

電話機用4ビットマイクロコンピュータ“HD61827”

4bit Microcomputer HD61827 for Telephone Subset

OA化の中で、電話機にも番号記憶や時計機能付きが現われマイクロコンピュータが多く応用されているように、電話機用のマイクロコンピュータのニーズが高まっている。これに対応するため、ダイヤルトーン発生回路内蔵4ビットシングルチップマイクロコンピュータHD61827を開発した。

このLSIは、2kワードのROM、256ワードのRAMの構成で、ダイヤルトーン発生回路及び16けたの液晶ドライバを内蔵している。ダイヤルトーン発生回路には変形プログラムデバイダを採用し、400kHzの低発振周波数にもかかわらず、周波数偏差0.39%以下と高精度を実現した。また、ユーザーでのプログラム開発を容易にするため、命令セットをHMCS400シリーズと同一とした。

原 英夫* Hideo Hara
赤澤 隆* Takashi Akazawa
菊地 明* Akira Kikuchi

1 緒 言

ボタン電話機の普及と、その多機能化に伴い、新しいマーケットとして電話機が注目されている。これまで受動部品で構成されていた電話機も、半導体技術の進歩により電話用ICが開発されダイヤル部分から応用されてきた¹⁾。交換機をアクセスするダイヤル方法にはパルス方式とトーン方式の二つがある。パルス方式はロータリ方式とも呼ばれ、数字に対応したパルスを発生させている。トーン方式はDTMF (Dual Tone Multi Frequency) と呼ばれ、周波数の組合せを利用している。日立製作所では昭和57年に、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) プロセスによるトーンダイヤラHD442559が開発された。以来、パルスダイヤラとしてリダイヤル機能付きのHD61825、トーンダイヤラとしてリダイヤル機能をもつHD61826を開発した。一方、電話機にもOA (Office Automation) 化の波が進み、ダイヤル記憶やLCD (Liquid Crystal Display) 表示付きが現われている。この中で開発したHD61827は、プログラム生産効率の良いアーキテクチャをもつHMCS400²⁾シリーズをベースに、DTMF発生回路・16けたLCDドライバを内蔵した電話機用4ビットマイクロコンピュータである。

本稿では、DTMF内蔵形4ビットマイクロコンピュータHD61827の概要、2ポートRAM (Random Access Memory) を用いたLCDドライバ、高精度化を実現したDTMF発生回路を中心に紹介する。

2 電話機用LSI

図1に、電話機の概略をブロックに分けて示す。構成として、着信時のベルを鳴らすリンガー、ダイヤル情報を送信するダイヤラ、及び2線式を4線式に変換するスピーチネットワークがある。従来これらは受動素子で構成されていたが、高性能化・小形化のため、最近それぞれのブロックのIC化が進められている。また、多機能化のためにマイクロコンピュータを用いてLCD表示やダイヤル記憶も可能にしている。

新しく開発したHD61827は、マイクロコンピュータにDTMF形ダイヤラとLCDドライバを内蔵したものである。開発に当たり、以下の項目を重点とした。

(1) 16けたLCDドライバ内蔵とし、時計機能も可能とする

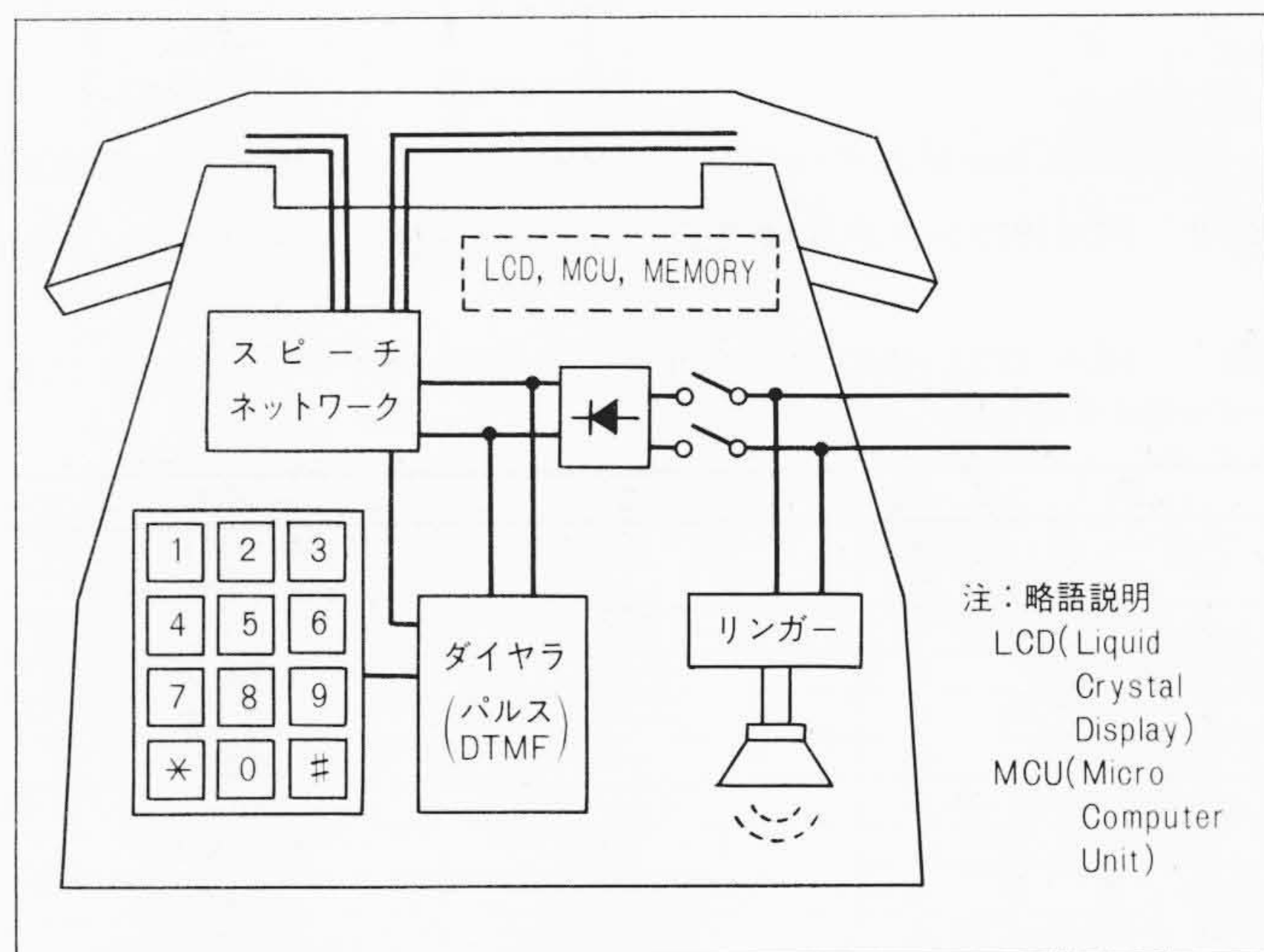


図1 電話機の概略 受動素子で構成した場合、ダイヤラは回転ダイヤル、リンガーはベル、スピーチネットワークはトランスに相当する。

こと。

- (2) DTMF内蔵とし、低い周波数の発振周波数でも十分な周波数精度が得られること。
- (3) 低消費電力で低電圧まで動作が可能とすること。
- (4) ソフトウェアの開発効率を考え、HMCS400シリーズと同一命令セットとすること。

具体的には、LCD表示部には2ポートRAM、DTMF部には変形プログラムデバイダを用いて可能とした。

3 HD61827の開発

3.1 システム構成

図2に、HD61827のシステム構成図を示す。また、表1にベースとしたHMCS404CLとの比較を示す。2kワードのROM (Read Only Memory)、256ワードのRAMを基本とし、周辺部にDTMF発生部とLCDドライバ部を置いた。タイマ関係は3本で、8ビットのフリーランカウンタ、オートリロードカウンタ及び時計用カウンタをもっている。入出力は32本で、

* 日立製作所武蔵工場

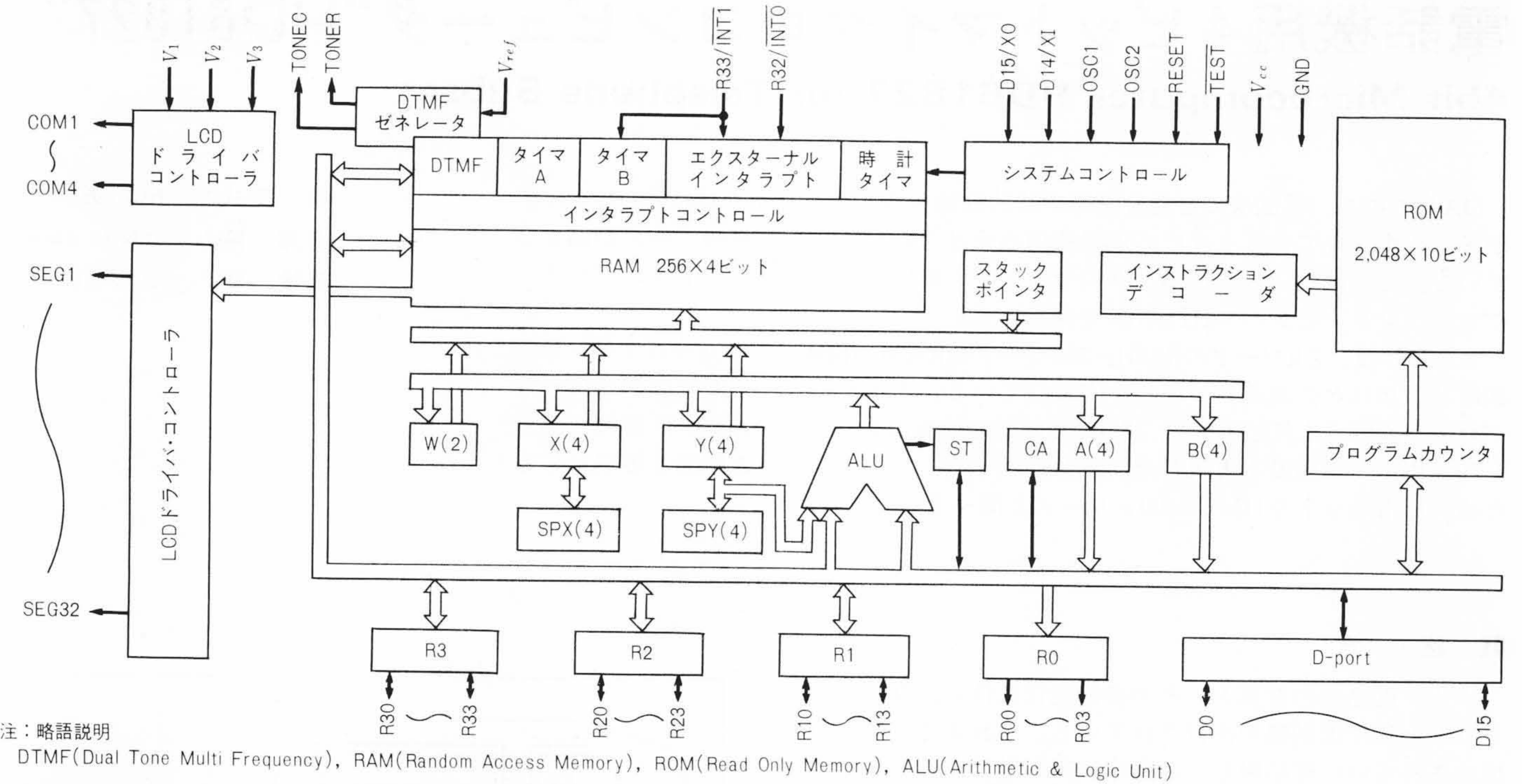


図2 HD61827システム構成図 DTMF発生回路とLCDドライバを内蔵している。CPU部はHMCS404と同一とした。

表1 HD61827とHMCS404の比較 HD61827は2.5～5.5Vの範囲でDTMFが動作可能である。

項 目	HMCS404CL	HD61827
R O M 容 量	4,096×10ビット	2,048×10ビット
R A M 容 量	256×4ビット	256×4ビット
タ イ マ	2系統	3系統
L C D	—	16けた表示
D T M F	—	内蔵
32kHz 発 振	—	選択可
マシンサイクル	4μs	10μs
動 作 電 圧	2.7～6.0V	2.5～5.5V
消 費 電 流	0.6mA	0.3mA
スタンバイ電流	0.5mA	0.2mA
ストップ電流	10μA	2μA
外 形	DIP-64S	FP-80

割込みによるスタックは16レベルまで可能とした。一方、低消費電力化のため、表2に示すようなモードを設定した。図3にその状態遷移図を示す。スタンバイモードでは、命令実行を停止・入出力はデータ保持状態としており、通常の割込みによって起動される。ストップ状態では、システムクロックが停止し32kHz発振器だけが動作する状態で、消費電流が極小となる。このときに32kHz発振を計数するタイマ割込み(2Hz)でシステムクロックが起動され、間欠動作を利用した低消費電力の時計動作が可能である。

3.2 LCDドライバ部

7セグメント16けた表示のLCDドライバ部は、 $\frac{1}{3}$ バイアス・ $\frac{1}{4}$ デューティとし、バイアス回路を内蔵した。LCDのドライバ回路は、32kHz系のクロックを用いて駆動し、スタンバイ・ストップそれぞれのモードでも表示可能とした。図4にLCDドライバ部の構成を示す。表示されるデータはRAM内に専用エリアを設け、そのエリアにデータを書き込むだけで自動的に表示される方法をとった。このとき、表示用エリアの1ビットが、液晶パネルの1セグメントに対応する構成としたので、液晶パネルのセグメント配置が変化してもプログラムで対応できる。

LCD表示に用いる専用RAMエリアは、2ポートRAMの構造をとり、システムクロック停止時でも表示データをセグメントドライバに転送可能とした。したがって、表示データが変更になったときだけシステムクロックを起動し、他はス

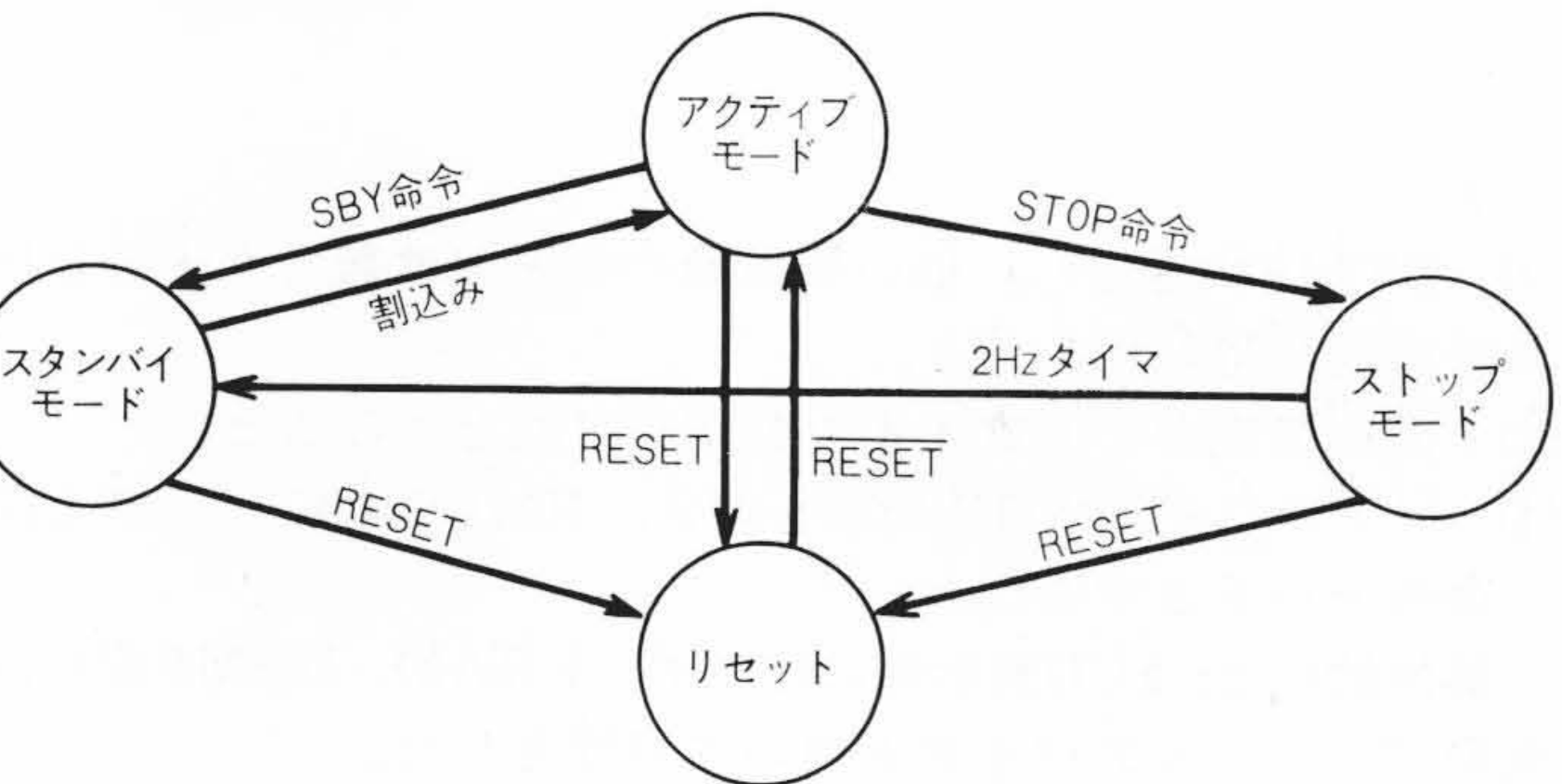
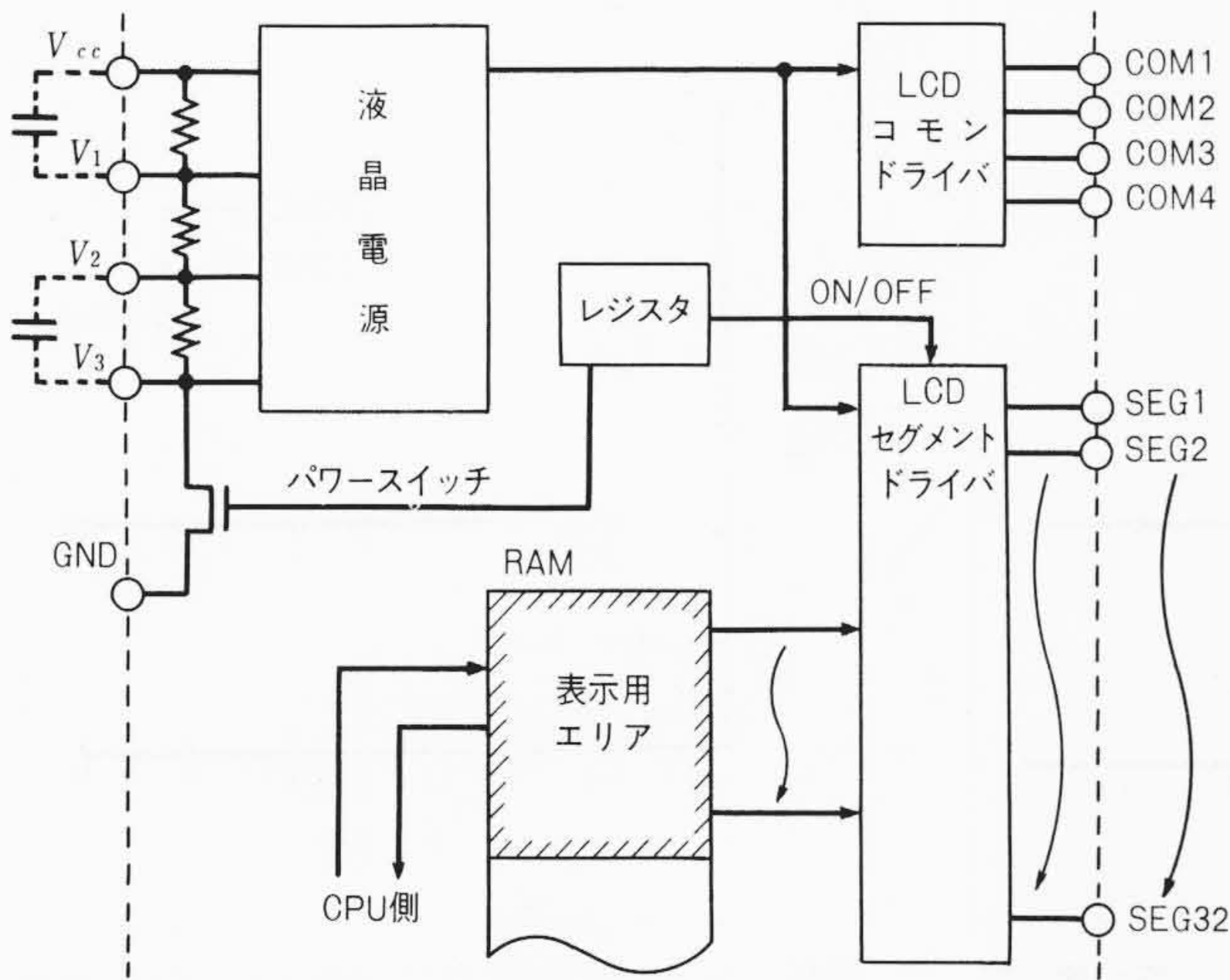


図3 状態遷移図 32kHz発振選択時は2Hzタイマでストップモードからスタンバイモードに移り、タイマ割込みで動作が開始する。

表2 低消費電力モードの状態 ストップ状態でも32kHz発振を選択していると、LCD表示が可能となる。また、2Hzのタイマ割込みによる間欠動作により、低消費電力化ができる。

モ ー ド	設定方法	解除方法	状 態							消費電流
			発振器	命令実行	入出力	LCDドライバ	DTMF	RAM	レジスタ	
ス タ ン バ イ	SBY命令	●割込み ●RESET	動 作	停 止	保 持	動 作	動 作	保 持	保 持	小
ス ト ッ プ	システム クロック 32kHz 水晶発振	●RESET	停 止	停 止	高インピー ダンス	停 止	停 止	保 持	ク リ ア	極 小
		●タイマ割込み ●RESET	32kHzのみ 動 作			動 作				極 小 (LCD表示可)



注：略語説明 CPU(Central Processing Unit)

図4 LCDドライバ部の構成 RAMエリアに表示専用エリアを設け、RAMに書き込んだデータを自動的に表示する構成とした。

ップ状態という低消費電力の間欠動作が可能である。また、LCDドライバ回路を制御する専用レジスタを設け、その内容により全セグメントの消灯を可能とし、表示データを変えることなく一括消灯ができる。

3.3 DTMF発生回路

DTMF信号は、交換機をアクセスする2種の正弦波で構成され、図5に示す周波数のマトリックスで表わされる。それぞれの数字・記号に対応する二つの周波数を発生させ、交換機をアクセスする。このDTMF信号に対して、周波数偏差が1.5%以下、ひずみ率10%以下の規定があり、設計上の大きなポイントである。これまでのDTMF発生回路は、3.58MHzと比較的高い発振周波数を用い、それをプログラムデバイダで分周し抵抗ラダー形D-A変換器で、図6に示す波形を出力していた。この場合、ひずみ率低減のため32スロットで1サイクルを構成しており、3.58MHzと高い発振周波数にもかかわらず、周波数偏差が最大0.74%であった。これに対しHD61827では、低消費電力化の面から発振周波数を $\frac{1}{8}$ 以下の400kHzと低い周波数にする必要があり、検討を加えた。今回考案したDTMF発生回路は、変形プログラムデバイダを用いた方式で、その構成を図7に示す。この方式では、周波数偏差を低減す

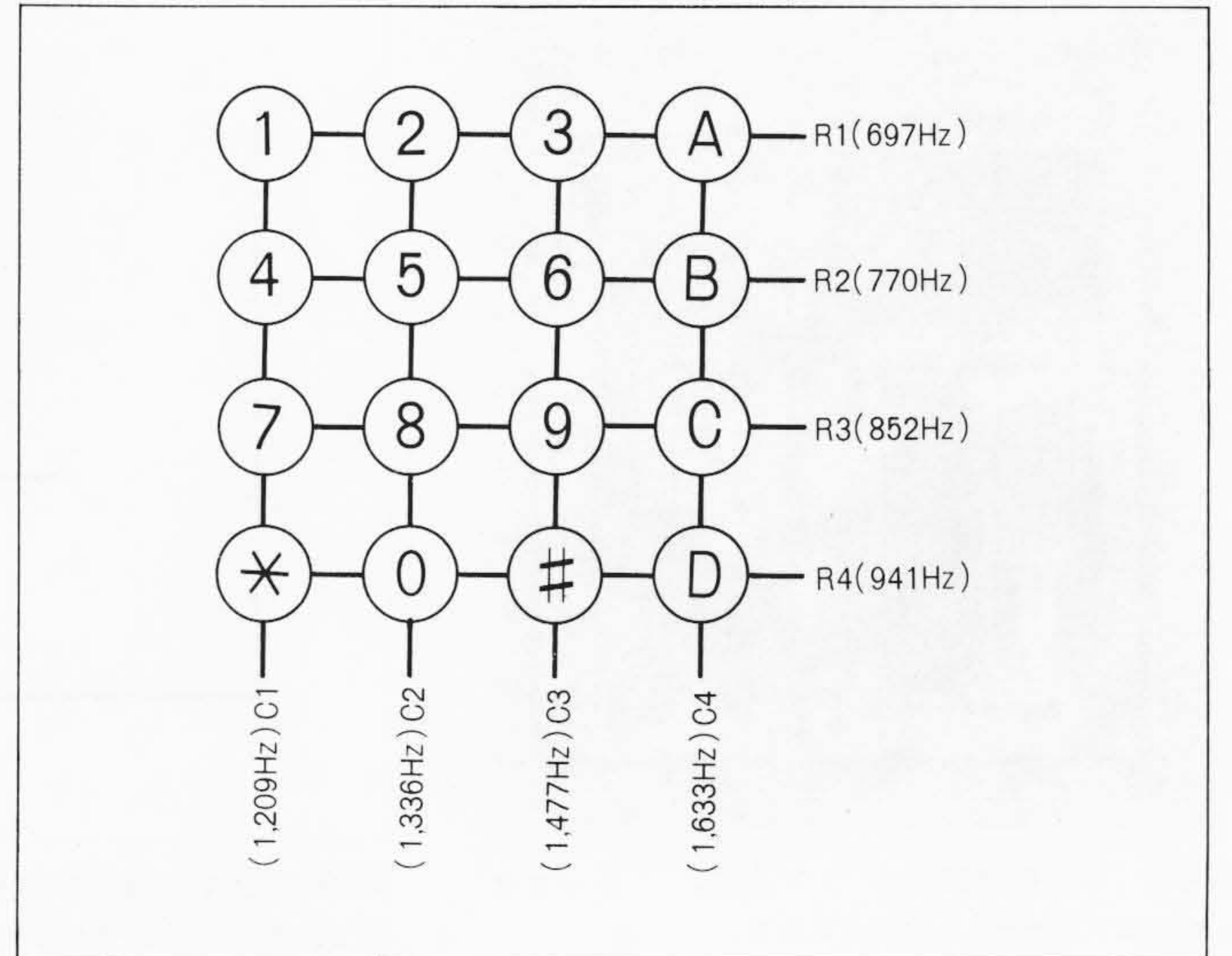


図5 DTMF周波数 R1～R4をLow-Group、C1～C4をHigh-Groupとも呼ぶ。

るために、正弦波カウンタから位相情報を変形プログラムデバイダに帰還する構造とし、それにより分周回数を可変して、正弦波出力を得ている。実際には図6に示した出力波形で、ひずみ率に与える影響の少ない頂点部(スロット番号8～10及び24～26)のときに分周比を変えて周波数補正を行なっている。この方式を用いて設計したDTMF周波数と偏差を表3に示す。従来に比べて、発振周波数が $\frac{1}{8}$ と低くなったにもかかわらず、周波数偏差が最大0.39%と半分以下となった。これにより規格値1.5%に対して十分な余裕が得られ、これまで周波数安定度の面から水晶発振子しか用いられなかったのが、安価なセラミック発振子を用いることが可能となった。

表3 DTMF周波数と偏差 400kHzと低い発振周波数でも、最大0.39%と良い結果が得られた。

	規格値(Hz)	設計値(Hz)	周波数偏差(%)
R1	697	694.44	-0.37
R2	770	769.23	-0.10
R3	852	851.06	-0.11
R4	941	938.97	-0.22
C1	1,209	1,212.12	0.26
C2	1,336	1,333.33	-0.20
C3	1,477	1,481.48	0.30
C4	1,633	1,639.34	0.39

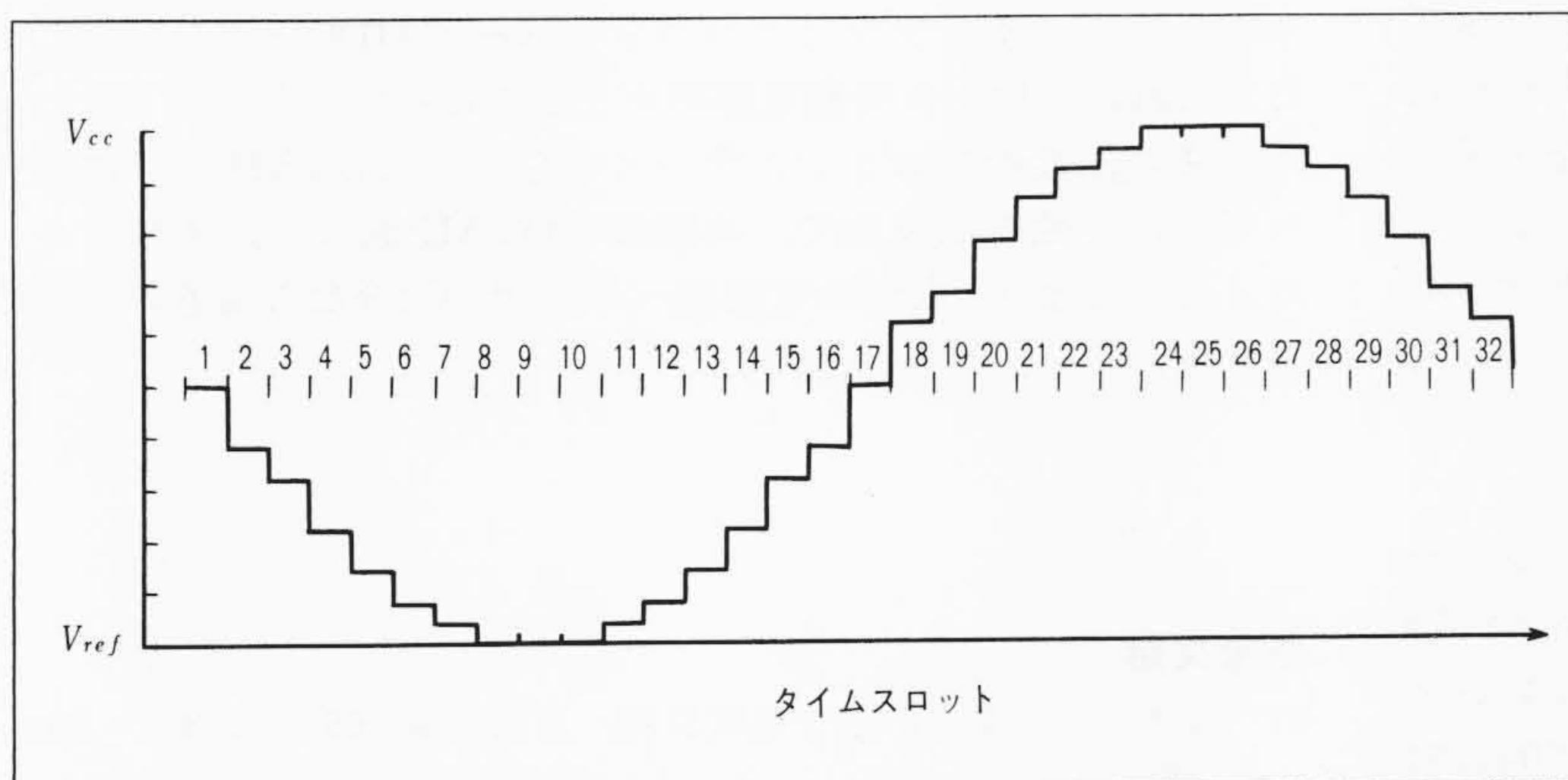


図6 DTMF部のD-A出力波形 1周期を32区分し、正弦波を出力する。階段状の波形は、次段のローパスフィルタで平滑される。

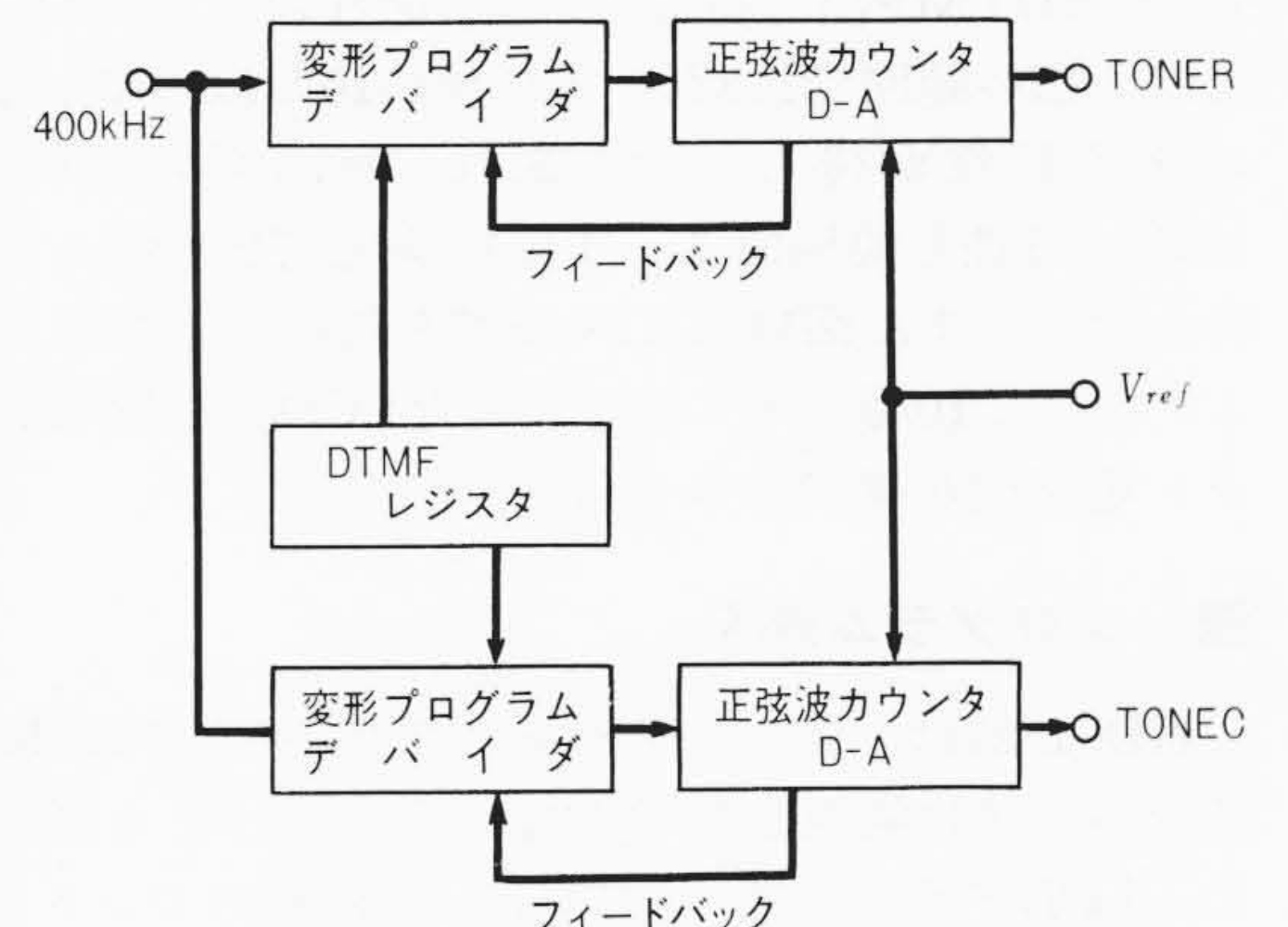


図7 DTMF部ブロック図 正弦波カウンタからフィードバックされた信号で、変形プログラムデバイダの分周を調整している。

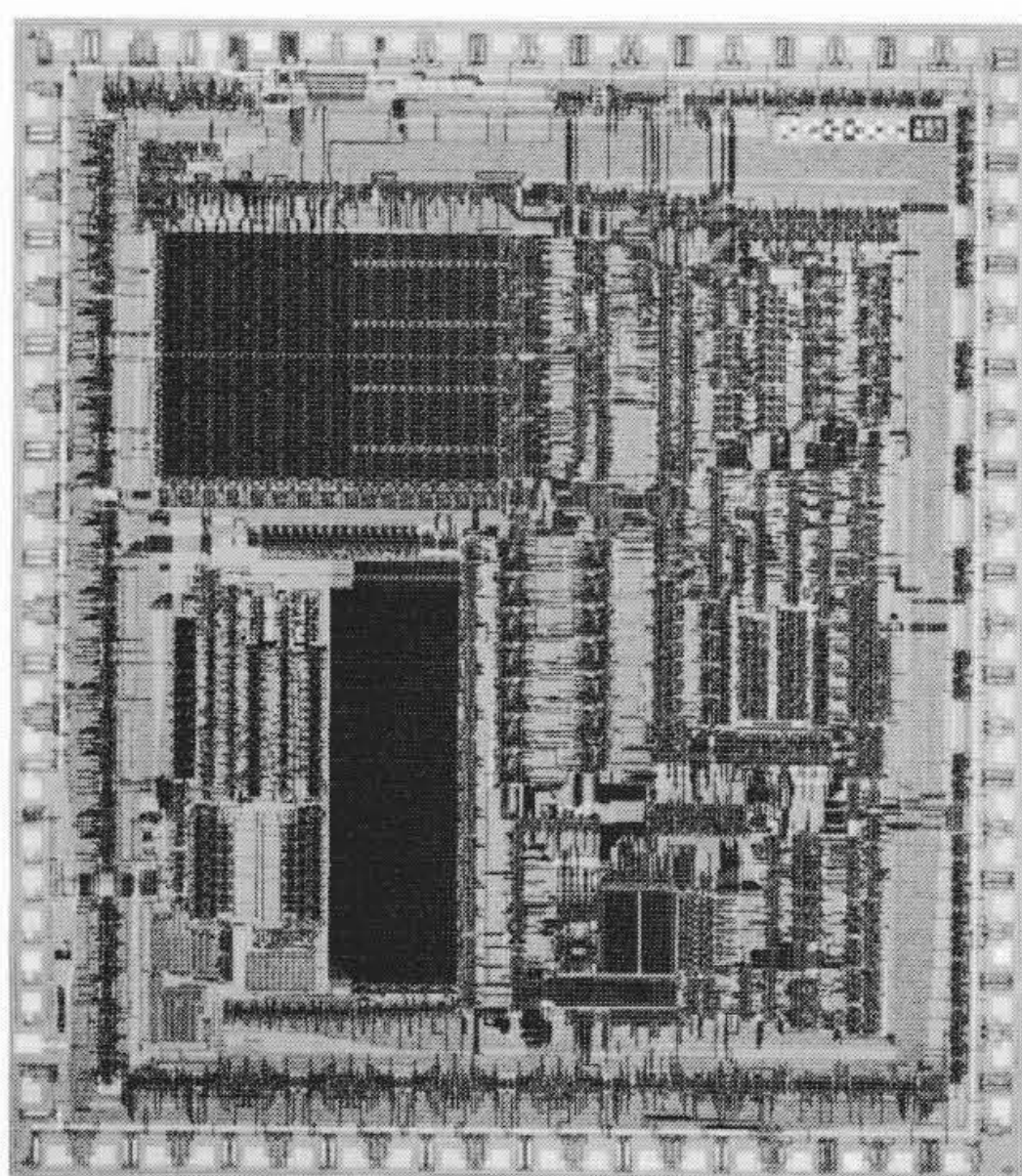


図8 HD61827のチップ写真 チップサイズは7.04mm×6.22mmである。

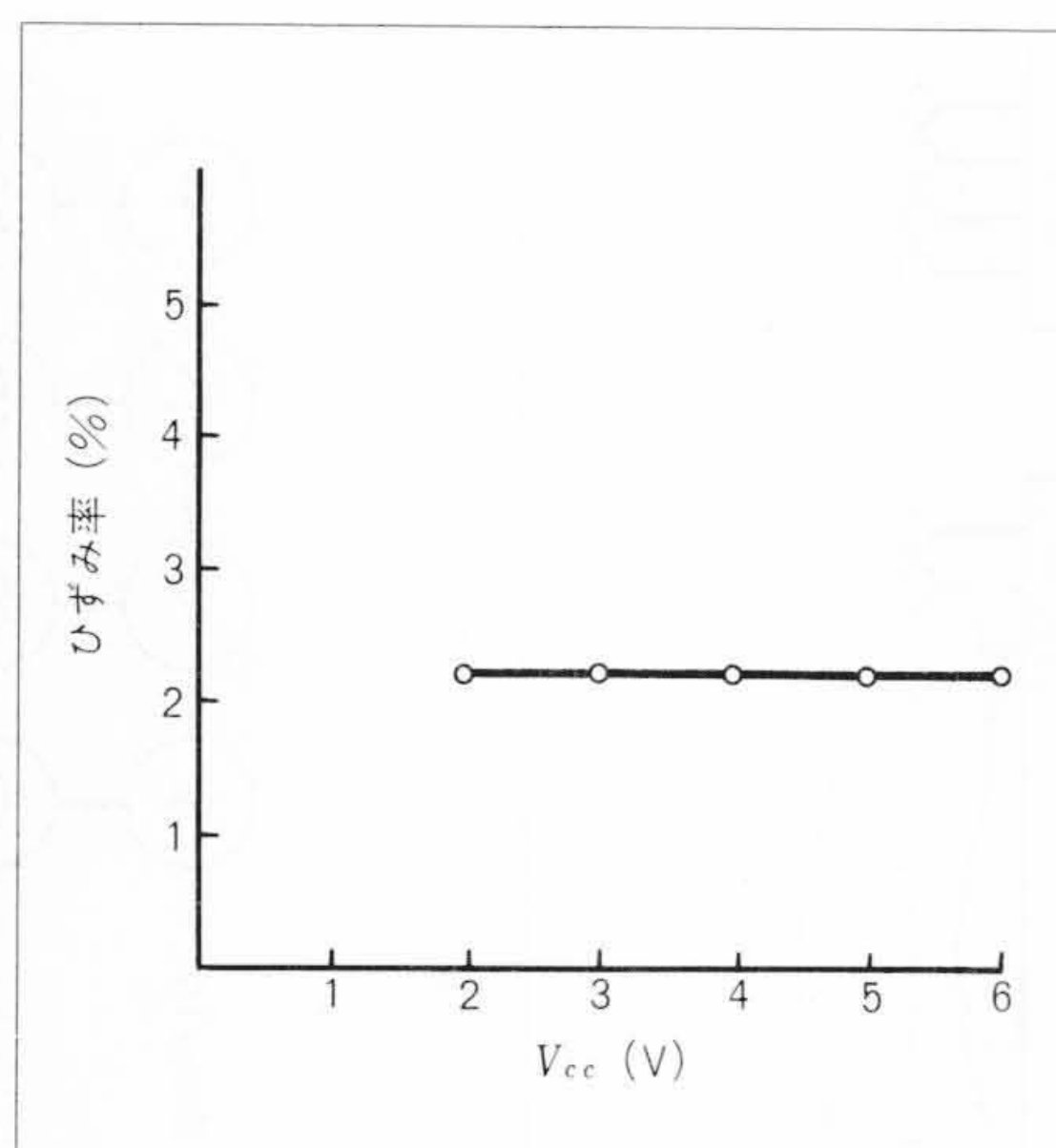


図9 ひずみ率の電圧依存性 広い電圧範囲で、3%以下と優れた特性が得られた。

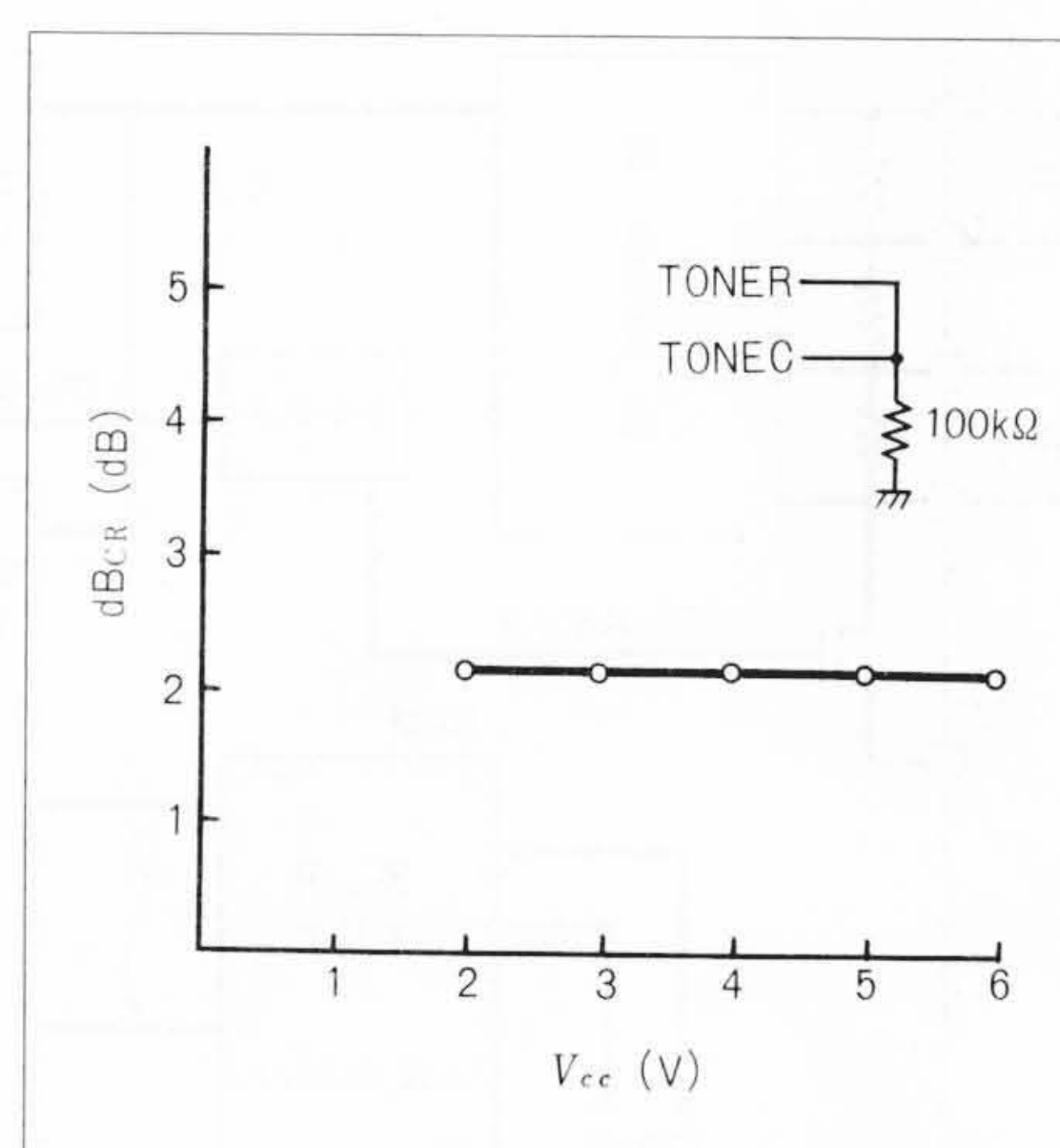


図10 COL-ROW出力比(dBcr) COL-ROW間の出力比は、回線で高周波(Column)側が減衰されるのを補正するため、CCITT(国際電信電話諮問委員会)規格で 2 ± 1 dBと定められている。

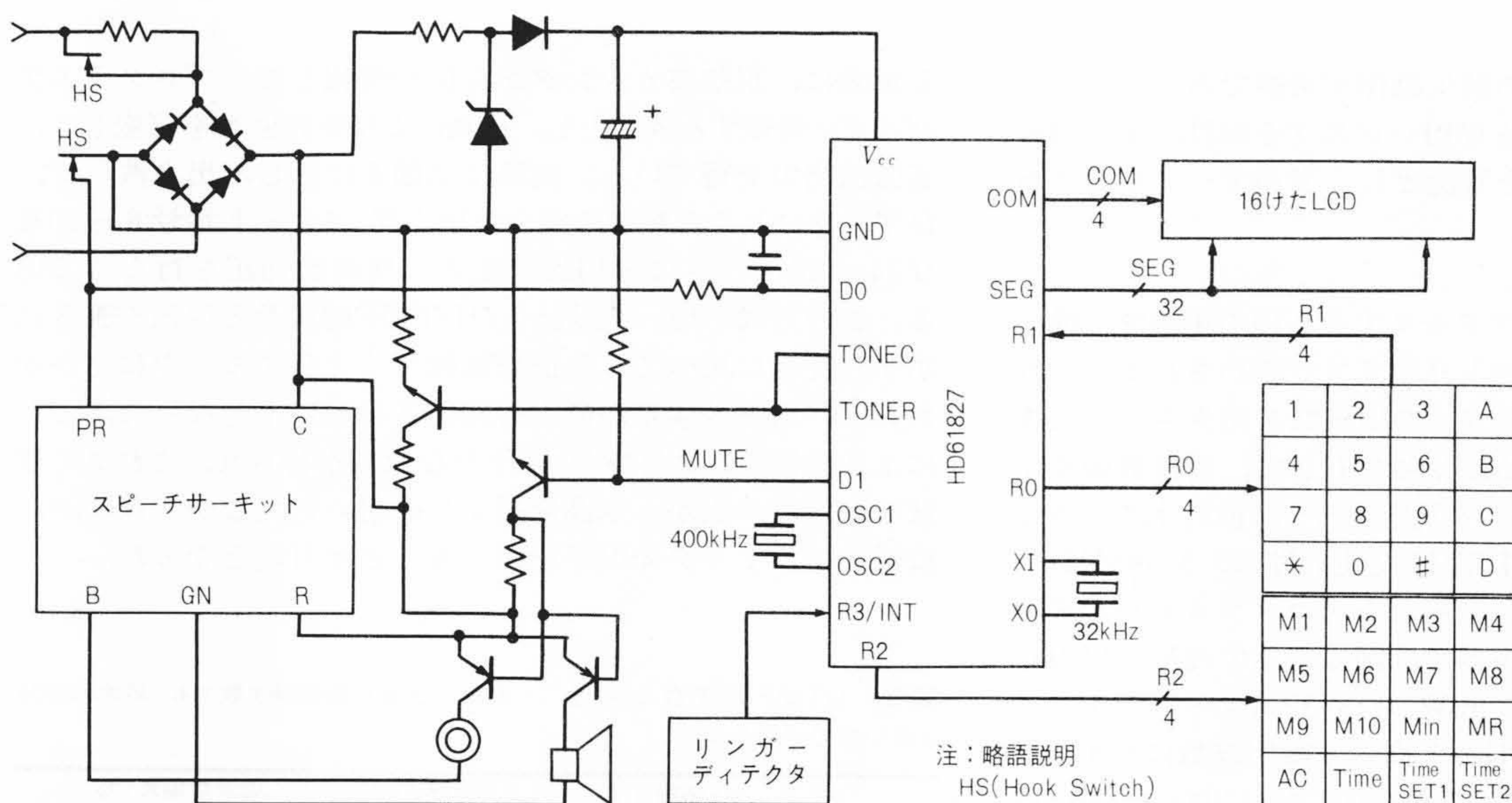


図11 応用回路例 10局ダイヤルメモリと16けたLCDによるダイヤル表示及び時計機能が可能である。

図8に、このDTMF内蔵形4ビットシングルチップマイクロコンピュータHD61827のチップ写真を示す。本LSIは 3μ -CMOS技術で設計された高集積度LSIである。図9、10にHD61827のDTMF出力特性を示す。図9のひずみ率の電圧依存性では、広い範囲で2.3%と規格値の10%以下に対して十分余裕のある特性が得られた。図10に示すColumn-Row出力比(dBcr)特性も規格値 2 ± 1 dBに対して2.1dBと良好な結果が得られた。また図11にHD61827を用いた応用回路例を示す。1チップで10局メモリ付き16けたLCD表示形時計機能付きボタン電話機が構成できる。

4 プログラム開発

HD61827は、強力なアーキテクチャをもつHMCS400シリーズをベースに開発したもので、命令セットも同一である。特に、LCDドライバ部やDTMF発生回路のコントロールレジスタがRAMアドレス空間に存在するため、ソフトウェア的に対応可能で、HMCS400シリーズの開発ツールが流用でき容易にプログラム開発が行なえる。

5 結 言

以上、電話機用のマイクロコンピュータのニーズにこたえて、DTMF発生回路と16けたの液晶ドライバを内蔵した4ビットシングルチップマイクロコンピュータHD61827を開発した。これにより、多機能電話機が1個のLSIで実現可能となった。また、変形プログラムデバイダを用いたDTMF回路によって、低い発振周波数で、高精度のDTMF周波数が実現できた。これにより、LSIの電話機への応用が活発になるものと思われる。

参考文献

- 1) 高木, 外: 最近の電子化電話機, 日立評論, 66, 5, 361~364 (昭59-5)
- 2) S.Hotta, et al.: New 4bit Single-Chip Microcomputer HMCS-404, HITACHI REVIEW, 33, No. 2, 57~60 (1984)