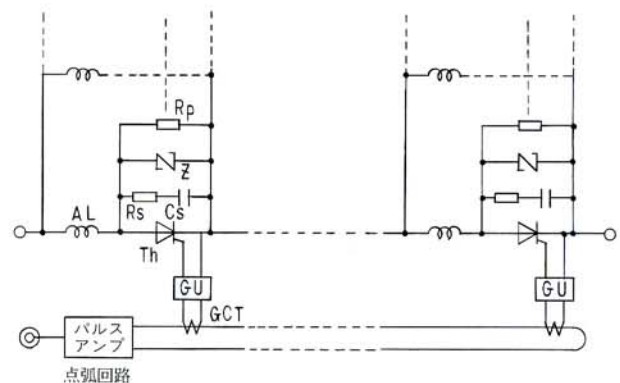


図17 サイリスタスイッチの基本構成



図18 60kV級サイリスタスイッチ

次に、表3に代表的な開発製品例を、図19にそれぞれの回路を示す。図19においては省略されているが、各システムにあった検出器、制御器そしてゲート駆動部が各



図20 6kV4kA高圧電流スイッチ

装置には備えられている。例えば、図19(d)は試験用の高圧交流スイッチであるが、本機には、高周波によるPTゲート方式を採用し、新開発のMOSFETによる高周波連続ゲート用パルスアンプと7.2kVでコロナフリーのモールド高周波ゲートトランスを装備している。この交流用スイッチの外観を図20に示す。

4.2 クローバ装置

クローバ装置は、図21に示すように、負荷の異常時に直流高圧電源を高速(数 μ s)で短絡することにより、高周波真空管などの負荷を保護する装置であり、核融合関係の大電力高周波加熱システムには必須の保護装置である。

クローバ用のスイッチ(図21のQ)には、サイリスタやイグナイトロンが用いられるが、経済性と短絡時の di/dt 耐量(数kA/ μ sに達することもある)から、イグナイトロンを使用した製品が殆どである。図21では、基本回路のみを示しているが、本装置についても各種のバリエーションがある。イグナイトロンは、電源の電圧・電流定格により直・並列接続され、過電流検出についても、負

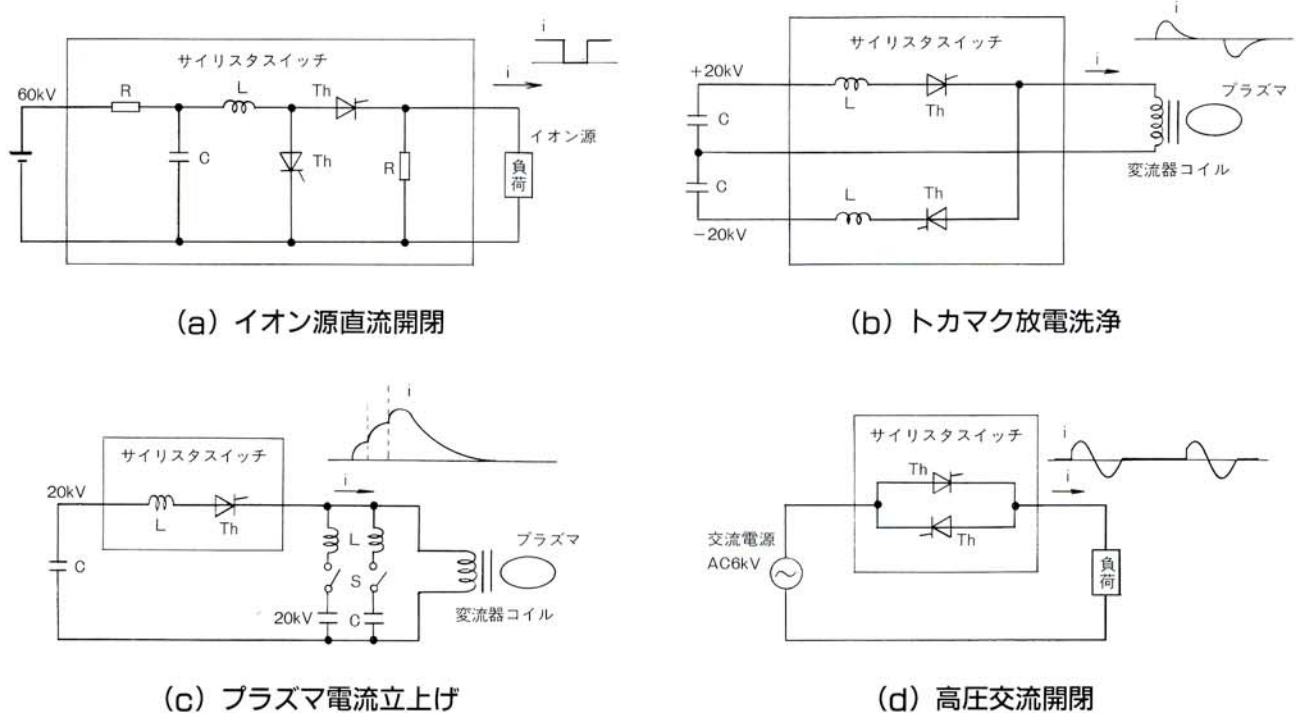


図19 サイリスタスイッチの使用回路例

表3. 代表的なサイリスタスイッチ開発製品例

用途	定格	サイリスタ素子定格	使用素子数	主回路	特長	他
イオン源直流開閉	DC60kV 10A	1.2kV 20A	224	図19a	高速直流遮断	
トカマク放電洗浄	DC±20kV 300A	4kV 500A	20	図19b	両極性放電	
トカマク・プラズマ電流立上げ	DC40kV 800A	4kV 500A	20	図19c	パワークローバ	
交流大電流試験	AC 6kV 4kA	4kV 1.5kA	12	図19d	任意位相投入高速繰返し	

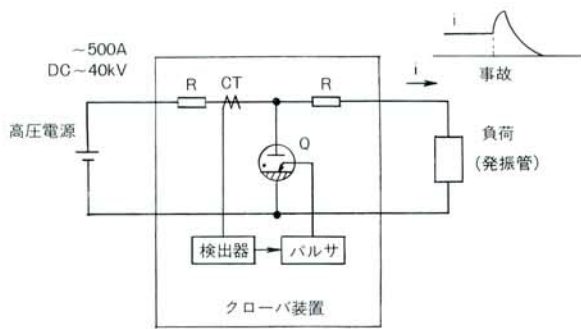


図21 クローバ装置回路図

荷や電源からの要求仕様に応じて各種方式を選択している。イグナイトロンクローバの内部構造例を図22に示す。

当社のクローバ装置は、直流電源組込みタイプも含めれば、全国の大学・研究所に数10セットの納入実績がある。前記サイリスタスイッチと同様に、多くの技術を蓄積している。特にクローバ特有の技術として、下記の事項があげられる。

- ・高速短絡検出
耐ノイズ性が高く、しかも高速検出が可能な、逆バイアスCT検出方式や高速直流変流器検出技術
- ・高速イグナイトファイヤリング
高速でハイパワーのクローバ専用パルサ
- ・イグナイトロンのエージング・ミスファイヤ防止
アノードの赤外線、ヒータ等による微加熱、カソード

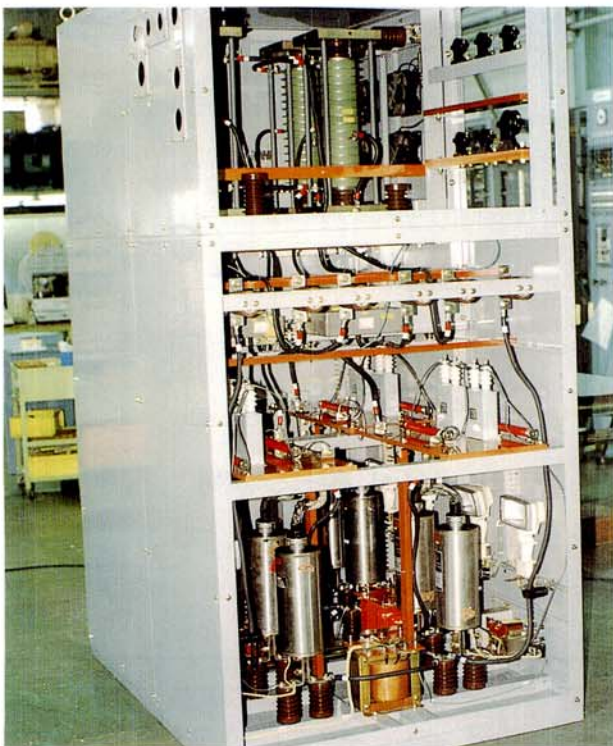


図22 クローバ装置の内部構造

- ・ド冷却法などの最適使用技術
 - ・限流抵抗
セラミック抵抗と適当な冷却システムによる、耐サージパワーと定常容量の両立技術
 - ・直・並列接続
イグナイトロンのファイヤのバラツキによる過渡分圧・過渡分圧の平均化技術
- 以上の技術開発のもとに、電圧定格としては40kV、スイッチ電流としては30kA程度までの各種製品を開発・製作している。

4.3 大電流直流遮断装置

本装置は、核融合科学研究所殿と共同で開発中の、単純な構成かつ低コストで大電流直流遮断を実現した装置である。1992年(平成4年)1月に、直流32kAの遮断試験(図23)を成功裡に終了し、現在、実機の設計段階である。

近年、大電流(数10kA)の超伝導コイルが実用化され、核融合をはじめ、多くの強磁場システムに用いられ始めている。

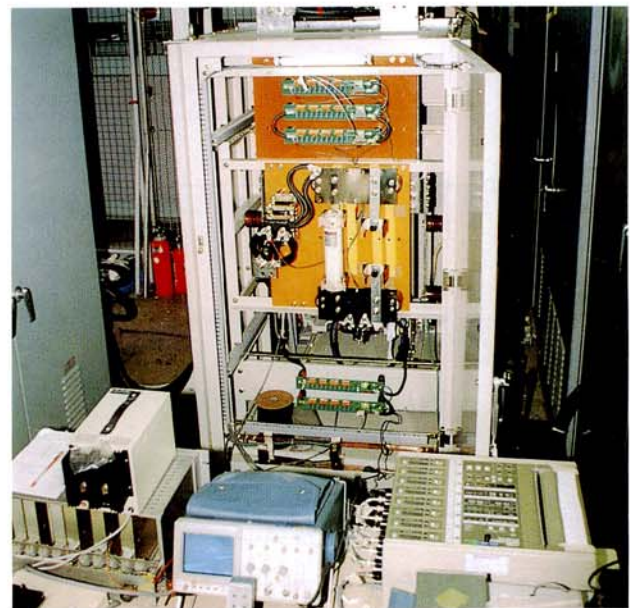


図23 DC32kA直流遮断実験

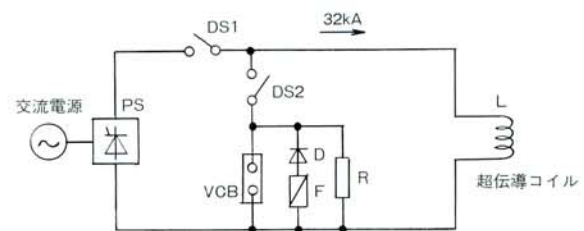


図24 新方式の直流遮断回路

一方、超伝導コイルのクエンチ（常伝導転移）保護は、大電流化にともない、技術的には益々困難度を増している。これは、大電流の直流遮断が容易には実現できないという理由による。

このため、安価で容易に直流遮断が可能な装置が要望されており、新たに考案したのが図 24 に示す方式である。

この方式の直流遮断の原理は主電流の転流にあり、次の順序で転流を行う。

- ① 直流電源（PS：サイリスタ変換器）のインバータ運転出力電圧（反転電圧）を転流電圧源として、主電流を VCB に転流させる（DS2 投入）。
- ② VCB を開極し、VCB のアーク電圧を転流電圧源として限流ヒューズ（F）に電流を転流させる。
- ③ F の遮断アーク電圧を転流電圧源としてダンパ抵抗（R）に電流を転流させる。
- ④ L/R の時定数で電流が減衰し、最終的に電流がゼロになる。

以上の過程にて直流遮断が行われるが、ここに使用される VCB、限流ヒューズは汎用の 6 kV 高压品が適用可能であり、低コストにて 30kA 級の直流遮断器の実現が可能である。この装置をサイリスタや GTO で実現しようとするれば、膨大な規模になり現時点での実用性はないと考えられる。

以上のように、本方式は、パワーエレクトロニクス技術の転流原理を逆応用したものといえ、下記の技術検討の結果、実現されたものである。

- ・ VCB の開極速度と、アーク電流、アーク電圧の相互関係の研究
- ・ 限流ヒューズの、短時間領域における、任意電流

- 波形による温度上昇、溶断時間の解析方法の開発
- ・ 転流インダクタンス・抵抗の詳細解析
- ・ ダイオードによる分流阻止の最適条件検討
- ・ 小電流から大電流（32kA）までの実証試験
- ・ 停電時保護のための DS1 のみによる転流実証試験（断路時の開極速度と、アーク電流、アーク電圧の相互関係の研究）

当社は、これらの研究により、本方式の設計技術・ノウハウを既に多く蓄積し、各分野への適用準備を進めている。

4.4 今後の展望

パワーエレクトロニクスによる大電力開閉装置について以上紹介した。これらの装置は主に実験・研究分野であったが、今後は一般産業界にも拡大していくものと考えられる。現実には、小・中電力の開閉器は SS リレーを代表として、半導体スイッチに続々と置替えられている。

しかし現時点では、電力分野におけるパワーエレクトロニクス開閉装置は、コスト面および過電流・過電圧に対する信頼性の面で課題があり、いまだ本格的には普及していない。これらの課題も将来的には、半導体デバイスの進歩、保護技術の進歩、量産化などにより解決可能であり、現実には比較的小電力のタップ切換器などではサイリスタ式の適用が拡大する動向にある。

近い将来には、これらの市場ニーズも顕在化してくるものと考えられるため、メーカーとしての当社は、この分野への一層の視野の拡大と、市場ニーズの発掘、新技術の開発を鋭意推進する。