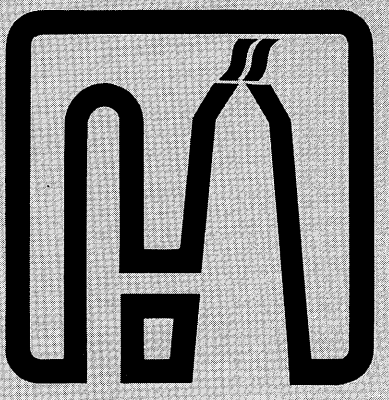
# 産業用システム・機器

パワーエレクトロニクス
コンピュータシステム
発変電システム
鉄・非鉄金属
電気加熱
化学・石油化学
セメント・鉱山・荷役
製紙・繊維・プラスチックス
産業機械・風水力機械
ビル・施設



## 展望

民需国内市場は，ハイテクノロジー景気の拡大基調に支えられ，電機・電子産業を中心に設備投資は活発化している。一方，鉄鋼をはじめとするエネルギー多消費形素材産業における設備投資は，依然低迷を続けており，昭和59年の民需市場は一層分極化が目立った。

海外向け輸出プラントにおいては，56年をピークに，輸出プラントの成約高は年を追って減少している。中進国，産油国の工業化計画は，58年から見直し，延期の傾向にあり，59年もこの傾向に変化は見られず，国際競争は一層激化している。

上記のような市場環境のもとに，国内市場では，自動化，省力化，高機能化を軸としてニーズは多様化・高度化している。海外市場では電力機器をはじめとして国際競争力を有する各種機器が求められている。

富士電機では，これら市場のニーズにこたえるべく，新製品・新システムの開発に努め，59年も多くの技術的成果を挙げ，製品を世に送り出した。

パワーエレクトロニクス分野では，交流可変速ドライブの制御性能向上，制御装置のディジタル化，トランジスタインバータの系列拡充などが重点的に進められた。可変速ドライブでは，広く知られているとおり，可能な限り正弦波に近い電圧及び電流を電動機に与えることが運転性能を向上させる上で好ましい。そのために今日では，パルス幅変調（PWM）方式の適用が最適である。富士電機では，トランジスタインバータは当然として，新たに開発した高起動トルク・高力率形電気パワーショベル駆動装置にはPWMサイリスタインバータを採用した。制御安定性並びに保守性向上のために，制御装置のディジタル化は必至であり，工作機械用ベクトル制御インバータをはじめ，可変速ドライブのDDC化は一段と進められた。高圧サイリスタバルブを使用したフリッカ抑制装置は需要家のニーズの高まりとともに，電気炉設備関連分野に納入実績を重ねている。コンピュータ電源として用いるCVCFインバータはすべてトランジスタ化されているが，OA機器対応の小容量機においては，MOS FETを採用し，キャリア周波数を上げることによって，装置の小形軽量化を達成した。

コンピュータ応用分野では，32ビットスーパーミニコンピュータの登場，各種マイクロコンピュータ並びにマイクロコントローラの系列拡大，機能向上につれて，そのシステム構成の自由度は一段と広がりをみせている。富士電機では，この自由度をより完全なものとするため，コンピュータ間の伝送システム，マンマシンインタフェースの一層の充実を図るとともに，FAシステムの最下位の駆動装置あるいはアクチュエータ群とコンピュータとの間の伝送デバイスの開発にも注力している。

受変電・開閉装置の分野では，設備のコンパクト化，保守性向上が求められているが，富士電機では，72～168kV縮小形ガス絶縁開閉器（GIS）を開発し納入を開始した。また，58年から納入を開始した66/77kVキュービクル形ガス絶縁開閉器（C-GIS）は，そのコンパクト性が需要家の評価を得ている。

電動機に関しては，小形化，軽量化，低騒音化の要請にこたえるため，高特性素材，有限要素法・振動モード解析など最新の技術を駆使した中・大容量誘導電動機の新シリーズを開発し，納入を開始した。新シリーズは，各種の電圧階級，保護構造，外国規格にも対応できるよう配慮している。

電気加熱は，省エネルギー，無公害，制御性の面からその応用分野を広めつつある。コンピュータ制御と組み合わせることにより，温度制御性能，省エネルギー効果が一段と向上し，ビレットヒータ，薄鋼板加熱などにその特長を十分に発揮している。

電子，医薬をはじめとするファイン産業では，製造プロセスの精緻化とともに，ますます高度な高清浄空間を必要としている。富士電機ではクリーンルーム，クリーンベンチ，クリーンブース，エアシャワーなどに加え，自動搬送システム，恒温・恒湿雰囲気の確保のためのサーマルクリーンブース・キューブ，恒温水装置などを開発，納入した。

産業分野の市場のニーズは多様であり，ハードウェア技術に加えてエンジニアリング技術，ソフトウェア技術はますます重きをなしつつある。ソフトウェア開発支援システムを含め，その開発に更に注力する所存である。

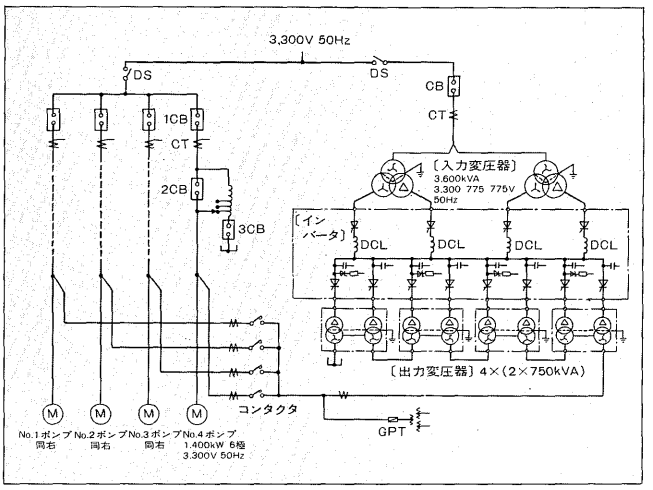
# パワーエレクトロニクス

## 1 大容量サイリスタインバータ

昭和59年も鉄鋼業を中心として，多数の大容量機が計画された。その中で特に注目されたのは，中・大容量電動機の群運転が増加していることである。

新日本製鐵(株)君津製鐵所に5,500kVA電圧形インバータを納入した。同設備は省電力化を目的として，1,400kW熱延ロール冷却水ポンプ3台を一括運転するもので，圧延条件に合わせて加速時間を連続的に可変とし，かつ急減速も可能とし，より大きな省電力効果が得られるよう配慮されている。このほかに電流形インバータでは，日本鋼管(株)福山製鉄所製鋼副集じん機IDF用3,300kVA機2台，新日本製鐵(株)君津製鐵所転炉IDF用2,200kVA機，同社八幡製鐵所デスケーリングポンプ用2,100kVA機などの大容量機を納入した。

図1　5,500kVA電圧形インバータ



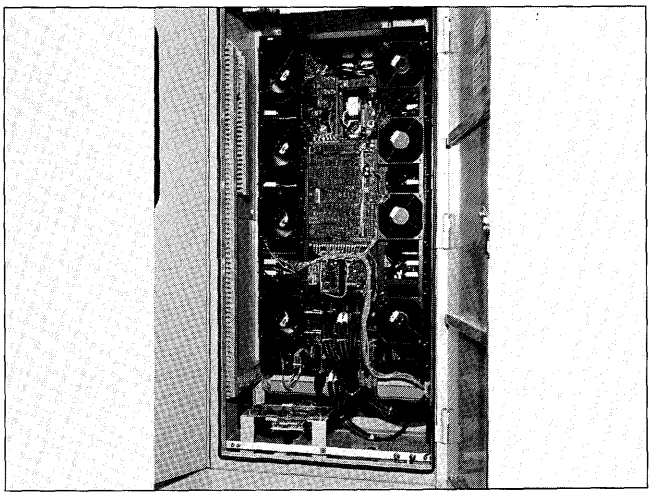

## 2 大容量トランジスタインバータ

トランジスタインバータは，その適用分野が拡大するに従い，機能並びに容量の増大が見られた。

特に自動化，省力化，省エネルギーに対応する設備の大形化に伴い，大容量トランジスタインバータの要求は高く，富士電機のFRENIC 5000P3/G3シリーズ(最大容量400kVA)に多くの実績が作られた。

また大容量インバータで駆動される電動機は，400Vの低圧が望ましいが，3kV，6kVの高圧電動機の適用も多く，入力変圧器，出力変圧器をインバータ盤に組み込んだシステムも製品化し，現地工事，試験の簡略化を含め，好評を得ている。

図2　FRENIC 5000P3/G3シリーズ（400kVA）



## 3 無停電電源装置（CVCF）

○富士時報　1984-10 pp.622～626

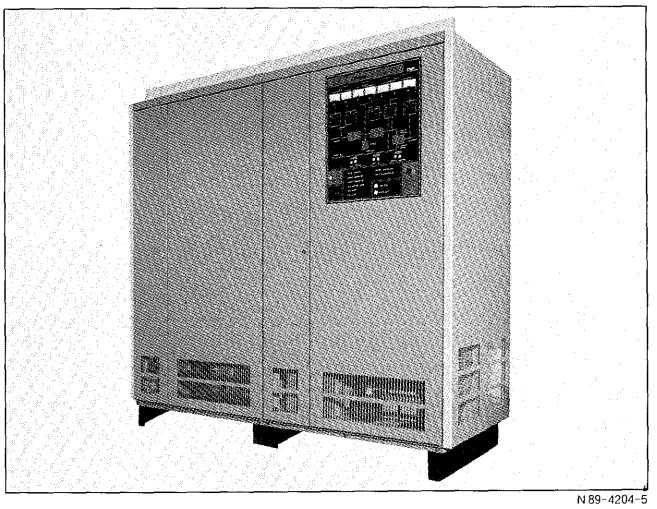
CVCFインバータはパワートランジスタの動作信頼度の高さが実績からも認められ，国内はもとより海外にも数多く納入した。

海外向けのものは特に入力高調波電流の抑制を目的として12相整流方式とし，更に制御装置の信頼度向上のためカスタムLSIを採用した。

(株)第一勧業銀行（東京・大阪）向けに4×400kVA，3×400kVAの大容量CVCFを納入した。これには保全性の向上を目的として，CRTディスプレイ式マイクロコンピュータ監視モニタを装備した。

OAやFAなどの無停電化のため，小容量（0.5kVA，1kVA）CVCFを開発した。これにはパワーMOS FETを使用し，キャリヤの周波数を高周波化して小形軽量化を図った。

図3　輸出用CVCF



N 89-4204-5

## コンピュータシステム

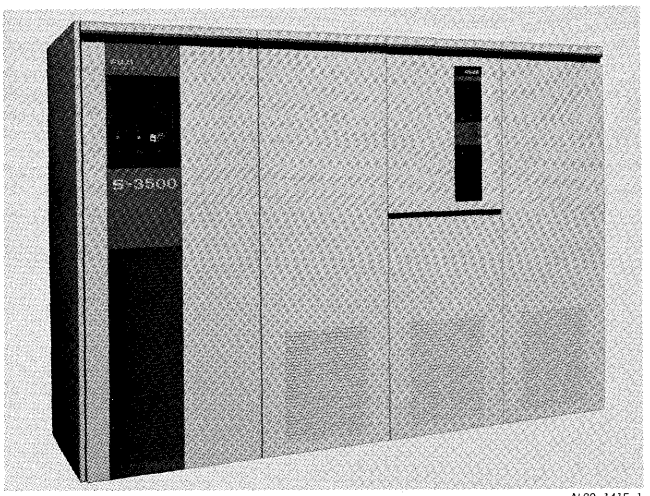
### 1 S-3000 システムの応用

産業分野への32ビットプロセスコンピュータ S-3000 システムの応用も軌道に乗りつつあり，数システムが昭和59年中にオンラインに入り，稼動中である。

鉄鋼分野では，製銑，製鋼，エネルギーセンタ，スラブ管理，手入れライン，分析試験などほとんどすべての分野にわたって受注し，その多くは現在製作中である。

S-3000 シリーズは，ビジネスコンピュータで培われた技術の上に，LA，FA，PA で必要とされるリアルタイム機能を付加した新しい概念のマシンであり，プログラム開発・管理のしやすさ，マルチジョブ機能を利用した並行テスト機能，豊富な RAS 機能など，実地にその真価を発揮しつつある。今後とも，他コンピュータとの通信機能の強化，下位マイクロコンピュータとの協調性の向上，機能/性能面の改善など，S-3000 の強化に努力する所存である。

図4　S-3500 システム外形図




N 99-1415-1

### 2 監視・制御用マンマシンコントローラ PMS-100/200

○富士時報　1984-2 pp.122～127

マンマシンコントローラ PMS-100/200 は，産業用マイクロコントローラ MICREX-E の系列機種として昭和59年5月に発売開始以来，予想を上回る受注を得，好評を博している。従来から MICREX-E を適用していた重工業分野のほかに，次のような新分野への適用が目立っている。

(1)　ビル管理システム

ビルや店舗の空調，照明などの電力設備を効果的に運用し，省エネルギーと省力化を実現するシステム。

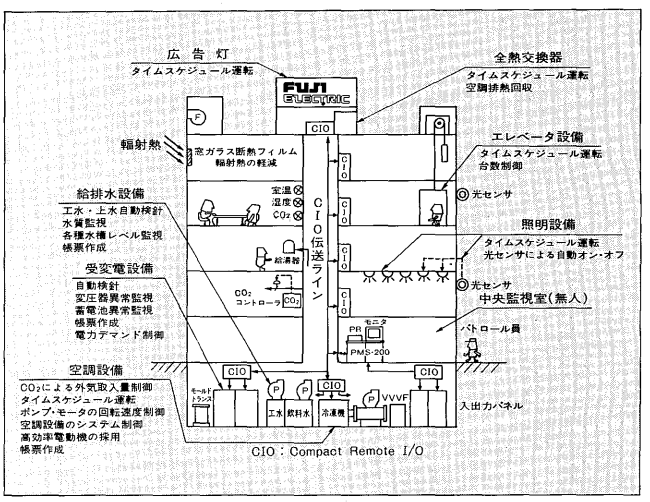
(2)　コンビニエンスストア群管理システム

チェーン化して散在する各店舗の設備稼動状況を電話回線を使って本部から遠隔管理するシステム。

(3)　クリーンルーム内搬送システム

半導体の製造工程の設備で，クリーンルーム内の自動搬送システムの監視・制御を行うもの。

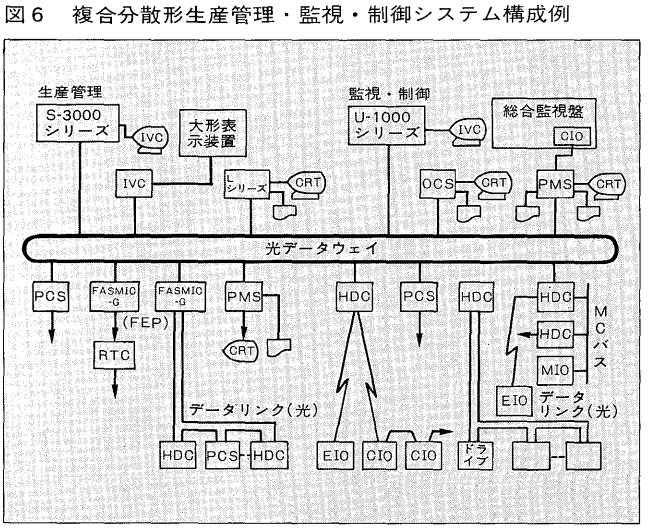
図5　ビル管理システムの機能例




### 3 複合分散形生産管理・監視・制御システム

産業プラント分野においては，ミニコンピュータ及びマイクロコンピュータシステムの適用による制御技術及び生産・操業技術の向上につれ，各プロセス間の連続操業が可能となり，計画レベルから単一制御レベルまで，要求される機能は高度化，複雑化してきている。これに対応して，情報の集中管理，制御の危険分散，監視・保守の集中・自動化，予防保全などの実現が要求されてきている。富士電機ではこれらの要求にこたえるべく，各機能レベルに対応した最適なシステムコンポーネントを提供し，電機，計装，コンピュータ，マンマシンインタフェースなどの各装置を光データウェイ等の伝送システムで有機的に結合した，安価で，シンプルな，信頼性の高いトータルシステムを構築し，実プラントに適用することにより，高い評価を得ている。

図6　複合分散形生産管理・監視・制御システム構成例



# 発変電システム

## 1 産業用発電設備

アルジェリア電力ガス公社向けに納入した1,750kWディーゼル発電プラント5サイト（合計17台）は，既に全サイトが営業運転に入り，順調に運転を続けている。また，富士電機の砂漠仕様の機器の信頼性が高く評価され，追加受注した2サイト（合計6台）も，1サイトが営業運転に入っている。

これらの経験と実績により，リビア向けに5,000kVA 5台及び3,125kVA 5台のディーゼル発電装置を受注し，砂漠地区向け固有の問題点に対応したディーゼル発電設備の技術と信頼性の高さが実証された。

また，大形ディーゼル発電機としては，パプアニューギニア向け9,825kVA 2台を製作し納入した。

国内向けとしては，11.8MVAタービン発電機などを製作中である。

図7　某国向けディーゼル発電所建屋全景

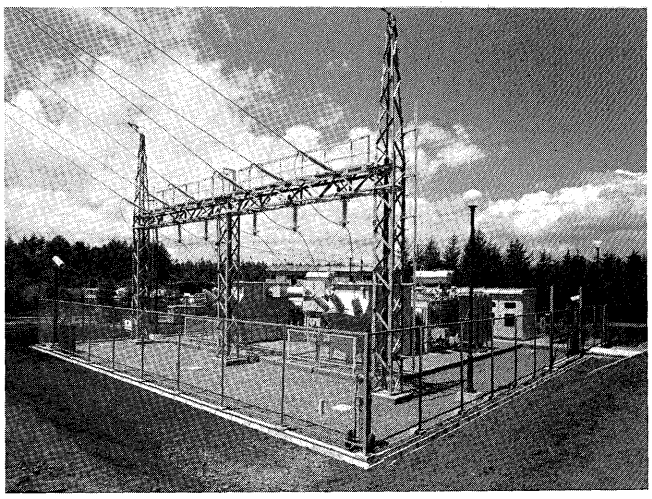
## 2 キュービクル形ガス絶縁開閉装置（C-GIS）

ガス絶縁開閉装置（GIS）の第3世代として発展してきたキュービクル形ガス絶縁開閉装置(C-GIS)は，66/77kV級の2回線受電，2バンク方式などの標準的な受変電設備にその特質を発揮し，設備全体のコンパクト化，設置スペースの縮小，安全性の向上，保守点検の省力化，環境調和などに，より一層の効果をもたらす。

特に最近は，66/77kV受変電設備としてC-GISの要求が強く，経済性とも合致してますます普及傾向が強い。

昭和59年はファナック(株)富士コンプレックス，富士通(株)三重，若松，愛媛サニタリープロダクツ(株)，帝人(株)など8変電所20ユニットを納入したが，角形容器構成によるユニット化と各ユニットの組合せにより，多バンク（4バンク）構成も可能とし，将来の増設時にも容易に適用できるものとした。

図8　66kV C-GIS受変電設備



## 3 72～168kV縮小形ガス絶縁開閉装置（GIS）

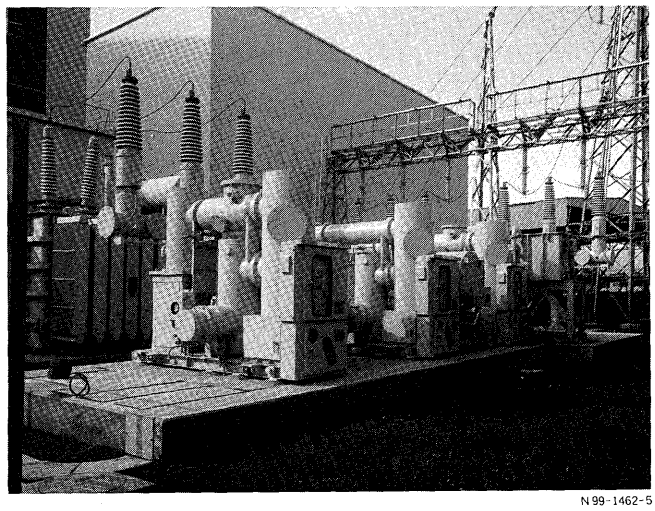
富士電機は，用地縮小，保守省力化など多くの特長を有するGISを，受変電設備として昭和45年以来数多く納入してきた。最近では少ない用地での新設に加え，老朽設備の更新，設備の増強などの要求から一層の高信頼化，コンパクト化がGISに求められるようになってきた。

この要求に応ずるべく開発された縮小形GISが59年5月から受変電設備として納入開始された。

写真は三興製鋼(株)平塚工場向け72kV GISの外観を示す。旧変電所用地に設備の更新増強を実施した一例である。

本GISには，長年の製作経験をもとに改良が加えられた320気圧油圧操作器を使用するなどコンパクト化が図られ，更には部品点数の大幅削減，配管なしの油圧操作器，金属じんあいを考慮した導体配置など，信頼性向上のための数多くの特長ある改良がなされている。

図9　72kV縮小形GIS受変電設備



N 99-1462-5

## 鉄・非鉄金属

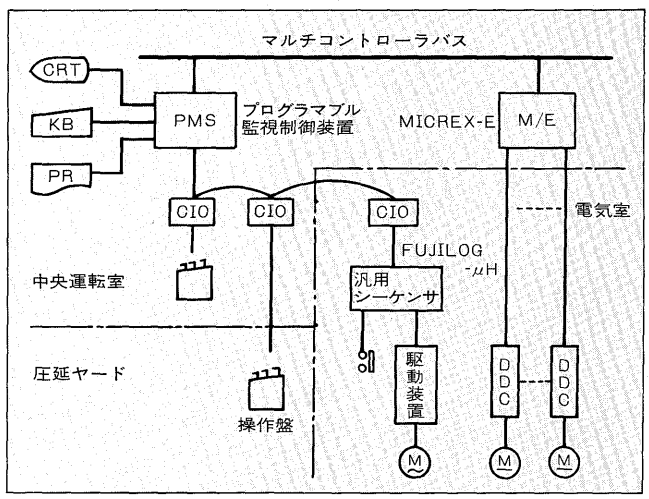
### 1 三興製鋼(株)全自動棒鋼圧延電気品

富士電機では，(株)神戸製鋼所経由三興製鋼(株)向けに高速・高能率直棒鋼圧延用電気品を納入した。

この設備は，スプリットプロセスを経て2ストランド高速25m/sにて直棒鋼を圧延するものであり，ミル・最適切断・全自動化精整のための各種セットアップデータをメモリし，必要最小限のオペレータインプットで自動運転できるように省力化されている。

カラーディスプレイ付プログラマブル監視制御装置PMS-200は，この省力化と操作盤のコンパクト化に寄与しているほか，圧延主機高精度全ディジタル制御（DDC）レオナード装置とともに，保守省力化を達成している。

図10　システム構成例

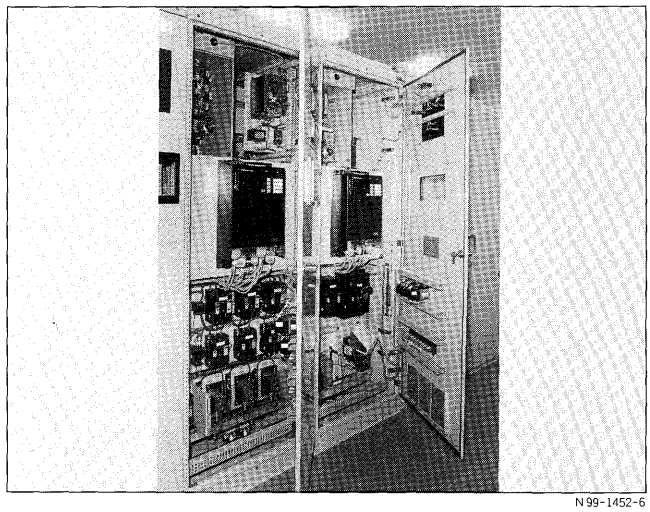



### 2 某社納入全ディジタルプロセスライン電気品

全ディジタル化したプロセスライン用電気品を完成し，某社に納入した。昭和59年10月に試験調整を完了し，順調に稼動中である。

本設備の特徴は，①1ボードタイプのディジタル制御方式サイリスタレオナード装置（LEONIC-M)の適用，②マイクロコントローラ（MICREX-E)による速度主幹制御，各種通板制御，位置決め制御，シーケンス制御など各種自動運転の実現；③プロセスライン特有の速度指令など同時性の必要を考慮して，MICREX-EとDDCレオナード間には，対向形のシリアル伝送方式の採用，④シリアル伝送ループ〈DPCS-E〉により，富士電機納入の上位プロセスコンピュータ（S-3000シリーズ）とのリンケージ，などである。

図11　1ボードタイプDDCレオナード装置

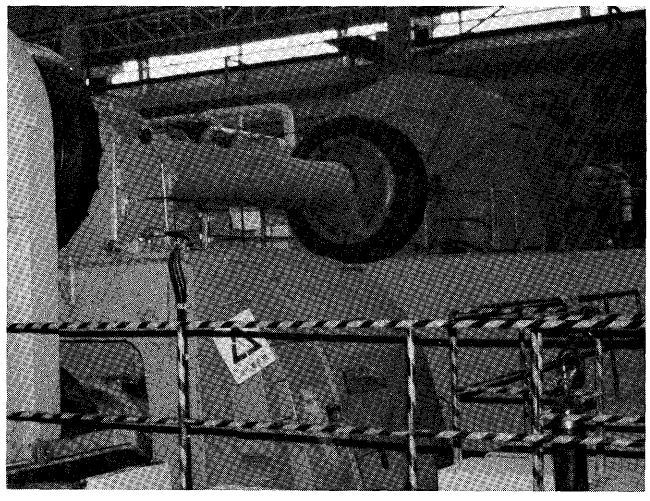


N99-1452-6

### 3 台湾アルミニウム(株)熱間圧延設備電気品

主圧延機にツインドライブ直流電動機2×3,000kW 34/68rpmを使用した大規模なアルミニウム熱間可逆圧延設備用電気品を台湾アルミニウム(株)に納入し，現在順調に稼動中である。本設備は他に900kWの巻取機を有し，これらの電動機を含め，直流電動機総容量約9,450kW（249台)，交流電動機総容量約2,300kW（約100台)，電磁弁約360個を有する設備で，アルミニウムの熱間可逆圧延設備の中では比較的大規模なものである。これらの制御システムは，サイリスタレオナード装置32セットと，総括制御装置としてのMICREX-E 3台で構成しており，各種APC，圧延スケジュール記憶方式による自動圧延制御など各種の最新の技術を駆使した高度な制御機能を有している。

図12　ツインドライブメインモータ 2×3,000kW



## 鉄・非鉄金属

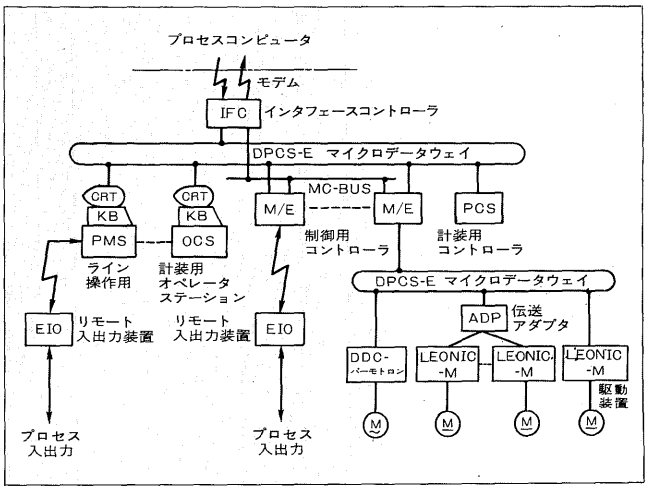
### ④ 川崎製鉄(株)ピックリングライン電気品

富士電機はピックリング-タンデムコールド連続化工事のピックリングセクションの電気品を出荷し，現地調整中である。

本設備は稼動中のラインを数回の短期間の休工作業にて新鋭電気品にリプレースするものである。

特徴は，①ディジタル制御サイリスタレオナード(LEONIC-M)，②リレーシーケンスの PLC 化(MICREX-E)，③オペレータ操作及び電気メンテナンスのための CRT 及びキーボード（PMS，OCS)，④デスケーリングポンプ用ディジタル制御サイリスタモータ（DDC パーモトロン)，⑤コンピュータインタフェースのための IFC 及びモデム――を採用した極めてディジタル化及びソフトウェア化率の高い設備である。

図 13　制御システム構成図




### ⑤ 三菱製鋼(株)アーク炉用電気品

○富士時報 1984-11 pp.700～703

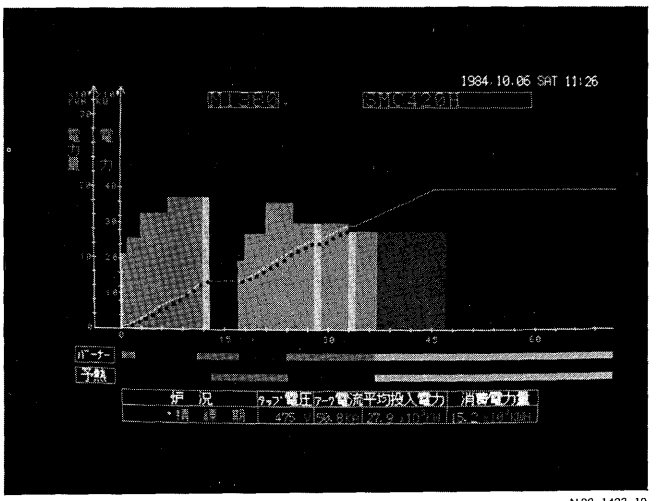
特殊鋼製造用最新鋭 50t アーク炉の電気品一式を納入した。本設備の 40MVA アーク炉用変圧器は富士電機独特の 66kV 直落し三次負荷開閉方式を採用している。

更にアーク炉の操業は，監視と制御を一体化したコンパクトな MICREX-E（HDC＋PMS-200）主幹制御システムにより行っている。

制御システム内容としては，①自動溶解制御，②デマンド制御，③フリッカ制御，④助燃バーナ制御，⑤予熱制御，⑥電極長管理制御，⑦データロギング，⑧CRT 表示――を行っている。

図は自動溶解制御について，アーク炉操業予測，実績画面を CRT ディスプレイで表示したものである。

図 14　アーク炉操業予測・実績画面




### ⑥ 輸出用アーク炉用電気設備

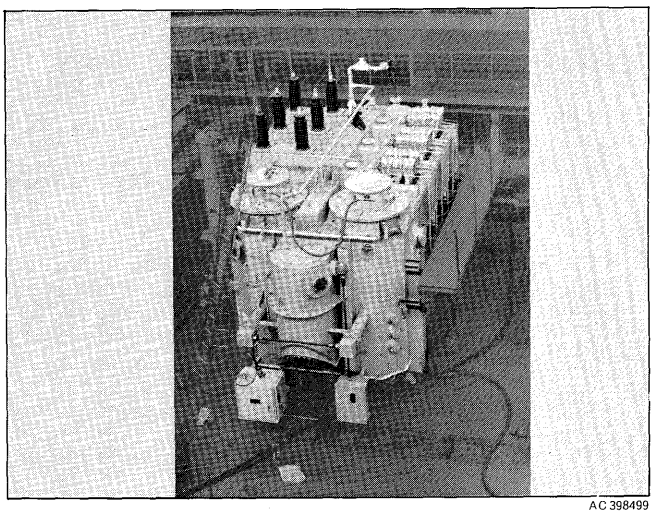
○富士時報 1984-11 pp.704～710

輸出用として昭和59年に完成したアーク炉用電気品の中心をなす炉用変圧器は，14台 709MVA に達している。

この内，図に示す南アフリカ ISCOR 向け 150t アーク炉用変圧器 80/96MVA 5 基は，富士電機の最大容量記録品である。本炉は現在運転中のアーク炉を高効率で電力原単位，電極原単位の低減を図る目的で高電圧，高力率操業のできる変圧器システムとするため，現地にて運転中のアーク炉の電気特性をコンピュータ解析し，それに基づいてシステム仕様を決定している。その結果，本変圧器には高電圧操業をフレキシブルに行えるよう直列リアクトルが内蔵されている。

日本鋼管(株)経由エジプト ANSDK 向け 70t 4 基の還元鉄製鋼用アーク炉電気品として，46MVA 炉用変圧器 4 台と 52MVA サイリスタ式フリッカ補償装置を納入した。

図 15　ISCOR 向け 80 / 96 MVA アーク炉用変圧器



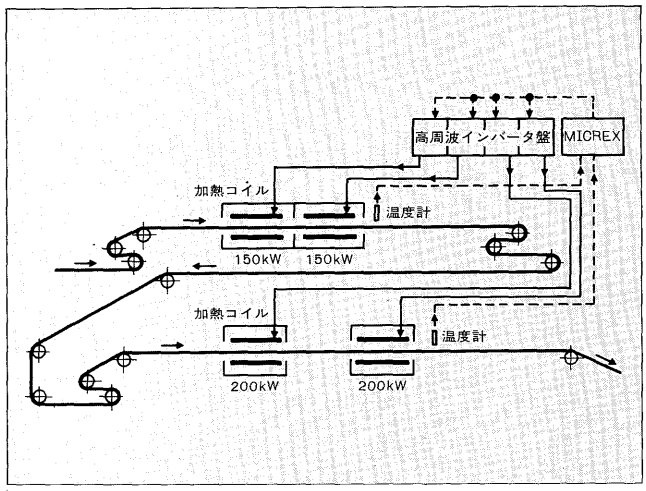
## 電気加熱

### 1 薄鋼板誘導加熱装置

薄鋼板に防錆，絶縁，美麗さなど用途に応じた処理を施した表面処理鋼板は，年々需要を増大しつつある。この鋼板の製造工程においては加熱を必要とするものが多いが，従来の熱風方式に代わって，誘導加熱が検討され，実用化され始めた。誘導加熱では，クリーンエネルギーと温度分布の均一性ということから鋼板の質的向上が期待できること，炉長を短くでき炉の予熱が不要となることなど，大きな利点が得られるからである。

富士電機では，防錆鋼板用として初の誘導加熱装置（700 kW/8 kHz）を完成し，日本鋼管(株)福山製鉄所に納入した。この装置は四つの加熱コイルと四つの電源，及びマイクロコントローラMICREXから成っており，板幅，板厚，被膜厚，加熱温度を設定すれば，鋼板送り速度が変化しても，目標加熱温度を保持することができる。

図16　薄鋼板誘導加熱装置の構成

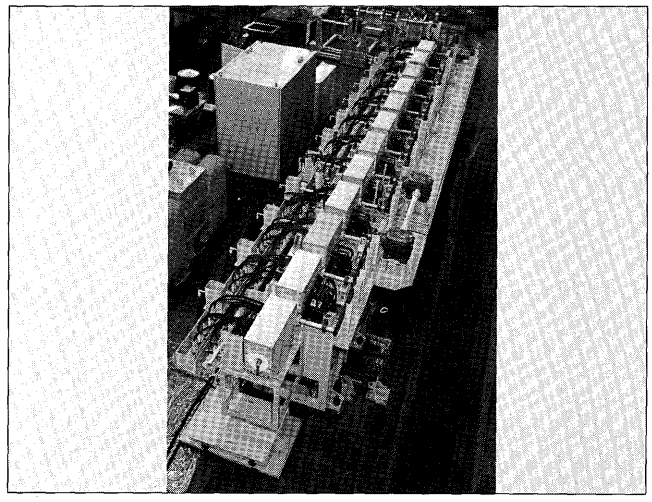



### 2 バーヒータ

鍛造前の加熱装置にビレットヒータとバーヒータがある。鋼棒から所定の長さに切断されたビレットを整列し，誘導加熱するのが前者であるのに対し，5～6 mの鋼棒のまま連続して誘導加熱するのが後者である。切断は次工程で熱間にて行われる。バーヒータは処理量も多く自動車部品やベアリングといった大量生産に好適のヒータである。

富士電機では過去多数の鍛造用ビレットヒータを製作してきたが，その技術を生かして今回3,220kWのバーヒータを完成し，八木工業(株)に納入した。このヒータは低温部，高温部，均熱部の三つのコイル群から成り，それぞれ1,660 kW/500 Hz，780 kW/2 kHz，780 kW/2 kHzの独立電源に接続され，温度制御されている。65φ鋼棒の1,250°C加熱における処理能力は9.5 t/hである。このヒータには貯蔵容量30 tのバーラックも付いている。

図17　バーヒータの加熱コイル



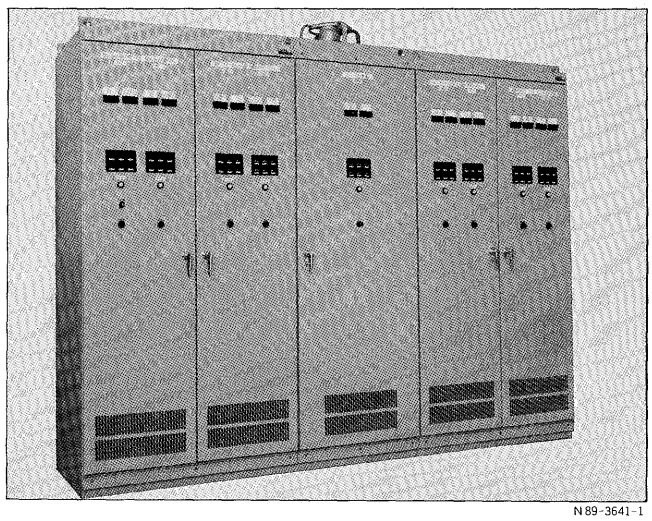
### 3 ガラス溶解・加熱用電力制御システム

ガラス製造では，その熱源として現在は重油・ガスが主として使用されているが，次の理由から電気が利用される傾向にある。

(1)　熱効率が高く，溶融コストを低減できる。
(2)　高品質のガラスを得ることができる。
(3)　公害もなく，良好な作業環境が得られ，管理も容易である。

写真は，某社向けに製作した電気加熱ヒータ用の電力制御システムで，総容量は約1,500 kWである。多数のヒータ負荷をサイリスタを用いて個別に定電力制御を行うもので，負荷特性の長期的変動に対しては，タップ付の整合変圧器を設けて，力率の低下を防いでいる。更にサイリスタの特長をいかして，種々の運転モードに対応できるように考慮されている。

図18　APR盤



N89-3641-1

## 化学・石油化学

### 1 イオン交換膜法電解用 S フォーマ

ソーダ電解分野においては，国内では水銀法からイオン交換膜法（IM 法）への転換が行われつつある。富士電機では，IM 法直流電源設備（S フォーマ）を呉羽化学工業(株)錦工場へ納入した。

設備容量は，365V 10.8kA×8系列で構成されており，これを2台の S フォーマから給電している。

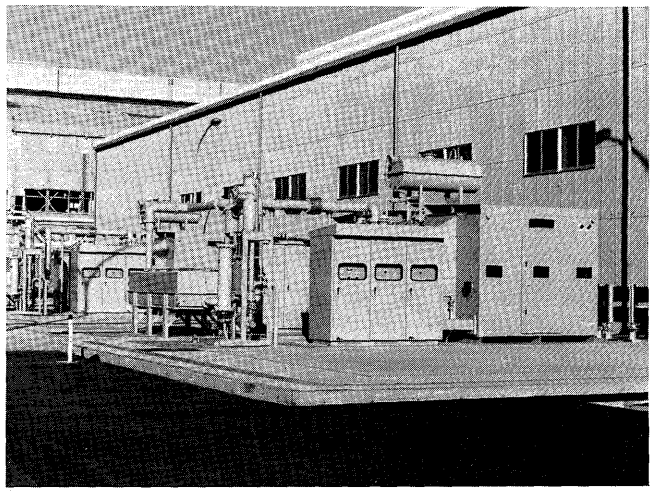
特長は次のとおりである。

(1) 1台の S フォーマは1変圧器4整流器で構成しており，装置のコンパクト化及び高効率化を実現した。

(2) 本電源方式は富士電機だけが実績を有し，バイポーラ IM 用としての単機容量は最大級である。

(3) コンパクトコントローラを用いたプログラム制御を採用し，デマンドに応じた出力制御を行っている。

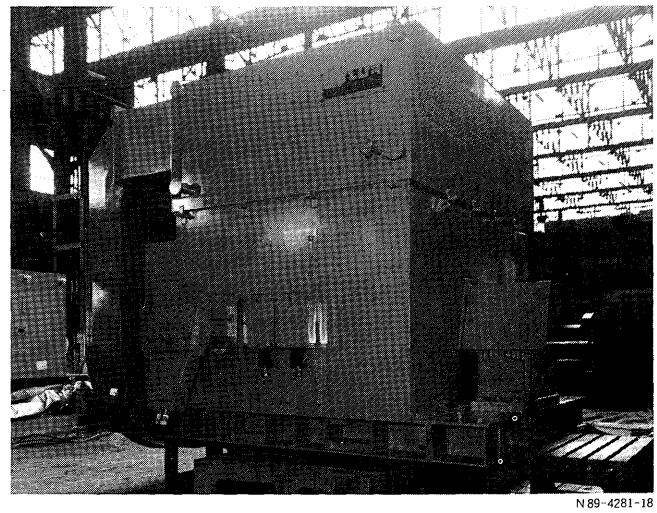
図19 IM 法用 S フォーマ



### 2 往復動圧縮機駆動用ブラシレス同期電動機

製油所水素化分解・水素化脱硫プラントやアンモニアプラントなどの分野には，低速大容量の往復動圧縮機駆動用としてブラシレス同期電動機が広く使用されている。同期電動機は誘導電動機に比べ，高効率・高力率・高始動特性を有し，また固有 $GD^2$ 値も大きいため，特に低速大容量の往復動圧縮機（脈動負荷）には最適である。写真はインド向けに納入（3台）した $NH_3$ ガスコンプレッサ用 1,450kW ブラシレス同期電動機（eG 3，CACA，11kV，18極）の外観である。本電動機は主端子箱に防爆構造の電動機の端子箱として，BS 規格では広く採用されている相分離形端子箱を使用している。また水素化脱硫プラントの $H_2$ ガスコンプレッサ用として，中国向けに 3,080kW ブラシレス同期電動機（eG 3，CACW，6kV，20極）2台を納入した。

図20 インド向け 1,450 kW ブラシレス同期電動機



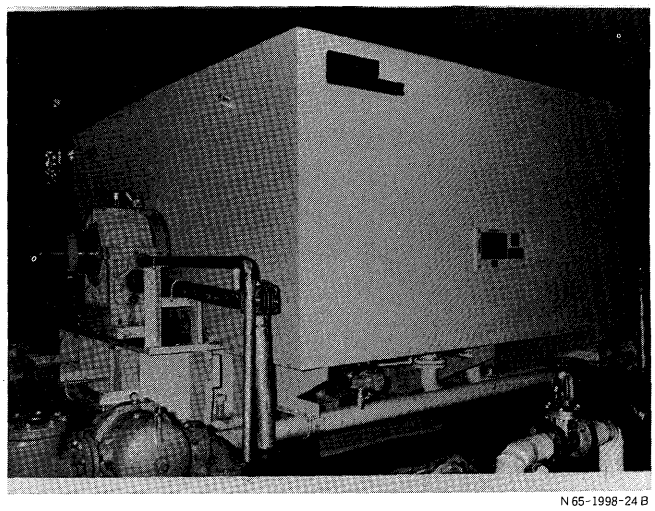
N 89-4281-18

### 3 FCC 装置用大容量かご形誘導電動機

製油所流動接触分解装置（FCC 装置）用空気圧縮機やガスコンプレッサは，従来蒸気タービンで駆動されていた。近年，構造簡単・堅牢・保守簡便な誘導電動機が使用されるようになっている。また一方，排ガス有効利用のため空気圧縮機に膨張タービンを直結し，本駆動機に誘導電動発電機を採用して電力回収を行っているものもある。

写真は空気圧縮機駆動用として納入した 7,400kW かご形誘導電動機（eG 3，CACW，11kV，4極）の外観である。本電動機は始動（コンドルファ始動採用）時及び瞬時停電再始動（位相反転再投入）時の電源系及び軸系強度などを十分考慮したシステムとしている。またガスコンプレッサ駆動用として，3,770kW かご形誘導電動機(eG 3，CACW，11kV，4極）を同時に納入した。

図21 7,400 kW 安全増防爆形誘導電動機



N 65-1998-24 B

## セメント・鉱山・荷役

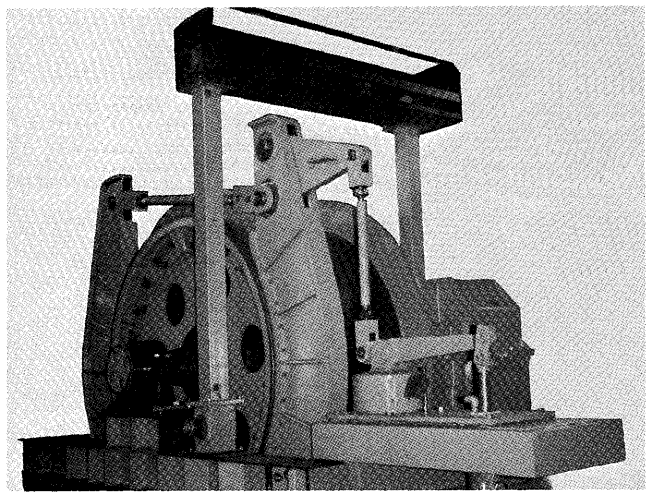
### 1 巻上設備

同和鉱業(株)花岡鉱業所 松峰立坑既設の直流500kW WL駆動ケーペ式スキップ巻上機の更新用制御装置を納入した。富士電機の立坑巻上機標準トランジダインシステム及び立坑磁気開閉器を適用し，わずか5日間の工事・調整期間でリプレースを完了して全自動の再稼動に入った。

また明延鉱業(株)明延立坑の直流170kW スキップ巻上機用にも標準の立坑巻トランジダイン制御装置を納入した。

更に北炭真谷地炭鉱(株)桂坑第二本卸斜坑向け巻上設備も完成，納入した。亘長1,122m，斜角16°30′，ロープ速度260m/minの単胴巻上機で，350kW 970rpmの直流駆動である。電気品はすべて防爆構造で構成され，3か所の巻立坑道相互間の運行制御にはディジタル絶対番地方式の自動制御装置を斜坑巻用として新しく導入していることが特筆される。

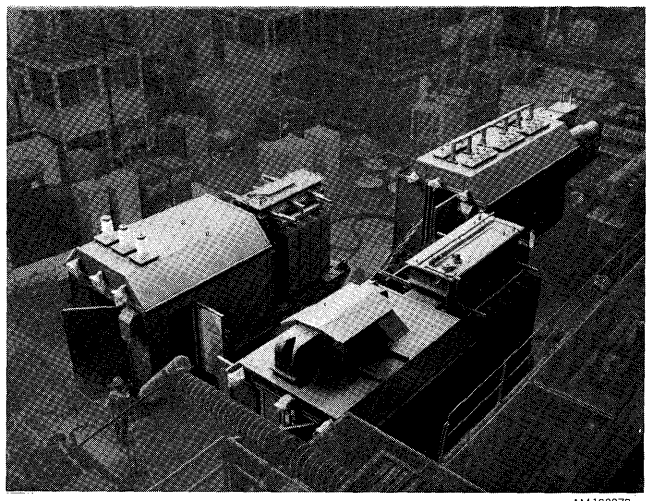
図22　北炭真谷地炭鉱(株) 350kW斜坑巻上機



### 2 露天掘り炭田用耐寒移動式変電車

ソ連・南ヤクート炭田向けに，−60°Cという低温環境でも使用できるハウジング式橇(そり)付移動式変電車設備4セットを完成，納入した。35/6.3kV 6.3MVA受変電，6.3kV給電＋SC装置及び無効電力補償装置の3ブロックで1セットの変電車を構成し，炭田に点在する大形電気ショベル，エキスカベータ群に給電している。稼動時に生ずる6.3kVラインの急激な電圧変動や奇数次高調波電流は，富士電機の特許になる方式で補償・抑制し，従来大きな障害となっていた問題点を効果的に解決している。屋外設置となる変圧器，コンデンサはもとより，電子制御装置に至るまで基本的な部材選定，耐寒性設計を行い，低温実験により−60°Cまでの環境での動作を検証して機器を構成したほか，作業環境に対する万全の配慮，取扱い・保守・輸送など使用面で多くの近代的アイデアを採用している。

図23　露天掘り炭田用耐寒移動式変電車



AM 100078

### 3 電気パワーショベル用電気品

三井造船(株)向けに露天掘り鉱山用電気パワーショベルの駆動用電気品2セットを納入し，チリ及びブラジルへ出荷された。

いずれもサイリスタPWMインバータによりかご形電動機を駆動する交流方式で，現在広く使用されている直流レオナード式に比べて，電動機の保守が簡単であること，負荷変動に無関係にほぼ一定の高力率を保持し，高調波発生が少ないことなどの特長がある。鉱山の現場機械に搭載されるため，耐寒，耐震など過酷な環境条件に適合した設計となっている。ショベル形式295Bと395Bの2機種用で，主な定格は次のとおりである。

| | 295B | 395B |
|---|---|---|
| 電　動　機 | 1,070HP以下5台 | 1,200HP以下5台 |
| インバータ | 300kVA×5，220kVA×2 | 750kVA×4 |

図24　電気パワーショベル

セメント・鉱山・荷役

## ④ 高調波対策形クレーン電気品

大阪市港湾局向けに重量物クレーン3号機用電気品一式を納入した。本クレーンは，主巻・走行用，横行・俯仰用の各サイリスタ変換器は12相整流方式とし，更に高調波フィルタをクレーンに搭載したもので，サイリスタ変換器から発生する高調波電流を電源側に流出しないように対策した全く新しい方式である。クレーン稼動中の高調波電流流出実測値は，5次，7次についてはほとんど無視できる値に抑制され，11次，13次については各々発生値の40%以下，60%以下であり，優れた高調波吸収効果を発揮している。

機器主要定格は次のとおりである。

電動機：主巻1台 375kW，横行1台 75kW

サイリスタ変換器：同上用各一式 12相整流

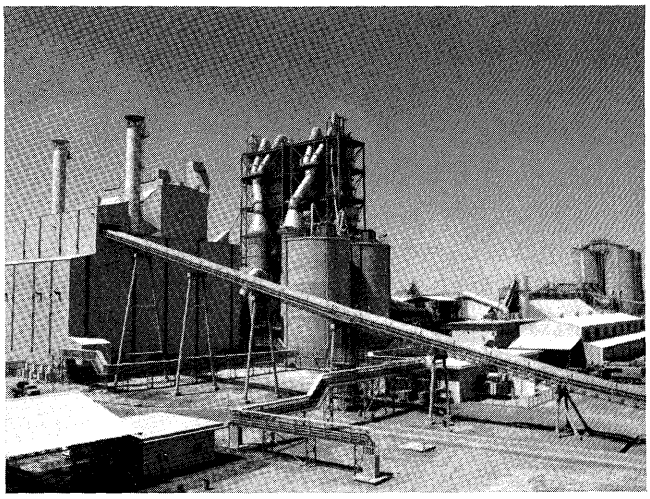
高調波フィルタ：基本波容量換算一式 175kVA

図25　高調波対策形重量物クレーン

## ⑤ ヨルダン(ラシャディヤ)向けセメントプラント

(株)神戸製鋼所経由ヨルダンに年産100万t×2系列のセメントプラント用電気・計装設備を一括納入した。既にプラントの現地人トレーニングも完了し，営業運転に入っている。設備の特徴は，最終ユーザーがヨーロッパ技術に慣れていることから，富士電機が一括受注し，プロセス計装設備をシーメンス社に発注し，プラント全体の電気・計装設備及び工事設計を国際分業的に最適かつ経済的に取りまとめたことにある。ヨーロッパ技術の中心的存在であるシーメンス社技術者集団との，プラントエンジニアリング遂行の各段階における継続的でハードな技術検討を通じて，彼我の技術的・経済的メリット/デメリットを抽出し，選択決断する作業は，富士電機のセメントプラントエンジニアリング能力の補完充実に大いに貢献している。

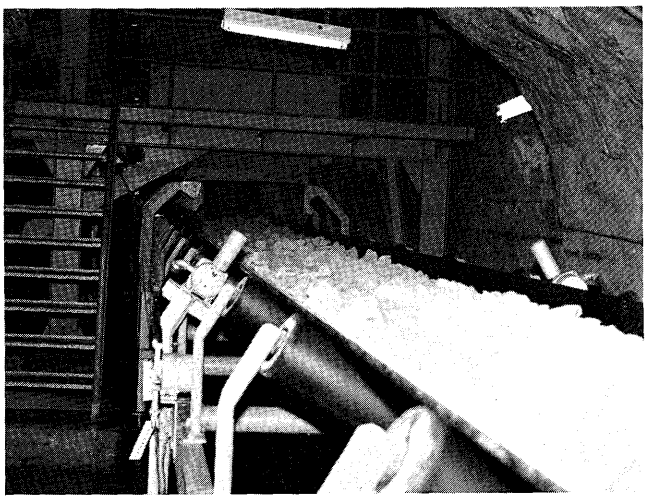
図26　中近東セメント工場の全景



## ⑥ 長距離コンベヤ電気品

秩父セメント(株)叶山鉱山向けに世界的な記録品である単機長14kmのコンベヤをはじめ，総延長23kmに及ぶ長距離コンベヤ設備の制御装置を納入した。コンベヤはマルチ駆動でスクープ制御付流体接手の使用，ヘッド・テール部の張力制御など駆動システムに新技術が適用されている。長距離コンベヤ固有の各駆動部間の制御信号，インタロックなどの信号授受は同時性を持たせ，確実に相互に伝送することが最も重要である。本設備では信号伝送距離，伝送速度，制御ケーブルの布設条件などを総合的に検討し，テレコン装置(SAS-30)と近年脚光を浴びている低損失，無誘導性，耐ノイズ性の高い特性値の光ファイバケーブルを適用し，プラントに適合したシステムにまとめあげた。本システムの完成は今後ますます長距離・高速化するコンベヤプラントの指標となるものである。

図27　コンベヤ外観

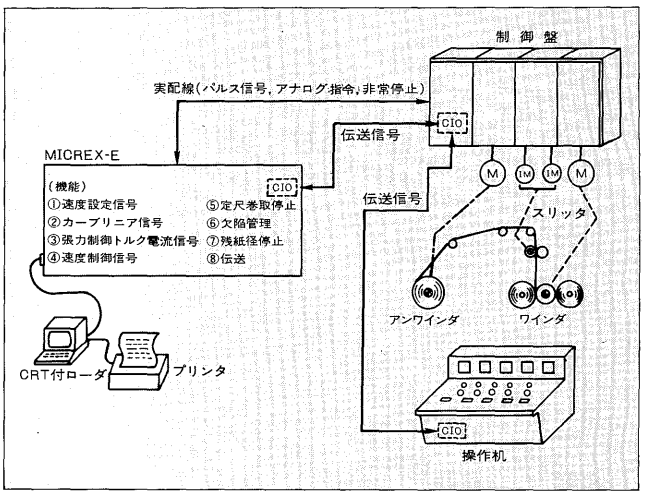


## 製紙・繊維・プラスチックス

### 1 抄紙機・リワインダの制御監視システム

十條製紙(株)向け抄紙機駆動用電気機器を完成させ，引き続き王子製紙(株)向けワインダ駆動用電気機器を製作中である。いずれもマイクロコントローラ MICREX-E を適用し，駆動制御に必要な主要機能をソフトウェアにて処理し，電動機制御盤の分担機能を従来より格段に簡素化している。その結果，調整作業も従来に比べて容易化することができた。抄紙機設備では，紙切れ発生時前後の各セクション間ドローのトレンドをプリントアウトし，紙切れ発生原因診断に役立てている。リワインダ設備では，紙の欠陥部にて自動減速・停止する機能，アンワインダの残紙径最小による自動停止機能を加え，更に操作机と電気室間を一対のケーブルにて配線接続可能な伝送システムを適用し，配線工事作業の合理化と信頼性の向上を図っている。

図 28　リワインダ設備 MICREX-E システム構成

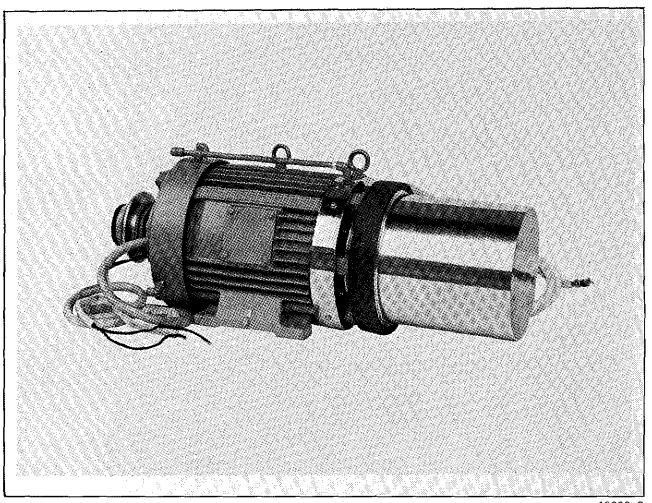



### 2 繊維工業向けライン駆動設備及び高速電動機

交流可変速駆動によるライン制御が今後ますます増加する傾向にあり，旭化成工業(株)及び他社向けにトルク制御可能なトランスベクトル制御付トランジスタインバータを多数納入し，順調に稼動している。ライン制御に要求される高い速度制御精度と高速応答性を実現するためにトランスベクトルの演算部にはマイクロプロセッサを採用しており，速度検出は多パルスピックアップ信号を直接ディジタル演算器に導いて速度演算している。

一方，富士電機は次世代の高速紡糸機用駆動技術を確立すべく，高速パーモシンモータ（永久磁石式同期電動機）の開発・改良を続けている。とりわけ大きなローラがパーモシンモータにオーバーハングされた状態においての高速回転時の振動解析などには，慎重な技術検討を行っている。

図 29　高速パーモシンモータ（永久磁石式同期電動機）

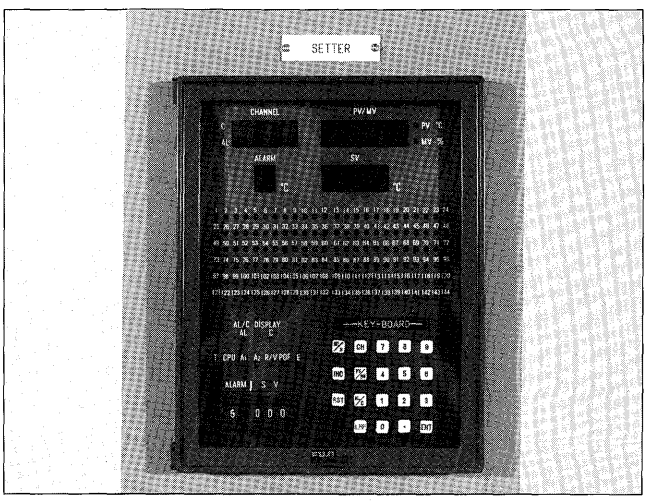


10090-2

### 3 合繊用多点温度制御装置

繊維工業では，高速化及び高精度化に対する技術要求が顕著であり，富士電機はこれらのニーズに対応するため種種の新製品の開発を手がけている。その中の一つである電機・計装を一体化した延伸設備用新多点温度制御装置は，既に東南アジア諸国に輸出し，そのフィールドテスト結果も良好であった。1 台の制御装置が制御すべきヒータは 200 点近くあり，高速かつ精度よく温度制御を行うことが要求されるため，中枢にマイクロプロセッサを配置し，調節動作，警報・指示動作及びシーケンス処理機能をすべて行わせるという特徴のある制御方式を採用している。また，駆動電動機は電流形インバータで駆動しており，本温度制御装置とも満足のゆく整合がとれた製品としている。

図 30　多点温度制御盤設定ボード



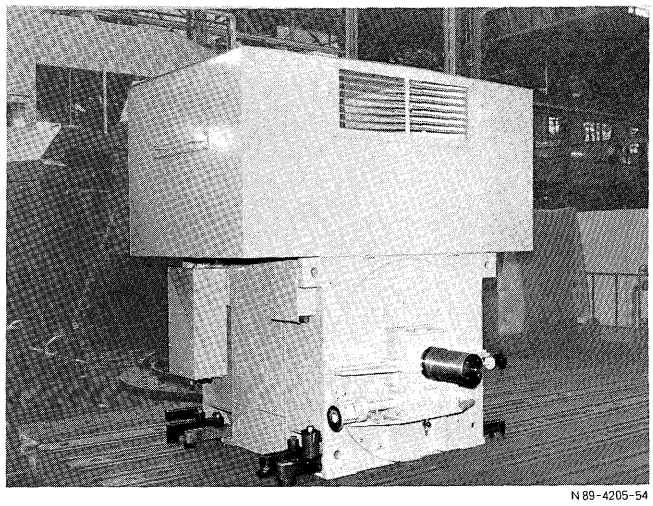
## 産業機械・風水力機械

### 1 新系列大容量誘導電動機の開発

小形・軽量・低価格で，かつ効率を中心とする高い特性を要求する市場ニーズにこたえるため，富士電機は過去の豊富なデータの積重ねの下に，最新の解析技術を駆使した合理的な設計と新材料・高特性材料を採用することにより，上記の要求にマッチした新しい二つの誘導電動機シリーズを開発した（R-85とR-6シリーズ）。

R-85シリーズの出力範囲は，4極かご形誘導電動機にて3,000kWから14,000kWまでであり，その他種々の電圧階級（3，6，11，13.8kV）や外国規格（IEC，BS，NEMAなど），あるいは保護構造（開放防滴，開放屋外，全閉内冷形など）に対し標準化されている。中容量範囲（3,000kW以下）のシリーズとしては，R-6シリーズを同様の思想で開発を完了した。両シリーズとも，既に製品として顧客へ納入されている。

図31　R-85シリーズ4,000kWかご形誘導電動機



N89-4205-54

### 2 ポンプ用大形立軸全閉外扇誘導電動機

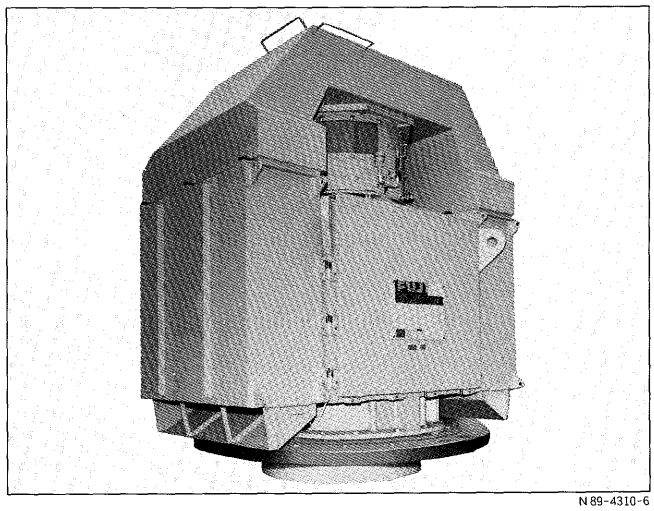
リビア・ミスラタ総合製鉄プラントに設置される循環水ポンプ駆動用として，合計27台（7台×1,450kW 12極，13台×1,050kW 12極，7台×600kW 6極）の大形立軸電動機を納入した。

これらの電動機は，

(1) 有限要素法を用い，ポンプ架台を含めたフレーム構造の振動モード解析による大幅な小形軽量化の実現。
(2) 空気－空気冷却器の集中配置。
(3) 遮音方式の改善による低騒音の実現。
(4) 冷却水が不要の自己冷却ミッチェル軸受の採用。
(5) 電動機の内部点検が可能な外被構造の採用。

などの特徴を有している。

図32　ポンプ用大形立軸全閉外扇誘導電動機



N89-4310-6

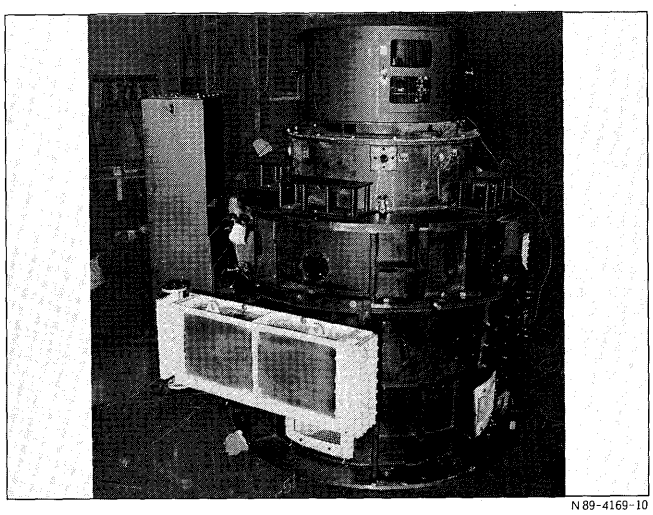
### 3 ポンプ用立軸同期電動機

アメリカ・アリゾナ州の全長500kmに及ぶかんがい設備のポンプ駆動用電動機として，サイリスタ励磁・全閉内冷・自己通風方式の立軸同期電動機（5,200HP 26極 4台，3,000HP 20極 2台，1,500HP 14極 4台）10台を納入した。

これらの電動機は低損失電磁気材料の採用や，風損・軸受損の低減対策を施して従来よりも高い効率を実現している。また，ポンプメーカーと共同でポンプの径方向推力と電磁力を考慮した軸系全体にわたる振動解析を行って，回転子軸径を選定したことや，据付期間の短縮を図るためフレームや軸受の構造に工夫を施したことに特徴がある。

今後ともこの分野には，高効率で系全体として低振動の同期電動機が求められよう。

図33　ポンプ用立軸同期電動機



N89-4169-10

## 産業機械・風水力機械

### 4 可変速駆動キャンドモータポンプ

キャンドモータポンプは，無漏えいを要求される設備，例えば化学プラントのプロセス用を中心として多く使用されている。今回製作したポンプは記録的大容量機である。

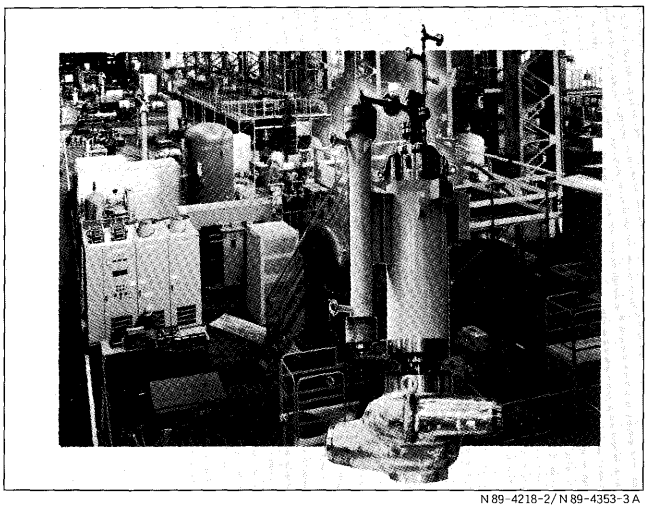
従来，流量調整はバルブ制御が普通であったが，軸動力損失及び騒音などの問題があり，流量調整を可変速駆動方式にする強い要望がある。

この度，この大容量キャンドモータポンプにVVVF電源を適用し，軸動力の低減と低騒音化を実現し好結果を得た。

キャンドモータポンプ：510/630kW，60/66Hz，6.6kV，4極，吐出量1,200m³/h，揚程110m

VVVFインバータ：電流形（FRENIC 2000），1,136kVA，12パルス，周波数制御範囲12～66Hz

図34　キャンドモータポンプ



N 89-4218-2/N 89-4353-3 A

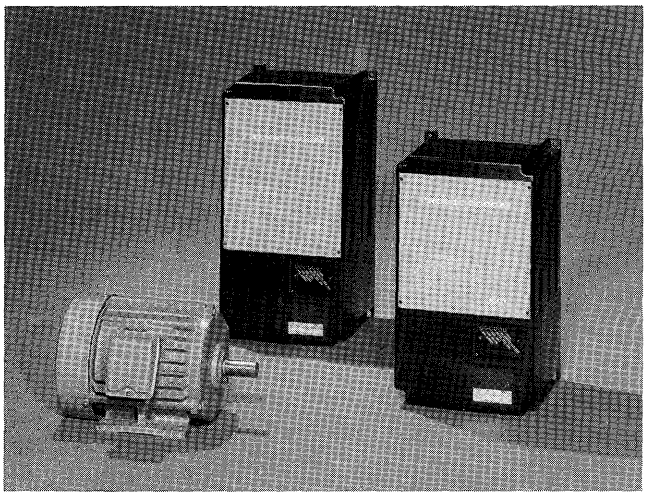
### 5 工作機械用ACスピンドルドライブシステム

需要が急増している小形工作機械主軸駆動用に「FRENIC 5000M」シリーズACスピンドルドライブシステムを完成した（5機種，1.5～7.5kW，1,500/4,500rpm）。

主回路部のモジュール化，16ビットマイクロプロセッサの採用により，小形軽量化，滑らかな低速運転，ショックレスの可逆運転，加減速時間の大幅な短縮が可能となった。また，スピンドルモータについても，主軸駆動に適するよう専用設計し，広範囲定出力特性（1：3），低騒音（70dB以下），低振動（V 5以下）を可能とした。

本シリーズの完成により，昭和58年に系列化した高性能ベクトル制御方式の「FRENIC 5000V 2/VH 2」シリーズと合わせて，あらゆる工作機械の主軸駆動に最適なACスピンドルドライブシステムの供給が可能となった。

図35　FRENIC 5000 Mシリーズ



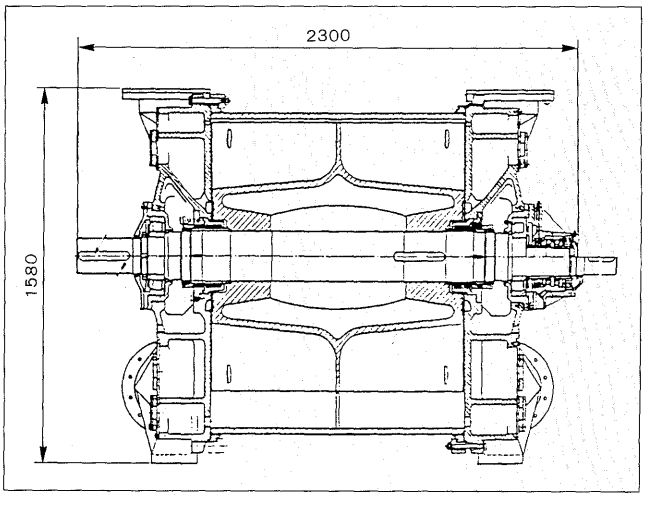
### 6 抄紙機用エルモポンプ

水封式真空ポンプとして，エルモポンプは電力用をはじめ一般工業用に種々の実績があるが，今回，これまで最大のエルモポンプを完成した。用途は抄紙機であり，従来と比べて次の特色を持つ。

まずポンプケーシング内が2分割されており，2個の吸込口は各々独立して異なる圧力の気体を吸引することができる。次に吸込口，吐出口は上下に2個ずつあり，配管の位置に応じてどちらでも選定できる。更にポンプの駆動側と反駆動側には点検窓を有し，点検窓を通してポンプ内部が点検できるのも他社にない特色である。

これらの特長は，抄紙機用真空ポンプとして好適であり，今後この方面への需要が期待できる。今回納入のエルモポンプは，2BB 867形 190kW 4台である。

図36　エルモポンプ断面図



## ビル・施設

### 1 ファナック(株)富士地区向け建築附帯設備

ファナック(株)富士地区向けに，第4期工事分として工場棟2棟，厚生棟8棟から成る合計延べ床面積25,000坪の大規模，広範囲にわたる施設の電気設備，給排水衛生設備を一括受注し，6か月間で完工させた。主要機器は，下記のとおりであり，これらはいずれも省エネルギー，省力，省スペースを図った機器・システムである。

・66kV 受電，5 MVA 2バンクの C-GIS
・受配電，動力，空調などを総括管理する中央監視システム
・真空管コレクタ（400モジュール）による社宅3棟，体育館のソーラー給湯システム
・受配電用のモールド変圧器
・屋外照明の直列点灯
・給水ポンプ制御用の VVVF インバータ

図37　ファナック(株)富士地区施設鳥かん

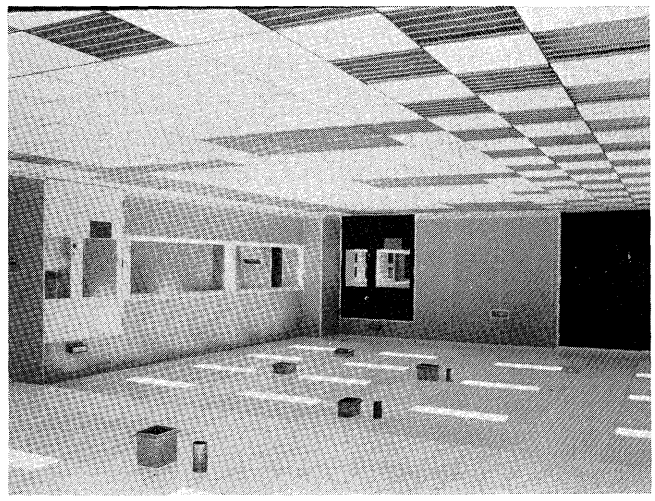
### 2 クリーンルーム

半導体，精密加工，新素材バイオインダストリーなどの先端技術分野では，良質な環境空間としてクリーンルームは必要不可欠なものであり，その重要度はますます高くなってきている。

クリーンルームの最近の傾向としては，超微細加工が行われる半導体工場のように超高清浄度（0.1$\mu$m，クラス10以下）が要求される一方で，それほど高い清浄度は要求されない分野（例えば精密電動機組立）への適用例が増大していることが挙げられる。昭和59年は日本フィルコン(株)，某社研究所などから電気，空調，給排水衛生設備とともに一括受注し，納入したが，現地工事を極力簡略化するために，クリーンユニットを多用したシステムとした。

また，クリーンルームに適した無じん自動搬送システムを開発し某所に納入した。

図38　クリーンルーム



### 3 クリーンルーム関連機器

クリーンルーム内に設置される機器として，クリーンベンチ，クリーンブース，エアシャワー，パスボックスなどの従来機種に加え，下記のような精密温度調整機器を多数納入した。

(1)　サーマルクリーンブース・キューブ

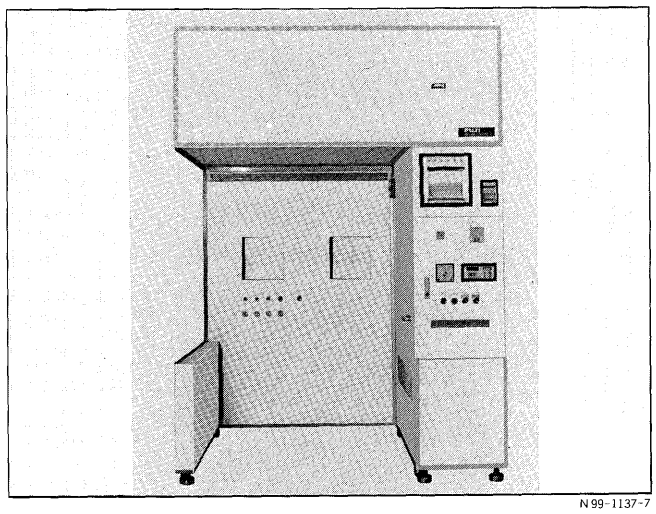
超 LSI 製造における露光工程のように1$\mu$m前後の寸法精度が要求される加工工程では，高清浄度とともに恒温・恒湿の雰囲気が要求される。

仕様例　温度変動幅：±0.1℃ 以内
　　湿度変動幅：± 2 % RH 以内

(2)　恒温水装置

純水，ガスなどの温度を一定に保つための熱交換装置であり，本装置における水の温度変動幅を ±0.1℃ 以内に保つことが可能である。

図39　サーマルクリーンブース



N 99-1137-7

＊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。