

オンライン データ通信サービス用 CA20形網制御装置

CA20-Network Control Unit

Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation and Hitachi, Ltd. have jointly developed the CA-20 Network Control Unit as an originating and terminating control unit for use with its coin network which is necessary for conducting data communication.

This control unit has its main part built in 17 large scale circuit packages capable of carrying integrated circuits and miniature relays. Measuring 1,300 mm in height, 660 mm in width, and 450 mm in thickness, the unit is adjusted to the environmental conditions of 5~35°C temperatures and 45~85% humidity, and this makes the unit available for co-installation with small-sized computers. Also, by adopting the interface and control sequence conforming to the C.C.I.T.T. V24 and V25 recommendations it is differentiated from the electronic computers.

This control unit will be officially adopted by Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation for use on its coin network.

池川 茂* Shigeru Ikegawa
樋口寿宏* Toshihiro Higuchi
西村雅寛* Masahiro Nishimura
船越正憲** Masanori Funakoshi
岡部公一** Kôichi Okabe
鹿野春清** Shunsei Kano
小松礼文** Norifumi Komatsu

1 緒 言

近年、わが国においては電子計算機を利用したオンラインデータ通信サービスが盛んに行なわれているが、私設回線網を利用したものを除きすべて日本電信電話公社の特定通信回線を利用したものであり、長時間の利用には経済的ではあるが、短時間の利用には非常に不経済な欠点があり、多くの企業がオンラインデータ通信サービスを計画しながらも実現し得なかった原因がここにあった。

日本電信電話公社はこのような社会的諸条件に対処し、生活圏の拡大、経済効率化の促進、情報化社会の進展などを図ることを骨子とし、昭和47年11月に「公衆電気通信法施行規則」の一部を改正し、公衆回線の利用を認めるとともに網制御装置の供給体制を整備した。この供給体制は日本電信電話公社が中心となり、日立製作所、日本電気株式会社、沖電気工業株式会社、富士通株式会社の5社共同研究により昭和46年から進められてきた。日立製作所は多回線用網制御装置を担当し、昭和46年6月から検討に着手、同年12月に調46号C網制御装置を納入し、試用試験を行なったあと全電子化したCA20形網制御装置「D」を昭和48年2月に納入し、目下現場技術調査を実施中である。

2 電話回線用網制御装置の概要

電話回線用網制御装置は、データ端末装置などと組み合わせてデータ通信を行なう際に使用され、おおむね次の機能を持っている。表1は種類を、図1は接続系統を示すものである。

(1) 発信時

公衆通信回線を起動し、ダイヤル信号を送出することによって相手端末を呼び出し、その応答を確認し、通信路を閉結する。

(2) 着信時

公衆通信回線から送られてくる呼出信号を検出して応答し、通信路を閉結する。

(3) 通信終了時

公衆通信回線を解放する。

3 CA20形網制御装置「D」の設計条件

調46号C網制御装置の製造経験を生かし、装置の汎用化と経済化、さらに小形化と信頼度の適正化を目標に次の設計条件とした。

3.1 機種構成および接続対象回線

ダイヤルインパルス回線(以下、DP回線と略す)用と押しボタンダイヤル回線(以下、PB回線と略す)用の2機種に分け、さらに広範囲のトラヒック条件に対処できるように発着信トランクを用品化し、2回線単位の増設を可能にした。表2は機種構成と接続対象回線種別を示すものである。

3.2 機器構成

3.2.1 最大収容回線数

市販の通信制御装置(以下、CCEと略す)の収容回線数が8~120回線程度であり、その大部分は40回線以下に集中していること、今後設置されるシステムの設備回線数は20回線以下が多いと考えられること、ミニコンピュータなどの小形計算機と併設可能な大きさの筐(きょう)体に収容するには20回線程度が適当であることなどから最大収容回線数を20とした。

3.2.2 発着信トランクと自動呼出ユニットとの結合方法

すでに実施されている代表的なデータ通信システムの呼量は回線あたりおよそ次のとおりであり、発信呼量がかなり少なく回線対応に自動呼出ユニットを設けるのは特策ではないとの判断から発着信トランクと自動呼出ユニット間を完全群構成のコネクタで結合する方式とした。

(1) 着信呼量: 0.2~0.6erl

(2) 着信呼の平均保留時間: 14~23分

(3) 発信呼量: 0.04~0.06erl

(4) 発信呼の平均保留時間: 2~12分

* 日本電信電話公社

** 日立製作所戸塚工場

表 1 電話回線用網制御装置の種類 端末側に使用するものが4種類、センタ側に使用するものが1種類、端末、センタ側いずれにも使用できるものが1種類用意されている。

Table 1 Kind of Network Control Unit

区別		機種	簡 易 形	MM－1形	MM－2形	MA形	A A形	CA20形
外 観	縦	170	225	225	225	120	450	
	大きさ横	110	155	155	155	270	660	
	(mm)高さ	80	234	234	234	380	1,300	
	重 さ (kg)	約 0.7	約 1.6	約 1.5	約 1.4	約 9.5	約 175	
	筐 体 の 色	ワームグレー	ワームグレー	ワームグレー	ワームグレー	クリーム	ブ ル ー	
設 置 形 式		卓 上 形 (電話機併置)	卓 上 形	卓 上 形	卓 上 形	壁掛卓上兼用形	自立筐体架	
インタフェースの 接 続 器		—	9ピンコネクタ (DEM-9S)	9ピンコネクタ (DEM-9S)	9ピンコネクタ (DEM-9S)	9ピンコネクタ (DEM-9S) 25ピンコネクタ (DBM-25S-0001)	9ピンコネクタ (DEM-9S) 25ピンコネクタ (DBM-25S-0001)	
消 費 電 力 (AC100V)		—	5 V A	4 V A	5 V A	30V A	350V A	
利 用 形 態	発 信	手 動	手 動	手 動	手 動	自 動	自 動	
	着 信	”	”	”	自 動	”	”	
収 容 回 線 数		単 独	単 独	単 独	単 独	単 独	最 大 20 ま で	
付 加 装 置		—	付 属 電 話 機 オートダイヤル装置	付 属 電 話 機 オートダイヤル装置	付 属 電 話 機 オートダイヤル装置	試 験 用 電 話 機		
セ ン タ ダ ウ ン 時		—	—	—	—	—	1,650Hz/120INTの 可聴音	
接続データ端末(自営品) (例示)		テレメール ファクシミリ	簡易データ端末 (50, 100, 200ボー)	テレメール ファクシミリ	データ端末 (100, 200, 1,200ボー)	データ端末 電子計算機(少数回数)	電 子 計 算 機	

表 2 接続回線の概略仕様 日本電信電話公社のあらゆる電話機公衆通信回線に接続できるようになっている。

Table 2 General Specification of Connected Line

機 種 (略 号)	用 途	ダイヤル信号の送出条件		線 路 条 件		
				直流ループ抵抗	絶縁抵抗	
CA20形 網制御装置「D」 (CA20-NCU<D>)	D P 回線用	平 均 速 度(10/20PPS)	10±0.8/20±1.6 PPS	1,500Ω 以下 (ただし、A.H.C1, C2形 交換回線は 1,000Ω 以下)	40kΩ 以上	
		平 均 メ ー ク 率(10/20PPS)	33±3/33±3 %			
		ミ ニ マ ム ポ ー ズ(10/20PPS)	770/520 ms			
CA20形 網制御装置「P」 (CA20-NCU<P>)	P B 回線用	信 号 周 波 数	低 群	697, 770, 852, 941Hz $\pm\frac{0.40}{0.50}\%$	1,500Ω 以下 (ただし、A.H.C1, C2, C3, C45形交換回線を除く)	40kΩ 以上
			高 群	1,209, 1,336, 1,447Hz $\pm\frac{0.40}{0.50}\%$		
		信 号 レ ベ ル	低 群	-9.5±2.0dBm		
			高 群	-8.5±2.0dBm		
		信 号 歪 減 衰 量	23dB以上			
		信 号 時 間	100ms			
		ミ ニ マ ム ポ ー ズ	100ms			
CA20形 網制御装置用 2 回線発着信トランク (CA20-NCU-2BWT)	回線の 増設用品					

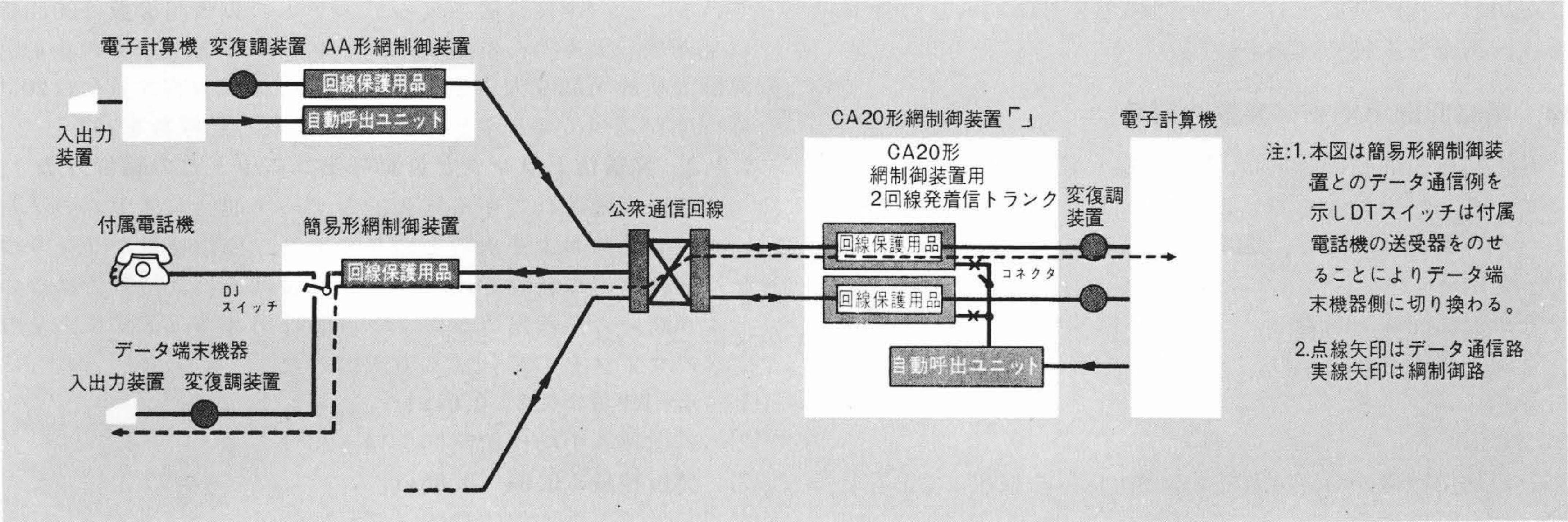


図 1 データ通信システムの構成例 各種の網制御装置を組み合わせることによって目的に合ったシステムを作ることができる。

Fig. 1 Data Communication System

3.2.3 自動呼出ユニット数

自動呼出ユニットの平均保留時間の内訳は表3に示すようになり、DP回線で約41秒、PB回線で約30秒程度であることおよび3.2.2のトラヒック条件からその平均待合せ時間率が1/10以下となるように2個設けた。

表3 自動呼出ユニットの平均保留時間 市外の端末を呼び出す場合で約30秒(PB回線)あるいは約40秒(DP回線)必要である。

Table 3 Average Hold Time of Automatic Calling Unit

種 別	平 均 保 留 時 間		記 事
	D P 回線	P B 回線	
復 旧 保 証 時 間	4 秒	4 秒	前の呼が使用した回線の復旧保証時間
プ レ ボ ー ズ	3 秒	3 秒	(ダイヤル信号の受信準備が完了するまでの保証時間)
ダ イ ヤ ル 時 間	10PPS・・・・13秒 20PPS・・・・8 秒	2 秒	
接 続 遅 延 時 間	15秒	15秒	交換接続(市外接続)に要する時間
被 呼 者 応 答 時 間	6 秒	6 秒	
上 記 合 計	41秒	30秒	
被呼者応答監視時間	45秒	45秒	
全動作監視時間	70秒	70秒	

3.2.4 監視ユニット

次の8項目の監視および試験機能を幅603mm、高さ250mmのパネル構造にまとめ、操作性を良くするとともに他の場所で使用することも可能にした。

- (1) 発着信トランクの使用中表示…………ランプ
- (2) 発着信トランクの着信表示…………ランプ
- (3) 自動呼出ユニットの使用中表示…………ランプ
- (4) 電源の投入中表示…………ランプ
- (5) 公衆通信回線と通信回路の接続…………電けん
- (6) 通信不能通知制御…………電けん
- (7) 通話回路…………電話機
- (8) 停電時の着信表示…………ベル

3.3 電子計算機などとのインタフェース

C.C.I.T.T. (国際電信電話諮問委員会) V 24 および V 25 勧告の制御手順を満足する範囲で必要最小限のインタフェースを追加し、本装置と変復調装置などとの機能分離を可能にした。

表4はインタフェース規格を、図2および図3は、制御手順を示すものである。

3.4 経済化および小形化

目標MTBF(平均故障間隔)を満足する範囲で通信工業用電子部品を多数使用し、また大形電子回路パッケージを採用し電子回路パッケージ相互の布線量を減らすことにより、調46号C網制御装置と比較して約30%の経済化ならびに約50%の小形化を図った。

表4 電子計算機とのインタフェース規格 C.C.I.T.T. V25の制御手順を満足するインタフェースを採用している。

Table 4 Interface to Computer

種 別	規 格																																																																													
電 氣 的 規 格	受 信 側	負 荷 抵 抗	3 ～ 7 kΩ																																																																											
		実 効 並 列 容 量	1,100PF以下																																																																											
		開 放 回 路 電 圧	2 V 以下																																																																											
	送 信 側	信 号 電 圧	5 ～ 15V																																																																											
		信号変化時の過度領域通過時間	1 ms以下																																																																											
		信号変化時の最大瞬間速度	30V/μs以下																																																																											
		短 絡 電 流	0.5A以下																																																																											
		開 放 回 路 電 圧	25V以下																																																																											
信 号 の 種 類	MODEM インタフェース	信 号 名	略号	方 向		インタフェース コネクタのピン番号	C.C.I.T.T. V24回路番号																																																																							
				N C U	相手装置																																																																									
		保 安 用 接 地	F G	—		1	C.C.I.T.T. V25の制御手順を満足 するように必要最小限のインタフ ェースを新たに定めN C UとM O D E M の機能分離をした。																																																																							
		接 続 完 了	D S C	—→		2																																																																								
		回 線 接 続 指 令	C M L	←—		3																																																																								
	呼 出 表 示	C I	—→		4																																																																									
	通 信 用 接 地	S G	—		7																																																																									
	CCE インタフェース	保 安 用 接 地	F G	—		1	2 1 2																																																																							
		呼 出 要 求	C R Q	←—		4	2 0 2																																																																							
		回 線 使 用 中 表 示	D L O	—→		22	2 0 3																																																																							
		次 番 号 要 求	P N D	—→		5	2 1 0																																																																							
		番 号 情 報 (2 ⁰)	D S 1	←—		14	2 0 6																																																																							
		” (2 ¹)	” 2	←—		15	2 0 7																																																																							
		” (2 ²)	” 4	←—		16	2 0 8																																																																							
		” (2 ³)	D S 8	←—		17	2 0 9																																																																							
		番 号 表 示	D P R	←—		2	2 1 1																																																																							
		接 続 完 了	D S C	—→		13	2 0 4																																																																							
		呼 び 放 棄	A C L	—→		3	2 0 5																																																																							
		電 源 表 示	P I	—→		6	2 1 3																																																																							
		通 信 用 接 地	S G	—		7	2 0 1																																																																							
		<table><tr><th>組合せ \ 情報</th><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>※</th><th>#</th><th>EON</th></tr><tr><th>D S 1</th><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><th>2</th><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><th>4</th><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><th>D S 8</th><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>							組合せ \ 情報	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	※	#	EON	D S 1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	4	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	D S 8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
		組合せ \ 情報	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	※	#	EON																																																															
	D S 1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0																																																																
	2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0																																																																
4	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1																																																																	
D S 8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1																																																																	

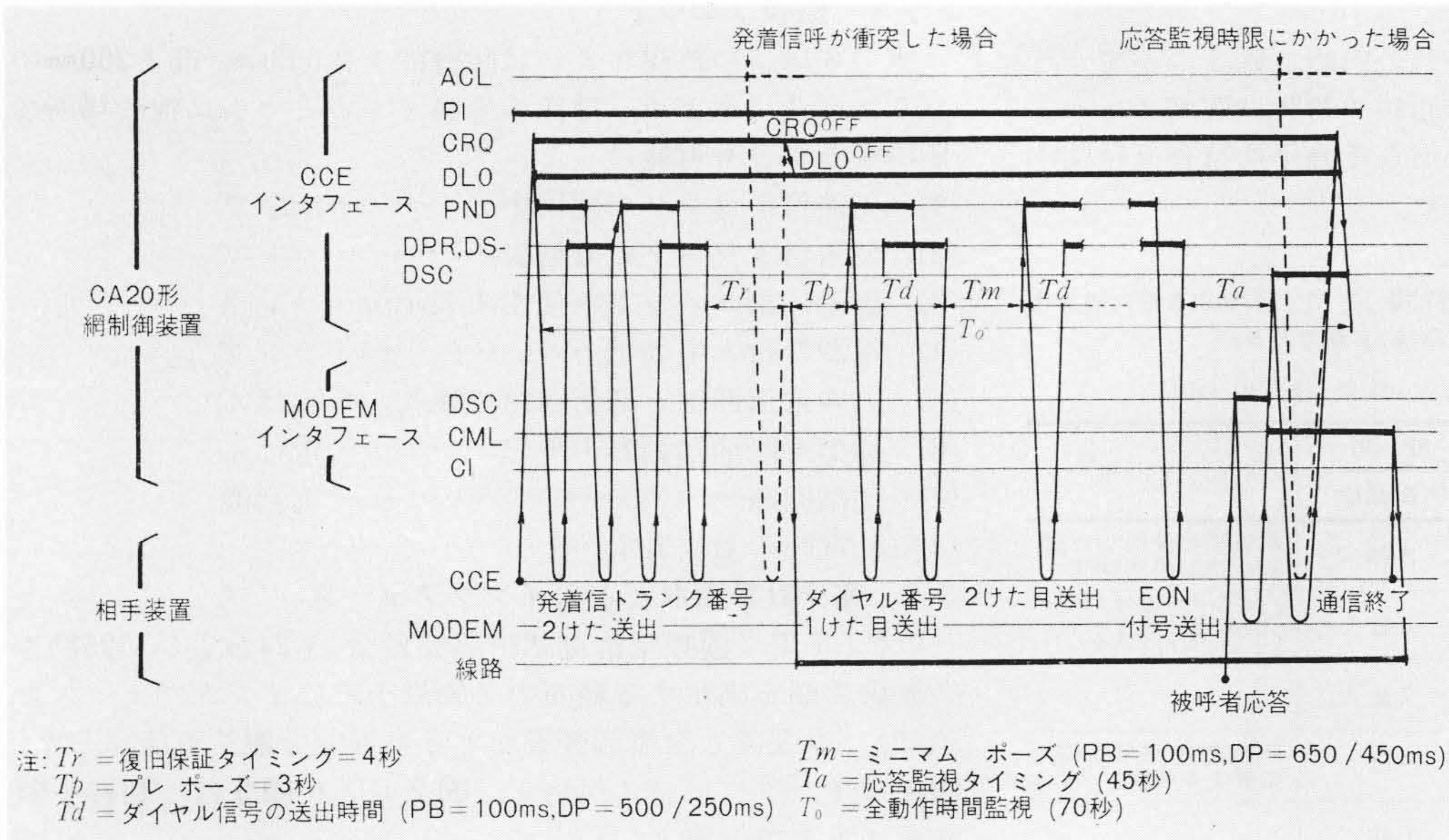


図2 発信時の制御手順
約30秒で制御が終了する。

Fig. 2 Control Sequence of Originating Call

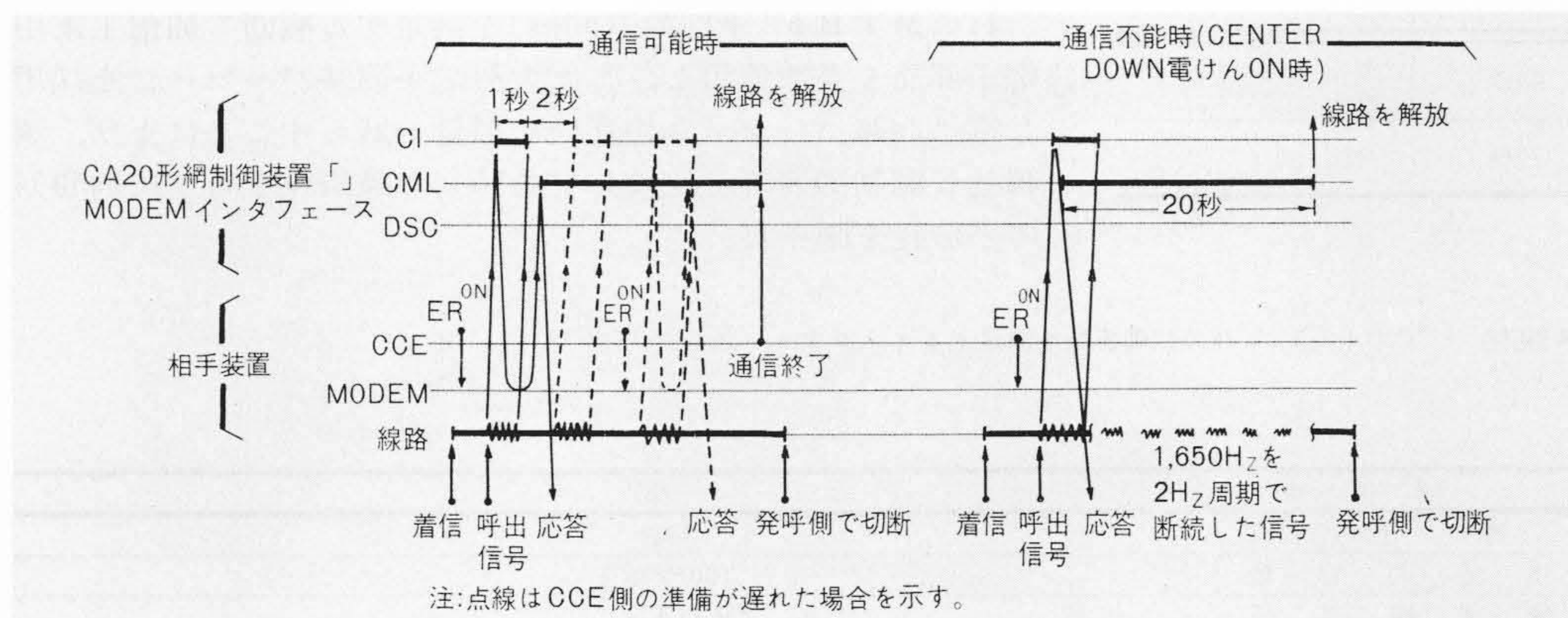


図3 着信時の制御手順
通信可能時で約1秒、通信不能時にはメッセージの送出を含めて約20秒で制御が終了する。

Fig. 3 Control Sequence of Terminating Call

3.5 信頼性と保守性

MTBFは技術基準で定められている加入電話の宅内設備における総合的な安定品質規格 (1×10^{-5} 件/時間/回線以下) を考慮して約3.5ヶ月にした。一般的に本装置の使用時間は8時間/日程度であろうから、99.9%程度の信頼度は十分確保できることになる。

経済化のために事後保全を前提としたので不稼(か)動時間を短く押える必要があり、主要機器のプラグイン化およびユニット化を図った。

3.6 環境条件

一般事務室に設置でき、かつミニコンピュータから大形コンピュータに至るあらゆるコンピュータとの併設を可能にするためにJIS規格で定められている常温 ($5 \sim 35^\circ\text{C}$)、常温 ($45 \sim 85\%$) とした。

3.7 電源

国内で入手容易な商用電源規格 (AC100V, 50/60Hz $\pm 1\%$, 単相) とした。

3.8 耐震対策

わが国は世界有数の地震国であり、装置についてはかつての関東大地震程度の強さの地震 (震度階6) に耐える必要がある。本装置の重量は約175kgであり、震度階5程度の強震に対してはこれに耐え転倒することはないが、震度階6の烈震時には移動もしくは転倒することもあると考えられるので、装置脚部に底面ゴムばりの補助板を付ける工法を採用し、装置のス

タンスを広げると同時に床との摩擦力を高め、かつ振動を吸収させるようにし水平加速度0.75g程度までの地震に耐えるようにした。

3.9 装機

3.9.1 筐体

筐体は事務室に設置されることを考慮し、事務機器と併設しても異和感のない大きさ (高さ1,300mm, 660mm, 厚さ450mm)、色彩 (ブルー系、マンセル記号9B4.7/2.7) とした。筐体正面は保守のために開く機会が多いので片開きのドアに、裏面はほとんど開く機会がないのでねじ止め式ドアとした。

3.9.2 電子回路パッケージ

製造工程に無理がかからない範囲で大形化するとともに適当な補強を行なうことにより継電器などの重量物を搭(とう)載可能にし、必要回路のほとんどを17枚の電子回路パッケージに収容することにした。

4 装置の構成および機能

本装置は図4に示すD6形取付板23枚の実装スペースにインタフェースコネクタ、電源ユニット、線路終端用端子板、トランクリンクコネクタ、電子回路パッケージ、シェルフおよび電子回路パッケージならびに監視試験ユニットなどの機器がすべて実装されている。本装置は、図6に示す8種類の機能ブロックに大別される。

図 4 (a) CA20形網制御装置「D」
(正面) 小形電子計算機などと併
設可能な大きさになっている。

(1,300×660×450 mm)

Fig. 4 (a) CA20-Network
Control Unit "D" (Front)

(b) CA20形網制御装置「D」
(正面ドアなし) 電子回路パッケ
ージは実装密度をあげるために1枚おき
に上下逆に実装されている。

(b) CA20-Network Control
Unit "D" (Open Door)

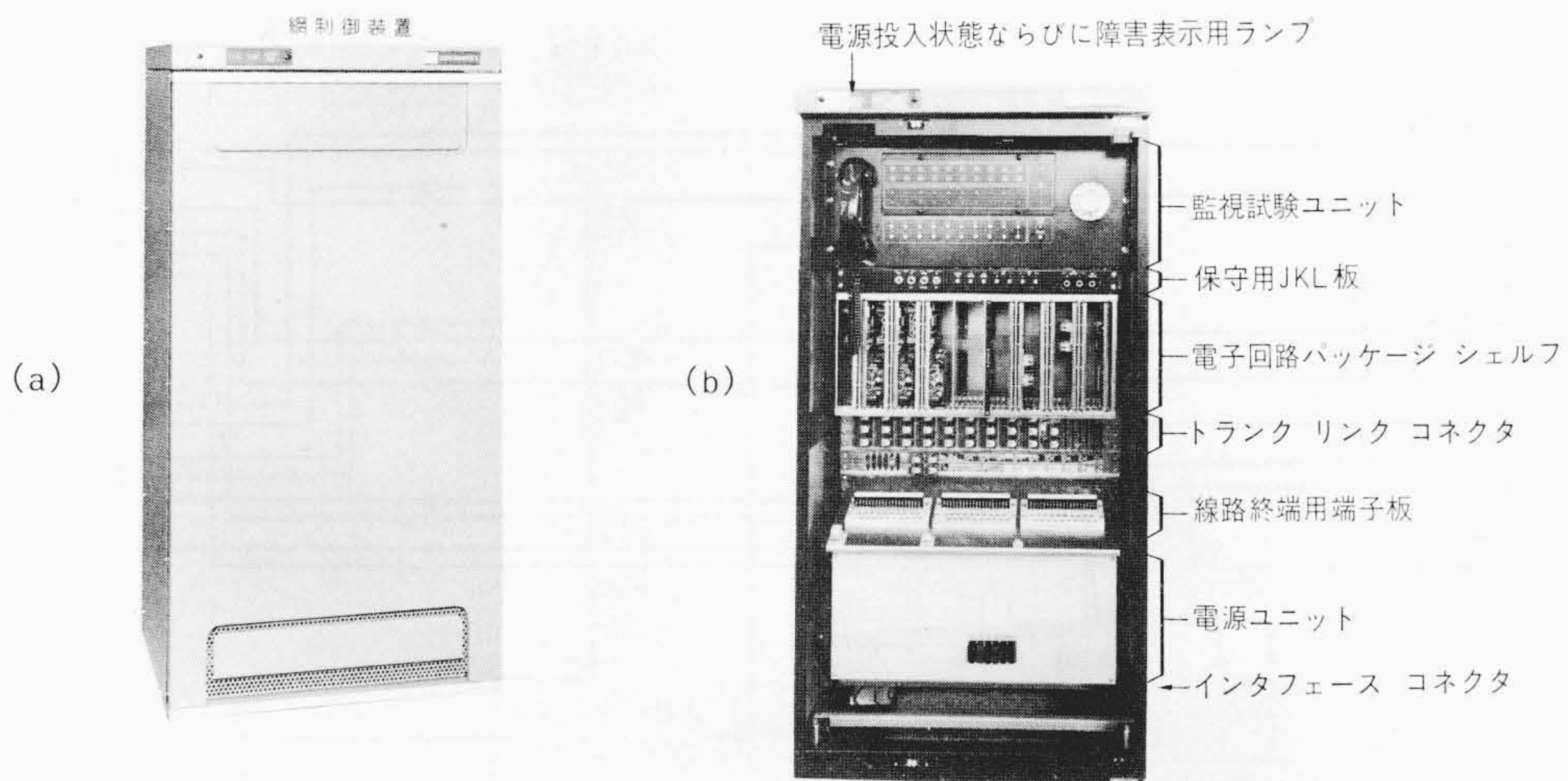


図 5 (a) CA20形網制御装置用
2回線発信トランク 2回線分
の部品が実装されている。

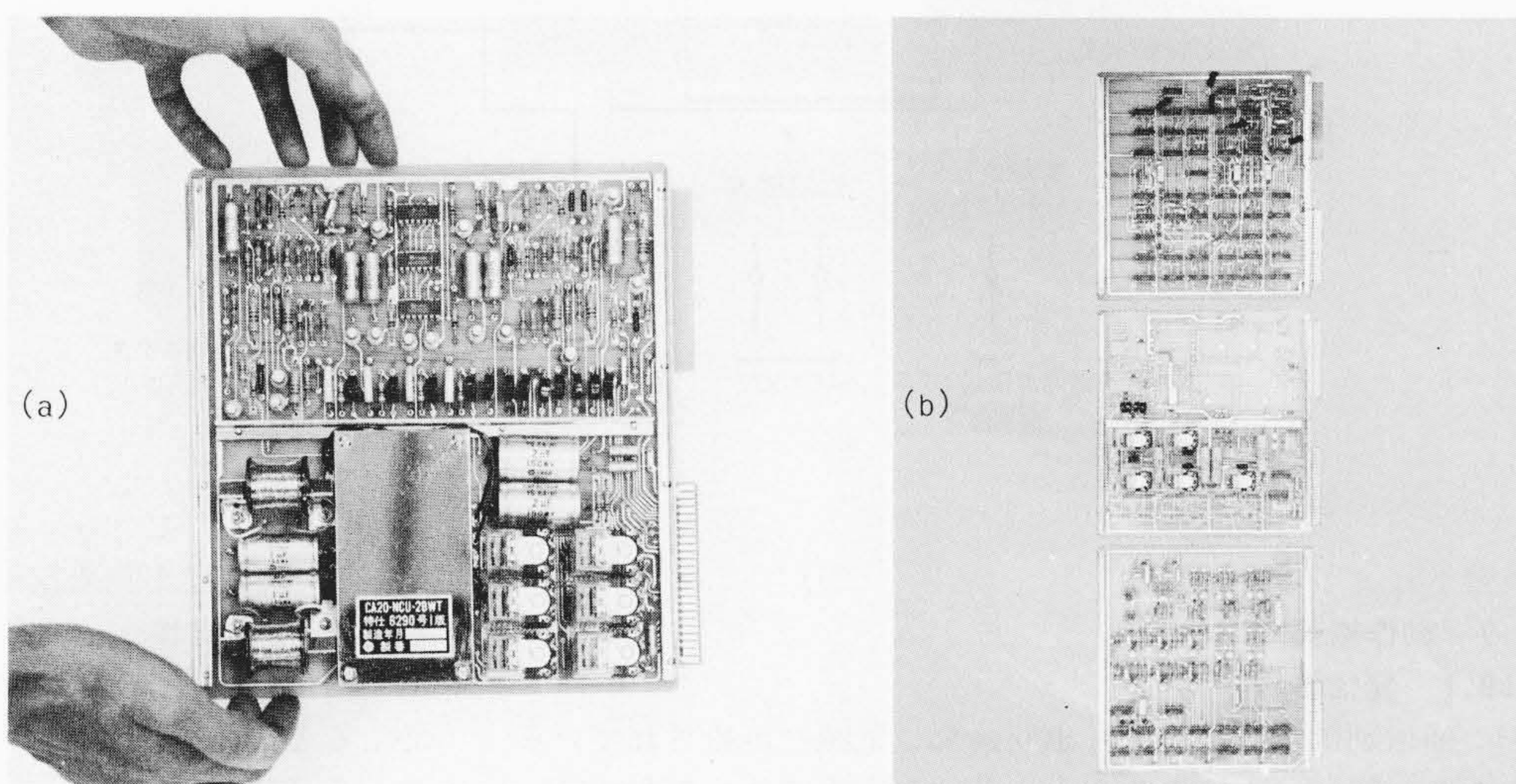
(225mm×220mm)

Fig. 5 (a) CA20-Network
Control Unit-2Both Way Trunk

(b) 自動呼出回路部用電子回路
パッケージ 「D」形および「P」
形のいずれにも使用可能なプリント配
線が行なわれている。

(225mm×220mm)

(b) Circuit Package for
Automatic Calling Unit



4.1 CA20形 2 回線発着信トランク

CA20形 2 回線発着信トランク (以下、発着信トランクと略す) は図 5(a)に示すように半導体集積回路、トランジスタ小形継電器およびPD-3 形回線保護用品などを実装した 1 枚の電子回路パッケージにより構成され、自動呼出ユニットに接続されていた通信線を変復調器側に切換回線を保持する機能、回線を電氣的に保護する機能、回線から送られてくる呼出信号を検出して変復調装置に通知する機能および通信不能時に着信呼に一定時間応答し通信不能を通知する機能を持っている。

4.2 自動呼出回路部

本回路部は、図 5(b)に示す発着信トランクと同一寸法の 3 枚の電子回路パッケージで構成され、通信制御装置の制御に従ってトランク リンク コネクタ部を起動し、発着信トランクを捕捉(そく)する機能、回線を起動しダイヤル信号を送出し相手装置の応答を確認する機能を持っている。

4.3 トランク リンク コネクタ部

本コネクタ部は、図 4(b)に示すように小形継電器構成の、2:20の完全群構成のリンクであり、自動呼出回路部の制御によって動作する。

4.4 監視試験回路部

本回路部は、図 4(b)に示すように電話機、ランプ、電けんなどから構成され、回線の着信表示、発着信トランクおよび自動呼出回路部の使用中表示および回線を電話機に引き込む

機能を持っており、本回路部と他回路部とはコネクタによって接続される。

4.5 通信不能通知回路

本回路は、図 5(a)に示す発着信トランクと同一寸法の 1 枚の電子回路パッケージと通信路切換用の小形継電器とから構成され、監視試験回路部からの制御指示により通信線の本回路に引き込み、発着信トランクに1,650Hzを120回/分の周期で断続した可聴信号を供給する機能および電けん操作によって外部の通信不能通知装置を本回路部に引き込む機能を持っている。

4.6 回線切換回路部

代表回線を収容した場合、最優先順位の回線に対応する発着信トランクが故障すると本装置への着信が不可能となるおそれがあるので、0 番回線と他の任意の 1 回線を電けん操作によって相互に切り換える機能を持っている。

4.7 電源回路部

本回路部は、図 4(b)に示すように箱形をしており、定電圧変圧器を使用した電圧安定化回路によりAC100Vを受電し、直流+5V, ±12V, +24Vを出力する。他回路部との接続は圧着端子ねじ止め方式とし、容易に交換できるようにした。

4.8 電源制御回路部

本回路部は、電源回路部のON/OFFを本装置内で、あるいは外部に設けられた装置から遠隔制御できるようにするための回路部であり、制御用のスイッチ類は保守用JKL板に

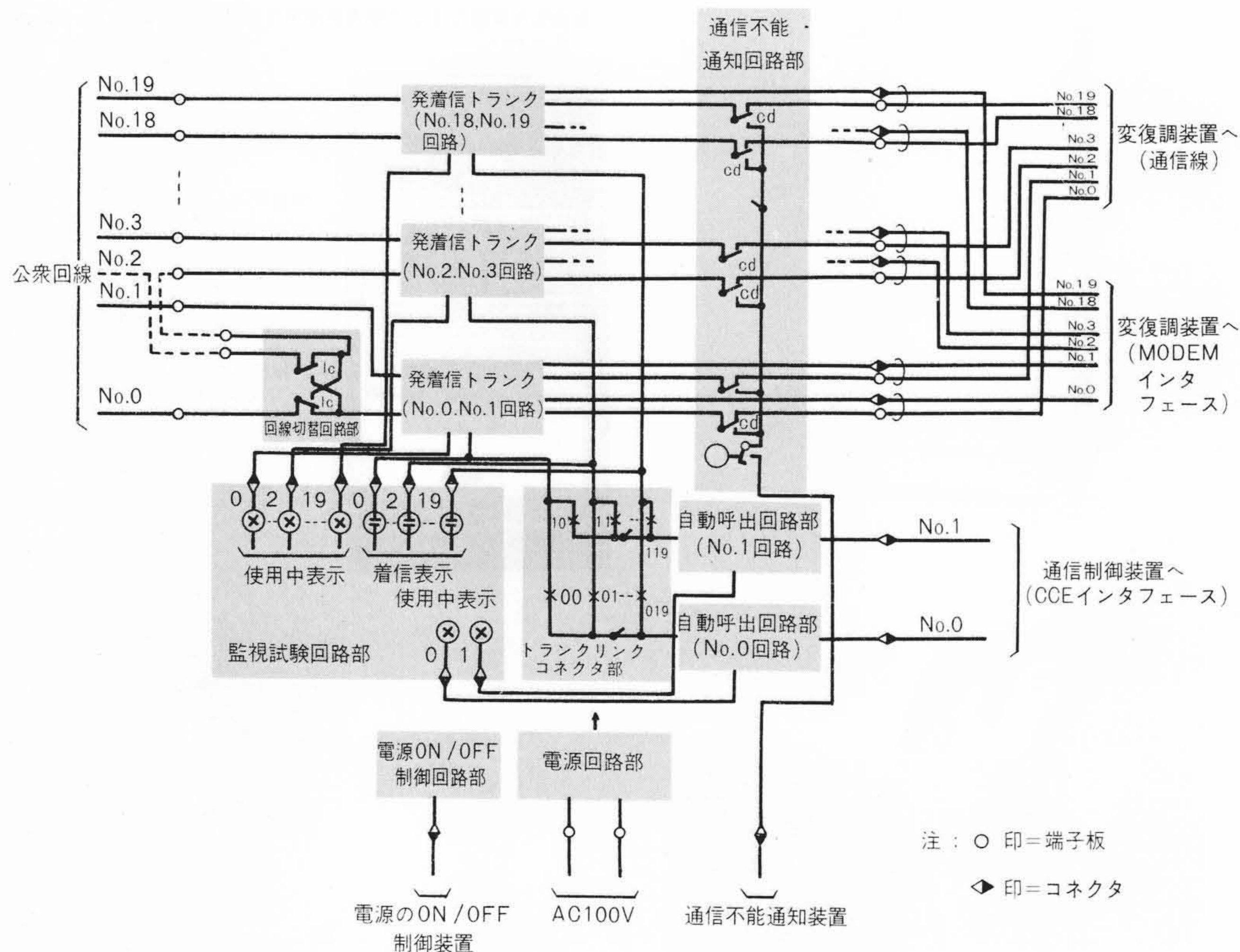


図6 CA20形網制御装置「D」ブロックダイアグラム
8種類の回路ブロックのほとんどが電子回路パッケージに収納されている。

Fig. 6 CA20-Network Control Unit "D" Block Diagram

実装されている。

4.9 動作概要

4.9.1 発信動作

- (1) 通信制御装置は自動呼出回路部に電源が供給されていることと、空(あ)きであることを確認し本回路部を起動する。
- (2) 自動呼出回路部は通信制御装置に発着信トランク番号を要求し、これを受け取り、トランクリンクコネクタを動作させて発着信トランクと自動呼出回路部を結合する。
- (3) 自動呼出回路部は回線の復旧保証のために4秒のタイミングを取る。この4秒間に本回路部は発着信トランクの空き話し中と他の自動呼出回路からの同時捕捉の有無を監視し、話し中もしくは同時捕捉を検出した場合は呼びを放棄するよう通信制御装置に通知する。
- (4) 自動呼出回路部は回線を起動するとともに交換機の動作準備が完了するまでの保証のために3秒のタイミング(プレポーズ)を取る。
- (5) 自動呼出回路部は通信制御装置にダイヤル番号を1けたずつ要求し、これをダイヤル信号に変換して線路に送る。通信制御装置はダイヤル番号の送出をすべて終了した場合、ダイヤル番号a送出終了を示す符号をダイヤル番号の代わりに送出する。自動呼出回路は、この符号を受信するとダイヤル信号の送出を停止し、相手加入者の応答監視を行なう。
- (6) 自動呼出回路部は、相手加入者が応答するとこのことを変復調装置に通知する。変復調装置は通信可能な状態にあると発着信トランクに通信線を変復調装置側に切り換えるよう指示する。通信線の切り換えが終了し通信可能な状態になると、自動呼出回路部は通信制御装置に相手加入者が応答したことを通知する。一方、通信制御装置は呼出回路部に出していた起動信号を断ち自動呼出回路部を復旧させる。
- (7) 通信制御装置は、データ通信の終了時に変復調装置に出していた通信可能状態であることを表示するための信号を断

ち、変復調装置と発着信トランクおよび回線を復旧させる。

4.9.2 着信動作

- (1) 着信によって1秒ON、2秒OFFの呼出信号が送られてくると、発着信トランクはこれに応動し変復調装置にこのことを通知する。
- (2) 変復調装置は通信可能な状態にあると発着信トランクに指示し、通信線を変復調装置側に切り換えさせ通信状態に入る。
- (3) 通信制御装置は、データ通信の終了時に変復調装置に出していた通信可能状態であることを表示するための信号を断ち、変復調装置と発着信トランクおよび回線を復旧させる。

4.9.3 通信不能通知動作

- (1) 監視回路部から通信不能通知回路部に制御指示が出されていると、発着信トランクと変復調装置間の通信線は断たれ、発着信トランク側の通信線が通信不能通知回路部に接続されている。
- (2) 着信によって1秒ON、2秒OFFの呼出信号が送られてくると発着信トランクはこれに回答し、およそ20秒間通信線を通信不能通知回路部に接続し通信不能通知音を送出したあと、回線を解放する。

5 結 言

以上、CA20形網制御装置「D」の概要について述べたが、センタに設置する汎用の網制御装置を実用化するという目的は達成された。本装置には電磁部品と電子部品を混載可能な大形の電子回路パッケージならびに通信工業用の部品が大量に使用されており、装置の経済化と小形化に寄与している。

本装置の実用化にあたり、ご指導を賜わった日本電信電話公社技術局の関係各位に対し厚く感謝の意を表する。

参考文献

- (1) 大和、真竹ほか：「網制御装置」施設 25, 66 (昭47-3)