

圧延機制御装置標準化シリーズ

Standard Series of Leonard Cubicle for Mills and Processing Lines

Hitachi Thyristor Leonard Cubicle series has been completed for use with hot mills, 4-high mills, Sendzimir mills, processing lines and auxiliary machines.

Featuring high controlling performance and reliability, this series offers high degree of labor-saving in such processes as operation checking, fail-mode indicator process, maintenance, and supervision. The series comprises the following:

- (1) Control system for 2H/4H cold mills and Sendzimir mills.
- (2) Control system for hot mills.
- (3) "HILECTOL-L" - Leonard control system for processing lines.
- (4) "HILECTOL" - Leonard control system for general auxiliary machines.

木暮宏政* *Hiromasa Kogure*
小山 紘* *Hiroshi Koyama*
小池敏行* *Toshiyuki Koike*
清水五雄* *Itsuo Simizu*
立川 真* *Makoto Tachikawa*

1 緒 言

現在、制御盤の近代化は、大略次に述べる三つの方向で進んでいると言えるであろう。

- (1) 駆動部制御装置の一体化及び標準化
- (2) 連動運転指令の集積回路(以下 IC と略す)化(マイクロコントローラ化を含めて)及び電子計算機とのリンケージの容易性
- (3) メインテナンスフリー化

標準化の観点からみると、IC 化サイリスタ レオナード装置を"HILECTOL"シリーズとして開発し、主として補機用として納入を始めてから3年余りとなる。

この間、

- (1) 2H/4H コールドミル、センジマーミル用制御装置
- (2) ホットミル主機用制御装置
- (3) "HILECTOL-L"……極めてオプションが豊富で、拡張性に富んだプロセッシングライン用レオナード制御装置
- (4) "HILECTOL"……一般補機用レオナード制御装置をシリーズ化している。

信頼性向上、保守性向上、外部配線の減少、据付面積の減少、現地調整期間の短縮などで実効が大きい。

ここでは、それぞれのシリーズについてその概要を述べる。

2 コールドミル制御盤

ここでは2H/4H コールドミル、センジマーミル、及びフォイルミルなどに適用するものについて述べる。

2.1 特 長

- (1) システムの集中化

従来、IC 盤、リレー盤、界磁サイリスタ盤、監視盤、運転操作盤及び主回路盤から構成されていたが今回主回路盤を別として図1に示すように一体化を図った。これにより集中監視、集中操作、集中保守が可能であり、保守監視の省力化ができる。

この結果、盤間配線、据付面積は表1に示すように減少した。

- (2) 集中監視

運転状態の監視用として、電動機の電圧、電流、速度、界磁電流を前面パネルに設けてある。一般故障表示、IC チェ

表1 レオナード盤の構成比較 据付面積及び盤間配線が従来盤と比べて大幅に減少した。

Table 1 Compositional Comparison of Leonard Cubicle

区 分	従 来 盤	新レオナード盤
項 目		
据 付 面 積	100	75
盤 間 配 線	"	70

注：4H コールドミル比較

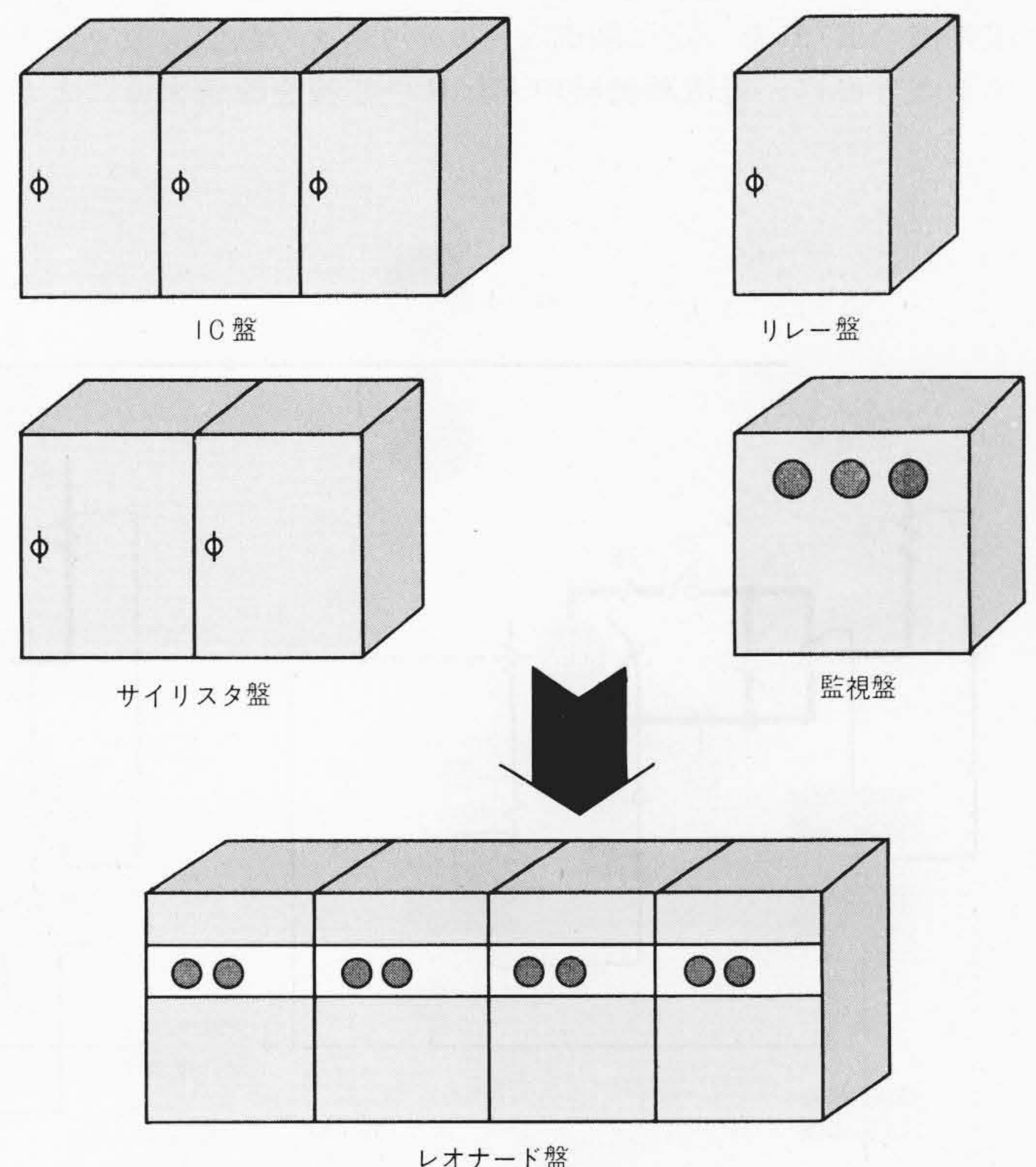


図1 レオナード盤の構成 従来の4種の盤が一体化され、保守・監視の省力化が図られている。

Fig. 1 Composition of Leonard Cubicle

* 日立製作所大みか工場

ック、自動パルス移相器(A P P S)パルス チェックなどもこの盤に集められており、シミュレータの接続用専用端子を設けてある。

(3) 集中操作

界磁サイリスタ電源、直流操作電源、I C電源など各種電源の入・切、サイリスタ ファン及び高速度しゃ断器の遠方操作を集中的に行なえるのでワンマン操作が容易である。

2.2 基本回路及び仕様

ロール及びリールについて基本回路は図2に、また標準仕様は表2に示すとおりである。

2.3 盤の構成

基本的には次の4面から構成されている。

- (1) 共通盤……電源回路、連動運転回路を収納
- (2) 右リール盤……電源制御(A C R)回路、界磁サイリスタを収納
- (3) 主ロール盤……速度制御(A S R)回路、界磁サイリスタを収納
- (4) 左リール盤……A C R回路、界磁サイリスタを収納

図3は、コールド ミル制御盤の外観を示すものである。

3 ホット ミル制御盤

3.1 特 長

コールド ミル制御盤と同様に、システムの集中化、集中監視及び集中操作を考慮してあるほかに次の特長を有する。

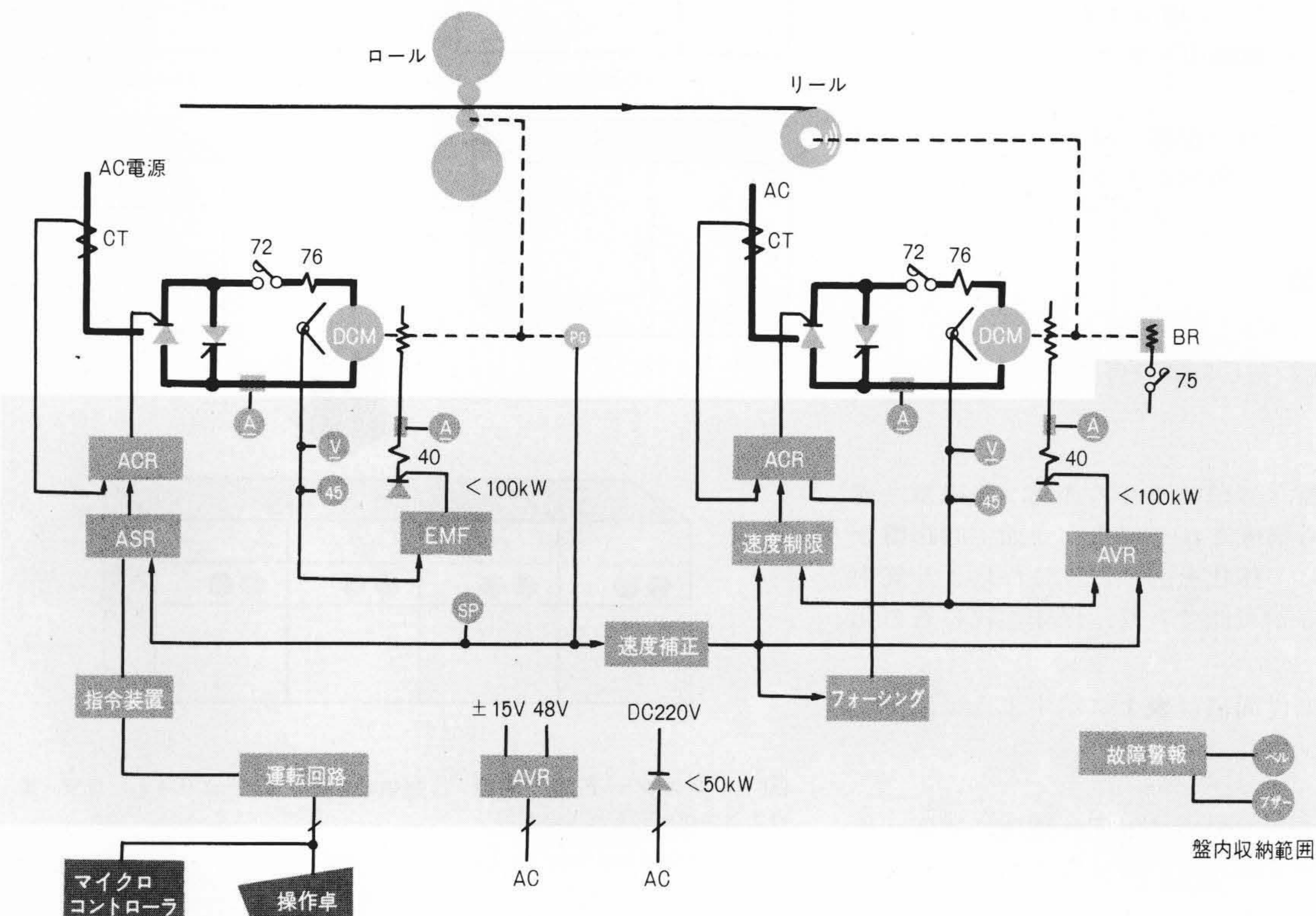
(1) 制御性能の向上

A S R回路は、従来のA C R回路+A S R回路+誘起電圧(E M F)制御回路に、今回電流レート制御回路(A C R R)をマイナ ループに追加したものである。A C R Rにより、直流電動機の di/dt を一定に制御し、サイリスタの転流失敗を防止するとともに、電流断続時のA C Rの応答を改善することが

表2 コールド ミル制御盤仕様 主サイリスタは別盤に収納される。

Table 2 Specification of Leonard Cubicle for Cold Mill

内容	主サイリスタ接続	逆並列接続	単基接続
主電源	電源電圧	主サイリスタ: AC230V, 450V, 780V, $\pm 10\%$ 界磁サイリスタ: AC500~200V $\pm 10\%$	
	相数, 周波数	三相, 50/60Hz ± 2 Hz, 但し, 界磁サイリスタは, 15kW以下の場合は単相となる。	
	相関アンバランス	相電圧1/2Hz当たり2%以下	
	高調波	5%以下	
補助電源	A P P S 電源	AC200/220V $\pm 10\%$, 50/60Hz ± 2 Hz (相数は主電源に同じ)	
	操作電源	DC110Vバッテリー電源(HSCB故障回路用) $\pm 10\%$ DC220V(DC CTT用) $\pm 10\%$ AC200/220V 50/60Hz(操作電源用) $\pm 10\%$ AC18V(ランプ用) $\pm 10\%$ (注: DC48V, DC ± 15 Vは盤内AVR)	
変換回路	整流方式	三相全波制御全波整流(界磁サイリスタ15kW以下の場合は単相となる)	
	正逆切換方式	無循環電流方式	—
制御回路	制御方式	ASR制御(主ロール)+ACR制御(リール)	
	正逆切換方式	電流切換ロジック+バイアス待期	
	設定範囲	定格値の5%~100%	
	精度速度変動 インパクト量 正逆切換時間 加減速時間		
	標準付属機能	指令装置	
	保護	HSCB, FFB, ヒューズ	
	バイアス待期	EMF待期+固定バイアス	—
負荷	直流電動機	圧延機主機用電動機(JEM) 主回路電圧	



注: 記号など説明

- AC=AC電源
- CT=電流変成器
- ACR=自動電流制御
- ASR=自動速度制御
- 72=直流電磁接触器
- 76=過電流継電器
- DCM=直流電動機
- A=電流計
- V=電圧計
- 45=過電圧継電器
- SP=速度計
- EMF=誘起電圧
- AVR=自動電圧制御
- BR=ブレーキ
- 75=直流電磁接触器

図2 コールド ミル制御盤の基本回路
レオナード盤の制御方式と盤内収納範囲を示す。

Fig. 2 Schematic Diagram of Leonard Cubicle for Cold Mill

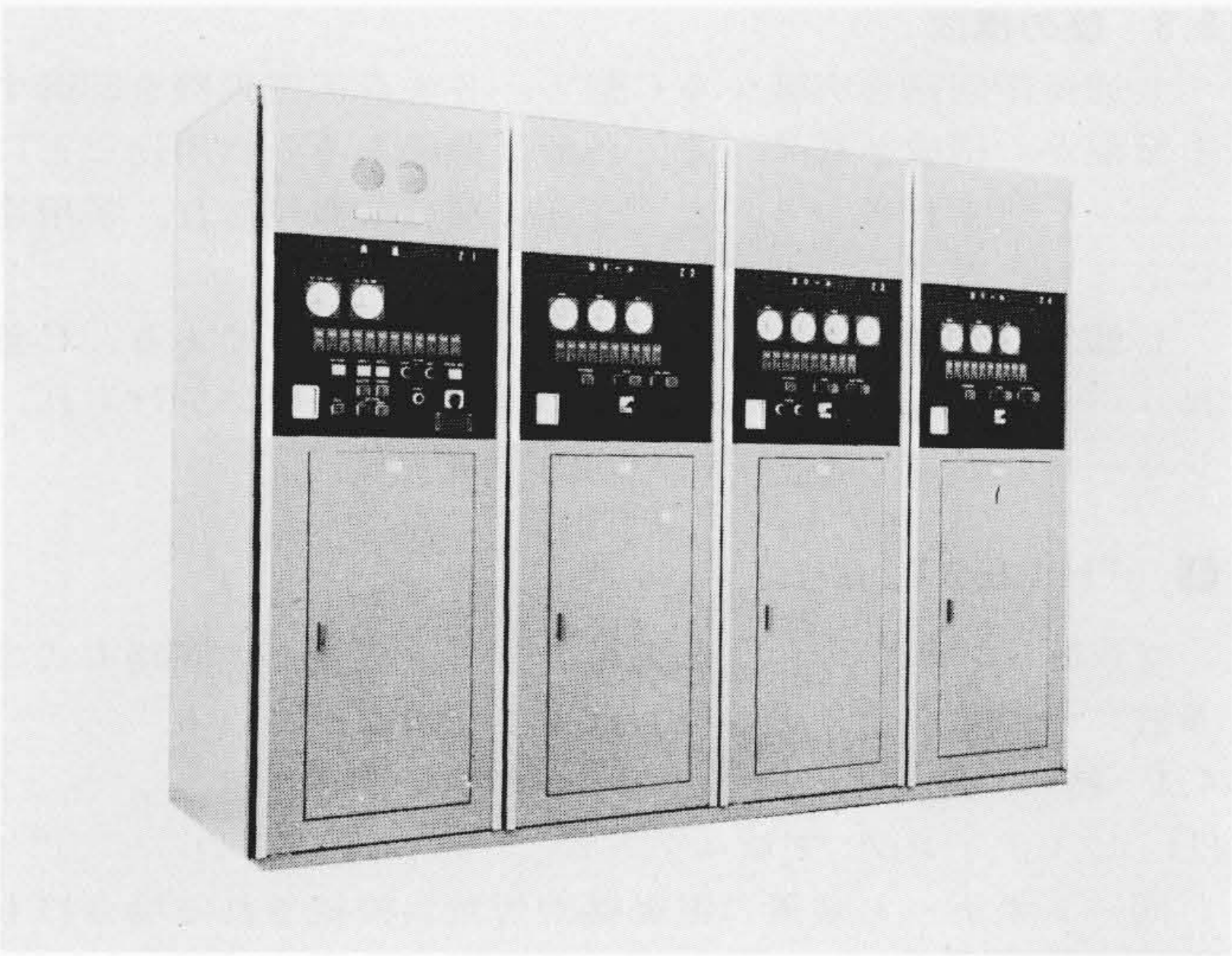


図3 コールドミル制御盤 共通制御、左リール、主ロール及び右リール各1面、計4面で構成されている。

Fig. 3 Leonard Cubicle for Cold Mill

できる。そのブロック図は図4に示すとおりである。
また逆並列の切換は、ツェナーダイオード方式の断続点検出を行なうことにより、無調整で確実に逆並列の切換えを行なうようにした。

(2) 保守性の向上

重故障表示は、ファーストフォールトインジケータにより故障原因がよりの確に判断できるようになった。
盤外から有電圧で送られてくる信号線は、感電予防のため、端子ブロックを別にするとともに色分けもして識別を容易にしている。また、シミュレータ接続用専用端子を設けてある。

3.2 基本回路及び仕様

ホットミル制御盤の基本回路は図5に、標準仕様は表3に示すとおりである。

表3 ホットミル制御盤仕様 主サイリスタは別盤に収納される。
Table 3 Specification of Leonard Cubicle for Hot Mill

主サイリスタ接続		逆並列接続	単基接続
内容			
主電源	電源電圧	主サイリスタ：AC780V ± 10% 界磁サイリスタ：AC500～200V ± 10% (単相時は200/220V ± 10%)	
	相数、周波数	三相，50/60Hz ± 2 Hz 但し，界磁サイリスタは，15kW以下の場合は単相となる。	
	相間アンバランス	相電圧1/2Hz当たり2%以下	
	高調波	5%以下	
補助電源	A P P S 電源	AC200/220V ± 10%，50/60Hz ± 2 Hz (相数は主電源に同じ)	
	操作電源	DC110Vバッテリー電源(HSCB故障回路用) ± 10% DC220V(DC CTT用) ± 10% AC200/220V 50/60Hz(操作電源用) ± 10% AC18V(ランプ用) ± 10% (注：DC48V，DC ± 15Vは盤内AVR)	
変換回路	整流方式	三相全波制御全波整流(界磁サイリスタ15kW以下の場合は単相となる)	
	正逆切換方式	無循環電流方式	—
制御回路	制御方式	ASR制御(マイナACR+ACRR付)+EMF制御(マイナACR付)	
	正逆切換方式	電流切換ロジック+バイアス待期 CTTによる界磁切換	
	設定範囲	定格値の5～100%	
	標準付属機能	指令装置による運転 空転(正転) 定速運転 (正逆転ノッチ) 寸動運転 アナログ連動運転 (正逆転)	指令装置による運転 (正転) 寸動運転(正逆転) 界磁切換 アナログ連動運転 (正転)
	保護	1サイクルゲートシャ断EPリレー	
	バイアス待期	EMF待期+固定バイアス	—
	構成	アナログ及びデジタル専用パッケージ(IC)	
	負荷	直流電動機	圧延機主機用電動機(JEM) 主回路電圧750

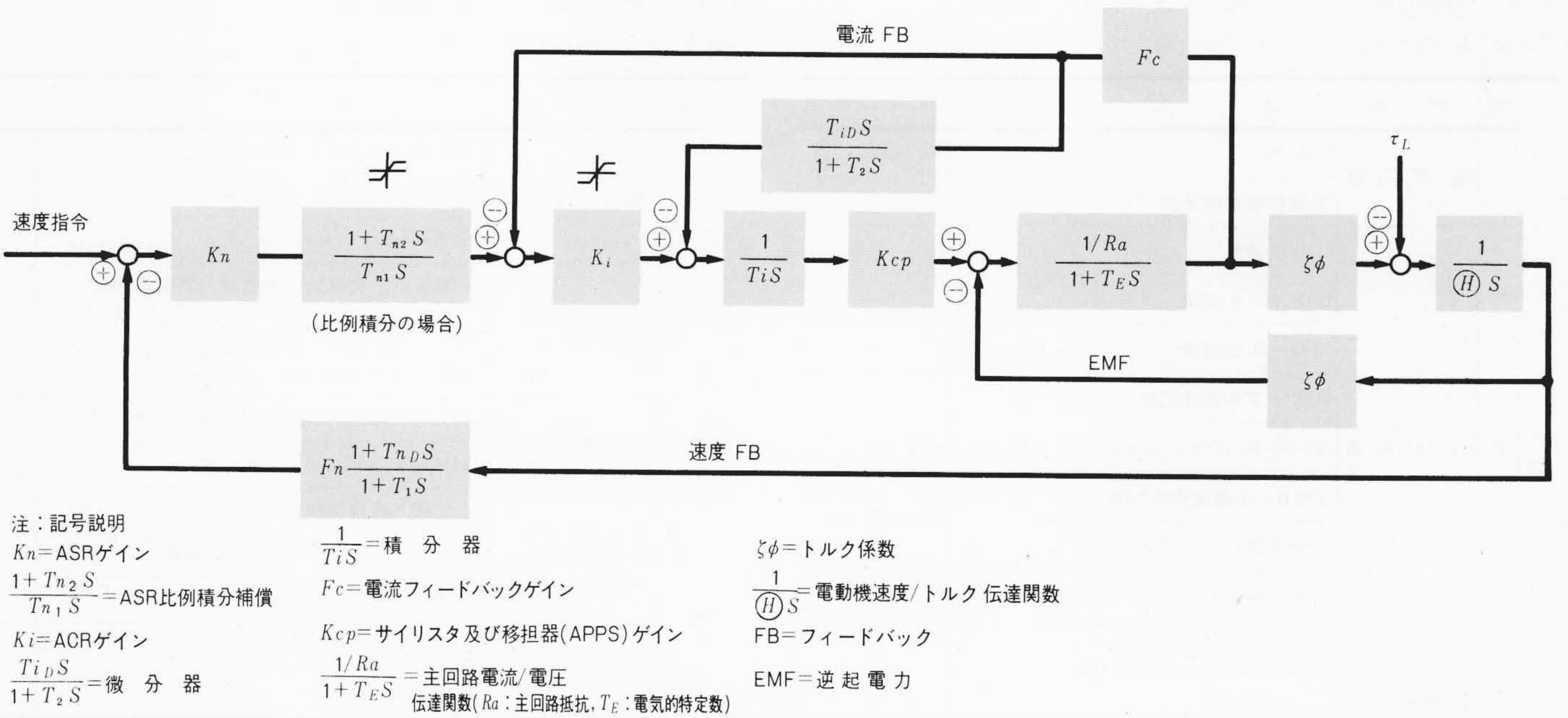
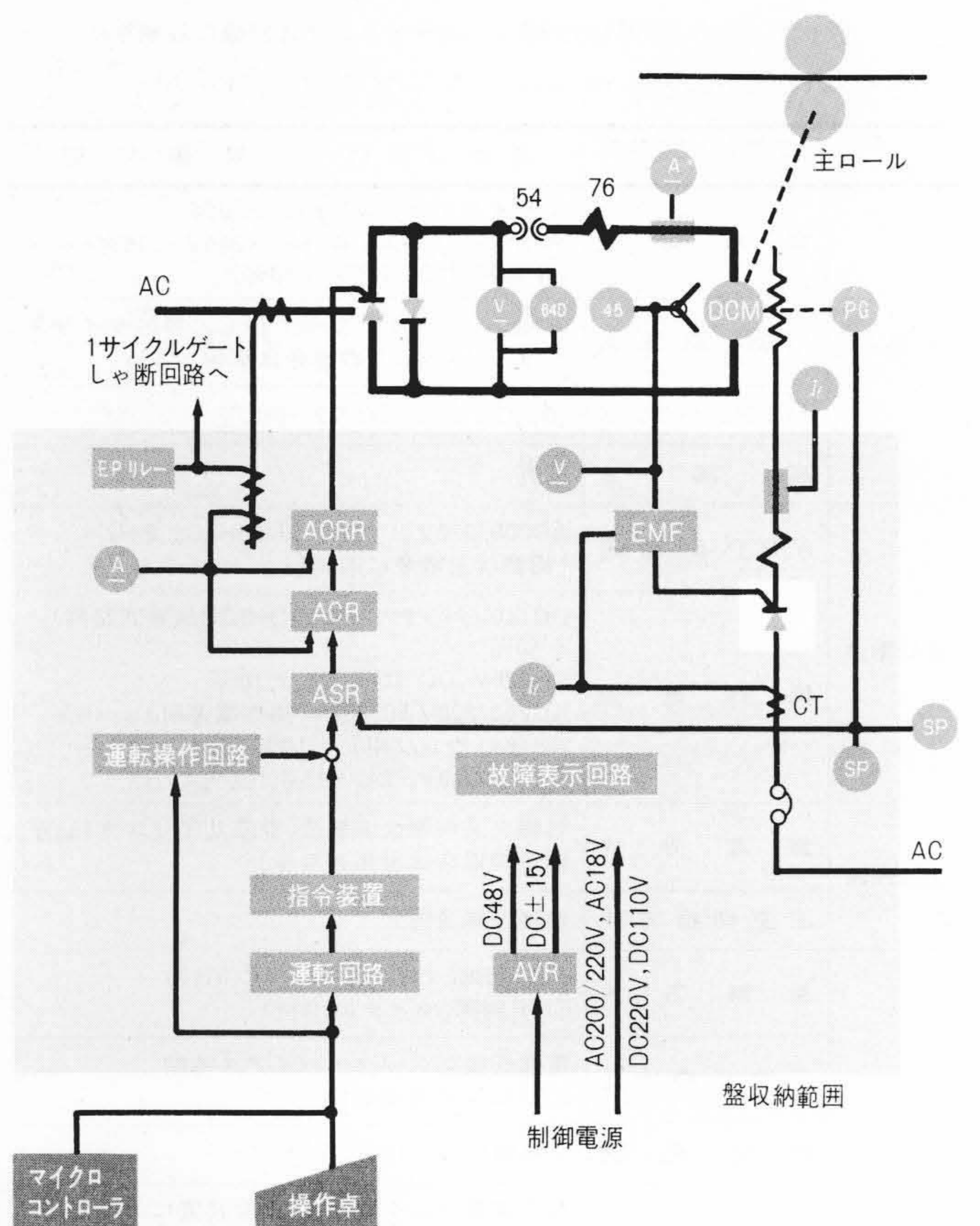


図4 ASRブロック図 マイナにACRR及びACRを持つASR制御系である。
Fig. 4 ASR Block Diagram



注：記号など説明
 I_f = 界磁電流計
 54 = 高速度しゃ断器
 76 = 過電流継電器
 45 = 過電圧継電器

図5 ホットミル制御盤の基本回路 ASR制御及びEMF制御を示した。
 Fig. 5 Schematic Diagram of Leonard Cubicle for Hot Mill

表4 C盤の構成 C盤は機能別に大きく三つに分けられる。
 Table 4 Component of C-Cubicle

No.	機能	詳細	リバンスミル	タンデムミル
C	1 電源回路	(1)AVR	○	○
		(2)操作電源開閉器	○	○
	2 指令装置	(1)指令装置	○	○
		(2)ドラフト補償	△	—
		(3)ロール径補償	△	—
		(4)テーブル減速回路	△	—
		(5)ロードバランス回路	△	—
		(6)Vロール速度指令回路	△	—
		(7)加減速レート切換	—	○
		(8)最大電流制御回路	—	△
		(9)ダミースタンド切換	—	△
3	共通操作回路	—	○	○

注：○印 ベーシック
 △印 オプション

3.3 盤の構成

共通操作回路を実装するC盤と、各の直流電動機を制御するM盤から構成されている。各盤は機能あるいは用途ごとにユニット化されており、オプション部分が設けられ、多用途に応じられるようにしてある。

C盤、M盤の各機能は表4、5に示すとおりである。C盤はリバンスミル用とタンデムミル用の2種類に分けられ、シリーズ化している。

4 “HILECTOL-L”

プロセッシングライン設備用として、容量、主回路方式の多岐にわたる変化に応じ得られるようになっている。

4.1 特長

(1) ビルディングブロック方式

同一レオナード装置に電動機が複数台接続される場合にもユニットの組合せで構成でき、界磁制御、マグネットブレーキ回路及び発電制動回路を簡単に追加することができる。

(2) 制御性能の向上

3.1の(1)で述べたACRRをマイナーループに有している。また逆並列切換はツェナダイオード方式である。

(3) 保守性の向上

メータユニット部にあるテスト用ロータリスイッチにより、アナログ部のループチェックができる。

簡易形のファーストフォールトインジケータを設けてあるので故障原因の判別が容易である。

制御回路の調整部分が極めて少ないのでパッケージの互換性が広く、従って平均故障時間(MDT)が短縮される。

4.2 基本回路及び仕様

“HILECTOL-L”の基本回路は図6に、標準仕様は表6に示すとおりである。

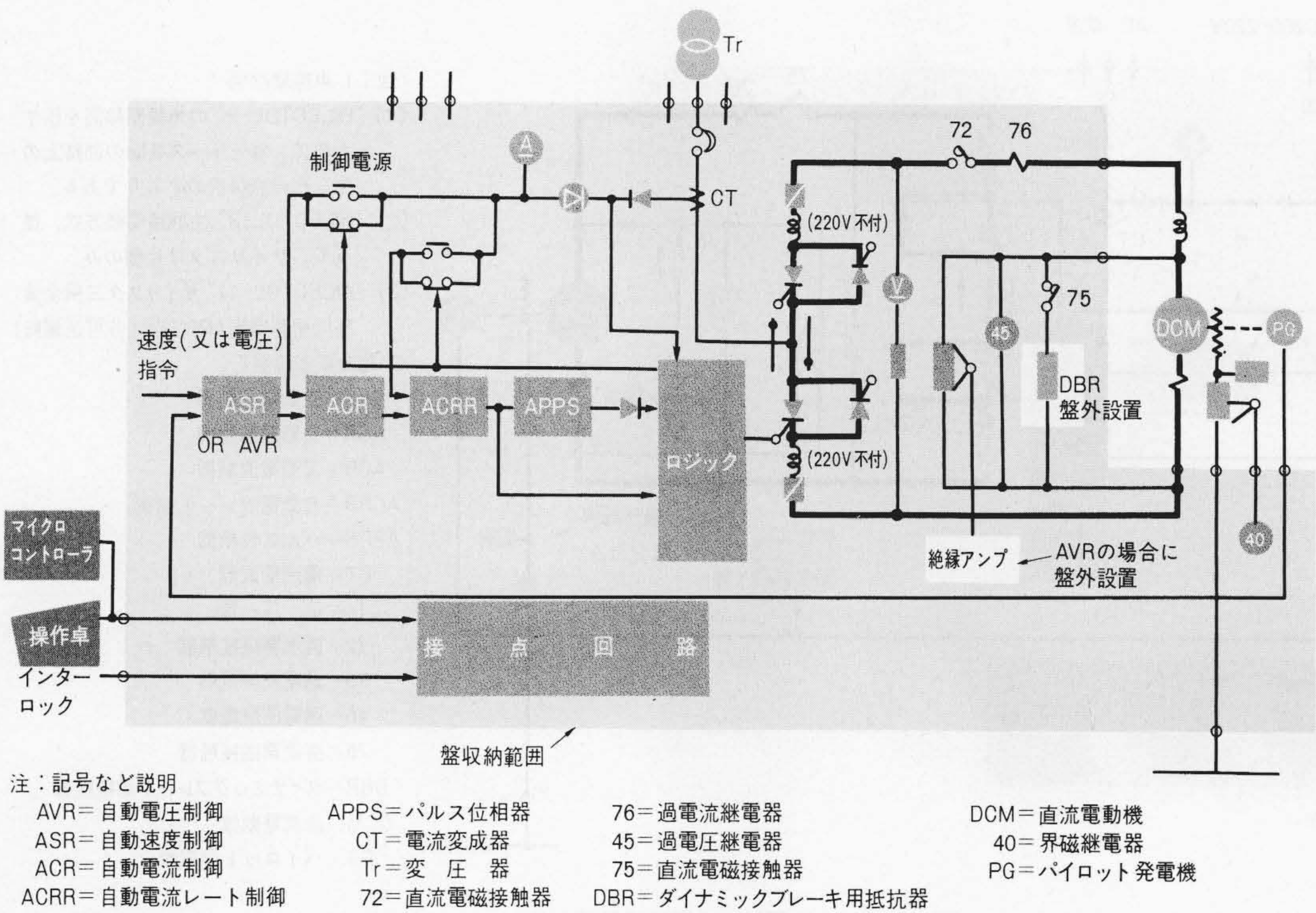
4.3 盤の構成

図7は、キュービクルタイプの外観を、表7はユニットの種類を示すものである。

表5 M盤の構成 M盤は機能別に大きく五つに分けられる。
 Table 5 Component of M-Cubicle

No.	機能	詳細
M	1 速度制御回路	(1)ASR+ACR+ACRR+EMF ○
		(2)過電圧制御リミッタ回路 ○
		(3)テーパコントロール ○
	2 メータリング回路	(1)電圧計、電流計、速度計、界磁電流計 ○
		(2)アナログ回路チェック用メータ ○
		(3)アナログシミュレータ端子 ○
	3 故障表示回路	(1)ファーストフォールトインジケータ ○
		(2)ターゲット式インジケータ ○
	4 エレクトロニックプロテクション回路	(1)欠相、過負荷検出回路 ○
		(2)1サイクルゲートしゃ断回路 ○
		(3)接地検出回路 △
盤	5 操作回路	(1)主回路しゃ断器操作回路 ○
		(2)運転操作回路 ○

注：○印 ベーシック
 △印 オプション



注：記号など説明
AVR=自動電圧制御 APPS=パルス位相器 76=過電流継電器 DCM=直流電動機
ASR=自動速度制御 CT=電流変成器 45=過電圧継電器 40=界磁継電器
ACR=自動電流制御 Tr=変圧器 75=直流電磁接触器 PG=パイロット発電機
ACRR=自動電流レート制御 72=直流電磁接触器 DBR=ダイナミックブレーキ用抵抗器

図6 “HILECTOL-L”の基本回路 マイナにACRR及びACRを持つASR系であり、駆動部サイリスタ回路、主回路接触器など一式を収納している。

Fig. 6 Schematic Diagram of “HILECTOL-L”

表6 “HILECTOL-L”仕様 制御回路は専用パッケージにまとめられている。

Table 6 Specifications of HILECTOL-L

内 容		“HILECTOL-2L”	“HILECTOL-IIL”
電 源	電 源 電 圧	AC225V/450V ±10%	AC225V/450V ±10%
	電 源 周 波 数	50/60Hz ±2Hz	
	相 数	3	3
	相間アンバランス	相電圧1/2Hz当たり2%以下	相電圧1/2Hz当たり2%以下
	高 調 波	5%以下	
変換回路	整 流 方 式	三相全波整流制御方式	三相全波整流制御方式
	接 続 方 式	逆 並 列	単 基
	正・逆・切 換 方 式	無接点パルス切換	な し
	出 力 電 圧	DC220V/440V	DC220V/440V
	過 負 荷	100%連続 150% 1min	
	ヒューズ/アノードL	あり/あり(但し、230V回路なし)	あり/あり(但し、230V回路なし)
	制 御 方 式	速度制御(又は電圧制御)+電流制御+電流レート制御	
制御回路	正・逆・切 換 方 式	制御入力信号に及び電流による正逆切換	
	設 定 範 囲	定格値の5%~100%	
	精 度	速度制御	定格値の0.5%
		電圧制御	“
	標 準 付 属 機 能	アナログ信号運転、寸動回路、ドループング回路	
	保 護 回 路	γmin制御	
	構 成	アナログ及びデジタル専用パッケージ(IC)	
	バ イ ア ス 待 期	γmin制御	
	異 常 時 の 制 御	ゲート サプレッション	
負 荷	電動機端子電圧	DC220V/440V	DC220V/440V
	電 動 機 容 量	3.7~205kW(at220V)	3.7~205kW(at220V)

5 “HILECTOL”(1)(2)

最も納入台数の多いシリーズであり、主として圧延補機用として開発されている。保守性の向上のためにモデルチェン

表7 ユニットの種類 アナログ部は6種のユニット、直流接触器は4種のユニットから構成される。

Table 7 Component Unit

盤 名 称	構 成 ユ ニ ッ ト	
	内部	表面
アナログ制御盤	アナログ(IC)ユニット	
	サイリスタユニット	
	AC主回路構成部	
	TFユニット	
	サージアブソーバユニット	
	抵抗ユニット	
直流接触器盤	冷却ファンユニット	
	Aユニット	
	Bユニット	
	Fユニット	
	Eユニット	

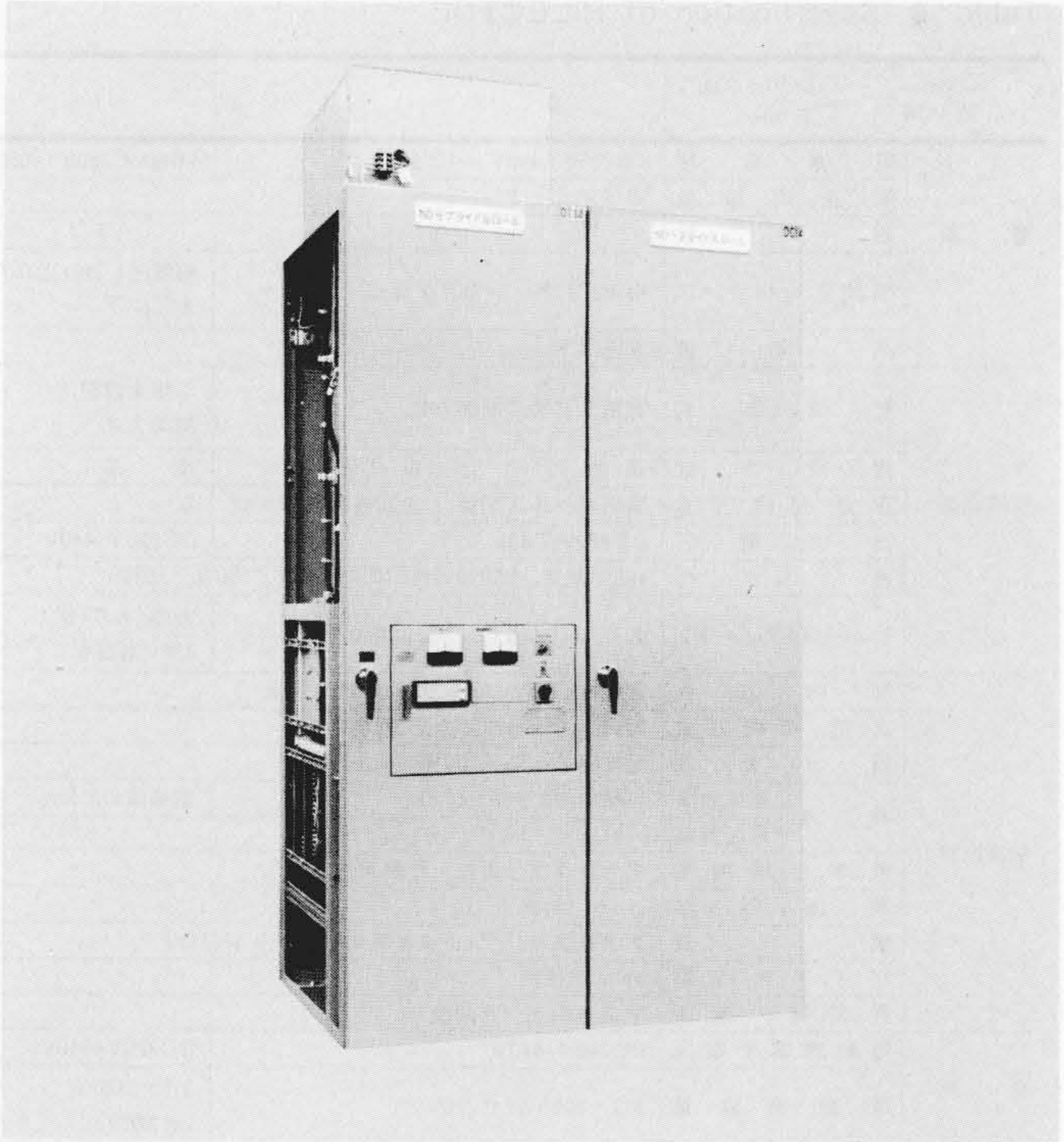
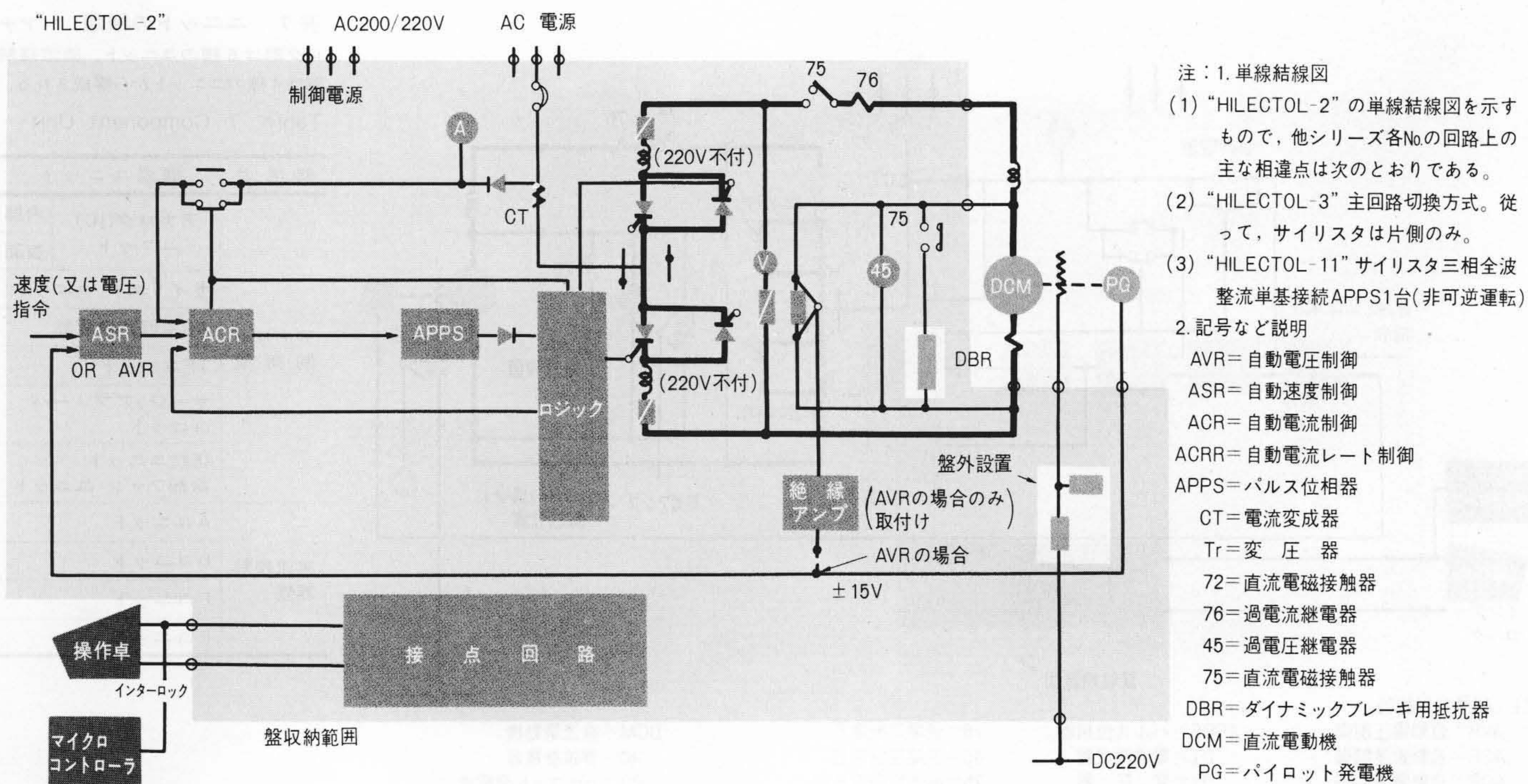


図7 “HILECTOL-L”(キュービクルタイプ) ドアの小窓部分が制御、調整部である。

Fig. 7 “HILECTOL-L” Cubicles

ジを行なわれている。昭和46年「日立評論」53巻11号で既に紹介済みなので本稿での詳細説明は省略する。

その基本回路は図8に、標準仕様は表8に、また外観は図9に示すとおりである。



注：1. 単線結線図
(1) “HILECTOL-2”の単線結線図を示すもので、他シリーズ各Noの回路上の主な相違点は次のとおりである。
(2) “HILECTOL-3”主回路切換方式。従って、サイリスタは片側のみ。
(3) “HILECTOL-11”サイリスタ三相全波整流単基接続APPS1台(非可逆運転)
2. 記号など説明
AVR=自動電圧制御
ASR=自動速度制御
ACR=自動電流制御
ACRR=自動電流レート制御
APPS=パルス位相器
CT=電流変成器
Tr=変圧器
72=直流電磁接触器
76=過電流継電器
45=過電圧継電器
75=直流電磁接触器
DBR=ダイナミックブレーキ用抵抗器
DCM=直流電動機
PG=パイロット発電機

図8 HILECTOLの基本回路 ASR, AVRいずれも可能である駆動部サイリスタ回路, 主回路接触器など一式を収納している。

Fig. 8 Schematic Diagram of HILECTOL

表8 “HILECTOL”仕様 制御回路は、専用パッケージにまとめられている。

Table 8 Specification of HILECTOL

シリーズNo.		2	3	11
電 源	電 源 電 圧	AC225V / 450V ± 10%		AC225V / 450V ± 10%
	電 源 周 波 数	50 / 60Hz ± 2 Hz		
	相 数	3		3
	相 間 アン バ ラ ンス	相電圧1/2Hz当たり2%以下		相電圧1/2Hz当たり2%以下
	高 調 波	5%以下		
変換回路	整 流 方 式	三相全波整流制御方式		三相全波整流制御方式
	接 続 方 式	逆並列	単基	単基
	正 逆 切 換 方 式	無接点パルス切換	主回路接触器切換	なし
	出 力 電 圧	DC220V / 440V		DC220V / 440V
	過 負 荷	100%連続, 250%10秒/70.7%連続, 150% 10秒		
	ヒューズ/アノードL	あり/あり(但し, 230V回路なし)		あり/あり(但し, 230V回路なし)
制御回路	制 御 方 式	速度制御(又は電圧制御)+電流制御		
	正/逆, 切 換 方 式	制御入力信号による正逆切換		
	設 定 範 囲	定格値の5%~100%		
	精 度	速度制御 定格値の0.5%		定格値の0.5%
		電圧制御 "		
	標 準 付 属 機 能	アナログ信号運転, 寸動回路		
	保 護 回 路	γmin, 制御		
	構 成	アナログ及びデジタル専用パッケージ(IC)		
	バ イ ア ス 待 期	γmin, 待期		
負 荷	異 常 時 の 制 御	ソフトストップ回路		
	電 動 機 端 子 電 圧	DC220V / 440V		DC220V / 440V
	電 動 機 容 量	3.7~205kW (at 220V)		3.7~205kW (at 220V)

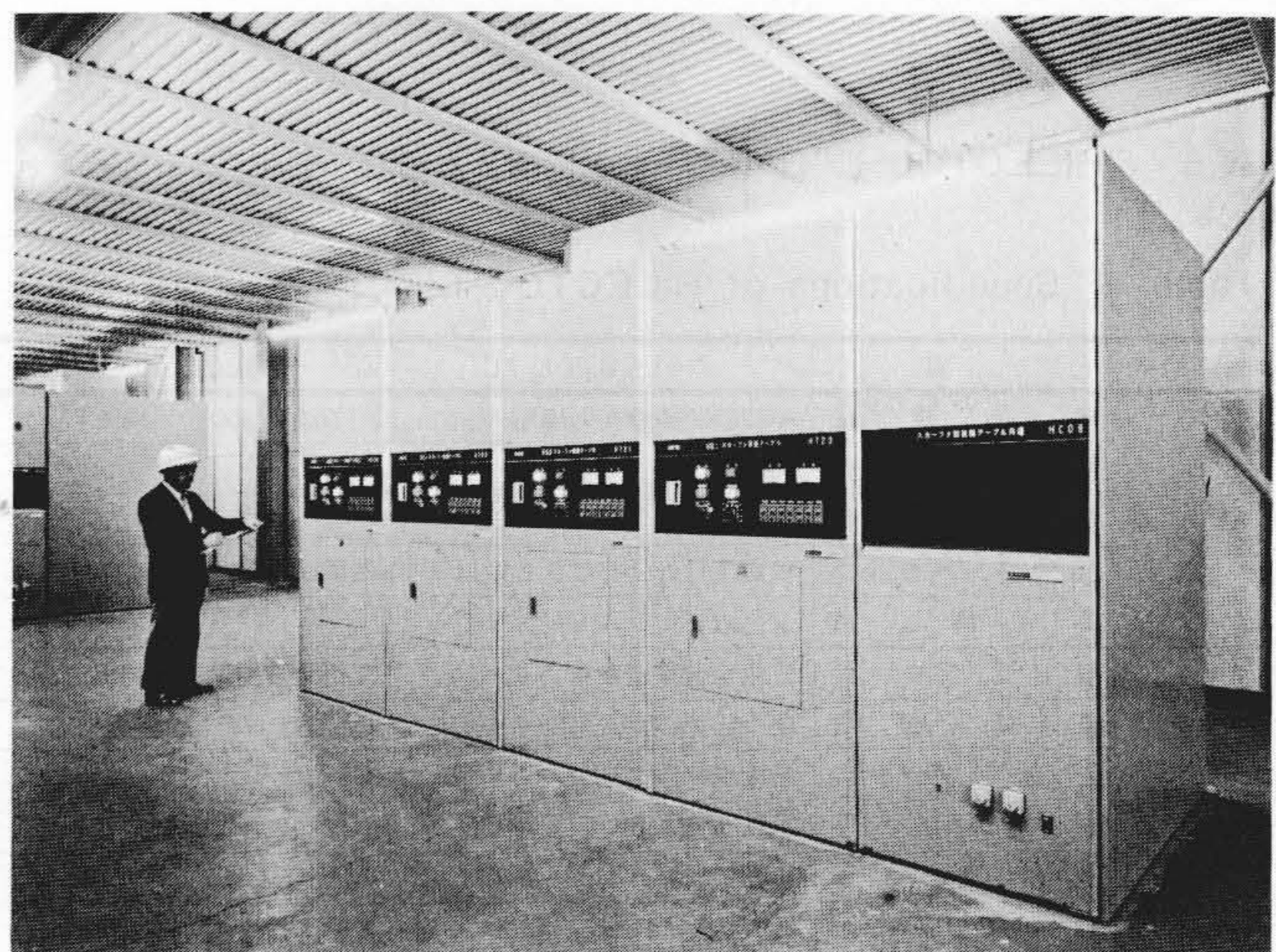


図9 “HILECTOL” スカーファールテーブルに用いた例である。

Fig. 9 HILECTOL Cubicle

- (1) 簡単な構成によるファースト フォールト インジケータ
 - (2) アナログ ループ チェック方式の改良
 - (3) 正逆切換ロジックの改良
- を含め、多くの改良がなされている。最近では、設備の規模が大きくなる一方、これに対する保守要員は減少の方向にあるため、この種の改良がますます必要になってくる。現地調整期間も短縮され、稼働率もほぼ満足できる状態にある。

6 結 言

圧延機用直流電動機のIC化サイリスタ・レオナード装置の標準化シリーズが一通りそろった。標準化開発試験による確認を十分に行なったことにより信頼性が高くなっている。保守性の向上に関連して特許出願中のもの3件、すなわち、

参考文献

- (1) 斉藤, 神山ほか「HILECTOL-シリーズサイリスタ・レオナード装置」日立評論 53, 1052 (昭46-11)
- (2) 平輪, 神山ほか「直流電動機のエレクトロニクス制御」日立評論 55, 647 (昭48-6)