

# ビジコンによる漢字の発生\*

内藤祥雄\*\* 瀬津孔二\*\*

## Abstract

The construction of a cheap pattern generator which generates Chinese characters (about two thousand characters in daily use) at a high speed, has been considered. A new type electronic pattern generator is suggested. The pattern generator makes use of a storage type image scanner such as a vidicon or image orthicon tube. A character matrix is selectively projected on the target of an image scanner and an extremely small area of the target is scanned by an electron beam.

Analysis of resolving power and storage time was carried out with consideration of a vidicon as a pattern generator. It is shown that the resolving power was better than expected. The storage time can be reduced a great deal by scanning a small area on the target. The optimum conditions for the generation of characters were found to be as follows.  $16 \times 16$  characters are set in a matrix. 35 scanning lines area used to generate characters. Scanning Speed is 30 kHz.

## 1. 序論

最近、電子計算機の出力装置や、情報伝送の手段として、漢字、仮名、アルファベットなどを高速でプリントできる印字装置が要求されるようになり、各種の試みがなされている。

漢字プリンタまたはディスプレイ装置を考える場合その収容文字数は2,000~3,000字におよぶ。したがって、活字などを用いた機械式のプリンタでは印字速度も遅く、また、非常に複雑な機構になり、保守も容易ではない。

他方、文字のパターンを電子的に発生させ、これをブラウン管上に表示することを考えると、可動部分が全くなく、高速度印字が可能になる。その1つは、文字を各要素に分解し、この要素を組み合わせることで文字を合成する方法である。この方法は、最終的には線分による文字の発生と考えることができるが、ハードウェアだけで行なうことは不可能に近い。

他の方法として1つの文字を含む面をいくつかの点に分解し、その点によって、文字を再生する方法である。後者の方法では、前者とは逆にソフトウェアは不要である。したがって、プリンタとしては後者が適し

ていると考えられる。後者は文字を含む平面を画素に分解し、画素が“1”であるか“0”であるかを何らかの方法で記憶し、印字の命令によってそれを順次読み出し、ブラウン管上に輝点で再生することになる。

この記憶-読出しには、現在、電子計算機の記憶装置として用いられている磁気記録を用いる方法、またはTV、電送写真などと同様に文字母型を光学像として記録しておく方法などが考えられる。磁気記録を用いた場合、文字の品質をある程度良いものにするためには、相当大容量の記憶装置を用いなければならない。たとえば、1文字当りの画素を  $25 \times 25$  と考えれば、2,000字を記憶しておくために  $25 \times 25 \times 2,000 = 1,250,000$  ビットの容量が必要になり、したがって、コアメモリーなどでははるかに大きすぎて実用性にとぼしくなる。また磁気ドラム、磁気ディスクなどの装置を用いれば、そのアクセスタイムが大きいので、文字の印字速度は20~30字/秒程度が限界になる。さらに、読出専用の記憶装置(Read Only Memory)を用いる方法も考えられるが、これは相当高価なものになる。

他方、フィルムなどに文字母型を記録しておき、撮像管を用いて取り出す方法は、機械的な可動部分が全くなく、したがって、高速度で読出しができ、また安価である。さらに、文字の読出し方法は、TVなどと同様に走査であるから、画素の数が同じであれば、まず目によって得られる文字よりも、良品質の文字が得

\* Generation of Chinese characters by means of vidicon by Sachio NAITO and Koji NEZU (Central Research Laboratories, Nippon Electric Co., Ltd.)

\*\* 日本電気株式会社中央研究所

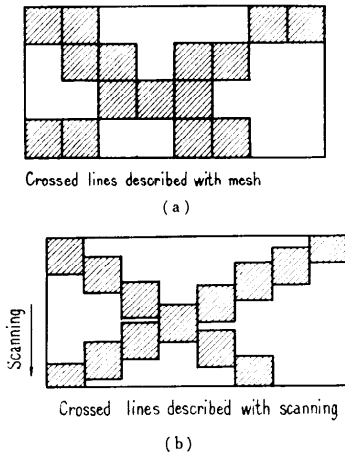


Fig. 1 Comparison between described lines

られる。これは、走査方向には画素の位置をアナログ的に決められるためである (Fig. 1)。

ここでは、撮像管として、最も安価であり、取扱いも容易な ITV 用ビジコンを用いたパターン発生器について述べる。

### 2. ビジコンの特性

現在 TV 放送などに用いられている撮像管には、イメージオルシコン、フライイングスポット管、ビジコンなどがある。このうちビジコンは、他の撮像管と比べ、小型・軽量・安価・高電圧不要などのすぐれた特徴を持つが、解像度が多少悪いこと、像蓄積効果が大きすぎる (残像) などの欠点がある。

しかし、ビジコンの欠点の像蓄積効果を有効に利用することによって、安価なパターン発生器を作りうる。

通常用いられる 1 inch のビジコンの解像度は、有効面に 150 対 (300 本) の線を投影した場合、有効面に 1 対 (明、暗) の線を投影した場合の信号出力の約 50% 程度になる。この相対感度を Fig. 2 に示す。

また、高解像度のビジコンを用いても、200 対 (400 本) で約 50% に下がる。この現象の一つの原因は、ビジコンの電子銃からのビームがあるアパーチャを持つため、このアパーチャの補償を行なうことによって、ある程度は解像度を上げることが可能になる。

Fig. 3 の上の図に示すような空間的な交流、すなわち明暗の線をビジコンのターゲットに投影し、これを Fig. 3 の下に示す直径  $a$  のひろがりを持つ電子ビームで走査する場合、この出力電流は、(1)式のように近似できる。

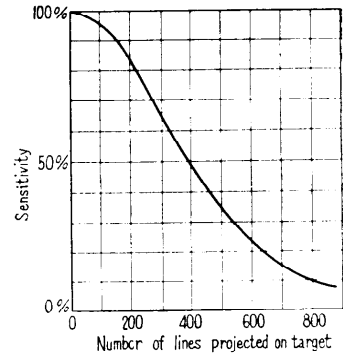


Fig. 2 Resolving power of vidicon

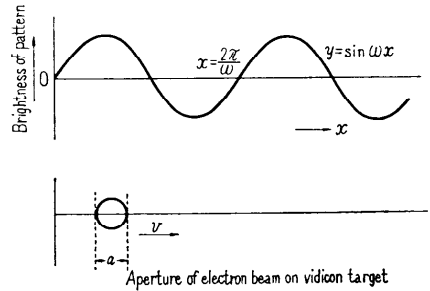


Fig. 3 Density curve of test pattern projected on vidicon target, and scanning beam

$$I_0 = \frac{2}{a\omega} \sin \frac{\omega a}{2} \cdot \sin \omega vt \quad (1)$$

ここに、 $I_0$ : 出力電流、 $a$ : ビームアパーチャ、 $\omega$ : 空間角周波数、 $v$ : 走査速度である。

ただし、ビームの広がりによる電流の変化は基準化して表わしてある。この出力電流の空間周波数による変化を Fig. 4 に示す。

したがって、電子ビームのアパーチャによる感度低下は、Fig. 5 に示すような特性を持つ回路があれば完全に補償可能である。

しかし、実際には、Fig. 5 の特性を持つ回路を作ることとは不可能であるし、またビジコンの感度低下は、他にもターゲット面での電子の拡散などの原因がある。したがって、実用回路としては、高域のピーキン

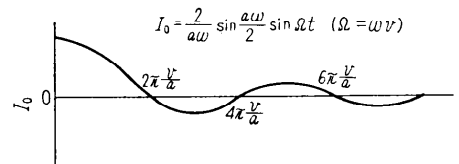


Fig. 4 Frequency response of ideal vidicon having beam aperture "a"

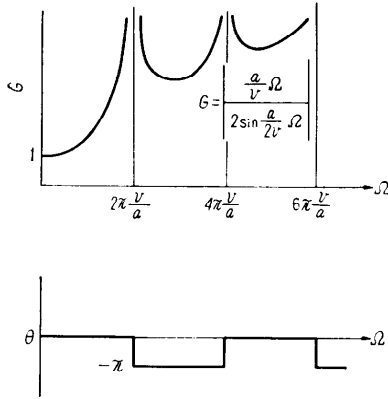


Fig. 5 Ideal gain and phase of compensation network

グ回路、遅延線の反射を用いたアパーチャ補償回路などを用いて、高周波域での感度低下を補償している。

また、Fig. 2 のビジコンの特性と、(1)式からビジコンの等価的なビームアパーチャを求めることができる。この場合、感度低下の他の原因があまり影響しないように、Fig. 2 で空間周波数の低いところを用いることにし、相対感度が0.9の点を考えれば、(1)式から(2)式の値が得られる。

$$\frac{2}{a\omega} \sin \frac{a\omega}{2} = 0.9, \quad a\omega \doteq \frac{\pi}{2} \quad (2)$$

また、Fig. 2 から相対感度が0.9になる点は、約180本である。1 inch のビジコンの有効径を15 mm とし、これを3:4の比になる矩形画面で用い、この長辺方向に走査を行なうとすると、空間的な一波長は、 $\lambda = 12 \text{ mm}/90 = 133 \mu$  となる。

この値を(2)式に入れると

$$f = \frac{2\pi}{\omega} \text{ (空間周波数)}$$

$$a = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{1}{4f} = \frac{1}{4} \lambda \quad (3)$$

$$\therefore a = 133/4 \doteq 33 \mu \quad (3')$$

となる。これによって、ビジコンをパターン発生器として用いる場合の走査線の本数を大体決定できる。

ビジコンの像蓄積効果には、2つの原因が考えられている。1つはターゲットを構成している光導電膜の性質によるものであり、1つはターゲットの蓄積容量によるものである。このうち、光導電膜の性質から起こる残像現象は、容量性の残像に比して充分小さく、パターン発生器として考える場合は、容量性の残像を考えればよい。蓄積容量はビームの走査面積にほぼ比例するので、蓄積時間も同様にはほぼ比例すると考えら

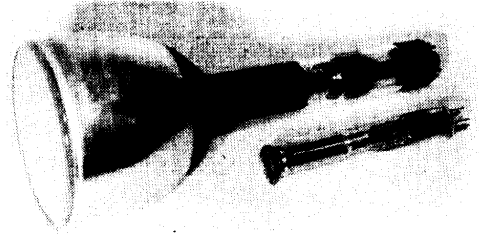


Fig. 6

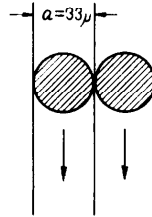


Fig. 7 Scanning liens not overlapped

れる。

### 3. ビジコンによるパターンの発生

ビジコンは前節で述べたように、解像度の点で多少他の撮像管より悪い。しかし、その小型ということでは、同様な目的に用いられているフライイングスポット管とは比較にならない (Fig. 6 参照)。

ビジコンの解像度について、パターン発生器として再考してみる。複数個の文字がはいったパターンの母型の大きさを12 mm × 12 mm とする。

まず、パターン走査の方法として、Fig. 7 に示すように、ビームが全く重ならないようにすることを考える。この場合、走査線の本数は、(3')式の値を用いて  $12,000/33 \doteq 360$  本である。

しかし、ビームのアパーチャは Fig. 7 にも示すように円状であると考えて差支えない。この近似によって、全電流の75%は円状のアパーチャに含まれる。これを Fig. 8 に示す。

したがって、Fig. 7 のような走査を行なった場合、

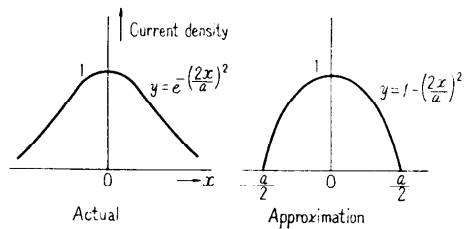


Fig. 8 Actual current density curve of electron beam and approximation

走査線と走査線の間には、まだ情報を蓄積できる空間がある。すなわち、走査線の間の情報は、ほとんど読み出していないと考える。

この走査線の間の空間を有効に利用するためには、ある程度走査線を重複させればよいわけであるが、その重なりと、読み出し信号の大きさの関係は、前節で述べた空間周波数と信号の大きさの関係と同様である。

走査線の重なりを決める一方法として、走査線と走査線との中間に流入する電流を、走査線の中心付近の電流と等しくすることが考えられる。このようにすることによって、走査面全体に、ほぼ一定の電流が流入するようになる。このように重複させるためには Fig 8 に示してある近似図形から、(4)式が得られる。

$$1 - \left(\frac{2x}{a}\right)^2 = \frac{1}{2} \quad (4)$$

$$\therefore x = \frac{1}{2\sqrt{2}}a \quad (4')$$

ここに、 $x$ : ビームの中心からの距離、 $a$ : ビームアパーチャである。これが、走査線と走査線の中間のところなので、走査線の間隔は

$$d = 2x = \frac{1}{\sqrt{2}}a \quad (5)$$

となる。また、このときの相対信号出力は、Fig. 9 および Fig. 10 から次のように求められる。

$$\frac{1}{\sqrt{2}}a = \frac{\pi}{\omega} \quad (6)$$

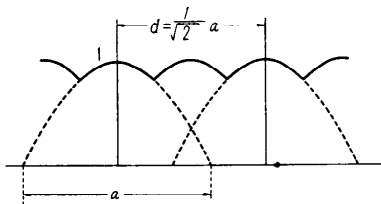


Fig. 9 Electric current on vidicon target by overlapped scanning

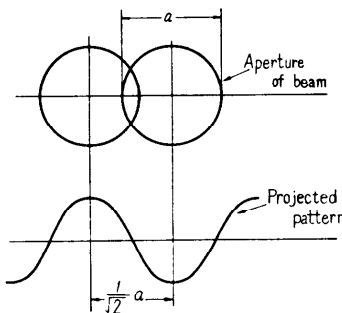


Fig. 10 Density curve and scanning beam aperture

$$\therefore a\omega = \sqrt{2}\pi \quad (6')$$

$$\therefore I_0 = \frac{2}{a\omega} \sin \frac{a\omega}{2} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \sin \frac{\pi}{2} = 0.36 \quad (7)$$

しかし、走査線の直交方向には、アパーチャ補正を入れることは困難である。したがって、実用的な解像度を、相対感度 50% の点と考えれば、(7)式に示されるように、この場合の走査線の本数は、実用的な解像度の本数をこえている。

実用的な解像度となる明暗のしまの空間的な波長を求めると、(11)式のようになる。

$$\frac{2}{a\omega} \sin \frac{a\omega}{2} = 0.5 \quad (8)$$

$$\therefore \frac{a\omega}{2} = \frac{11}{18}\pi \quad (9)$$

$$\therefore \omega = 2\pi \frac{1}{\lambda} = \frac{11}{9a} \quad (10)$$

$$\therefore \lambda = \frac{18}{11}a = 1.64a \quad (11)$$

Fig. 10 と(11)式から、(12)式が得られる。すなわち実用的な解像度は、走査線の本数の 85% 程度である。

$$\alpha = \frac{2 \frac{1}{\sqrt{2}} a}{1.64a} = \frac{\sqrt{2}}{1.64} = 0.86 \quad (12)$$

以上からビジコンのターゲット面 12 mm × 12 mm を走査する走査線数は

$$12,000/33 \times \sqrt{2} \approx 520 \text{ (本)} \quad (13)$$

(図2の 50% の点)

となり、実用的な解像度は、440 本程度になる。

また、前述のように、走査方向には特殊な回路を用いれば、倍程度解像度を上げられるので、800 本くらいの解像度を持たせうる。

漢字は、一般に横線が多く、縦線は少ない。したがって、以上の結果から、縦方向に走査することが望ましい。また、比較的横線の多い漢字の「書」、「最」などを考えると、走査方向に 15 対 (30 本) 以上の解像度が要求される。さらに走査し読み出すとき、漢字と漢字の間に空白を入れるため、1 字当り走査方向に、25 対 (50 本) 程度の解像度が必要である。したがって、走査方向には、12 mm のなかに約 16 字投影できる。また、直交方向には、漢字 1 字当り、10 対 (20 本) あれば充分である。したがって、空白まで含めて 30 本の解像度があればよく、12 mm の中に、16 字投影しても差支えない。

以上から、ビジコンのターゲットに、16 × 16 = 256 字の漢字を投影した場合、ドット表現の場合と対応して、網目の数を求めると、30 × 20 ビットとなる。ま

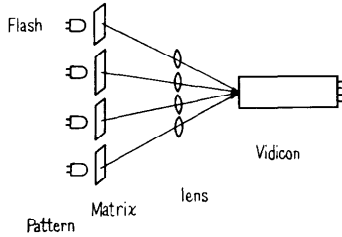


Fig. 11 Operated arrangement of pattern generator using vidicon

た、この場合、序論で述べたように、ドット表現の場合より良品質の文字が得られる。

上記のように、ビジコンのターゲットには、一時に 256 の文字を投影しても、十分な品質の文字は得られるが、文字の数はまだ少ない。この点を改善するのにビジコンの特徴の一つである像蓄積効果が利用できる。

Fig. 11 に示すように、おのおの 256 字ずつの文字がはいっているパターン板を複数枚用い、これを選択的にフラッシュランプで照明する。フラッシュランプの点灯時間は非常に短かく、数マイクロ秒しかないが、これによって投影されたパターン板は、ビジコンのターゲット容量に、電荷的な像となって蓄積される。

この蓄積された像をさらに選択走査し読み出すことにより、1,000 字以上の文字を 1 本のビジコンで発生できる。

このように、複数枚のパターン母型を、同一のビジコンのターゲットに投影する場合、やはり、残像によるパターンの重なりの問題が起こる。

これは、ビジコンの残像は容量性のものが大きな比重をもつことから、走査面積を小さくすることで解決できる。すなわち、ビジコンのターゲット面のうち次に読み出すべき微小な面積をあらかじめ走査して、前の残像を消去し、そこに新たなパターンを投影すればよい。このようにすることによって、残像による読み出し速度の低下を最小にし、高速度でパターンを発生させることが可能になる。

4. 走査速度および信号のデジタル化

ビジコンのターゲットは、分布容量および分布抵抗によって形成されていると考えられる。これを線で走査する場合、その等価回路は Fig. 12 のように表わせる。

ここで、 $g$ : 単位長当りの充電コンダクタンス (U/m)

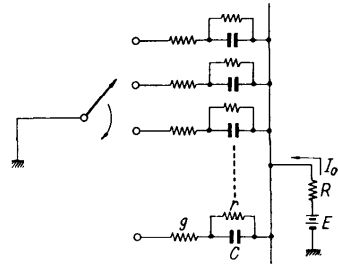


Fig. 12 Equivalent circuit of vidicon

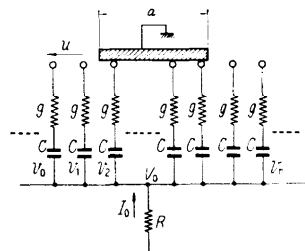
- $r$ : 単位長当りの放電抵抗 ( $\Omega/m$ )
- $C$ : 単位長当りの充電容量 (蓄積容量) (F/m)
- $R$ : 等価的な直列抵抗
- $E$ : ターゲット電圧
- $I_0$ : 出力電流

Fig. 12 の左側のスイッチが電子銃である。

ここで、 $r$  は光導電膜の抵抗である。暗電流の少ないビジコンでは、ターゲットに光が照射されていないとき、 $r$  は非常に大きいので、 $r$  を無限大と考えても差支えない。ターゲットに光を照射せず、あらかじめ走査を行ない、その後瞬間に光を照射した場合ターゲット面で光の照射がなかった部分では、 $C$  は  $E$  まで充電されたままであり、照射された部分だけ、 $E$  よりも低い電圧になっている。したがって、交流的に考えると、瞬間の点灯によって、 $C$  に電荷が蓄積され、その電荷が  $r$  によって放電されるまえに走査し読み出すと考えられ、等価回路は Fig. 13 のように表現してよい。

Fig. 13 ではビームのアーチャーを  $a$  とし、その走査速度を  $u$  としてある。

Fig. 13 の各容量に蓄積されている電圧を  $v_0=v_1=\dots=v_n$  と仮定し、この場合の走査速度と、出力電流の関係を求める。走査ビームは、計算を簡略化するため、ここでは正方形で近似する。



$a$ : Beam aperture,  $u$ : Scanning speed,  $V_0$ : out put Voltage.

Fig. 13 Equivalent circuit of vidicon target when used pattern generator

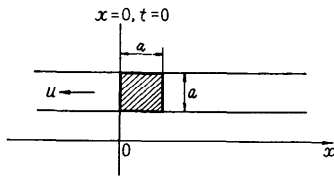


Fig. 14 Scanning line and approximated beam aperture

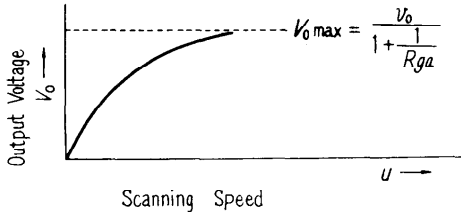


Fig. 15 Output voltage V. S. scanning speed

Fig. 13 から定常状態では

$$\frac{di}{gdx} + \frac{1}{cdx} \int didt + V_0 = v(x) \quad (14)$$

また, Fig. 14 より

$$\frac{dn}{dt} = u, \quad \frac{dv(x)}{dt} = 0 \quad (15)$$

また, 初期条件は  $x=0, t=0$  のとき,  $\int didt = 0, v(x) = v_0$  である.

これらの式から, (16)式が得られる.

$$V_0 = \frac{v_0}{1 + \frac{1}{RCu(1 - e^{-\frac{gu}{c}})}} \quad (16)$$

この結果を Fig. 15 に示す.

すなわち, 走査速度を速くすることにより, S/N 比は改善される. しかし, ある程度以上速くしても, その改善度は少なく, また, ビデオ周波数は(1)式から速度に比例して高くなるので, ビデオアンプの帯域 S/N 比などから, 適当な走査速度が決定される.

ビデオアンプについては, 一般の TV などと多少異なった考え方をしなければならない. パターン発生器に要求されている出力は, 0 または 1 の 2 値信号であり, アナログ的な出力信号は, 文字の周辺をぼかし, 品質を下げることになる. したがって, ビジコンからの出力信号を適当な方法で, 2 値化しなければならない.

アナログ的な信号を 2 値化する最も単純な方法は, 一定のレベルで, 信号をスライスする方法であるが,

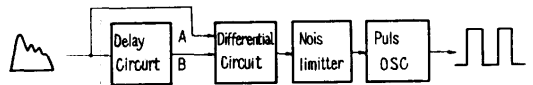


Fig. 16 Block diagram of video processing circuit

ビジコンからの読出し信号は, ターゲット上のビームの位置や, 文字の複雑さ, さらに, フラッシュランプの明るさの相違から, そのレベルは一定ではない. このレベル変化のある信号を 2 値化するためには, 信号の瞬間的な変化を利用する方法がある. これを Fig. 16 に示す.

実際のビジコンを用いたパターン発生器の文字発生速度は, 前述のようにビデオアンプの帯域に制限される. ビデオアンプの帯域が十分に広いものを考えた場合の発生速度は, ビジコンの残像特性によることは明白である. この場合の限界速度は, ターゲット全面の残像時間を  $T_1$ , 1 枚の文字母型に含まれる文字数を  $N$  とすれば, (17)式の値になる.

$$t = \frac{T}{N} \quad (17)$$

ここに,  $T$ : 残像時間,  $N$ : 1 枚のパターン母型の中の文字数,  $t$ : 一字当りの文字発生時間である. したがって, 1 秒間の文字発生数は,  $1/t = N/T$  である. 実用のビジコンでは,  $T \approx 250 \text{ msec}$  であり,  $N$  は前節で述べたように, 250 字程度である. これから 1 秒間 1,000 字程度が限界と考えられる.

(17)式では, 文字読出し時間を  $T/N$  に比して充分小さいとしてあるが, 読出し時間も消去に要する時間と同程度と考えれば, 発生速度は約半分になり, 500 字/秒程度となる. 実用的な限界速度は, この程度と考えられる.

パターン発生器としては, 文字指定のコード入力

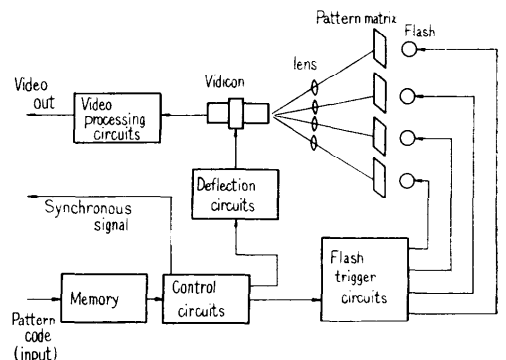


Fig. 17 Schematic diagram of the pattern generator



Fig. 18

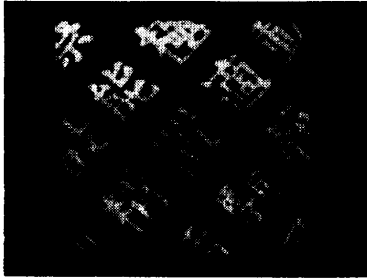


Fig. 19

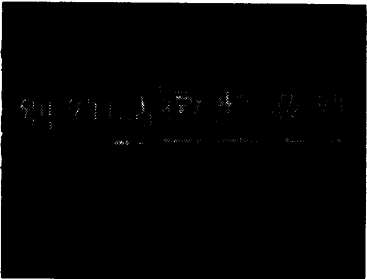


Fig. 20

あった場合、それに対応したビデオ出力、および再生するための信号を出せばよい、そのための機器構成を Fig. 17 に示す。Fig. 18, Fig. 19, Fig. 20 はこのような装置で発生した文字の例である。Fig. 18, Fig. 19 については明朝体を用い、Fig. 20 ではゴシック体にしてある。3. にも述べたように、このパターン発生器は、走査線の縦方向には解像度がなく、横方向には縦方向の倍程度の解像度をもつ。したがって、Fig. 18 に示すように文字を縦方向に走査する場合は、明朝体のような、複雑なパターンも忠実に再現できる。比較のため文字の縦・横とも同程度の解像度をもつよう、斜45°の方向に走査した例が Fig. 19 である。このような走査を行なうと、漢字などのように斜線が少なく、縦・横の線が多い文字では、ドットで表わしたいような感じになる。

また、Fig. 20 はゴシック体を使って発生したパターンを示す。

以上の結果、パターン母型の字体は、任意に選定でき、特に明朝体は、読みやすさ、ビジコンの特性などから適当であるといえる。

## 6. 結言

ビジコンは再度述べたように、小型、軽量、取扱いの容易さ、安価などの非常にすぐれた特徴を持つ撮像管である。しかし、その蓄積容量のため、高速のパターン発生には不向きであるとされ、また、解像度が低いため、多数の文字をターゲットに投影して読み出すことは不可能であると考えられていた。このビジコンの解像度をパターン発生という面から再考した結果、使用方法によっては、十分に解像度があることが確かめられた。解像度の不足分は欠点とされていた像蓄積効果を利用して補うことができ、1本のビジコンで、1,000字以上の文字を容易に発生しうる。また、蓄積効果による発生速度の低下も、微小部分について考えることによって解決された。

したがって、ビジコンを実用的な漢字プリンタのパターン発生器として使用できる可能性があり、この場合、プリンタの価格は非常に安価にできる。

終わりに、この研究を進めるにあたって、ご指導ご鞭達をいただいた当社中央研究所の関口部長、小高部長代理に深く感謝する。また、討論に参加された渡辺俱行氏、および解析の面でご教示いただいた東京工業大学印写工学研究所社内研究室の本田氏に心から御礼申上げる。

## 参考文献

- ・木内雄二：ビジコンの容量性残像の計算，第4回テレビジョン学会全国大会予稿集。
- ・吉田興夫，木内雄二：ビジコンの繰速走査のターゲット電流，第4回テレビジョン学会全国大会予稿集。
- ・堀 浩雄，辻 重夫：ビジコンの低ターゲット電圧動作，第4回テレビジョン学会全国予稿集。
- ・渋谷政昭，原 文子：プロッタによる漢字書き，情報処理，Vol. 9, No. 3。
- ・高橋達郎：電子計算機植字の現状，情報管理，Aug. 1968。
- ・中摩雅年，後藤明也，日高 滋，吉本悠久，竹内慶光：漢字の陰極線管表示方式，情報処理，Vol. 9, No. 6。
- ・E. F. de HAAN, A. von der DRIFT, P. P. M. SCHMPERS: The "plumbicon", a new television camera tube., Philips Technical Review, Vol. 25, No. 6/7。
- ・テレビジョン工学ハンドブック，オーム社，

(昭和44年4月25日受付)