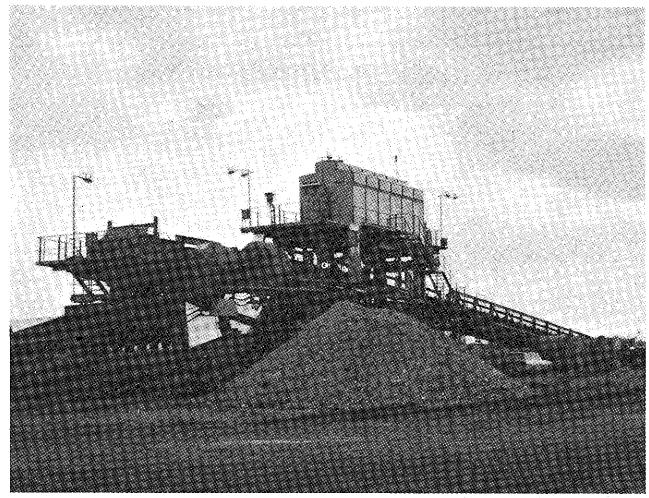
III.

工　　業

Industry Application



トルコで建設中の露天掘り石炭コンベヤ

1. 展　望 (Outlook)

一般民需国内市場では，素材産業分野における大形の新規投資は総じて停滞気味であったが，省力・省エネルギー，合理化投資は活発に継続された。また工作機械を初めとする加工組立産業分野は根強い需要のもとに一層の伸長をみた。富士電機ではニーズの多様化，高度化にこたえるための新技術，新製品の開発に努め，昭和56年も多くの技術的成果を得た。

海外市場においては厳しい環境にもかかわらず，北米・オーストラリア・ニュージーランド向け大容量Sフォーマ，トルコ向け露天掘り石炭コンベヤ，中国向け製鋼設備，北米向け形鋼圧延設備，アルジェリア向けディーゼル発電設備などが相次いで出荷されるとともに，受注面でも順調に推移した。

可変速駆動分野では，ベクトル制御交流可変速電動機が数多く採用され，開発期を脱し普及期に入りつつある。富士電機では可変速駆動装置へのマイクロプロセッサの導入を進めているが，このたび世界で初めて全DDCレオナードを完成，圧延機に適用した。ファン・ポンプの省電力運転を目的としたVVVFの利用は活発で，ボイラ補機にもその適用例をみた。小容量機を対象としたトランジスタインバータは，素子の大容量化とともに容量範囲を次第に広げつつあり，一般産業にも適用され始めた。同時に四象限運転を含む各種適用分野へ対応した機種系列の拡充を行った。また工作機械産業向けを主とするヒートパイプ冷却式直流電動機の系列を一層拡充した。

制御装置への現代制御理論の実践的応用を進めた結果，古典制御理論に基づく従来技術とは一線を画する高性能な制御が可能となった。状態観測器はその例であり，圧延設備のインパクト降下補償制御，ねじり振動抑制制御などに適用し，好結果を得た。

計算機応用分野においては，マイクロコントローラ（FUJI MICREX）の機能拡大，普及とともにシステムは一層複雑化，巨大化の方向にある。また階層システムを構成する各階層の機能分担にも変化が生じつつある。最下位のプロセス制御レベルは，マイクロコントローラの役割となり，その上位の制御用計算機はプラントの操業監視，プロセスデータ収集の徹底，下位のマイクロコントローラのオンライン監視などの機能強化の方向にある。一方，制御用計算機の大容量化，高機能化につれて，生産管理レベルに対しても制御用計算機が導入されてきている。マイクロコントローラの応用は拡大を続けており，電気炉の溶解制御，誘導炉の溶湯温度連続演算制御などにも使用されている。加工組立産業のFMSの一環として開発されたDNCシステムは，工作機械・NCローダ・マイクロコントローラから構成され，上位計算機と結合することにより効率の高い生産システムを構築することができる。

受変電・開閉装置の分野では三相一括形SF_6ガス密閉開閉装置（GIS）並びに真空しゃ断器（VCB）の適用が進んでいる。既設の従来形開閉装置の増強工事に際し，縮小形GISを採用することにより，スペース上の問題を解決することができる。3/6kV Vシャルタ（真空しゃ断器）盤に引き続き12/24kV Vシャルタ盤を開発し，3～24kVまで系列化を完了した。本シリーズは主要外国規格（IEC，BS，VDE）にも適合できる設計とした。

系統電圧変動対策のためのフリッカ抑制装置（SFC）に関しては，高圧光点弧サイリスタバルブによる遅相電流制御方式に加えて，進相コンデンサ開閉方式を開発，製作中である。

省エネルギーは社会的要請であるが，製紙工場納入のガスタービン発電設備においては，ガスタービンから排出される高温ガスを紙のドライヤに導くことによる省エネルギーが図られている。

自動化機器の一環として，レーザ印字装置を開発した。本装置はプラスチック，金属，超合金の刻印にも適用可能であり，機器の銘板，製造番号などの刻印に好適である。

2. 電動機・駆動システム (Motor and drive system)

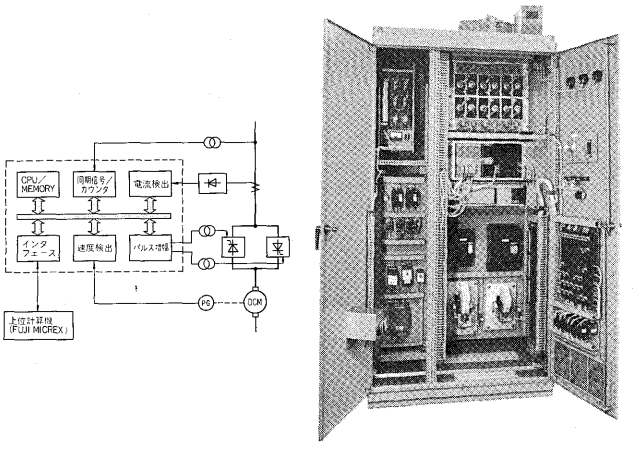
2. 1 DDCサイリスタレオナード

富士電機は昭和56年6月，世界で初めてサイリスタレオナードのマイクロプロセッサによるDDC（Direct Digital Control）装置を完成，日本鋼管(株)京浜製鐵所の冷間圧延機用駆動装置として納入した。

サイリスタレオナードのDDCは，従来のアナログ制御方式に比べ制御性能・機能，信頼性，保守性が向上している。特に1％以下の低速度において高精度で安定した運転が可能であり，故障診断も容易である。

今後，鉄鋼を初めとする各種産業設備と駆動装置にDDC方式が広く採用されよう。

●関連論文：富士時報，**54**，10，pp. 694～698（1981）



第1図　サイリスタレオナードDDC装置とブロック図
Fig. 1. DDC thyristor converter and block diagram

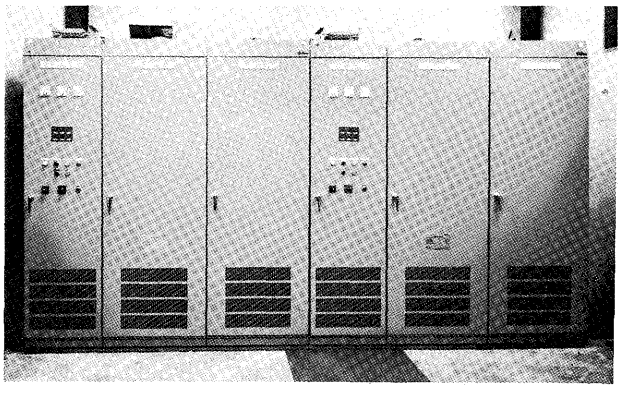
2. 2 省エネルギー用交流可変速装置

ポンプ，ブロワの省エネルギー運転用として，サイリスタインバータFRENIC 2000シリーズ，並びにトランジスタインバータFRENIC 5000シリーズを多数納入した。

大容量機としては，旭化成工業(株)水島IDF駆動用として2,600kW誘導機用18相 1,900kVAインバータ，豊平製鋼(株)集じんブロワ駆動用として2×1,300kW誘導機用12相 2×900kVAインバータなどがあり，それぞれ大きな省エネルギー効果をあげている。

FRENIC 2000及び5000シリーズは，更に省エネルギー運転に適合するように容量系列の拡大，コンパクト化，また高性能な運転ができるシステムの開発を推進している。

●関連論文：富士時報，**54**，2，pp. 151～155（1981）



第2図　FRENIC2000　2×900kVA 12相インバータ
Fig. 2. 2×900kVA FRENIC 2000 series inverter

2. 3 トランジスタインバータ

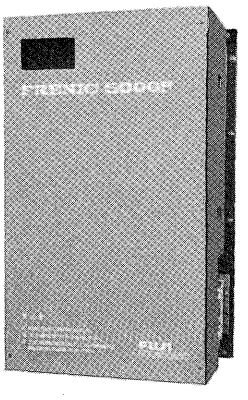
交流可変速システムとして需要が増大しているトランジスタインバータは，パワートランジスタ素子の大容量化に伴い，容量範囲を拡大し，また適用対象に適合した専用シリーズを完成した。

各シリーズの特徴は下記のとおりである。

FRENIC 5000S	高級速度制御用	5～60kVA
FRENIC 5000G	一般産業用	1.5～60kVA
FRENIC 5000P	二乗低減負荷用	10～70kVA
FVR	同上（小容量用）	1.5～10kVA

なお，FRENIC 5000シリーズのインバータは，正弦波PWM制御方式を採用しているので，低次高調波電流が大幅に低減され，高い効率で電動機の運転が可能である。

●関連論文：富士時報，**54**，10，pp. 659～663（1981）



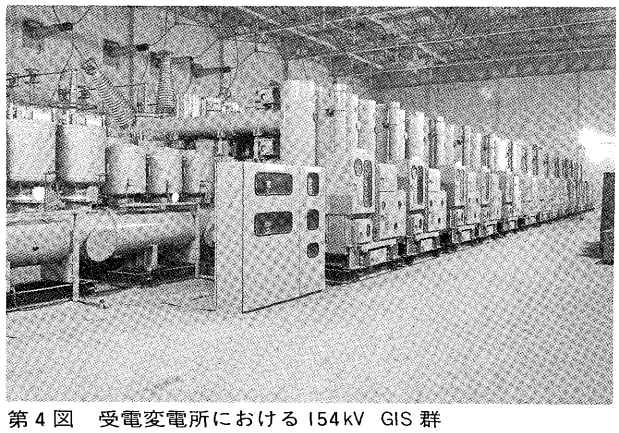
第3図　FRENIC 5000Pの外観
Fig. 3. Transistor inverter FRENIC 5000P

3. 受配電設備 (Power receiving and distribution)

3. 1 韓国・浦項綜合製鐵(株)第4期受配電設備

韓国・浦項綜合製鐵(株)は第4期関連設備を完成させ，粗鋼製産850万t体制を築いた。富士電機は本製鐵所の第1期から第4期にわたる全受配電設備，及びエネルギーセンタ関連設備をその時期における最新鋭設備をもって納入してきた。受配電設備は6か所の154kV主変電所又は開閉所とこれらの連係される各種の電気室から成っており，これらを集中監視制御するエネルギーセンタ設備と合わせて，これらシステムの総合エンジニアリング及び現地取りまとめ業務を通じて，技術レベルの向上，設備品質レベルの向上，省力，省エネルギーなど韓国の重化学工業の発展に寄与した業績は高く評価されている。

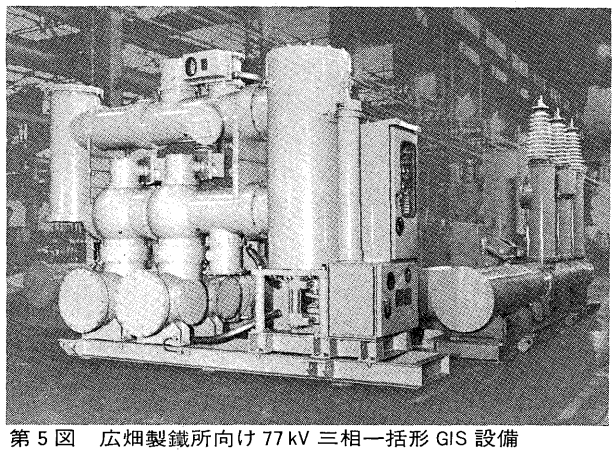
図は第3期から第4期を通じて納入された154kV受電変電所における154kV SF_6 ガス密閉開閉装置（GIS）群の全景を示す。



第4図　受電変電所における154kV GIS群
Fig. 4. 154kV SF_6-gas insulated metal-clad switchgears of receiving substation

3. 2 新日本製鐵(株)三相一括形 SF_6 ガス密閉開閉装置 (GIS)

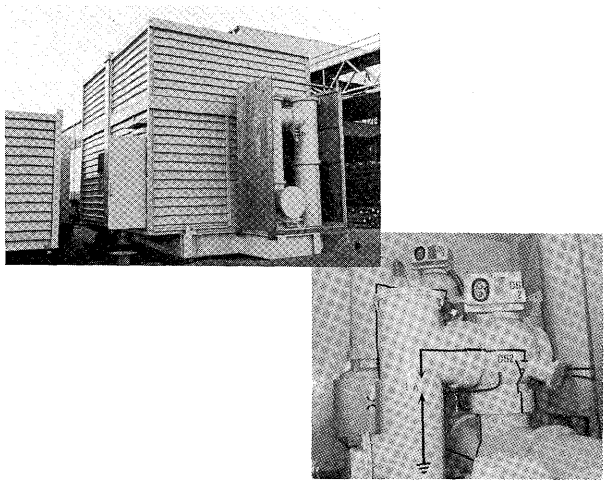
新日本製鐵(株)広畑製鐵所に，H-CAPL電源用として77kV三相一括形GIS（二重母線構造）を納入した。この設備は既設建家内架線から気中ブッシングにて引き込み，しゃ断器・断路器などを経由して，ケーブルにて送電している。本GISは，既設建家式変電所内の1スパン（従来形機器で1フィーダ分のスペース）へ，将来分を含めて4フィーダを設置可能とする大幅縮小化の利点を生かした設備計画である。なお二重母線のため，将来増設に対して容易に増強可能な構造としてある。新期設備計画時はもちろんのこと，このような特殊条件下の既設増設計画に対してGISはますます活用される。なお，新期設備として同社八幡製鐵所・小径シームレス設備電源用に66kV GISを製作中である。



第5図　広畑製鐵所向け77kV三相一括形GIS設備（工場組立時）
Fig. 5. 77kV SF_6 gas-insulated metal clad switchgears (perfectly three-phases comon tank type)

3. 3 66kVパッケージユニット形変電所

変電所機器は，屋外又は建家内に設置されるが，保守省力化を図るためには建家内に設置することが好ましい。変電機器だけのために建家を建設することは，総合的に不都合，不経済な面もあり，これらを解決すべき方法として，変電機器をアルミニウム又は鋼板製のカプセル内に収納し，内部に保守点検スペースを持つ全天候形一体化電気装置としたパッケージユニット形変電所がある。富士電機では，日揮(株)経由クウェート（KNPC）向けの66/33kV変電設備として，66kV機器にコンパクトかつ高信頼性機器である三相一括形 SF_6 ガス密閉開閉装置（GIS）を採用し，耐環境性（砂嵐など），保守性の向上，並びに現地据付工事期間の短縮を図るため，全装可搬形66kVパッケージユニット変電所を納入した。



第6図　66kVパッケージユニット形変電所（外観と内部）
Fig. 6. 66kV packaged substation

4. 鉄・非鉄金属 (Iron, steel and non-ferrous metal)

4. 1 米国 Chaparral 社 形鋼圧延機用電気設備

主機用直流電動機（1,500 HP ほか）18台，サイリスタ変換装置，並びにマイクロコントローラを含む形鋼圧延機用電気設備一式を製作・納入した。

本電気設備の主な特長として，

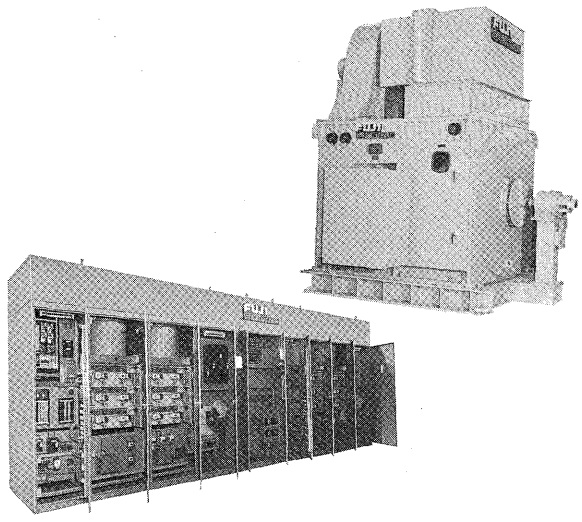
(1) FUJI MICREX を採用した高度な自動化，省力化が図られている。操作デスクは小形化されている。

(2) 直流電動機は主機，補機ともクーラ搭載，サイリスタ変換装置はクーラ内蔵方式を採用をするなど，全体として現地の土建工事の簡素化を図っている。

(3) 精整を含む搬送テーブルはすべて交流化している。

(4) 世界的に大容量のモールド変圧器（5 MVA 自冷）を採用している。

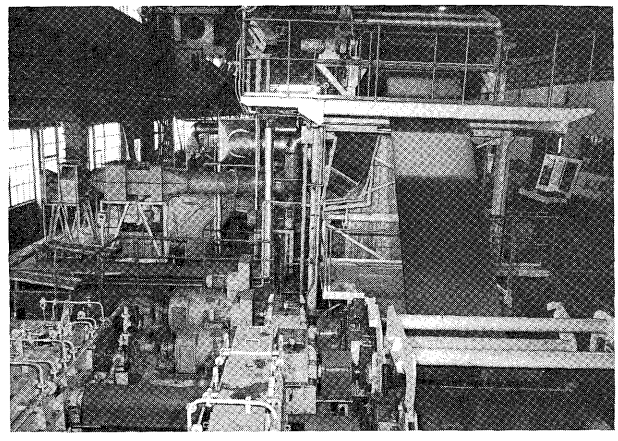
などがあげられる。なお，これは富士電機の圧延プラント対米輸出第1号機であり，富士電機のこの分野における技術が高く評価され，その受注が実現したものである。



第7図　主機用直流電動機及びサイリスタ変換装置
Fig. 7. DC main motor and thyristor converter

4. 2 プロセスライン用電気品

昭和56年は輸出及び国内向けとして，電気すずめっきライン，溶融亜鉛めっきライン，シヤーラインなど各種のプロセスライン用電気設備を製作・納入した。これらの設備の典型的なシステム構成として，ライン速度主幹，各セクションの張力制御，シートクラシファイなどの制御システム及び各種自動運転にマイクロコントローラ（FUJI MICREX）を適用している。特に川崎製鐵(株)経由タイ，マレーシア向けの ETL では材料のトラッキングを行って，めっき及びケミカルトリートメントの電流設定，リフロー電圧，シヤーの走間せん断長の変更をリアルタイムに行う機能を備え，運転の自動化に寄与している。

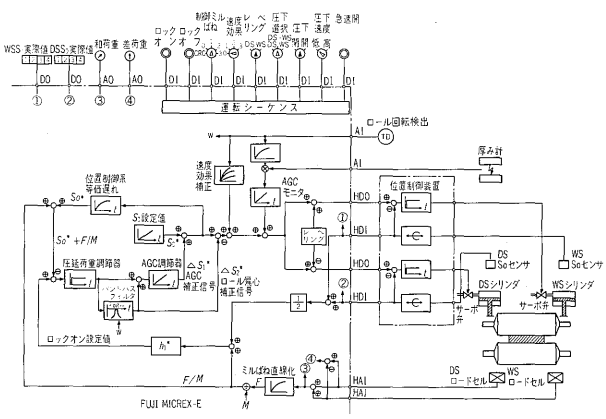


第8図　連続式亜鉛めっきライン
Fig. 8. Continuous galvanizing line

4. 3 ロール偏心除去付油圧圧下 AGC

油圧圧下方式による AGC システムが適用されて久しいが，その応答性の割には十分な成果が見られない。これは板厚精度に影響を与えるロール偏心の実用的な除去方式が確立されていないからである。今般，富士電機は特にこの点を考慮した新方式 AGC システムを古河アルミニウム工業(株)日光工場の No. 2 コールドミルに適用して好結果を得た。

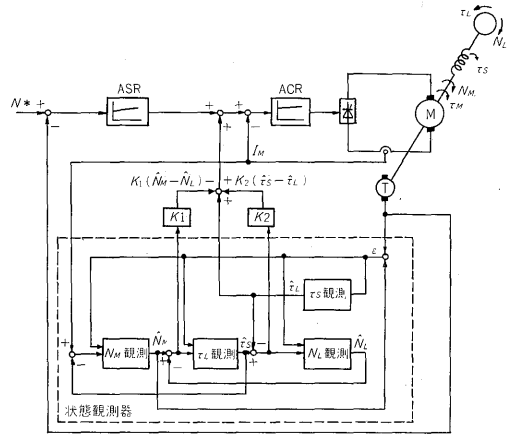
本方式の特長は，マイクロコントローラ(FUJI MICREX)による完全に DDC 化された方式で，図に示すように，自動板厚制御と圧延荷重制御を同時に，かつ互いに独立した範囲で制御するシステムを構成することにより，ロール偏心に起因する板厚変動を材料に与えることなく，高精度な板厚精度を達成している点である（特許申請中）。



第9図　油圧圧下 AGC
Fig. 9. Hydraulic AGC

4. 4　軸ねじり振動抑制制御

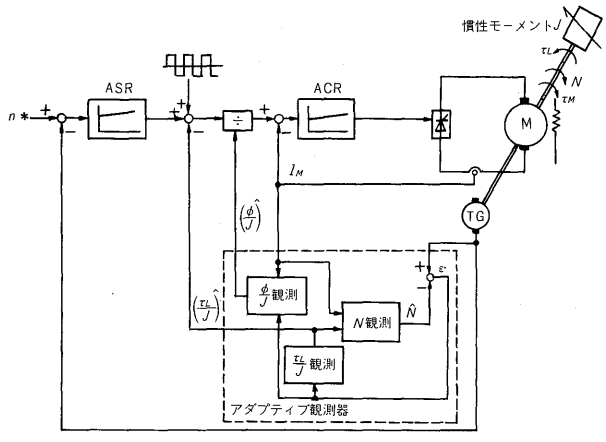
圧延機などの駆動系においては，負荷・シャフト・電動機などで構成される弾性結合系により，軸ねじり振動を発生する。従来はこの機械振動系と電気制御系との干渉を避けるため，速度制御応答を低下させたり，この特定周波数帯域をバンドパスフィルタにより回避する方法がとられていた。富士電機では，状態観測器（オブザーバ）により負荷トルク，軸トルク，電動機速度及び負荷速度をシミュレートして積極的に軸ねじり振動を抑制するシステムを完成させた。このシステムを適用することにより，速度制御系は理想的な高速応性を実現できるばかりでなく，機械系のTAF（トルク増幅係数）を低減し，かつ金属疲労を緩和し，機械的寿命を延ばすことが可能となった。



第10図　状態観測器を使用した軸ねじり振動抑制制御
Fig. 10. Torsional vibration suppressing system with obserber

4. 5　状態観測器による適応速度制御

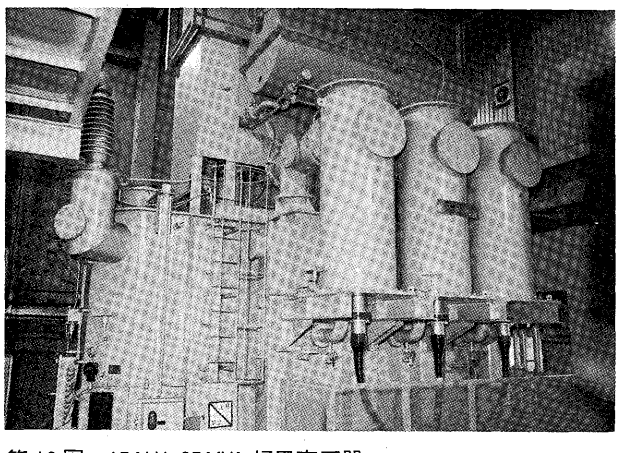
励磁磁束と慣性モーメントの変化は，電動機速度制御の動特性を変化させる。しかし励磁磁束は，電動機を定出力域で使えば必ず変化するし，慣性モーメントについても巻取・巻戻機のコイル径変化，機械のギヤ切換操作，車両やエレベータにおける積載荷重の変動，遠心鋳造機への鋳湯などの例にみられるように変化することがある。これらの定数が変化しても，常に最適制御状態を維持するためには，速度調節器のゲインをこれら定数変化に対応してアダプティブに調整することが望まれる。この目的のため，富士電機では，励磁磁束と慣性モーメントの値を状態観測器（オブザーバ）により観測して補償するシステムを開発し，これと既に開発済みの負荷外乱観測器とを組み合わせた適応速度制御システムを完成させた。



第11図　状態観測器を使用した適応速度制御
Fig. 11. Adaptive speed regulating system with observer

4. 6　川崎製鐵(株)千葉製鐵所SA溶解炉用電気品

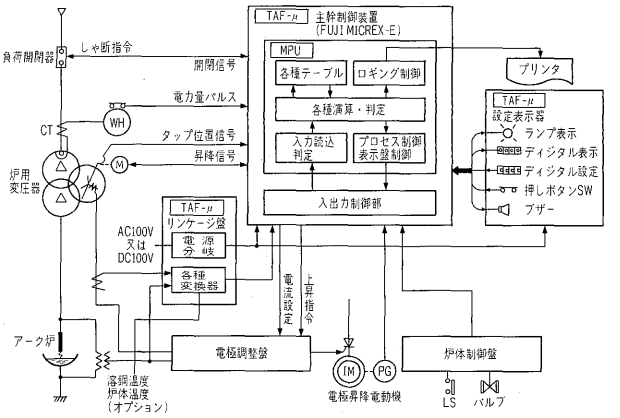
154kV直落しシステム65MVA炉用変圧器を含む電気品一式を納入した。SA溶解炉は，大容量電力を低電圧大電流で使用するため，これにマッチした最適の給電方式とする必要がある。このため，炉用変圧器は154kVより直接炉電圧767Vから300Vまで直落しする富士電機独特の三次負荷開閉システムを採用した。二段落し方式に比較し，炉用変圧器は，①巻線容量が小さく小形軽量，②高効率，③低インピーダンスで炉へ有効に電力が投入できるシステムとしてある。操業はマイクロコントローラにより自動運転されており，特に高頻度で変圧器のタップ切換が行われるため，富士電機が開発した真空バルブ式負荷時タップ切換器が採用されている。



第12図　154kV 65MVA 炉用変圧器
Fig. 12. 154kV 65MVA furnace transformer

4. 7　製鋼アーク炉自動溶解制御装置

富士電機は，これまでに多くの自動溶解装置を納入してきたが，市場の要求は一段と複雑，高度な内容となりつつある。本装置はこれらの要求にこたえるため，従来装置に大幅な改良と機能を加えて完成させたものである。FUJI MICREX を適用した新装置は，炉装入材料等の操業諸条件により溶解プログラムを自動編集し，炉内状態の自動判定に従って溶解を進めるが，プログラム編集の基本となる諸定数は，学習制御により自動修正され，編集結果は各種の割込条件によりオンライン補正される。また設定・表示方式も数種の組合せが可能であること，各種のオプション機能が装備可能なことにより，炉数・付帯設備の条件により柔軟性に富んだ拡張性の高いシステムを形成できる。

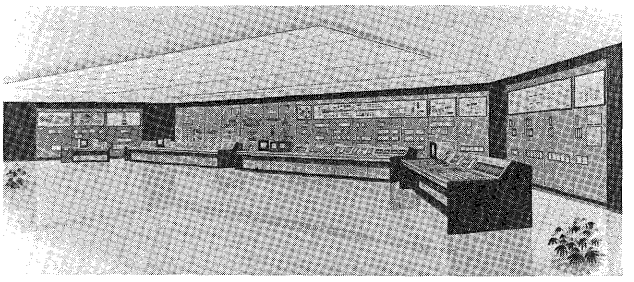


第 13 図　アーク炉制御システム
Fig. 13.　Automatic control of arc furnace

4. 8　エネルギーセンタ（電力関連）

中国・上海宝山製鐵所プロジェクトに含まれる「動力配管及びエネルギーセンタ設備」を，新日本製鐵(株)のエンジニアリングに協力・協調の上，完成させ出荷した。製鉄所で消費される多種多量のエネルギーを，動力，電力，用水に分類，これを運転・管理し，省力，省エネルギー，安定供給をめざすものである。製鉄所の環境監視も行っている。

このうち電力関連は 6 か所の変電所，3 か所の変電室ほかをテレコン 7 対向と直送テレコン 3 対向で監視操作する。操作点数は数百点，監視点数は 1,000 点に近い。監視盤，操作机は変電所に対応して各々 6 面ずつあり，このほか記録計盤，補助リレー盤，ローカル側には変換器盤ほか合計数十面がある。一方，電力系統諸データは計算機にも入力され，CRT へ表示，タイプライタで帳表される。

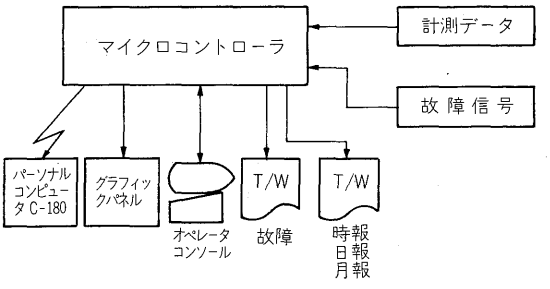


第 14 図　上海・宝山製鉄所のエネルギーセンタ室(予想図)
Fig. 14.　Energy center room of Shanghai Baoshan Steel Works (imaginative figure)

4. 9　マイクロコントローラによる小規模集中監視システム

マイクロコントローラの高機能性をフルに活用する目的と，ユーザの生産ラインあるいはネットワークを，よりフレキシビリティーに富んだものにする目的とにより，各方面でマイクロコントローラとパーソナルコンピュータを結合するニーズが増加している。今回，その一例として工場内電力系統の集中監視システムを某社に納入した。

本システムは，ユーザ社内で使われるユーザ固有のさまざまなエネルギー管理用書類の編集，作成をサポートするため，ユーザのパーソナルコンピュータへデータを伝送する機能を備えているほか，従来，汎用ロガー装置が行っていたロギング機能，デマンド制御機能はもちろん，CRT やグラフィックパネルを接続することにより，対話形式で監視が行えるようにもなっている。



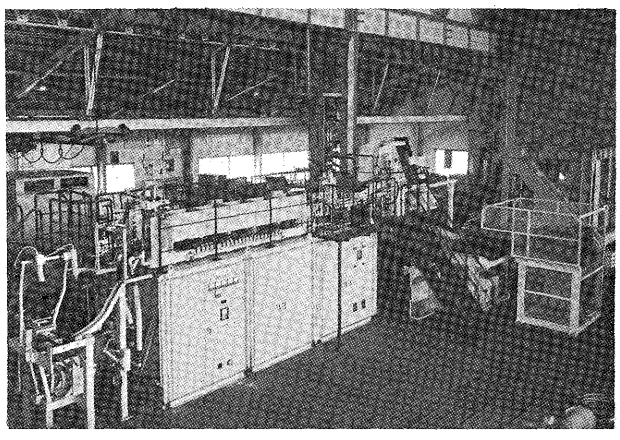
第 15 図　マイクロコントローラによる集中監視システム
Fig. 15.　Supervising system with microcontroller

5. 工業電熱 (Industrial electric heating)

5. 1 鍛造用ビレットヒータ

鍛造工場の省エネルギー，省人化，高熱作業からの解放に大きな効果があることから，ここ数年誘導加熱式ビレットヒータの新設が積極的に行われてきた。

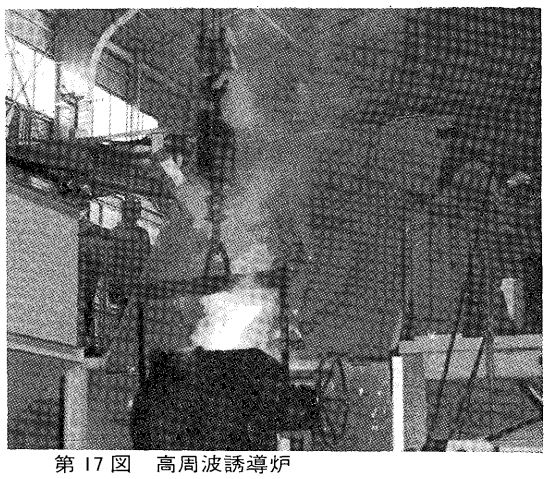
富士電機では，昭和55年5月に230kW/4kHzの第1号機を納入以来，18台の実績を有するに至った。一方，入力も増大し，680kW/2kHzビレットヒータを東洋工業(株)に納入した。このヒータは60～80φ，長さ170～280mmのビレットを約20秒間隔で1,270°Cに連続加熱するもので，ピンチローラ式搬送である。本機では省エネルギーを図るため，スタート時の1本目から，最後の1本までむだにすることがないよう，入力と送り速度が自動的に調整されるよう工夫されている。受電盤，変圧器，インバータ盤など一切の電気品をヒータの下に収納したコンパクトタイプである。



第16図　ビレットヒータ
Fig. 16. Billet heater

5. 2 国内最大級ダクタイル鋳鉄溶解用高周波誘導炉

鋳鉄溶解と言えば低周波るつぼ形誘導炉が主流であったが，高周波炉にすることにより，同一溶解能力に対して炉容積を1/2以下にすることができる。このことは単位溶解量に対して放熱損が少なくなり，総合的に省エネルギー運転ができることを意味し，ここ数年来鋳鉄溶解用として高周波炉採用の機運が高まりつつある。このような背景の中で，国内最大級ダクタイル鋳鉄溶解用高周波誘導炉(炉容：3t，入力：1,800kW，周波数：500Hz)2台を旭可鍛鐵(株)菊川工場に納入し，順調な運転を続けている。保証溶解性能：3,090kg/h以上，565kWh/t以下に対して，3,300kg/h，523kWh/tを達成し，その効率のよさが確認された。

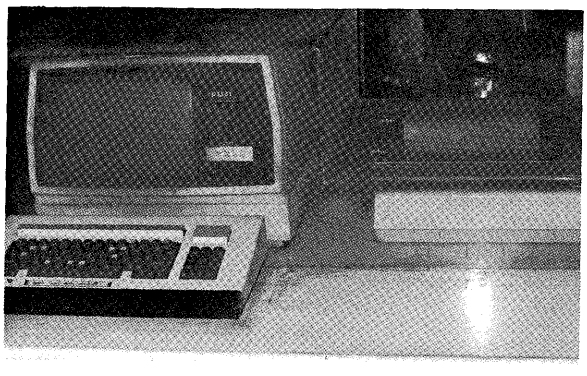


第17図　高周波誘導炉
Fig. 17. High frequency induction heating furnace

5. 3 マイクロコンピュータ応用による誘導炉の溶湯温度連続測温装置

鋳鉄等のるつぼ形溶解炉において，溶解温度を最低限に抑えることは，溶解エネルギーの低減，溶解昇温後の保温電力の低減，それに耐火物の寿命を延ばす上で大変効果が大きい。そのためには，温度を正確かつ連続的に監視することが重要である。

本装置においては，材料固有の定数である理論溶解エネルギーと昇温エネルギーを利用し，その上誘導炉の特性を生かして，1回測温のあとは任意の消費電力に対応する溶解温度をマイクロコンピュータによって演算しながら連続的に温度表示を行うとともに，目標温度とされる温度に達したことを判定し警報，電源しゃ断を行えるようにした。その上マイクロコンピュータの記憶機能を生かし，操炉各時期での消費電力量を算出してそのデータを省エネルギーの検討資料として有効利用できるようにしたものである。



第18図　溶湯温度測温用マイクロコントローラ
Fig. 18. Microcontroller for control of induction furnace

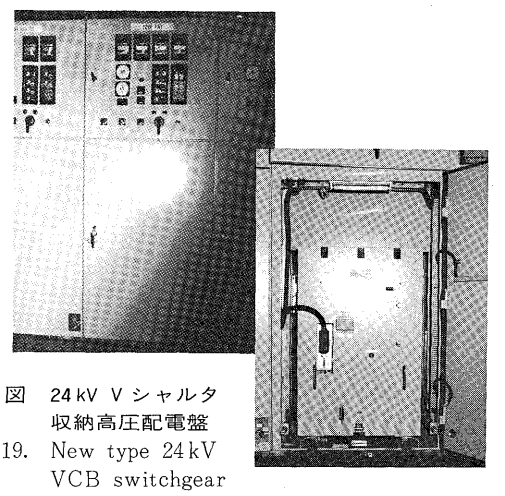
6. 化学・電解 (Chemistry and electrolysis)

6. 1　24 kV・V シャルタ収納閉鎖配電盤

真空しゃ断器・V シャルタの小形軽量，省保守性，オイルレスの特徴を十分活用した3/6 kV 級 V シャルタ収納閉鎖配電盤に引き続き，12/24kV 級 V シャルタ収納閉鎖配電盤を新たに開発，3～24kV 級までのシリーズ化が完了した。

本 V シャルタ収納盤は，国内規格は当然，主要外国規格（IEC，BS，VDE）にも適合できる設計となっており，特に安全面・信頼面においては，十分配慮されているため，輸出用配電盤として最適設計となっている。

今回，シンガポール向けに納入した V シャルタ収納閉鎖配電盤は24kV，25kA，3秒短時間定格であり，フォルトメーキングタイプの接地開閉器を取り付け，特に安全性を高めたものとしている。

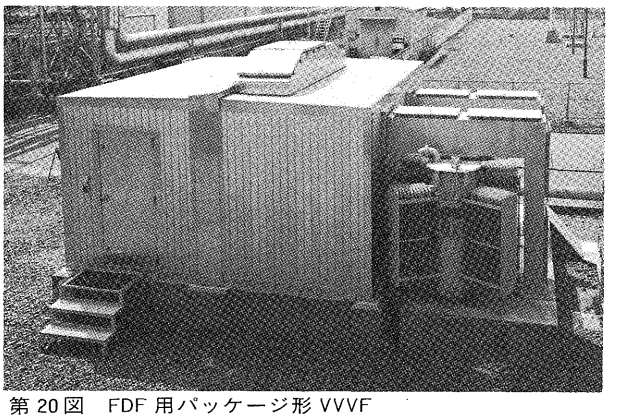


第 19 図　24 kV V シャルタ収納高圧配電盤
Fig. 19.　New type 24 kV VCB switchgear

6. 2　ボイラ FDF 用パッケージ形 VVVF

発電所のボイラ用押込送風機（DF），給水ポンプ（FWP）設備，あるいは公害防止用排煙脱硫設備，脱硝装置の誘引ファン（IDF）などを駆動する電動機においても回転速度制御方式を採用して大きな省電力効果が得られている。

今回，呉羽化学工業(株)向けベンソンボイラ FDF 用700 kVA 電流形インバータ VVVF（FRENIC 2000）をアルミ製パッケージ（ユニットキュービクル）に収納し，設置スペースの縮少と現地工事期間の短縮を図った。インバータは商用－VVVF 切換用として同期切換方式が装備され，特に VVVF から商用への非常切換は各種シミュレーションの結果により，インレットベーンをあらかじめ設定した開度まで設定された速度で制御して，ボイラの燃焼等に影響のないよう，安定化された自動切換システムとなっている。



第 20 図　FDF 用パッケージ形 VVVF
Fig. 20.　Package type VVVF for boiler FDF

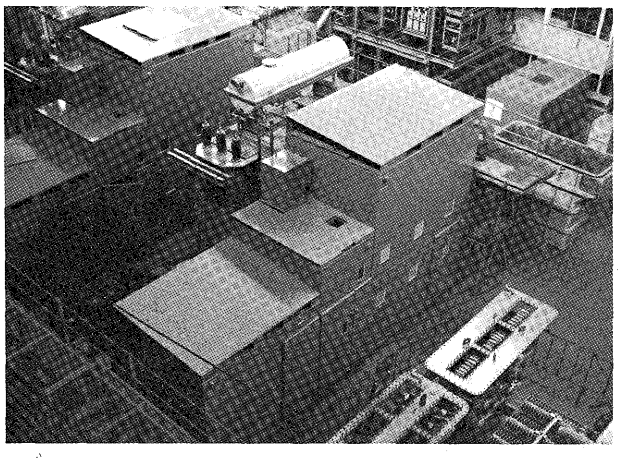
6. 3　世界初の大容量アルミ電解用サイリスタ S フォーマ

アルミ精錬用電解炉は，近年ますます大形化しつつあり，これに給電する直流電源は負荷時タップ切換器と組み合わせたダイオード整流器が用いられてきた。このたび富士電機は，マーチン・マリエッタアルミ(アメリカ)向けに，大規模ポットライン用としては世界初のサイリスタ整流器を納入し，現地にて好調な運転に入った。

設備容量は152 MW，950 V で 4 台のユニットで構成されている。予想された種々の課題を解決するために，

(1)　単器12相整流方式を採用し，総合48相整流とし，高調波の低減を図っている。

(2)　起動時には点弧角90度付近の運転となるため，特殊な点弧パルスを採用するとともに，ユニット間の循環電流を抑えるために，直流大電流母線の配置に工夫をこらしている。



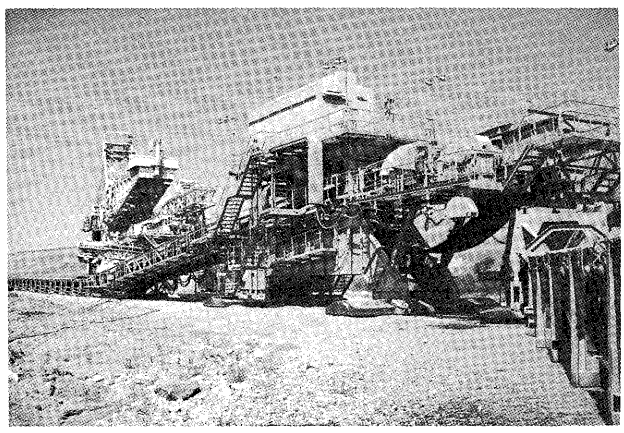
第 21 図　サイリスタ S フォーマ
Fig. 21.　Fuji thyristor S-Former

7. 鉱山・セメント・荷役運搬 (Mining, cement and conveyance)

7. 1 トルコTKI石炭露天掘り鉱山用40 km コンベヤ電装品

石炭露天掘り鉱山用大容量ベルトコンベヤ電装品を完成させ，昭和56年9月に第1号ルートの運転に入った。

今後，合計6ルート，総延長40km，本数40本が約5年間にわたり建設される。コンベヤは掘削側9,500t/h，捨土側10,500t/hの輸送能力を有しており，主な電装品としては，6kV巻線形誘導電動機630kW 6極 21台，430kW 6極 106台，ハウジング構造配電盤41セットが挙げられる。露天掘りコンベヤの機動性を考慮し，すべての電装品は移動式コンベヤのドライブステーション上に搭載され，かつ1本のコンベヤの機長が，採掘計画によって任意に変更されることから，主電動機の台数を1台駆動から6台駆動まで容易に増減できる方式を採用している。



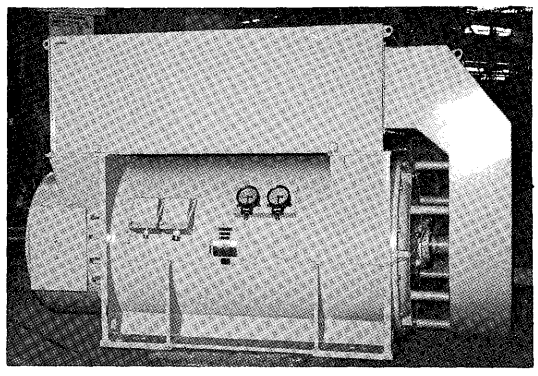
第22図　長距離石炭コンベヤ
Fig. 22. Long distance coal conveyer

7. 2 セメント用大形電動機

セメントプラントの輸出が活発で，これに関連し川崎重工業(株)経由イラク向けなど，多数のセメントプラント用電動機を製作した。

このうち最大のものはイラク向けで，ヒット，アルタミン両地区合わせて高圧電動機約100台という大規模なものである。主なものは，ミル用2,400kW 6極強制管通風巻線形電動機21台，ファン用1,800kW 6極全閉外扇巻線形電動機11台などである。

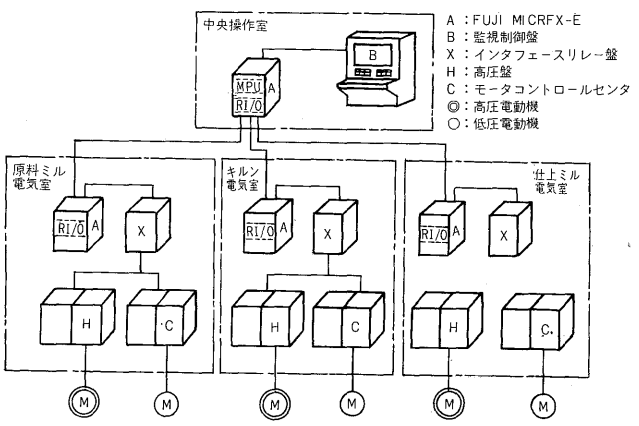
これらの電動機は設置環境を考慮し，巻線は，耐熱耐湿性の優れたF種スタビラスチック絶縁を採用し，また軸受まわりなど特殊防じん構造とし，信頼性の高いものとなっている。



第23図　セメントプラント用電動機
Fig. 23. Induction motor for cement plant

7. 3 マイクロコントローラを適用したセメント総括制御装置

インドネシア向けの100万トン/年セメント工場用総括制御装置をFUJI MICREX-EシステムとFUJILOG-μTとで実現した。本設備では中央操作室に中央処理ユニット，現場電気室にリモート入出力ユニットを設置し，原料ミル系統から仕上ミル系統までの電機品に対する連動起動，停止指令，インタロックシーケンス制御，運転及び故障表示制御を行っている。本マイクロコントローラの採用により，中央操作室と現場電気室間の制御ケーブル数を大幅に削減でき，また連動運転用インタロックがソフトウェア化されたことにより，ハードウェア部分の納期短縮が図られた。なお万一のシステムダウンに備え，各電動機は現場スイッチによりシステムと切り離して運転可能であるようにも配慮されている。

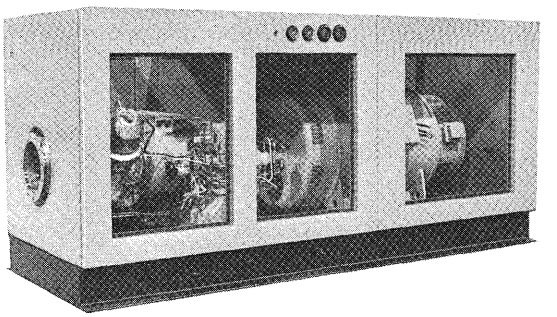


第24図　FUJI MICREX-E によるセメント工場制御
Fig. 24. Control system for cement works with FUJI MICREX-E

8. 製紙・繊維・食品 (Paper, textile and foodstuffs)

8. 1 常用ガスタービン発電装置

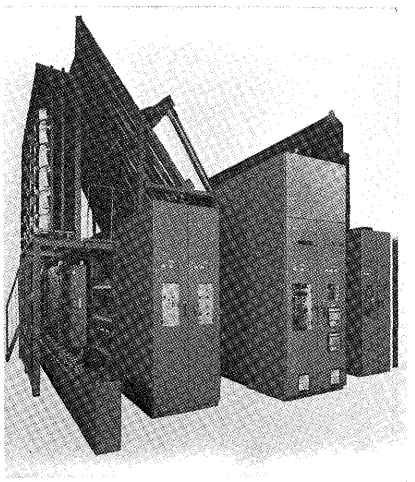
家庭用薄紙メーカの藤枝製紙(株)向けに，625 kVA 常用ガスタービン発電装置（FX 625 形）3 基を完成させた。主たる負荷がレオナード制御の直流電動機であることから，高調波対策を考慮した富士交流発電機と小形・軽量のガスタービン（米国ギャレット社製）をコンパクトに組み合わせた。本装置の特徴は，ガスタービンから排気される高温ガス（約500°C）をドライヤに導き，紙を乾燥させるという排熱利用システムの主構成要素となっていることであり，国内初の試みである。従来の高温蒸気シリンダで紙を乾燥させる方式に比べ，エネルギーコストを大幅に削減することが可能で，省エネルギーの面から注目されるシステムである。



第 25 図　625 kVA パッケージ形常用ガスタービン発電装置
Fig. 25. Package type gas turbin generator set

8. 2 延伸仮撚機制御装置

合繊業界ではテークアップマシンの高速化，高精度化が追求され，操業の自動化という課題の解決に迫られている。したがって一次加工に最適な制御性を有する機械装置の開発とともに，これにマッチした制御装置をマイクロプロセッサを用いて実現するという需要が生じている。これに対応して(株)石川製作所向けに開発，納入した本装置・システムは巻玉の高速解舒（じょ）性を一段と高めた巻取機に適用されたもので，DDC 用マイクロコントローラ（FUJI MICREX）と高速インタフェースを有するトランジスタインバータ（FRENIC 5000）で構成されている。第 2 回大阪国際繊維機械ショーに展示され，自動化はもちろんのこと省電力，省力化のニーズを満足させるものとして内外顧客の注目を集めている。

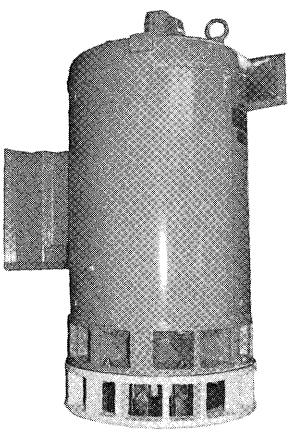


第 26 図　IVF 形延伸仮撚機制御装置
Fig. 26. Control equipment for IVF texturing machine

8. 3 新形遠心分離機駆動用電動機

現在，主要製糖国では，精糖工場設備の更新，増設時期にきており，輸出向け製糖用電気品の引合いが増加している。今回，月島機械(株)及び日立造船(株)経由で，東南アジア向けに精糖用遠心分離機電動機を計26台製作，納入した。

このうち11台は新形分離機電動機である。従来品がフレーム内に 2 個の鉄心をもつ 4 段極数変換電動機で，かきとり操作を48極で行っていたのに対し，新形電動機は，単一鉄心内に 6，12，24 極巻線を備えた 3 段極数変換電動機で，かきとりは 24 極インチングで行う。速度設定は近接スイッチによるパルス制御とし，信頼性を向上させている。このため電動機構造がコンパクト化され，取扱い，保守も容易となっている。

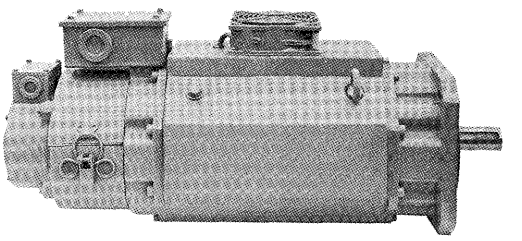


第 27 図　遠心分離機駆動用三段極数変換電動機
Fig. 27. Pole-change type motor (6, 12, 24 pole) for centrifugal separation machine

9. 工作機械 (Machinetools)

9. 1 マシニングセンタ用全閉ヒートパイプ冷却直流電動機

NC工作機といえば，NC旋盤がほとんどであったが，需要が一段落し，各工作機械メーカは，次のステップとしてマニシングセンタに注力してきた。富士電機においてもこの市場ニーズの変化に対応し，マニシングセンタ専用のDCモータをシリーズ化した。このシリーズは，定格出力2.2～7.5kW，基底速度1,500 rpm，最高速度4,500 rpm，センタハイト112 mmである。また，この系列とは別に，工作機械スピンドルモータとして定格出力3.7～37kW，基底速度1,500 rpm，最高速度3,500 rpm，定格電圧200 Vクラス及び特殊電圧（380～440 V）も系列化した。

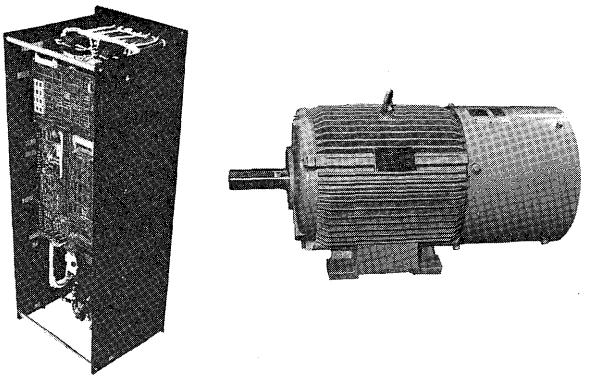


第28図　全閉ヒートパイプ冷却直流電動機
Fig. 28. Heat pipe cooled DC motor

9. 2 ACスピンドル駆動装置 (FRENIC 5000 V)

工作機械のACスピンドル駆動装置としてはFRENIC 5000 Sシリーズがあるが，スピンドルに対する制御特性がDC駆動装置あるいはそれ以上のものが要求されるようになってきた。特に工作機械においては，スピンドルの高速化，軽量化，メンテナンスフリーがテーマであり，これらの条件を満たすAC駆動装置として新しくFRENIC 5000 Vをシリーズ化した。5,000 Vはパワートランジスタ及びマイクロコンピュータ応用技術による高性能機種であり，その仕様は次のとおりである。定格出力：2.2～15kW，最高速度6,000 rpm及び4,500 rpm，正弦時PWMトランスベクトル制御，純電気式オリエンテーション機能付。

●関連論文：富士時報，**54**，10，pp. 664～666（1981）



第29図　インバータユニットと電動機
Fig. 29. Inverter unit and AC motor

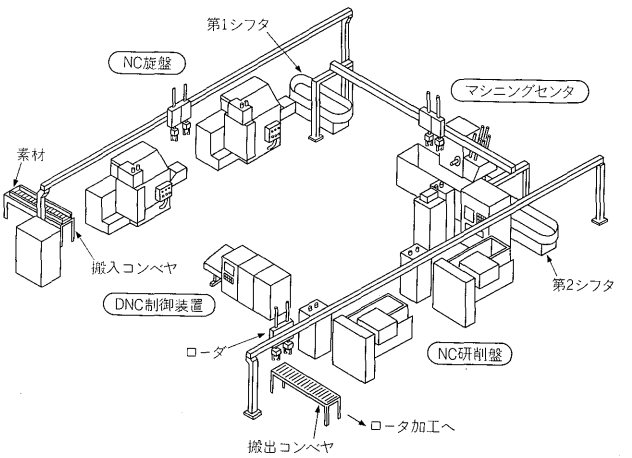
9. 3 DNCシステム

近年，機械加工分野での生産合理化の一つとして，工作機械と搬送装置を組み合わせ，計算機で制御する「FMS」の発表が多くなっている。FMSは多種少量生産に合ったシステムであるが，これに生産管理機能の一部を持たせ上位管理システムと結合すると，その効果を著しく向上させることが可能である。

富士電機では，これを「富士DNCシステムELMES-3000」として開発し，第1号機を富士電機鈴鹿工場に設置した。工作機械，NCローダ，マイクロコンピュータによる制御装置からなり，上位システムとはフロッピーで結合されている。

富士DNCシステムの今後の展開が期待される。

●関連論文：富士時報，**54**，5，pp. 324～329（1981）

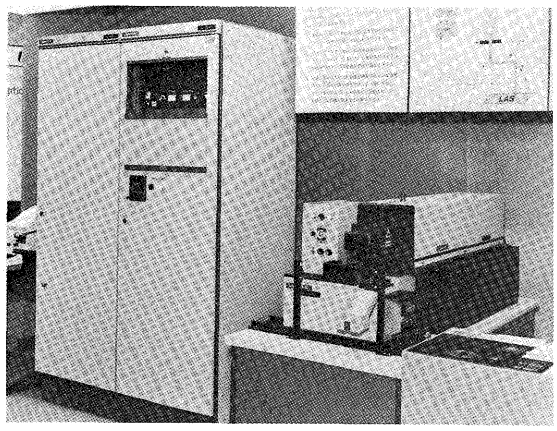


第30図　富士DNCシステムの一例
Fig. 30. Example of Fuji DNC system

10. 省力機器・その他 (Labor saving equipment and others)

10. 1 レーザ印字装置 "Lasermate-50"

生産加工装置の一種としてレーザを使用した印字装置の開発の第一ステップを完了し，このたび第3回レーザ技術展に出品し，好評を得た。本装置は可動部が少なく，YAG個体レーザを使用しているため，信頼性・保守性に優れた装置で，生産管理のホストコンピュータにも接続可能なため，その端末装置としても使用される。本装置は従来刻印しにくかった超硬金，油膜の付いた金属やプラスチック，薄い紙などに容易に刻印可能である。また，非常にフレキシビリティに富んだ仕様となっているため，機器の銘板，ベアリング・歯車・工具などの連番号，アクセサリー関連製品の模様，荷役・搬送品へのバーコードなど非常に広い分野に使用可能である。

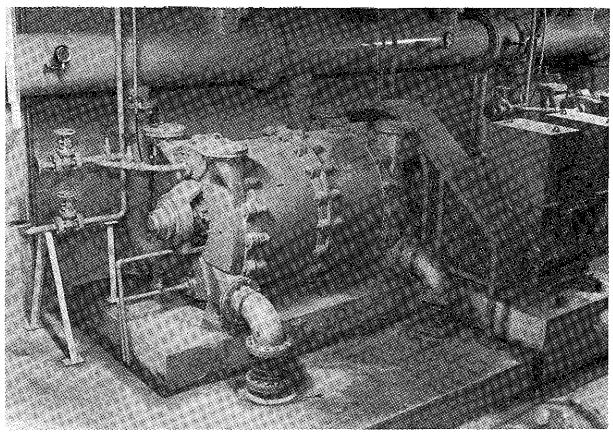


第31図　レーザメート50
Fig. 31. Lasermate-50

10. 2 工業用エルモ真空ポンプ

工業用途向けのエルモ真空ポンプは，昭和52年度に王子製紙(株)日南工場向けに5台納入して以来，業界から注目されてきたが，エルモポンプを国産化し，価格競争力を強化させたことを契機として，昭和56年度は，川崎重工業(株)経由インドネシア及びニューギニア向け砂糖プラント用真空ポンプの受注を初めとして，砂糖プラント用炭酸処理コンプレッサ，灰処理用，研究設備用など合計19台の受注に成功した。

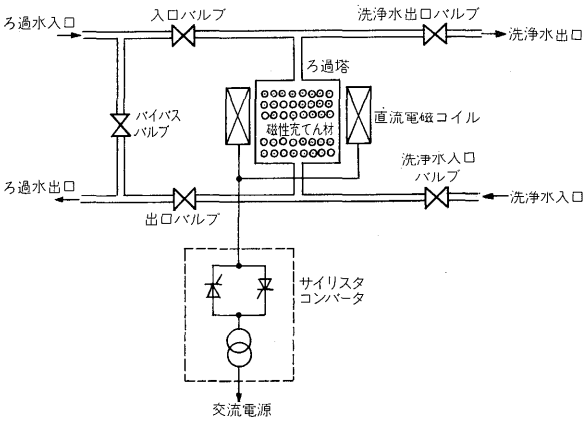
現在引合い件数も多数あり，今後は上記分野に加えて化学プラント用，造水設備プラント用，抄紙機プラント用などの分野の受注も期待できる。



第32図　エルモポンプ
Fig. 32. ELMO pump

10. 3 電磁フィルタ設備用電気品

栗田工業(株)向けに電磁フィルタ設備用直流電磁コイル及び電源装置2セットを納入し，運転中である。電磁フィルタ設備とは水中に含まれる磁性酸化不純分を捕獲・除去する装置であり，従来の樹脂を使用するフィルタでは樹脂を定期的に取り替える必要があるが，電磁フィルタの場合は磁力により磁石に吸い付けた磁性酸化不純物を洗い流すことで繰り返し使用できる。この特長を生かした本電磁フィルタは西ドイツにおいて原子力発電所冷却水系フィルタとして既に実用化されており，国内でも近年特に，火力あるいは原子力発電設備の冷却水系の不純物除去方式として採用が検討されつつある。今回の納入品はフィルタ性能試験用小形電磁フィルタ設備用であるが，今後の本格採用が期待される。



第33図　電磁フィルタ設備
Fig. 33. Electro-magnetic filter

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。