

他社 VDP
(Video Display Processor)
解析調査報告書

S.58 — 9 — 22

1/49

承認

査閲

大浦

作成

平沢

序章

新CRTCを開発するために 現在製品化されているVDPのうち3社(テキサスインスツルメント, モステクノロジー, リコー)、3品種につき、解析調査を行ないましたので報告します。

1. 解析品種

メーカー	テキサス インスツルメント	モステクノロジー	リコー
品名	TMS9918 A	MOS6566	RP2C02
この石を使った製品 (私が解析した製品)	SC-3000(ハッコン) (セガ)	マークスマシン (コモドル)	ファミリーコンピュータ (任天堂)

2. 調査項目と結果

(1) チップサイズ

RP2C02(5mm \square) < MOS6566(5.9mm \square) < TMS9918(6.1mm \square)

(2) フォトセス

3品種とも nch フォトセスで、最小ピッチは

RP2C02(3 μ) < MOS6566(4 μ) < TMS9918(5 μ)

(3) 表示機能(使用可能色数、スプライト数)

RP2C02(52色、64枚) > TMS9918(15色、32枚)、MOS6566(16色、8枚)

(4) ビデオ信号出力回路名

MOS6566は完全なアナログ(正弦波)出力、

RP2C02とTMS9918は、ほぼ同じ回路構成で、矩形波を出力し外部回路でなまらせている。

3. まとめ

VDPでは TMS9918が主流となっているが、解析の結果 RP2C02(任天堂カス94、メーカーリコー)の機能充実が目立っていた。

【謝辞】

この解析調査を行なうに当たり、常に適切な指導及び助言を下された大浦主任へ深く感謝します。また、石のモールド開封を下された信頼性品質管理部の新庄主任へも深く感謝します。

目次		
序章		/
1	解析品種	/
2	調査項目と結果	/
3	まとめ	/
第1章	VDP比較表	4
第2章	アーキテクチャ	6
2-1	TMS9918A	6
2-1-1	各ブロックの機能説明	6
2-1-2	スプライト表示方式	9
2-1-3	全体を見ると	10
2-2	RP2C02	11
2-2-1	各ブロックの機能説明	11
2-3	MOS6566	17(b)
第3章	システム構成	18
3-1	TMS9918Aのシステム構成	18
3-2	RP2C02のシステムブロック図	19
第4章	ビデオ出力回路比較	20
4-1	TMS9918Aビデオ回路	20
4-1-1	ビデオ出力の構成	20
4-1-2	ビデオ出力回路	20

4-2	RP2C02	25
4-2-1	ビデオ出力の構成	25
4-2-2	ビデオ出力回路	25
4-3	MOS 6566	29
4-3-1	ビデオ出力の構成	29
4-3-2	明暗信号出力回路	29
4-3-3	カラー信号出力回路	30

第5章	バースト信号のタイミング	33
5-1	目的	33
5-2	実験方法及び結果	33
5-3	考察	34
5-4	備考	35

第6章	まとめ	36
6-1	ビデオ出力回路	36
6-2	スプライト機能	37

写真

38 ~ 49

第1章 VDP機能比較

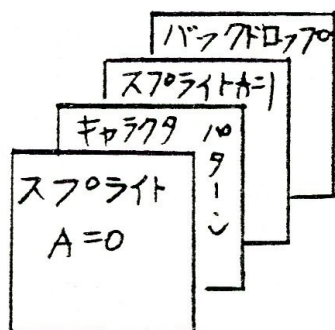
VDPとして3品種、さらにCPUとして一品種、解析調査を行いました。以下解析結果を示します。

品名	TMS9918A	MOS6566	RP2C02	RP2A03
メーカー	テキサス インスツルメンツ	モステクノロジー	リコー	リコー
VDP、CPUの区別	VDP	VDP	VDP	CPU
カスタム品か	スタンダード	カスタム	カスタム	カスタム
このICを使った製品 (私が解析した製品)	SC-3000 (1107J) (セガ)	マックスマシン (コモドール)	ファミリーコンピュータ (任天堂)	ファミリーコンピュータ (任天堂)
チップサイズ	7×5.4mm 6.1mm□	5.6×6.3mm 5.9mm□	5.2×4.8mm 5.0mm□	5.1×5.2mm 5.1mm□
70ピコ秒 ^(注1)	nch 5μ	nch 4μ	nch 3μ	nch 3μ
スプライト数/画面	32枚	8枚	64枚	
スプライト数/ライン	4枚	?	8枚	
使用可能色数	15色	16色	52色	
使用可能色数/画面	15色	16色	28色	
使用可能色数 /キャラクタ・パターン (ただし2色/ライン)	16色	4色	16色	
使用可能色数 /スプライト	1色	1色、3色	1色、3色	
Pin数	40	40	40	
クロック周波数	10.74MHz	14.32MHz	21.48MHz	
表示分解能 (ヨコ×タテ) ドット	256×192 ドット	320×200 ドット	256×240 ドット	
キャラクタパターン 表示数	32×24	40×25	32×30	
テキストモード 表示数	40行×24行 (5×7ドット)	40行×25行	?	
スプライトサイズ (ヨコ×タテ)	8×8 (ドット) 16×16 (")	24×21 (ドット)	8×8 (ドット)	
スプライト 拡大機能(2倍)	有り	X方向、Y方向 別々に拡大可能	99分なし	
衝突検出	有り	有り	?	
X、Y方向スムーズ スクロール機能	なし	有り	有り	

品名	TMS9918A	MOS6566	RP2C02
カラーパレット機能	なし	なし	有り
スーパーインポーズ機能	有り	なし	なし
スフライト、X軸、Y軸反転機能	なし	なし	有り
グラフィックとスフライトの混在	可能	可能	可能
ビットマップ機能	なし	有り	?
(注2) フレイオリティ	1. スフライト 2. キャラクタパターン 3. バックドロップ 4. 外部ビデオ	1. スフライト 2. キャラクタパターン 3. スフライト 4. バックドロップ	1. スフライト 2. キャラクタパターン 3. スフライト 4. バックドロップ
グラフィック機能	4x4ドットに対して 16色自由に指定可	8x8ドット単位で しか色の指定は できない。	1ドットごとに、自由 に色を指定できる 可能性有り。
PAL方式への対応	極めて困難	対応できる可能性 あり	対応できる可能性 あり

(注1) 最小ピッチは、4つの石のチップ写真と、NEC μ PD70008 (3 μ 、CM7000セス)のチップ写真を比較することにより判断した。(photo 1.1 ~ photo 1.5 参照) (P.38 ~ P.40)

(注2) MOS6566、RP2C02は、スフライトの優先度を決める bit A を持っている。



第2章 アーキテクチャ

2-1 TMS9918A

TMS9918のチップ写真をphoto2-1(P.41~P.42)に示す。

またブロック図を図2.1(次ページ)に示す。

2-1-1. 各ブロックの機能説明

(1) スプライトDOWNカウンタ

比較回路で一致したスプライトのX座標(図2.2参照)を、HBLKの間にプリセットしておく。表示が開始されると、DOWNカウンタが動き出し、 $X=0$ となるとスプライト・シフトレジスタが動き出す

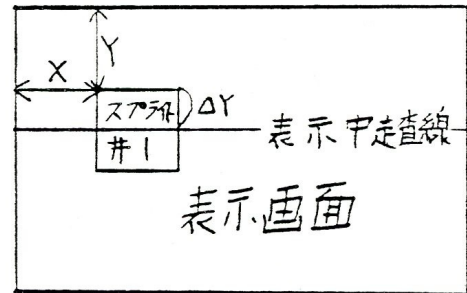


図2-2

(2) スプライト・シフトレジスタ (回路2.1参照, P.9)

図2-2に示すように、 $Y+\Delta Y$ 上に表示するスプライトがある場合、HBLKの間に、そのスプライトのパターンサイズ(8×8 or 16×16)に対応して、8bit or 16bitのドットデータがシフトレジスタに入力される。DOWNカウンタが0になると、拡大モードの時は2クロック毎に、そうでない時は、1クロック毎に、シフトレジスタの値は1bitずつ右へ移動し1bitずつドットデータとして出力する。

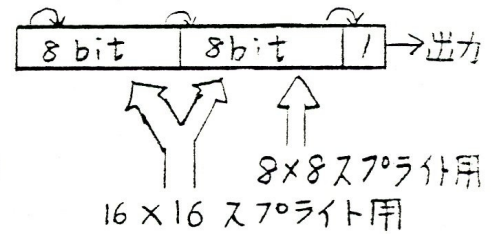


図2-3 シフトレジスタ

(3) スプライト・カラー

スプライトカラーは、HBLKの間に4bit(16色)のデータとしてラッチされる。スプライト・シフトレジスタの出力が1の時、このデータをカラーバスに出力する。

(4) パターン・シフトレジスタ

8bit(8ドット)のパターンデータが入力され、1bitずつ右へ移動し、1bitずつパターンのドットデータを出力する。

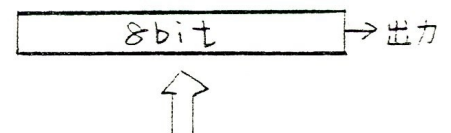
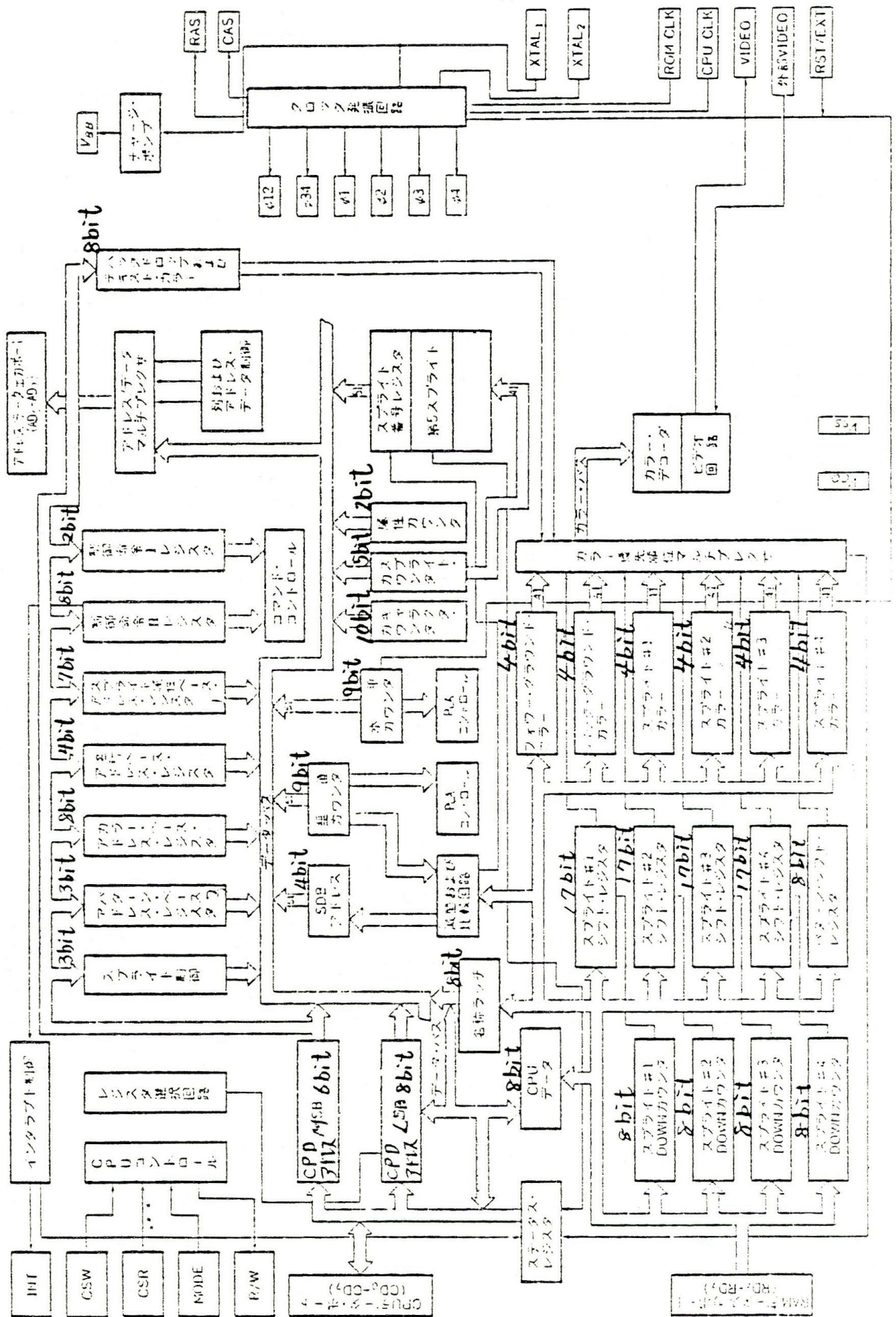


図2-4 パターンシフトレジスタ

(図5) VDP ブロック図



(5) 減算器 (回路2.2参照 P9)

スプライトのY座標一致検出は、HBLK中に、 $VC - Y(\text{スプライト}) = \Delta Y$ を計算し、スプライトのサイズ及び、拡大bitの有無により

$0 \leq \Delta Y \leq 7, 15, 31$ (各々たて8ドット、16ドット、32ドットの時)の時、表示スプライトのパターンデータをRAMからロザび。

(6) VDPLレジスタ

ここには、以下7つのレジスタがある。

スプライト制御 (3bit)

パターン・ベース・アドレス・レジスタ (3bit)

カラー・ベース・アドレス・レジスタ (8bit)

名称ベース・アドレス・レジスタ (4bit)

スプライト属性ベース・アドレス・レジスタ (7bit)

制御命令IIレジスタ (8bit)

制御命令Iレジスタ (2bit)

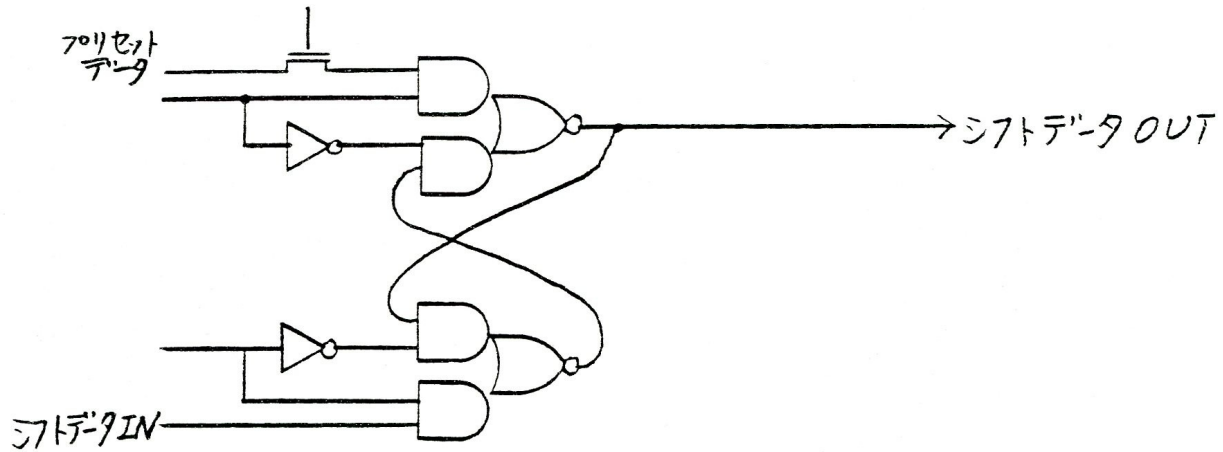
(7) MSB, LSB

VRAMアドレス、上位6bit、下位8bitを分けて、ここにラッチする。

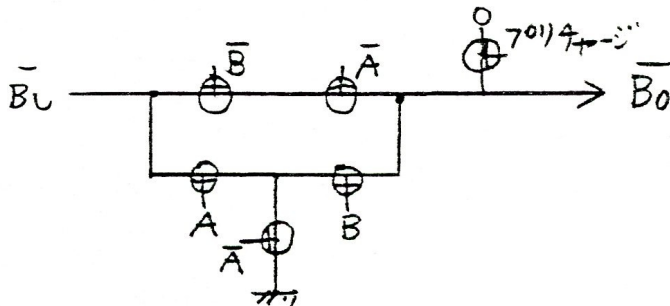
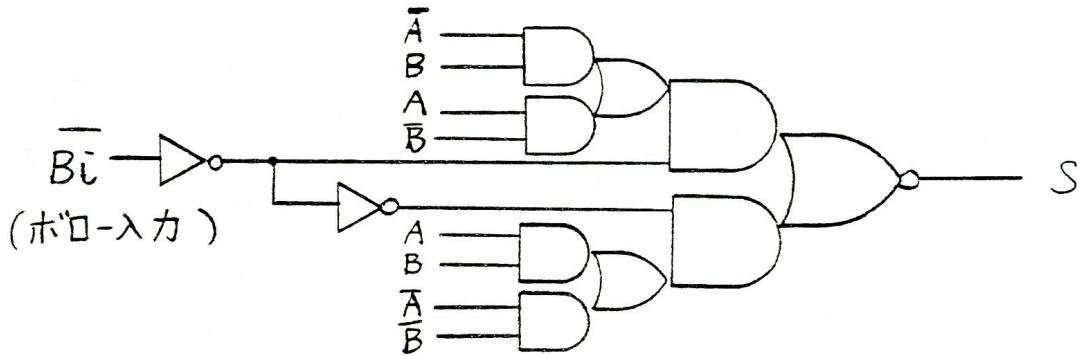
(8) ΔY ラッチ

ブロック図ではSDBアドレスに相当する

○ 回路 2-1 ハシラジリ変換器 (1bit分)
(スプライト・シフトレジスタ)



○ 回路 2-2 減算器 (1bit分)



$$\overline{B_0} = B_i(\overline{A+B}) + \overline{A}B$$

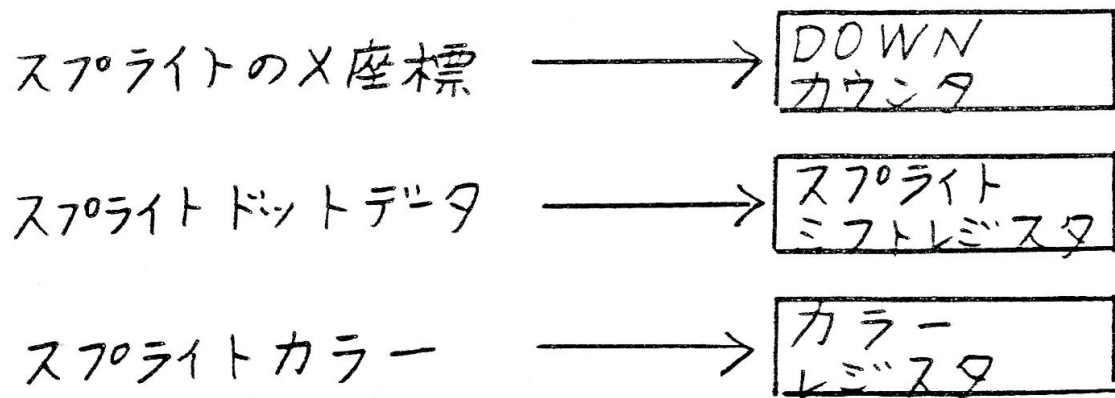
2-1-2 スプライト表示方式

○ VBLK 中

1画面に表示するスプライト(最大32枚)を判断し、そのスプライトの属性をVRAMのスプライト属性テーブルに書き込む。

○ HBLK 中

32枚(最大)のスプライトのY座標とVCの値を減算器(P.8参照)で比較し、もし選ばれれば最大4枚まで



上の3つのレジスタへのデータ書き込みを行なう。

◦ 画面表示中

画面表示がはじまると、DOWNカウンタが重かきだし、この値が0になると、スプライトシフトレジスタが動き、この値が1の時、カラーレジスタの値がカラー優先順位マル4アドレスに入力される。

2-1-3 全体を見ると

- PLA DOWNカウンタ、シフトレジスタで、タフナミック回路を利用し、パワー削減を図っている。
- スプライトは、1ライン4枚分しかない。

2-2 RP2C02 (リコーフィルカスタム)

RP2C02のキップ写真をphoto 2-2 (P43~P44)に示す。
またブロック図を図2-5(次ページ)に示す。

2-2-1 各ブロックの機能説明

スプライトの一致検出方式は、TI9918と同じであったので、ここでは共通していないブロックについて説明する。

(1) スプライト属性テーブルRAM (回路2-3参照, P16)

2112bitのRAMであり、一画面64枚分のスプライト属性テーブルが入っている。解析の結果、属性テーブルの構成は、図2.6の様になっていると思われる。
以下RP2C02のスプライト機能について説明する。

(i) カラー

スプライト64枚中、32枚のスプライトは、図2-7(a)に示すように、1平面(1スプライト単色のみ可)持ち、残り32枚は、(b)に示すように、2平面(1スプライト3色可)持っている。

また、1画面中での使用可能色数は、図2.8(P.13)に示すように、スプライト1の場合4色、スプライト2の場合、12色となっている。

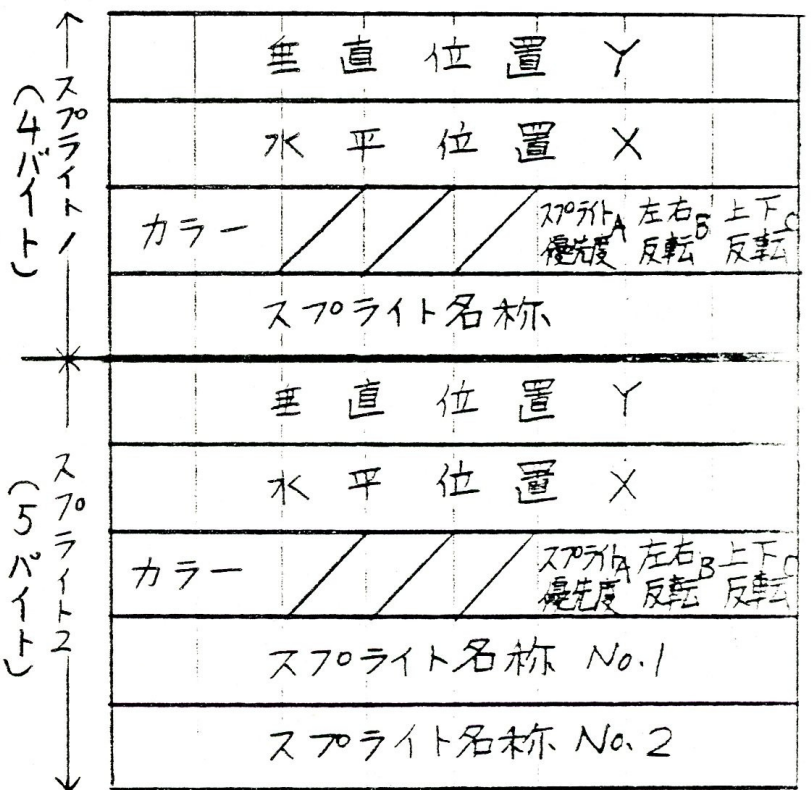
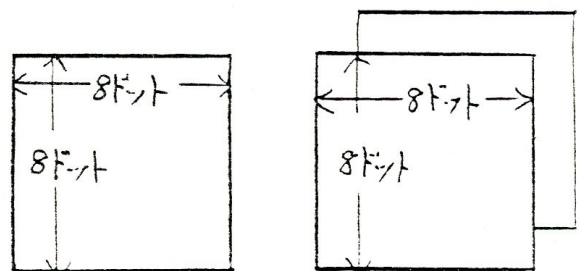


図2.6 スプライト属性テーブル

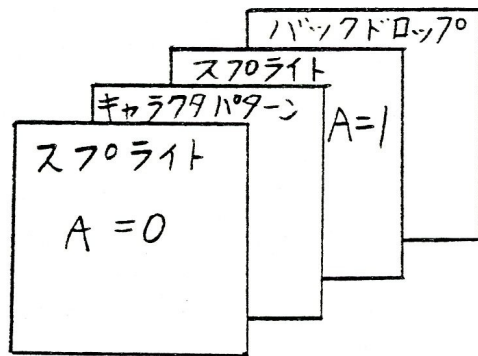


(a) スプライト1 (b) スプライト2

図2.7 スプライト平面

(ii) スプライト優先度 bit A

bit Aと、画面表示優先度の関係は下図のようになっている。



bit Aの値に対応した、マルチプロセッサを設け、上に示した優先順位を実現していた。

スプライト 平面のbit	カラー 2bit	一画面可能 色数
0	× ×	透明
1	× ×	4色

(a) スプライト 1

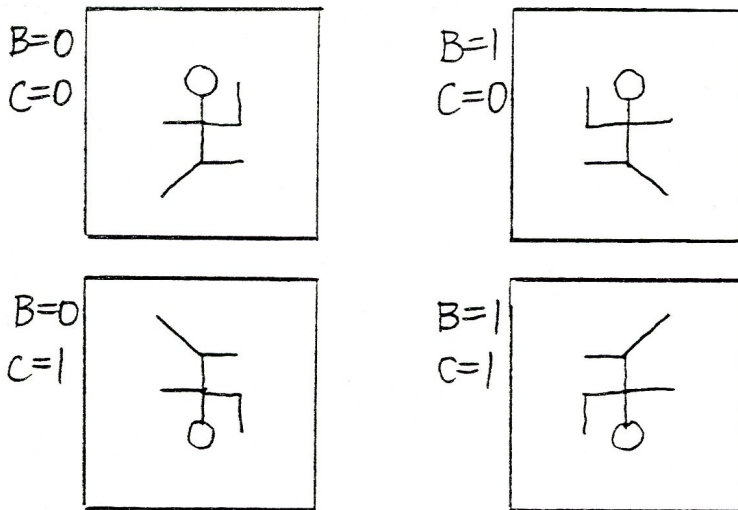
スプライト 平面のbit	カラー 2bit	一画面可能 色数
0 0	× ×	} 3×4=12色
0 1	× ×	
1 0	× ×	
1 1	× ×	

(b) スプライト 2

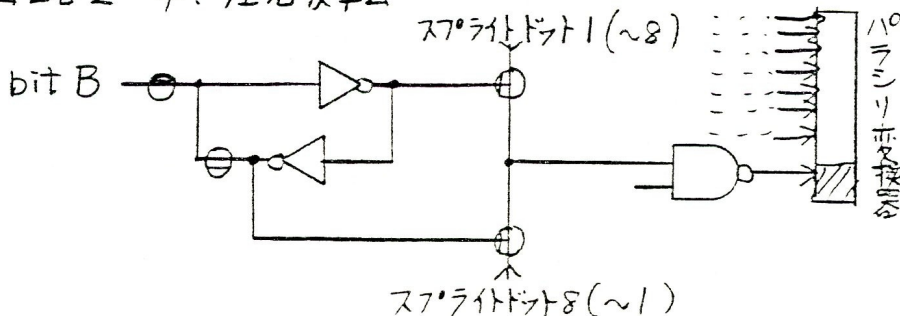
図 2.8 カラー-bit構成

(iii) 左右反転 bit B, 上下反転 bit C (回路2-4, 回路2-5参照)
(コアページ)

bit B, bit Cと表示スプライトの関係は下図のようになっている。

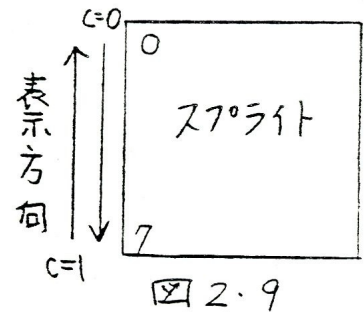
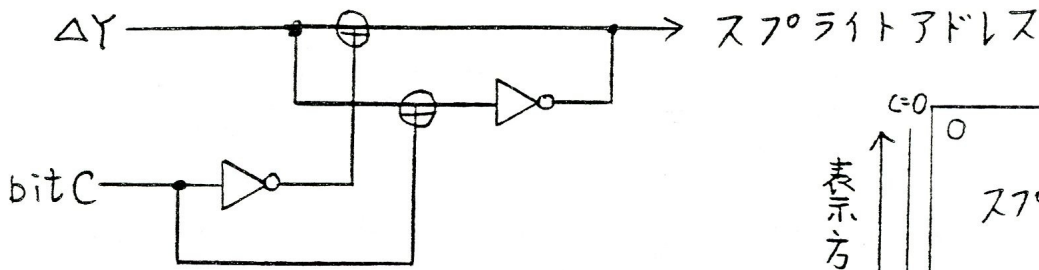


○ 回路2-4, 左右反転



パラシリ変換器にスプライトドットデータを入れる際の順番の切換えを行っている。

○回路 2.5 上下反転



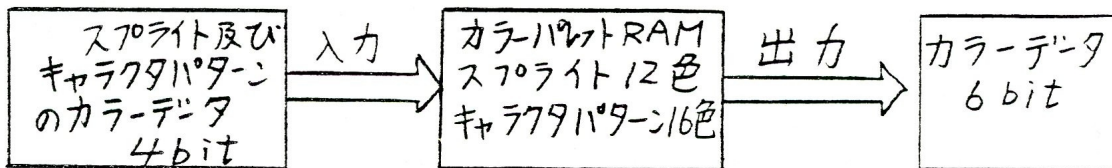
上図の回路を使うことにより、スプライト
ドットデータを、上からロケか、下からロケ
ぶかを決め、スプライトの上下反転を
可能にしている。

図 2.9

(2) カラーパレット RAM

6 bit (1色につき) × 28色 = 168 bit の RAM であり、1画面、
あらかじめ決めた色か、スプライト用 12色、キャラクタパターン用
16色入っている。

RP2C02は、52色の出力が可能であるので、カラーデータと
して、6 bit 必要である。しかし、一画面、使用可能色を
スプライト 12色、キャラクタパターン 16色に限定することにより、
4 bit データとして処理している。



つまり、上図に示すように、RAMは、4 bit のカラーデータを
6 bit のカラーデータに変える役割を果たす。

さらに、RAMのデータを、V-BLK中に書き変えることにより、
瞬時に画面の色調を変える。パレット機能を実現している。

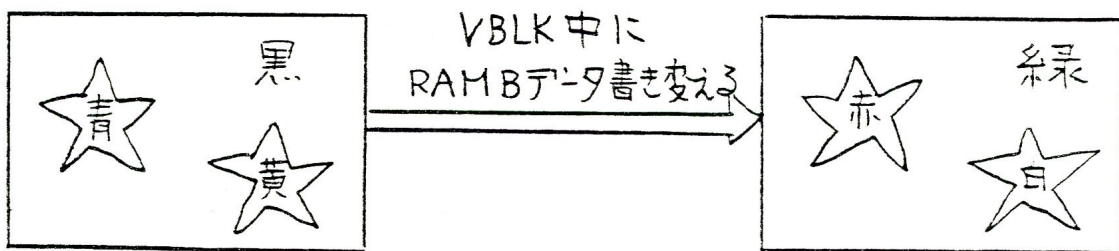


図 2.10 パレット機能

(3) X方向ス4-ス スクロール機能

キャラクタ パターンのドットデータは、
 まず、図2.11に示されるように、110ラ
 シリ変換器 A、Bに入力される。
 (1キャラクタパターンに対して
 2平面持っている。)

このデータは、ドットクロックで、
 1bitずつ右へ移動し、110ラシリ変
 換器 1~2に入力される。

また、カラーデータは、図2.12に示す
 ように、4bit テイレド フリップ
 フロップ (D、F、F) C、Dに入力
 される。D、F、Fのデータのうち
 1bitが、2ドットクロック分 110ラ
 シリ変換器 3~4に入力される。
 (おなわち 4bitで、8ドット分)

このパラシリ変換器 1~4のデー
 タをどのタイミングで出力するかを、
 S₁ ~ S₃ の信号で制御している。

V-VLK中に S₁ ~ S₃の信号を変
 えることにより、図2.13に示す
 ように、最高8ドットまで、1ドット
 刻みで、表示画面をX方向に
 ずらすことが可能となっている。

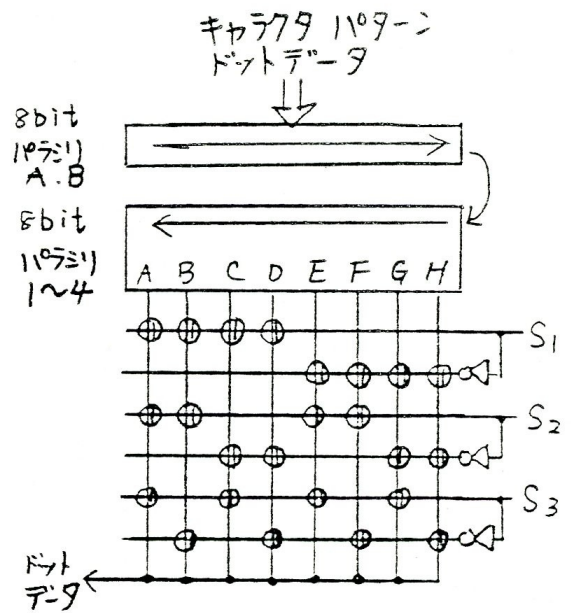


図2.11 X方向ス4-ススクロール回路

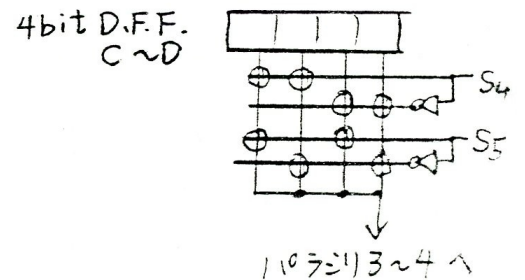


図2.12. テイレド・フリップ・フロップ

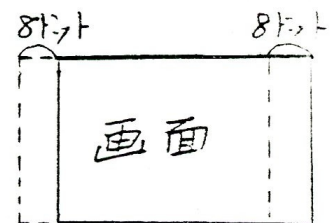
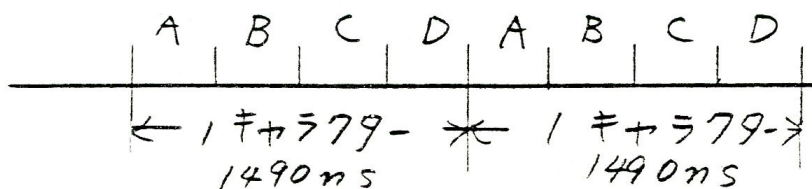


図2.13 画面

(4) キャラクタ・パターンデータを呼び出すタイミング

1キャラクタ表示中 (1490ns) の間に、RAM (ROM)
 から4回アクセスできる。(A~Dまで)



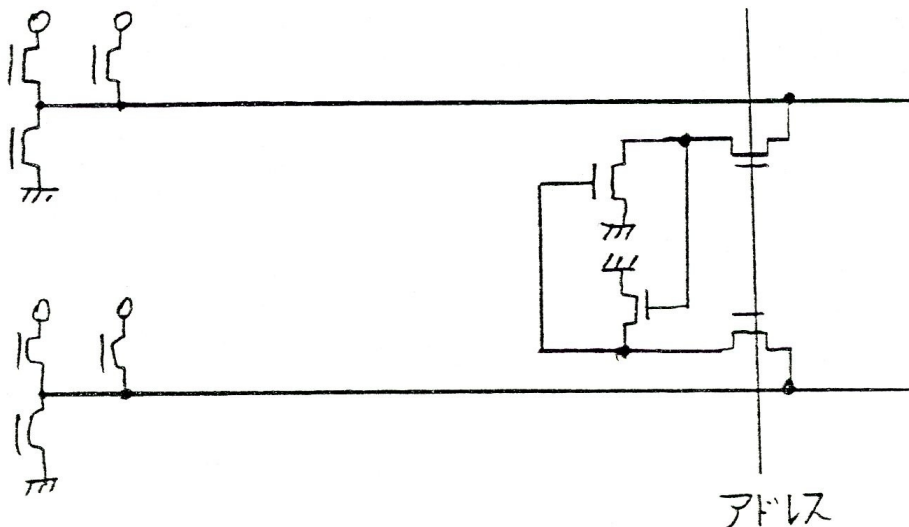
	372ns A		372ns B		372ns C		372ns D	
RAM	○	○					○	○
ROM			○	○	○	○		
	ADRS1	D1	ADRS2	D2	ADRS3	D3	ADRS4	D4

- ADRS1 10bit キャラクタカウンタの出力
- D1 パターン平面1, 2の上位8bitのアドレス
- ADRS2 } パターン平面1, 2のアドレスで9bit.
- ADRS3 } 上位8bitはD1の値
- D2, D3 パターン平面1, 2のドットデータ(8bit)
- ADRS4 カラーデータのアドレス
- D4 カラーデータ 8bit = 4bit x 2

と上記のタイミングでデータの読み込みを行なっている。

○ 回路 2.3 (オプテのRAM)

4trの擬似スタティックRAMセルで構成している。



(5) キャラクタパターン

キャラクタパターンは、図2.14に示すように2平面持っている。また、カラーデータはX方向8ドット分に対して4bit×2持っている。すなわち2ドット毎にカラーデータ1bit×2となっている。

従って、X方向8ドット分に対するデータを図2.15に示すように決めると、各ドットは、図2.16に示すように4bitで表現され、2ドット毎に、16色を自由に指定することができる。1ドットごとに色を変えることが可能となっている。

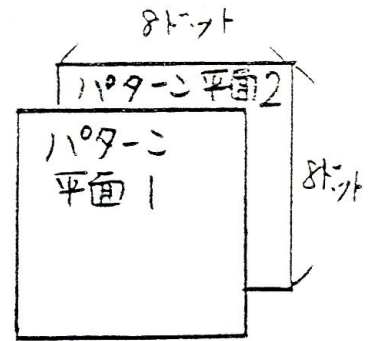


図2.14

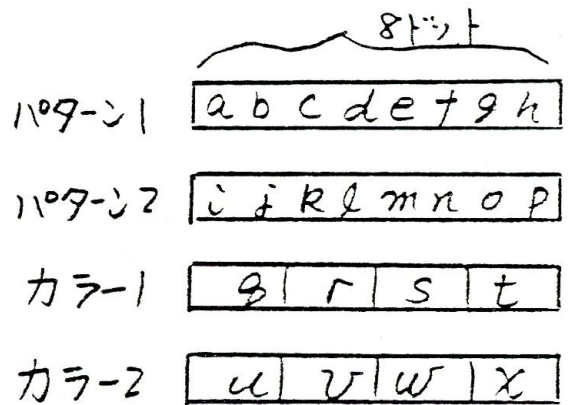


図2.15

1ドット目	a	i	g	u
2	b	j	h	u
3	c	k	r	v
4	d	l	r	v
5	e	m	s	w
6	f	n	s	w
7	g	o	t	x
8	h	p	t	x

図2.16

2-3 MOS 6566

MOS 6566 のチップ写真を Photo 2-3 (P45) に示す。

(i) スプライトのカラー指定方法

スプライトカラーは、スプライトごとに、単色モード、スプライトタタ色モード(3色)のどちらかを選ぶことができる。

図 2.17 に示すように、スプライトサイズは 21×24 (ドット) である。

単色モード

スプライトドット 1 の時、そのスプライトに対して指定した色が出力される。
また、ドット 0 の時は透明になる。

タタ色モード

X 方向 2 bit 単位で、カラーを指定するので、X 方向の分解能が単色モードに比べ $1/2$ に落ちる。

カラーの指定は図 2.18 に示すようにして行なう。

10 の部分は、そのスプライトに対して指定した色が出力し、01、11 の部分は、スプライトカラーレジスタ 1、及び 2 で指定した色が出力される。このスプライトカラーレジスタ 1、2 はすべてのスプライトに対して共通なので、タタ色モードでもスプライトごとに独立に指定できる色は 1 色である。00 の部分は透明になる。

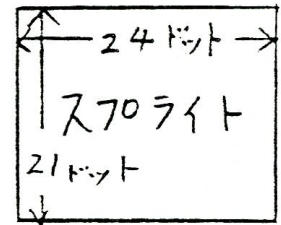


図 2.17 スプライトサイズ

		2bit	
8枚すべてのスプライト に対して共通	0	1	
	1	1	
	1	0	
	0	0	

スプライトごとに
任意に指定可

透明

図 2.18 タタ色モード

(ii) キャラクタパターンへのカラーの指定方法

キャラクタパターンに対しても、単色モード、タタ色モード(4色)がある。(タタ色モードの時は、すべてのキャラクタパターンがタタ色モードになる。)

単色モード

キャラクタパターンドット1の時、そのキャラクタパターンに対して指定した色が出カされる。また、ドット0の時はバックグラウンドカラーが出カされる。

2色モード

X方向2bit単位で、カラーを指定するので、X方向の分解能が単色モードに比べ $\frac{1}{2}$ に落ちる。

カラーの指定は、図2.19に示すようにして行なう。

11の部分には、そのキャラクタパターンに対して指定した色が出カし、

01, 10の部分には、キャラクタパターン

カラーレジスタ1, 2で指定した色が出カされる。この

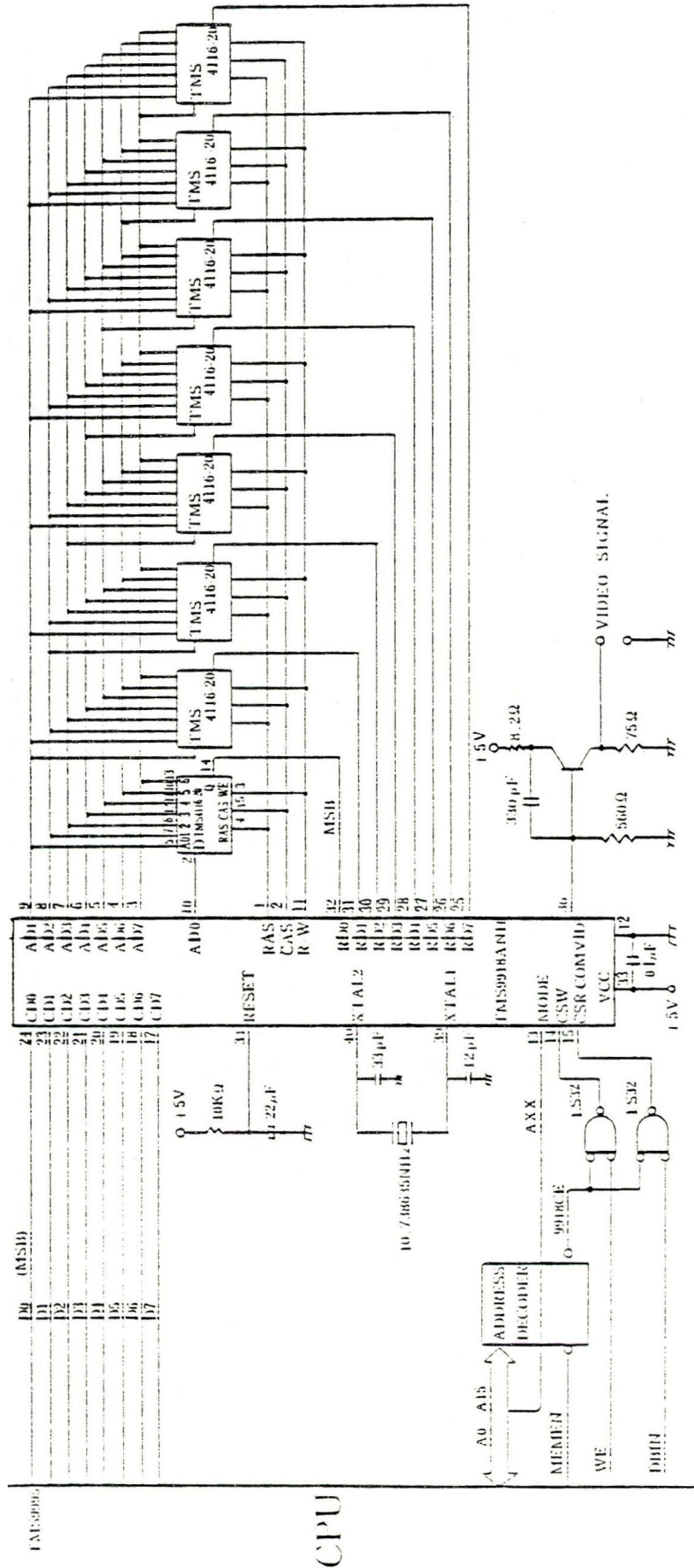
レジスタ1, 2は、すべてのキャラクタパターンに対して共通である。00の部分にはバックグラウンドカラーが出カされる。結局、キャラクタパターンごとに独立に指定できる色は1色である。

2bit	
すべてのキャラクタパターン共通の色	0 1
//	1 0
キャラクタパターンごとに任意に指定可	1 1
バックグラウンドカラー	0 0

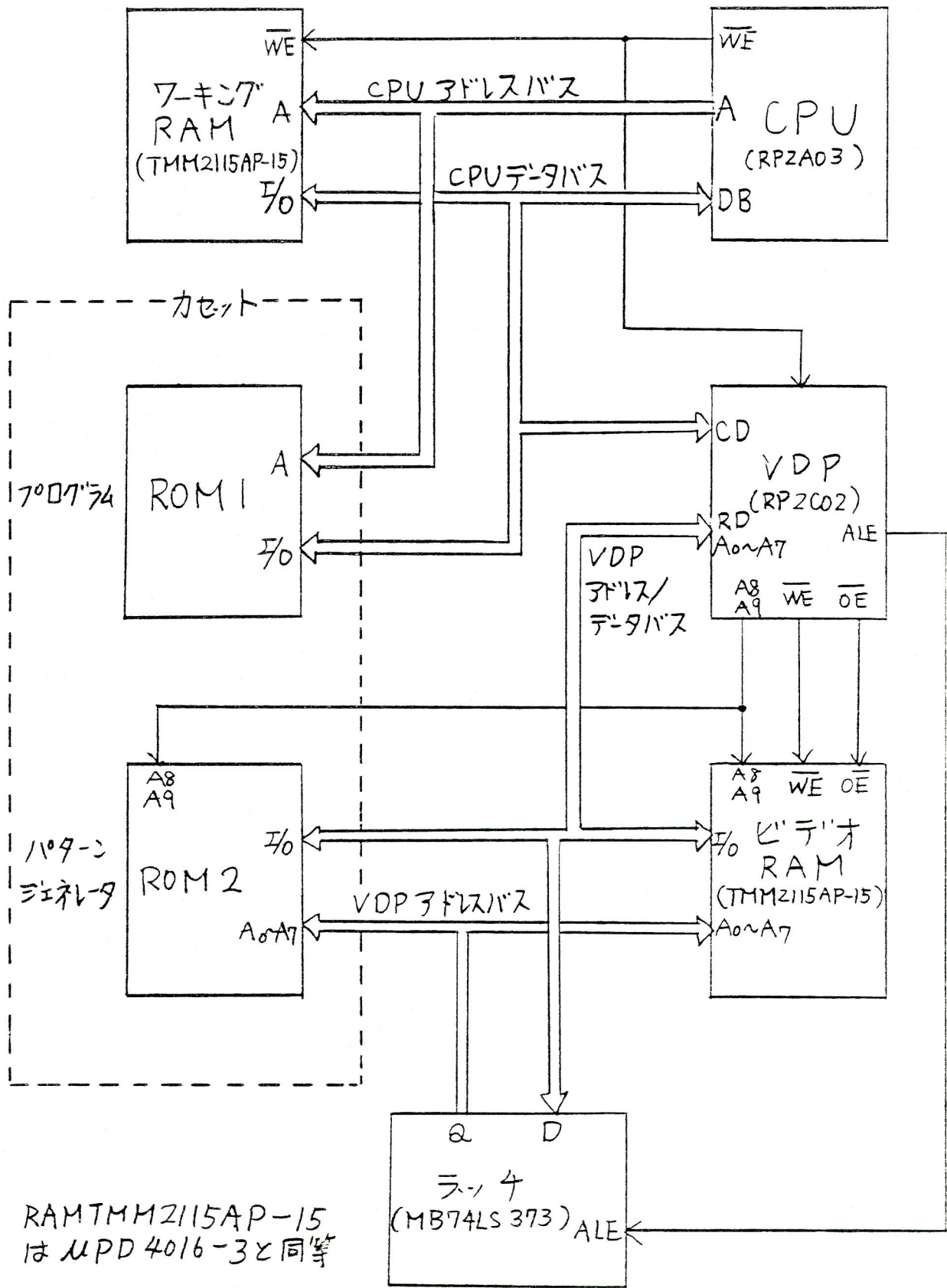
図 2.19 2色モード

第3章 システム構成

3.1 TMS9918のシステム構成



3.2 PP2C02のシステムブロック図 (任天堂ファミリーコンピュータ)



○ その他、使用している部品

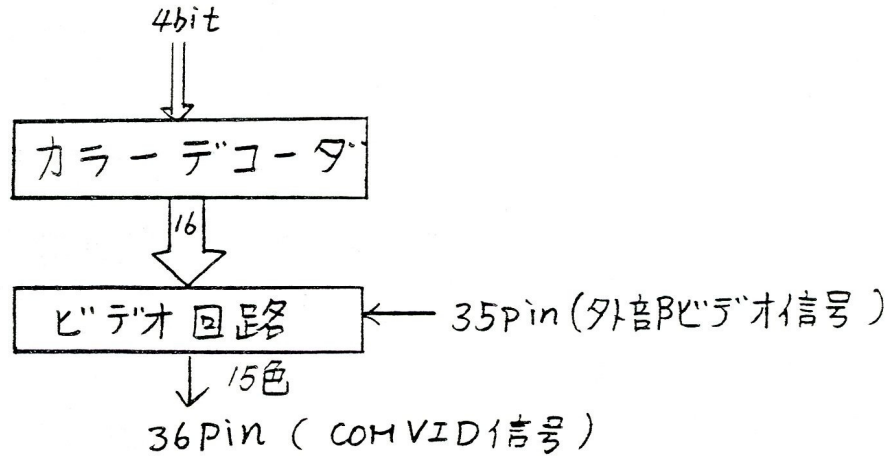
TC40H368P (HEX INVERTER 3-STATE)	21個
MB74LS139 (デコーダ)	1個
RFモジュレータ	1個

第 4 章 ビデオ出力回路比較

4.1 TMS9918 ビデオ回路

TMS9918のビデオ出力回路の写真を photo 4-1 (P46) に示す。

4-1-1 ビデオ出力の構成



4-1-2 ビデオ出力回路

36Pin, COMVID出力波形を photo 4 2, photo 4 3 (47ページ) に示す。TIのマニュアルにのっているルミナンス、クロミナンスに従うと 図4.1(次ページ) に示すようになるが、実際は、photo 4.2 のようになており白レベルが違っていた。

ビデオカラー信号は 図 4. 2 に示すような抵抗分割 (拡散抵抗) された19レベルと 図4.3 に示すような 3.58MHz 6相のクロック $\phi_1 \sim \phi_6$ を用いて発生させている。

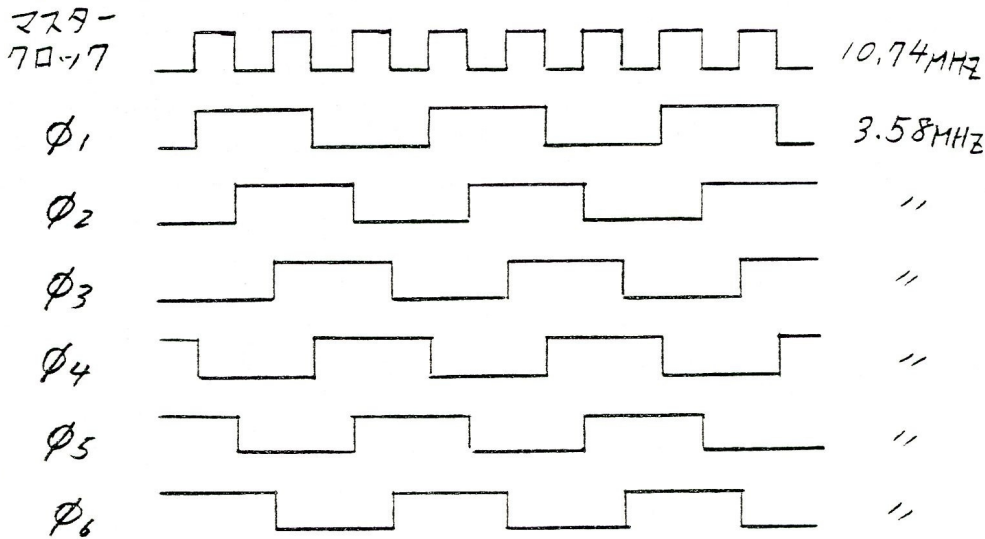


図 4-3. マスタークロックと $\phi_1 \sim \phi_6$ の関係

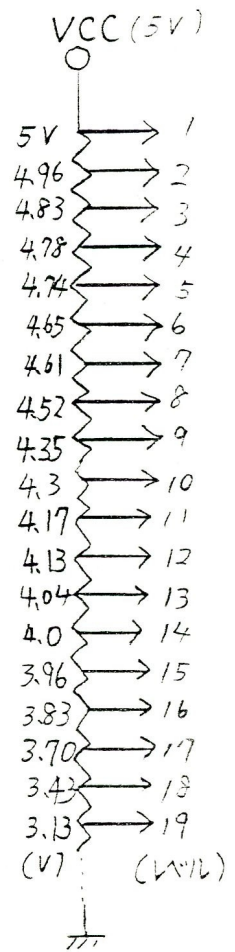
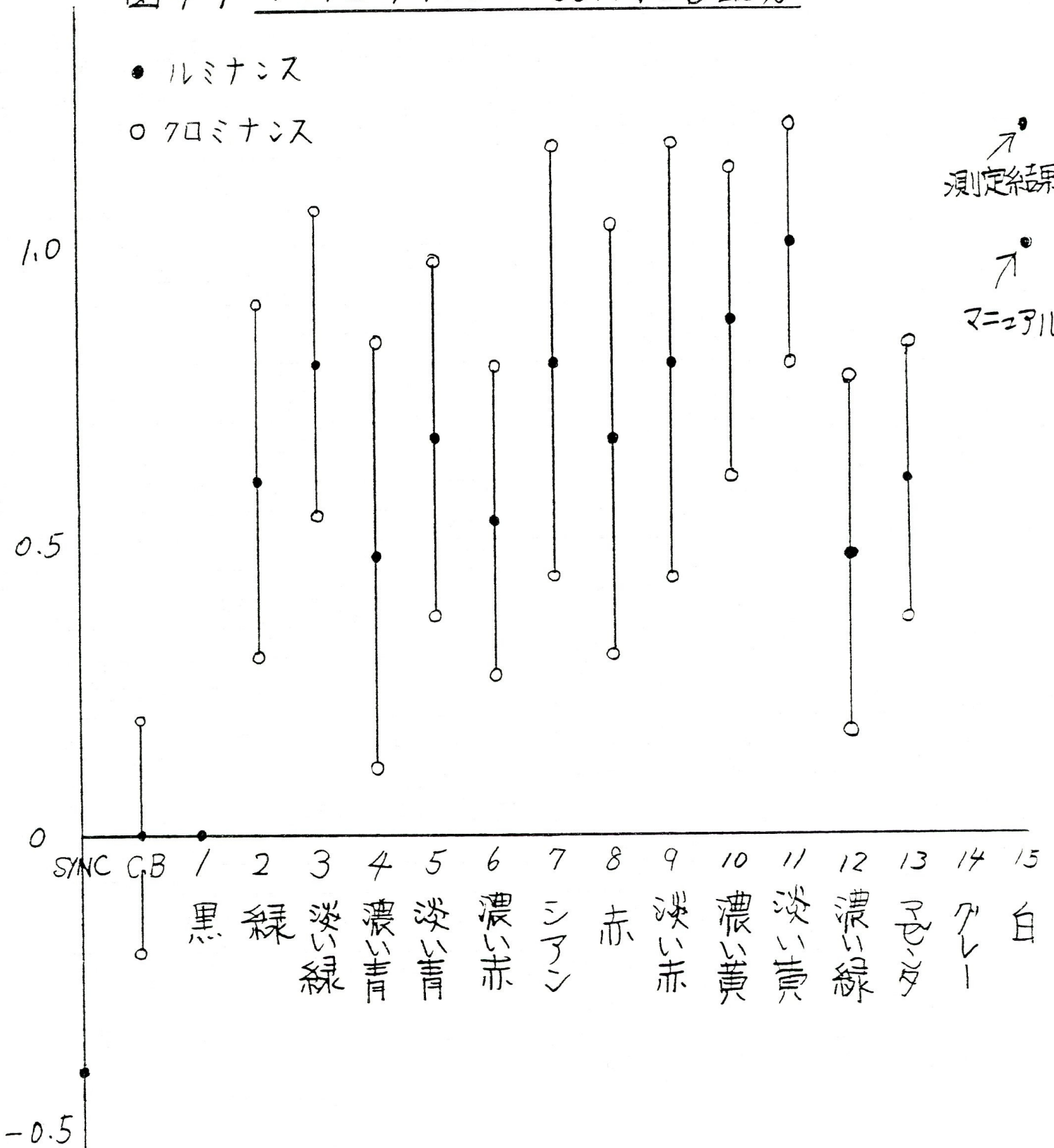


図 4-2
(拡散抵抗)

図4-1 TMS 9918 COMVID出力



白、黒、灰信号は、19レベルのうち一値を選んで出力させることにより発生させている。

カラー信号は、位相が 180° ずれたクロック(たとえば ϕ_1 と ϕ_4)を用いて、2値を出力させることにより発生させる。

○ 例1. バースト信号と淡い青色の波形

バースト信号は、 ϕ_1 でレベル15、 ϕ_4 でレベル18が出力され、この2値が外部回路でなまらされ、図4.4に示すような、正弦波に近い形にされている。

淡い青色は、 ϕ_1 でレベル13、 ϕ_4 でレベル5が出力されている。

以下同様にして、各色について、位相と色の関係を調べた。(図4.5参照)

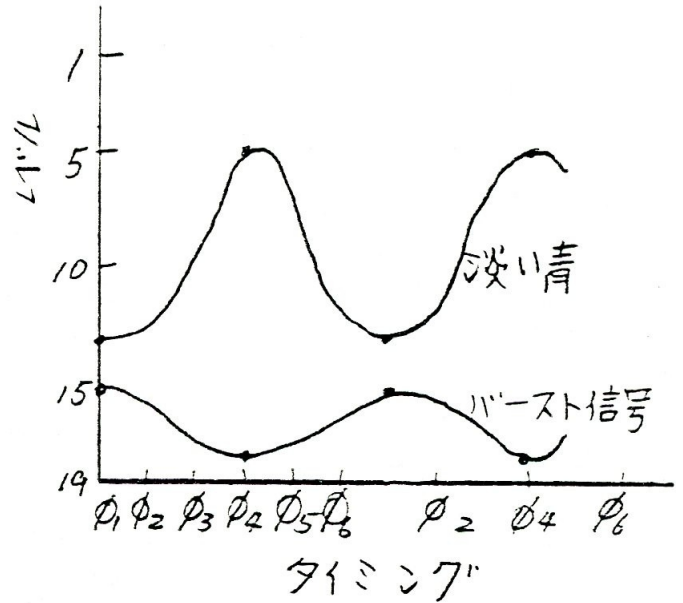


図4.4 波形

○ スーパーインポーズ回路

36pin ビデオ出力回路には、35pin 外部ビデオ入力を入力するためのトランスファゲートも設けてある。

○ TMS9918における、カラーデコード回路、36pin 出力回路、カラー信号発注回路を図4.6～図4.8に示す。(P23～P24)

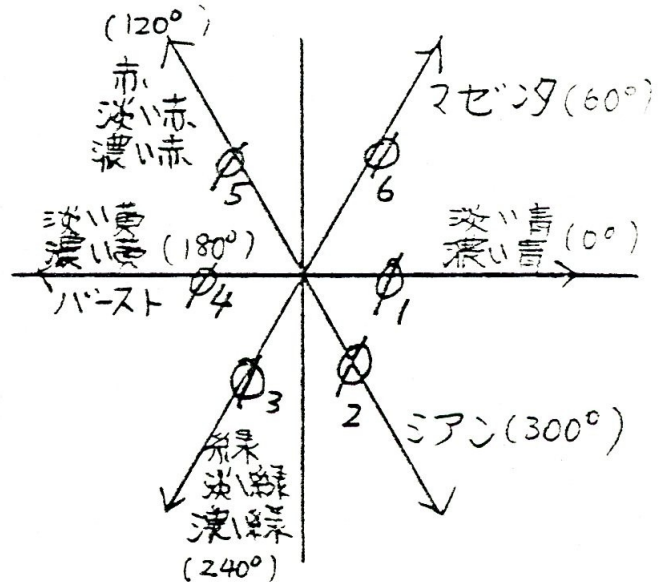


図4.5 $\phi_1 \sim \phi_6$ と色の関係

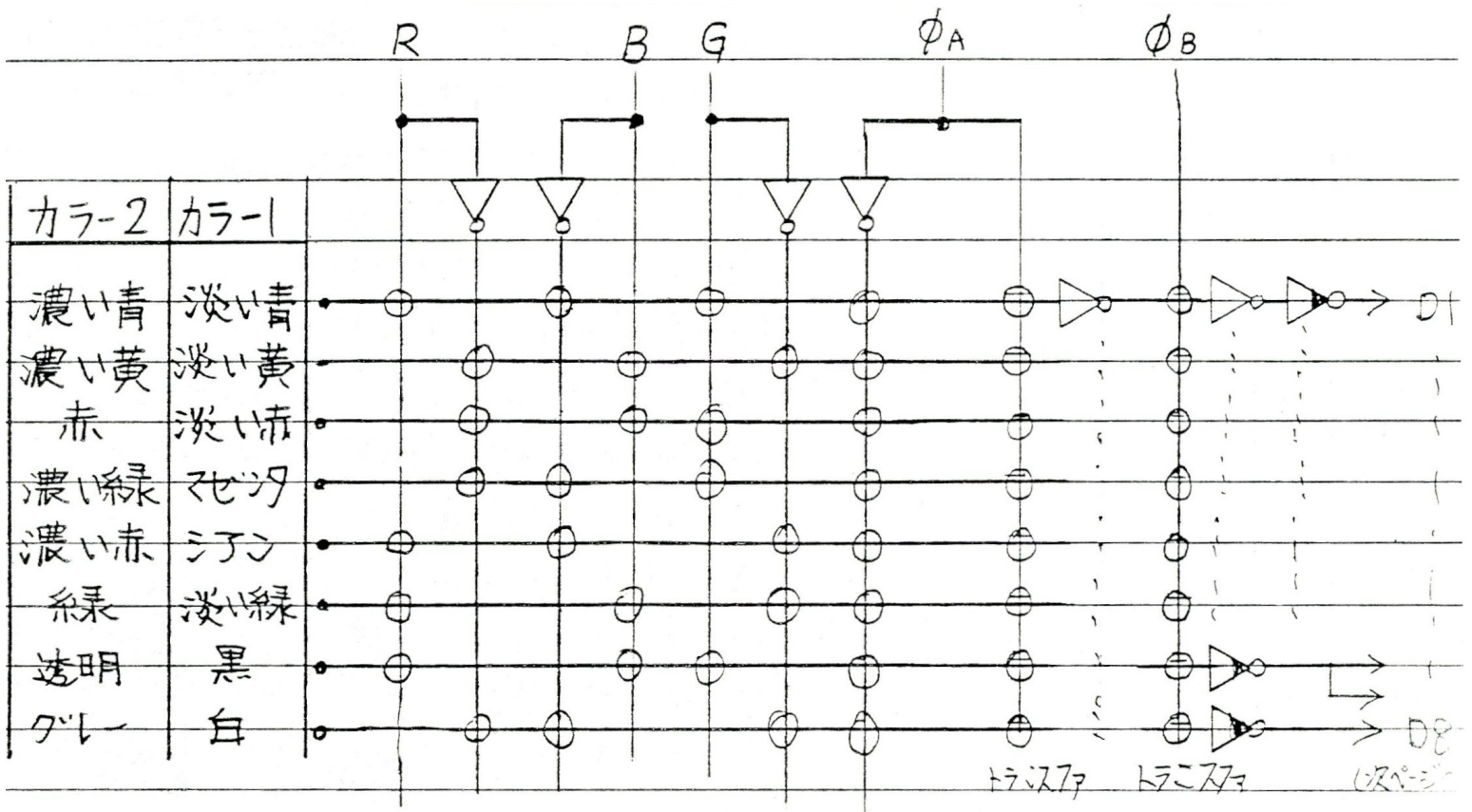


図 4.6 カラーデコーダ回路 (3bit入力)

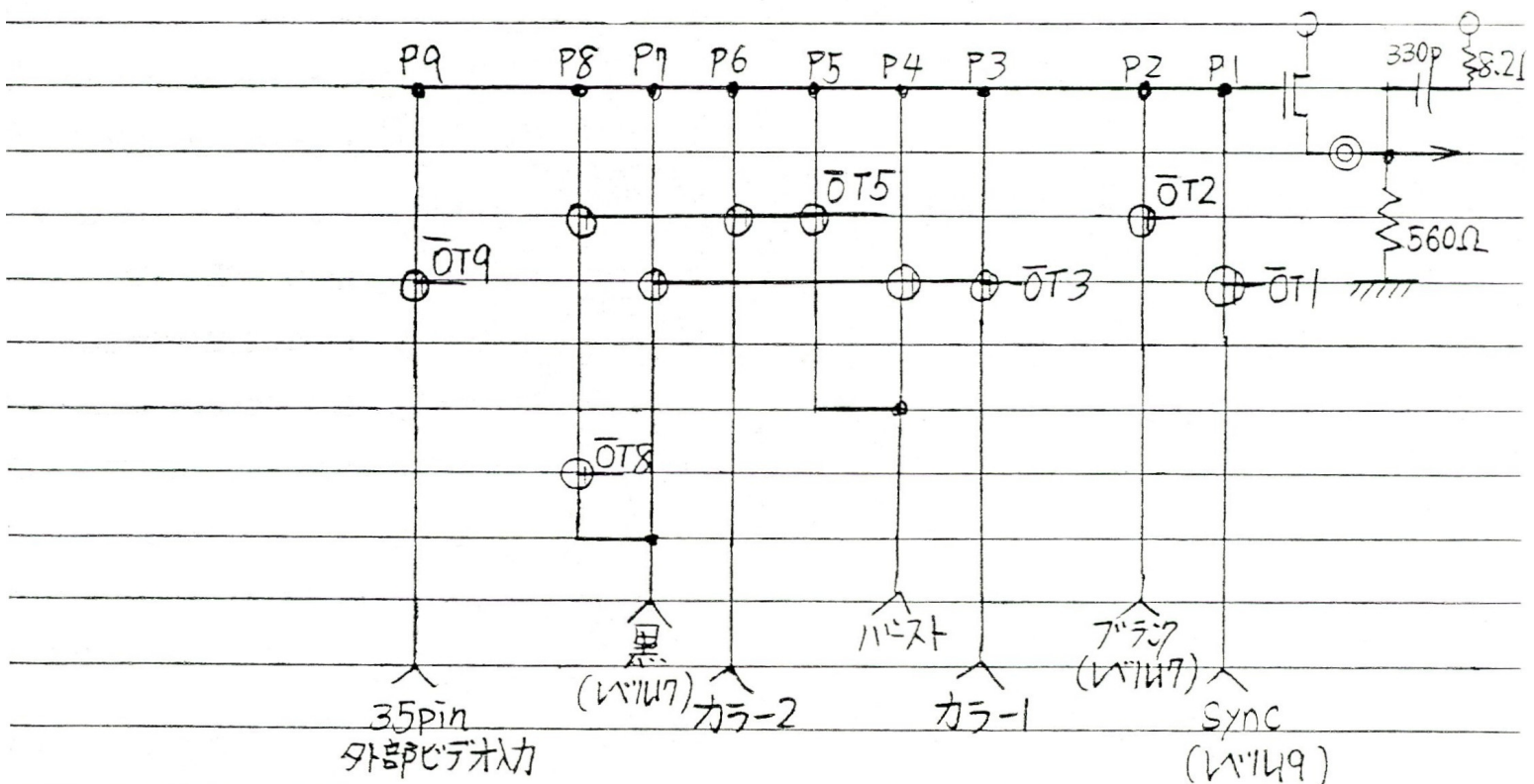


図 4.7 36 pin (COMVID) 出力マルチプレクサ

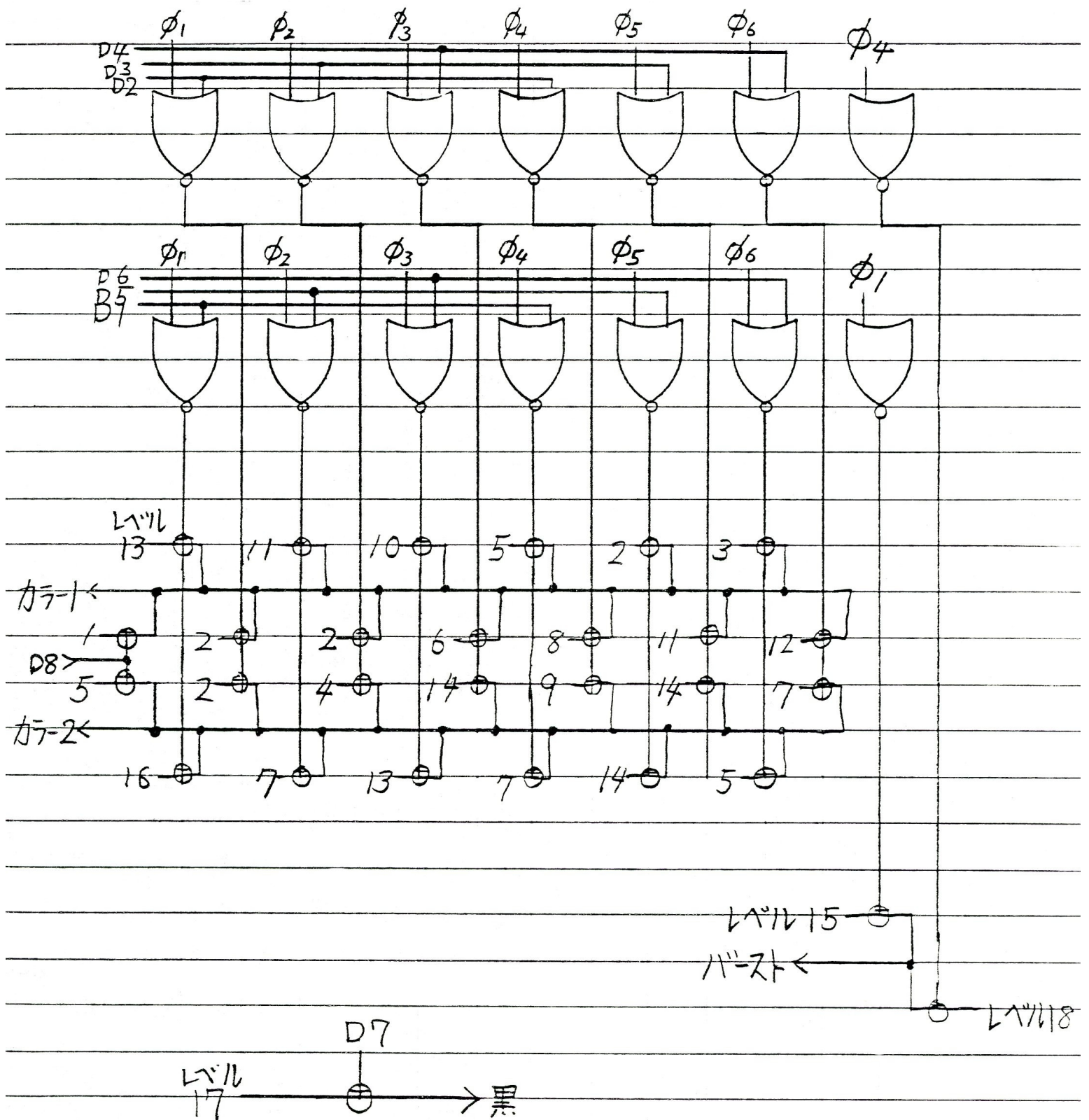
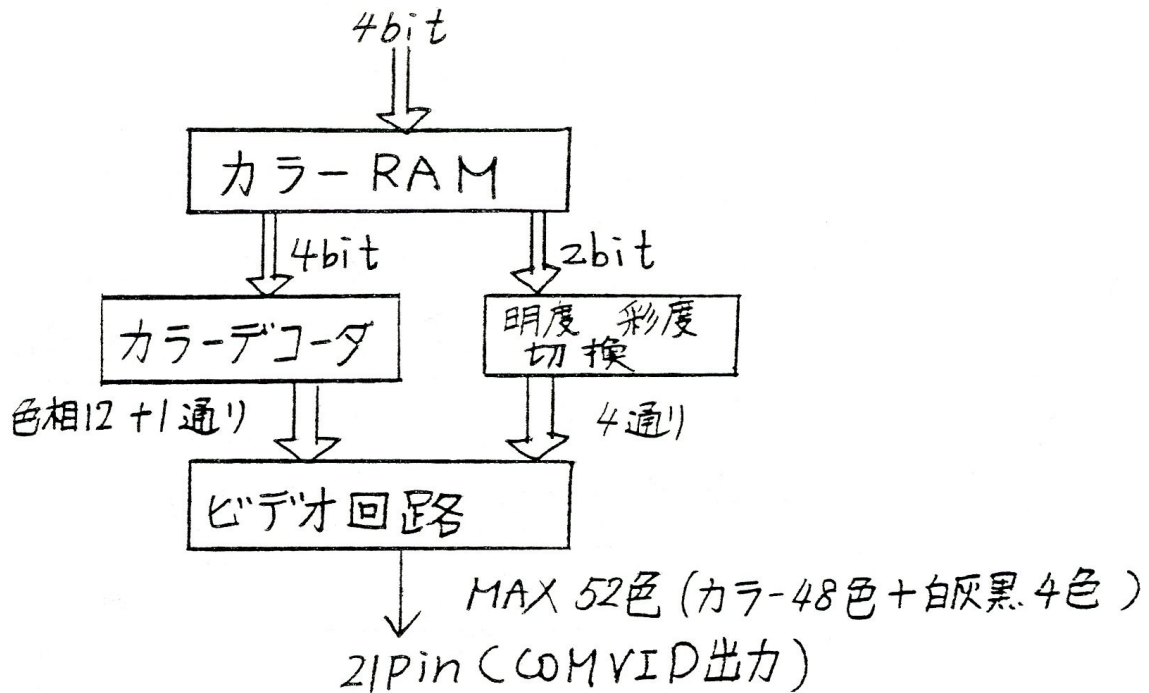


図 4.8 カラー信号発生回路

4.2 RP2C02 (リコーカスタム)

4-2-1 ビデオ出力の構成



4-2-2 ビデオ出力回路

21Pin、COMVID出力波形をphoto 4.4 (P.48) に示す。
ビデオカラー信号は、TMS9918と同じように、抵抗分割した 11レベルと、3.58MHz、12相のクロック $\phi_1 \sim \phi_{12}$ を用いて発生させている。(図4.9 ~ 図4.11、P26 ~ P28)

RP2C02では、21.48MHzのマスタークロックを用いているので、12相のクロック $\phi_1 \sim \phi_{12}$ の発生が可能となっている。

このクロック $\phi_1 \sim \phi_{12}$ を用いて12相の色相を作っている。さらに、1つの色相につき、明るい(淡い、濃い)、普通、暗いという4つのモードを有するので、 $12 \times 4 = 48$ 色の色を発生できる。その他、白、黒、ライトグレー、ダークグレーの4色を出力し、合計52色となっている。

- 例 図4.9(次ページ)の(明・濃)が選ばれた時
図4.9のa、bには180°位相の異なる信号が入力する。(たとえば ϕ_1 と ϕ_7) また、a、bが選ばれている時には、他のゲートは閉じた状態になっている。

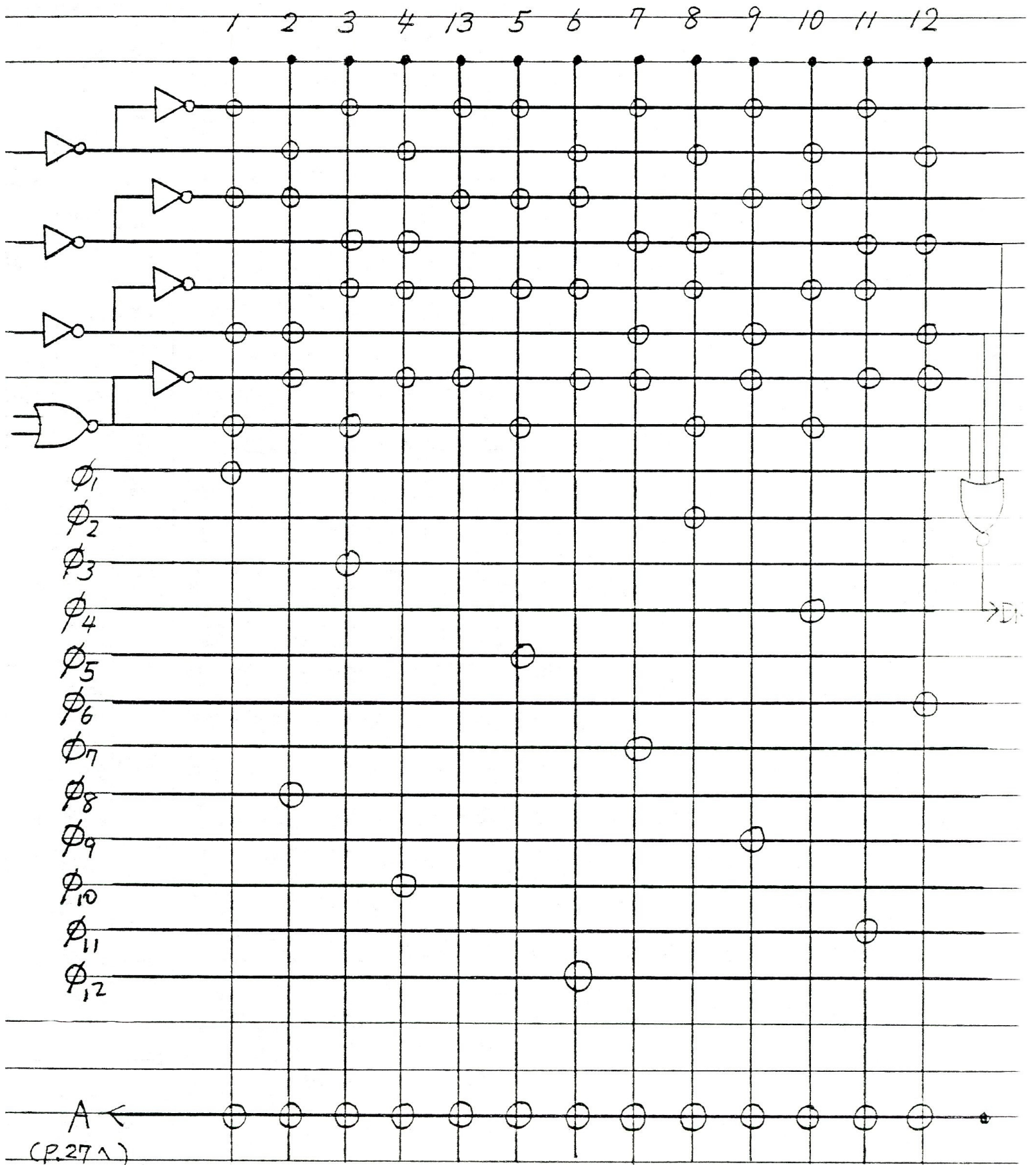


図 4.9 カラーデコーダ回路

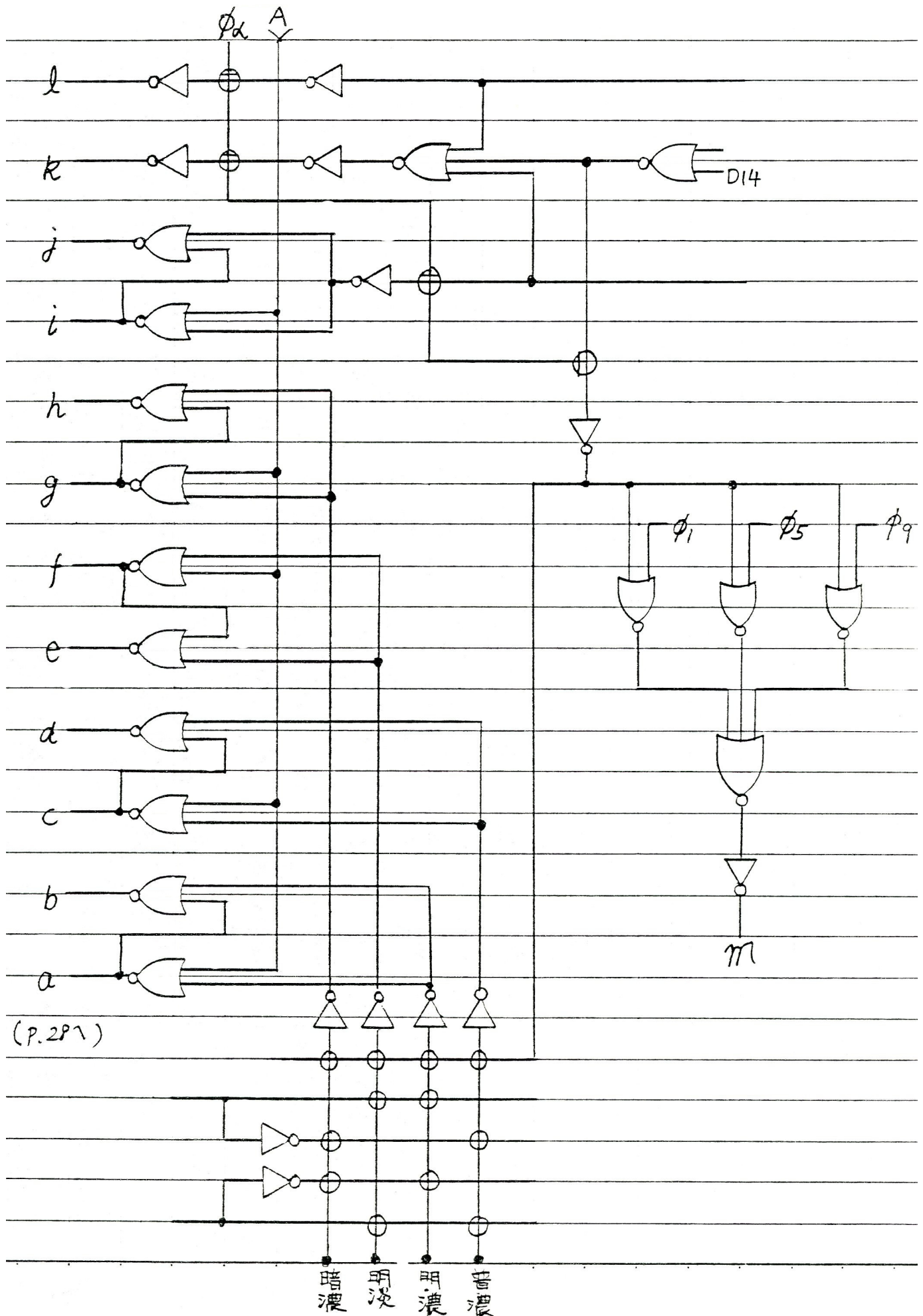


図 4.10 , 図 4.11 の $a \sim l$ の入力回路

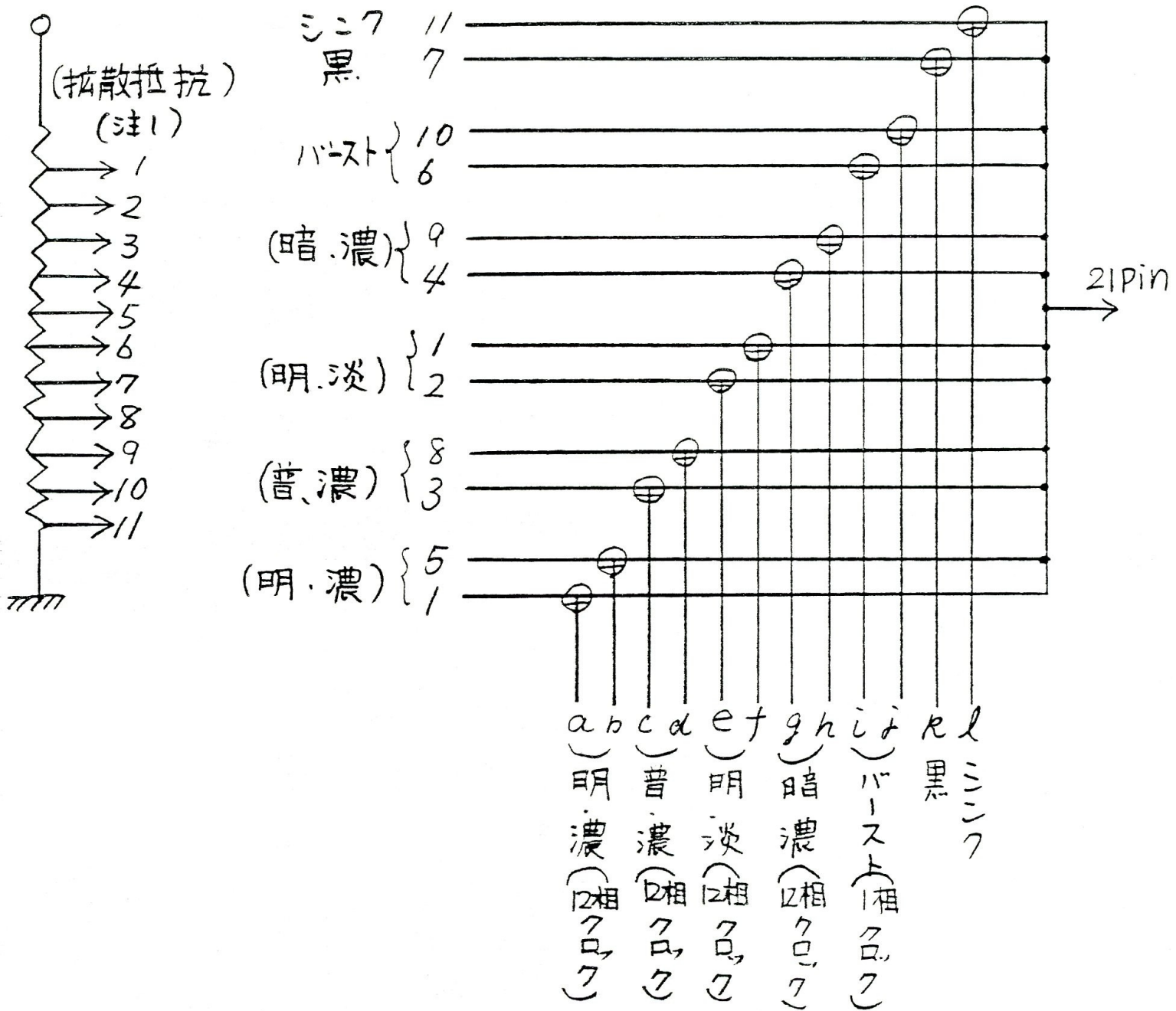
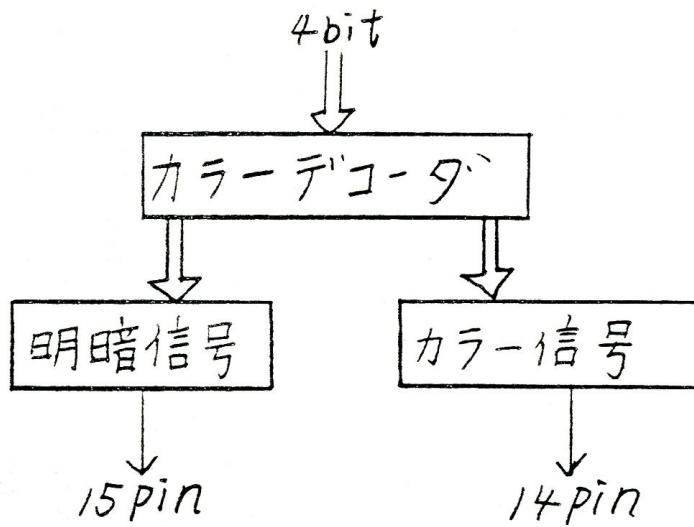


図4.11 RP2C02のビデオ出力回路

(注1) この11レベルは等分割ではない

4.3 MOS 6566

4-3-1 ビデオ出力の構成



MOS6566は、他の2品種とは異なり、明暗信号とカラー信号を別々に出力している。

4-3-2 明暗信号出力回路

15pin出力は photo 4.5 (P.49) に示すように、6レベルの信号を出力している。

各レベルと色との対応は 図4.12 に示す通りである。

この出力回路は、図4.13(次ページ)の構成になっており、各レベルは $T_1 \sim T_5$ の選択に応じてでてくる。白(レベル1)は、 $T_1 \sim T_5$ まで、どれも選択されない時に表われる。

1	白
2	シアン、黄、ライトグリーン、ライトグレイ
3	紫、緑、オレンジ、ライトレッド、メドグレイ、ライトブルー
4	赤、青、ブラウン、ダークグレイ
5	黒、バースト
6	シンク信号

図4.12 各レベルと色の対応

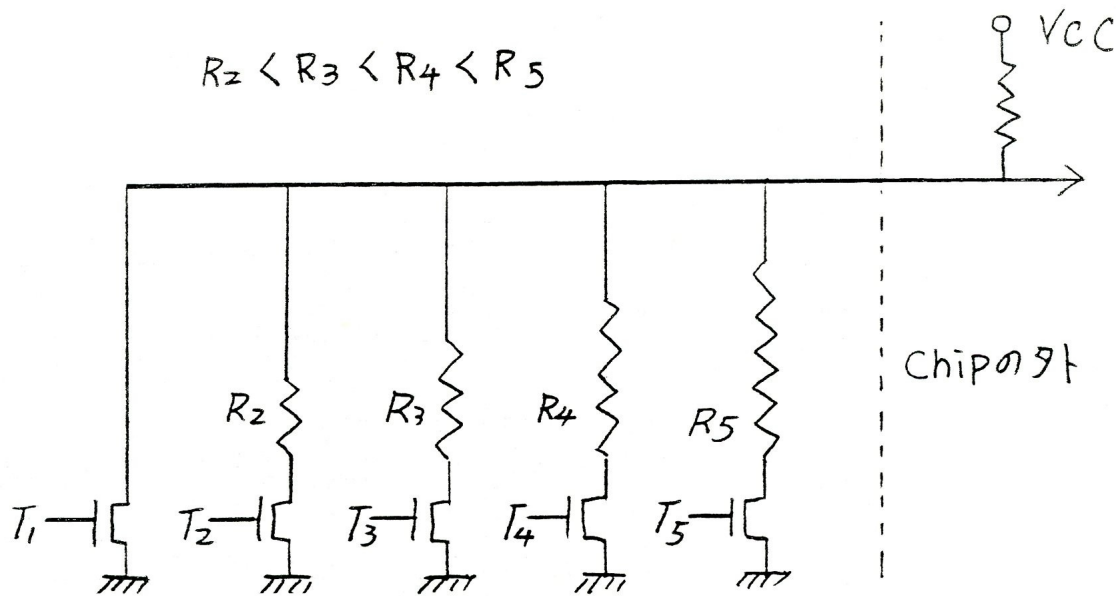


図4.13 明暗信号出力回路

4-3-3 カラー信号出力回路

14pin カラー信号出力を phot 4.6 (P49) に示す。

図4.14に示すように、位相が $\frac{\pi}{2}$ ずつずれた、4相の正弦波 $V_{\phi_1} \sim V_{\phi_4}$ から、図4.15 (次ページ) に示す回路を用いて、任意の波形を出力している。

MOS6566 における位相変換の仕方について述べる。 $V_{\phi_1} \sim V_{\phi_4}$ は下式のようにになっている。

$$\left. \begin{aligned} V_{\phi_1} &= A \sin \omega t + B \\ V_{\phi_2} &= A \sin(\omega t + \pi) + B \\ V_{\phi_3} &= A \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) + B \\ V_{\phi_4} &= A \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) + B \end{aligned} \right\} \dots (4-1)$$

ここで、 A, B は定数 $\omega = 2\pi f$ 、
 $f = 3.58 \text{ MHz}$ である。

例として青色のカラー信号を出力する場合について述べる。

(図4.16参照)

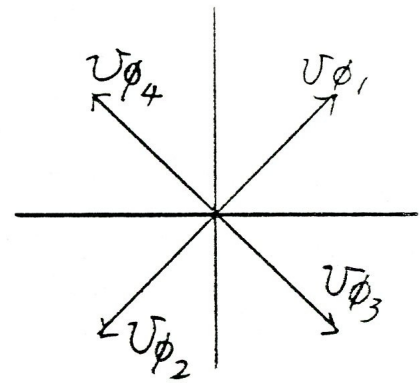


図4.14 $V_{\phi_1} \sim V_{\phi_4}$ の位相

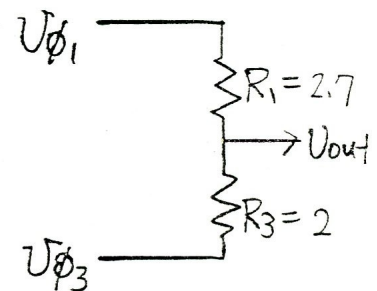


図4.16 青色出力回路

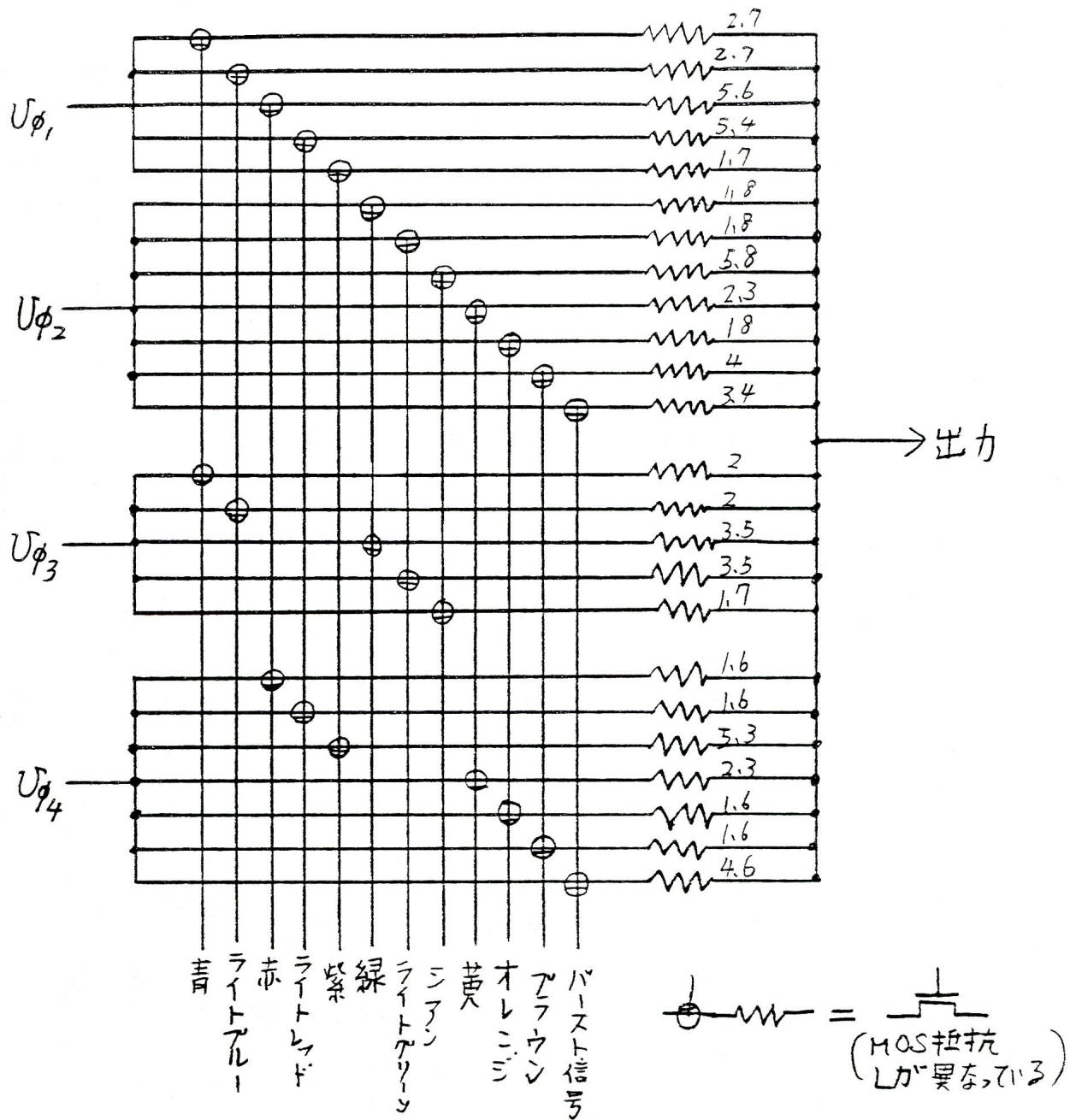


図 4.15 カラー信号出力回路 (抵抗値は、MOSの規格化Lの長さで表わしてある)

この時、 V_{out} は

$$V_{out} = (1-K) V_{\phi 3} + K V_{\phi 1} \quad (4-2)$$

ここで $K = \frac{R_3}{R_1 + R_3} = 0.426$

(4-1)式を代入すると

$$V_{out} = AC \left\{ \frac{-(1-K)}{C} \cos \omega t + \frac{K}{C} \sin \omega t \right\} + B \quad (4-3)$$

ここで $C = \sqrt{(1-K)^2 + K^2} = 0.715$

$$\sin \alpha = \frac{-(1-K)}{C}, \quad \cos \alpha = \frac{K}{C}$$

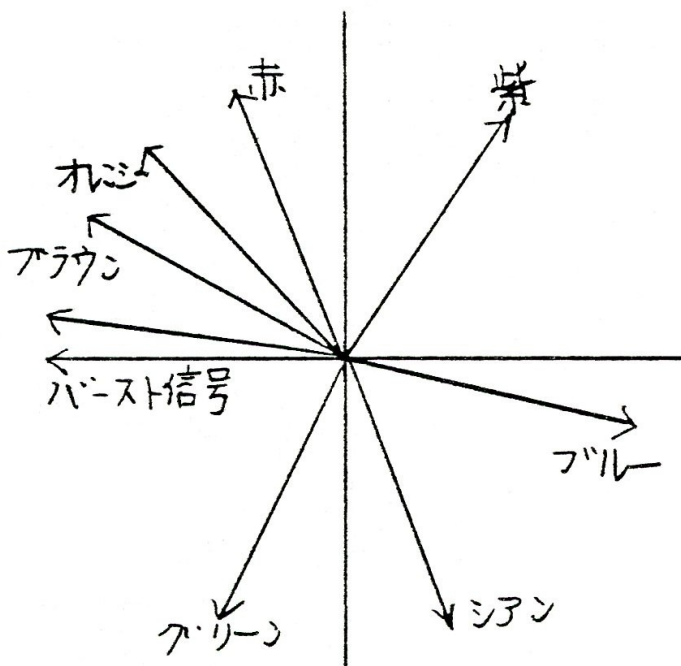
となるように α を定めると (4-3)式は

$$V_{out} = AC \sin(\omega t + \alpha) + B \quad (4-4)$$

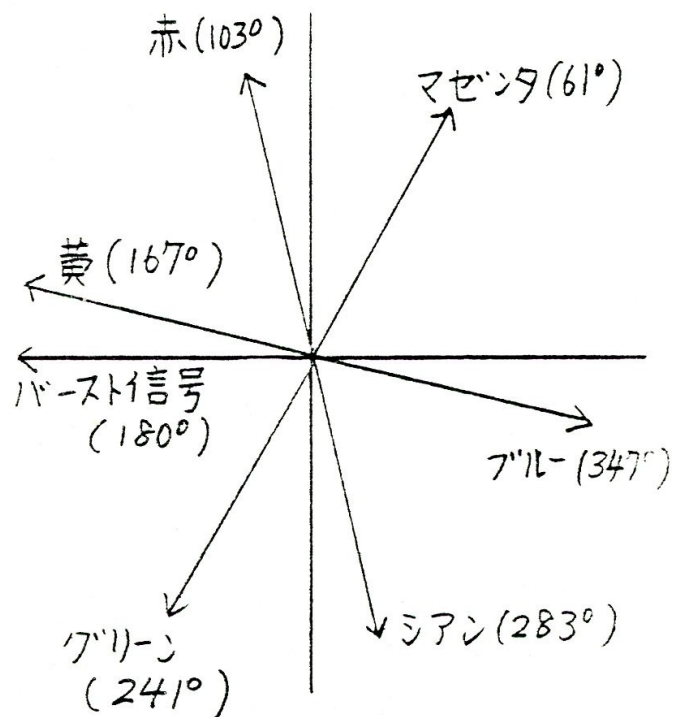
従って K の値を変化させることにより、 α を自由に選ぶことができる。

青色の場合は、 $\alpha = -53^\circ$ となる。

図 4.17(a) に MOS6566 における位相と色の関係を示す。また、図 4.17(b) に、一般のカラーテレビにおける位相と色の関係を示す。



(a) MOS6566



(b) 一般のカラーTV

図 4.17 位相と色の関係

第5章 バースト信号のタイミング (TMS9918A, RP2C02)

5-1 目的

各ライン、各面で、HSYNCに対し、同じタイミングでバースト信号が出力されると、図5.1に示されるようなたてじまが1.5ドット間隔で見られる。

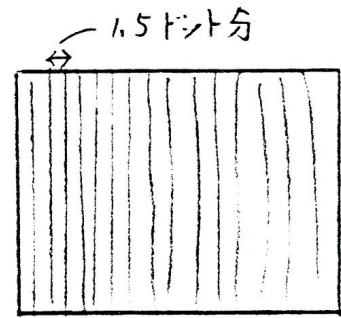


図5.1 画面

これは、テレビ信号というのが、明暗をDCレベルで、濃淡及び色相をACレベル及び位相で表わされていることによる。

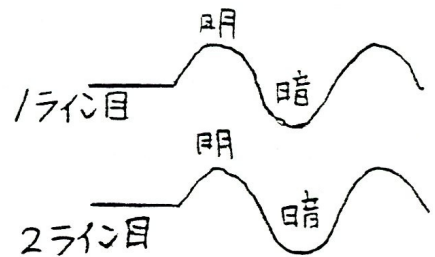


図5.2に示されるように、1ライン目と2ライン目の位相がそろって、正弦波の最大値のところか明るく、最小値のところか暗くなってしまふ。

図5.2 カラー信号
(3.58MHz)

このたてじまをなくすために、どのような方法をとっているかを調べてみた。

5-2 実験方法及び結果

(1) 周波数カウンタで、TMS9918A, RP2C02のINT(-画面表示終了ことに発生)の周波数を測定した。

TMS9918A	59.922 Hz
RP2C02	60.098 Hz

であった。

この結果、TMS9918Aではマニュアル通り(ドットクロック5.3693MHz)

水平方向 342ドット (HBLK含む)
垂直方向 262本 (VBLK含む)

となっていた。

RP2C02では.

水平方向 341ドット
 垂直方向 262本

となっていた。

(ii)次に Hsync とバースト信号 (3.58MHz) のタイミングをオシロで調べた。

TMS9918 Aでは各ライン、各画面とも図5.3のタイミングであった

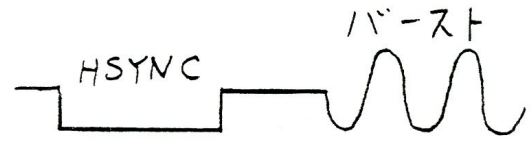


図 5.3 TMS9918A

RP2C02では、図5.4に示すように、Hsyncに対して、120°ずつ位相のずれたA、B、Cの3つのバースト信号が見られた。

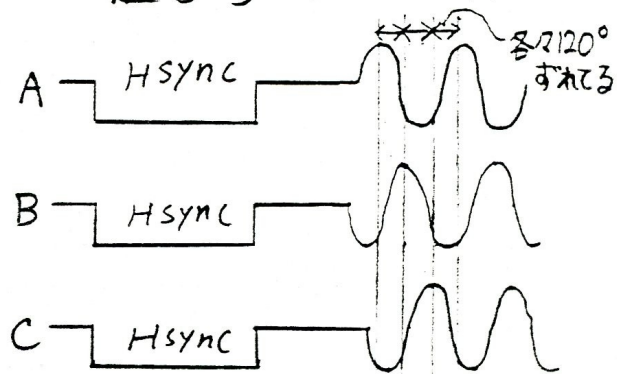


図 5.4 RP2C02

図5.5に示す4本の走査線は図5.6に示すように、バースト信号のタイミングが異なることが分かった。

5-3 考察

ドット周波数 f_D と、バースト周波数 f_B の関係は

$$f_B = \frac{2}{3} f_D$$

である。

TMS9918では、水平方向342ドットで、この時間に、バースト信号は $342 \times \frac{2}{3} = 228$ 回

入るので、図5.3に示すように、各ライン、各画面、同じタイミングでバースト信号がはじまる。

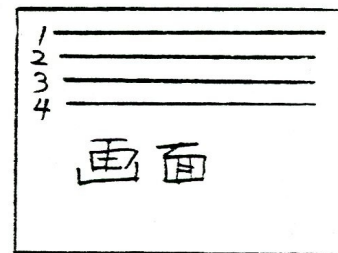


図 5.5 画面

画面 ライン	1	2	3	4
1	A	B	C	A
2	B	C	A	B
3	C	A	B	C
4	A	B	C	A

図 5.6

RP2002では、水平方向341ドットで、この時間にバースト信号は、

$$341 \times \frac{2}{3} = (227 + \frac{1}{3}) \text{回}$$

入るので、ラインが変わるごとに、位相が 120° ずつずれる。

さらに、RP2002では、一画面262本の走査線があるので、

$$(227 + \frac{1}{3}) \times 262 = (59561 + \frac{1}{3}) \text{回}$$

で、同じラインでも、画面が変わるごとに 120° ずつ位相がずれる。

そこで、一ライン目の

1画面目のバーストを

$$\sin \theta$$

2 " "

$$\sin (\theta + 120^\circ)$$

3 " "

$$\sin (\theta + 240^\circ)$$

とすると、

$$\sin \theta + \sin (\theta + 120^\circ) + \sin (\theta + 240^\circ) = 0$$

である。従って、一つのラインにつき、3回画面が変わると、平均化され、たてじまはなくなる。

5-4 備考.

実際には、TMS9918Aでも、たてじまはほとんど目立たなかった。

第 6 章 ま と め

VDPとして、TMS9918が主流となっているが、解析の結果、RP2C02(リコ-)の機能充実が目立っていた。

6-1 ビデオ出力回路

(i) TMS9918

(短所) 10.74 MHzの水晶発振器を用いているため、6相の3.58 MHzしか使えず、6相色の色相しかない。あとは、明暗を変えて色種を増やしているが、色が貧弱である。

(長所) 回路が比較的簡単であることと、4bit (16色)で処理できる。

(ii) RP2C02

(短所) 52色の色が使用可能であるが、そのままでは、1色6bitになるため、一画面の使用可能色を限定している。

(長所) 21.48 MHzの水晶発振器を用いているので、12相の3.58 MHzを使用でき、12相の色を使うことができ、色が豊富である。

(iii) MOS6566

(短所) 完全アナログ出力回路を用いているので、回路が複雑である。

(長所) 完全アナログ出力回路を用いているので、クロック周波数に関係なく、好みの色が出力できる。

6-2 スフライト機能

品名	長所	短所
TMS9918A	<ul style="list-style-type: none"> ○回路が比較的小さくてすむ。 ○スーパーインポーズ機能がある ○スフライトの拡大可能 	<ul style="list-style-type: none"> ○1スフライト1平面しかない ので、1色しか使えない。 ○1ライン・スフライトが4つしか表示できない。 ○機能が少ない
RP2C02	<ul style="list-style-type: none"> ○1スフライト2平面あるので3色可能 ○1ライン、スフライトを8つ表示できる ○XY方向スムーズスクロール機能有り。 ○スフライト、X、Y軸反転機能有り。 ○カラーパレット機能有り 	<ul style="list-style-type: none"> ○回路が大きくなる
MOS6566	<ul style="list-style-type: none"> ○1スフライト3色可(ただしX方向分解能は1/2に低下) ○X方向、Y方向、別々に拡大可能 ○X、Y方向スムーズスクロール機能有り 	<ul style="list-style-type: none"> ○不明

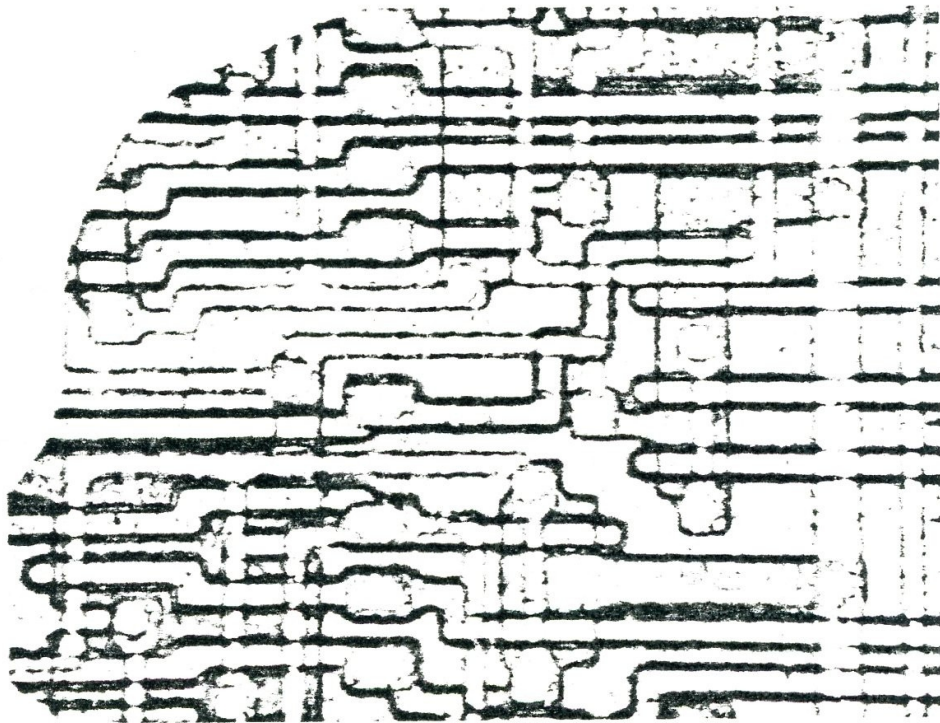


photo 1.1 μ PD 70008 (3 μ 7°Dセズ)

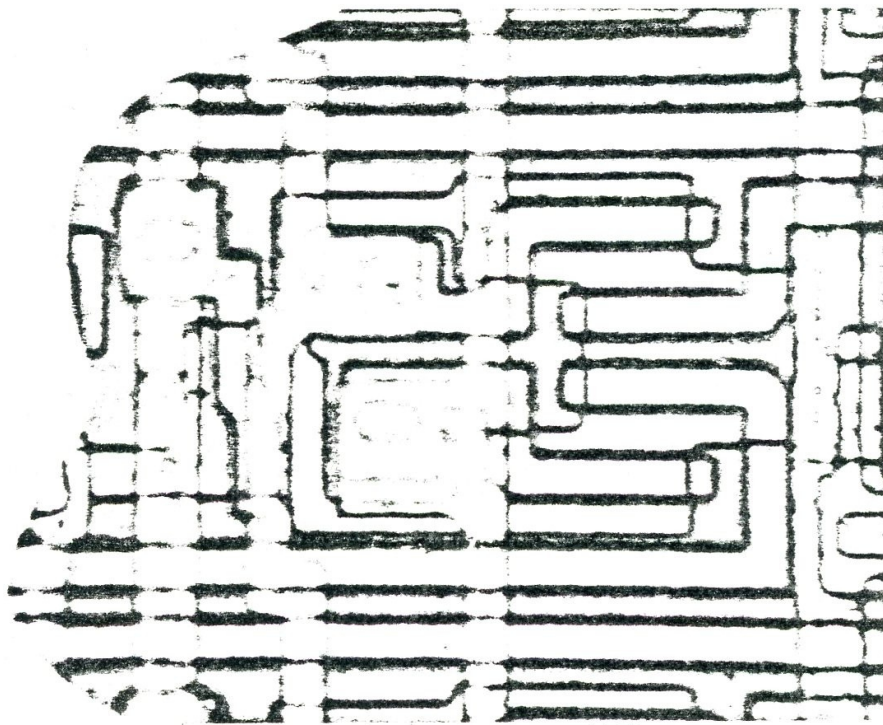


photo 1.2 TMS 9918 (5 μ 7°Dセズ)

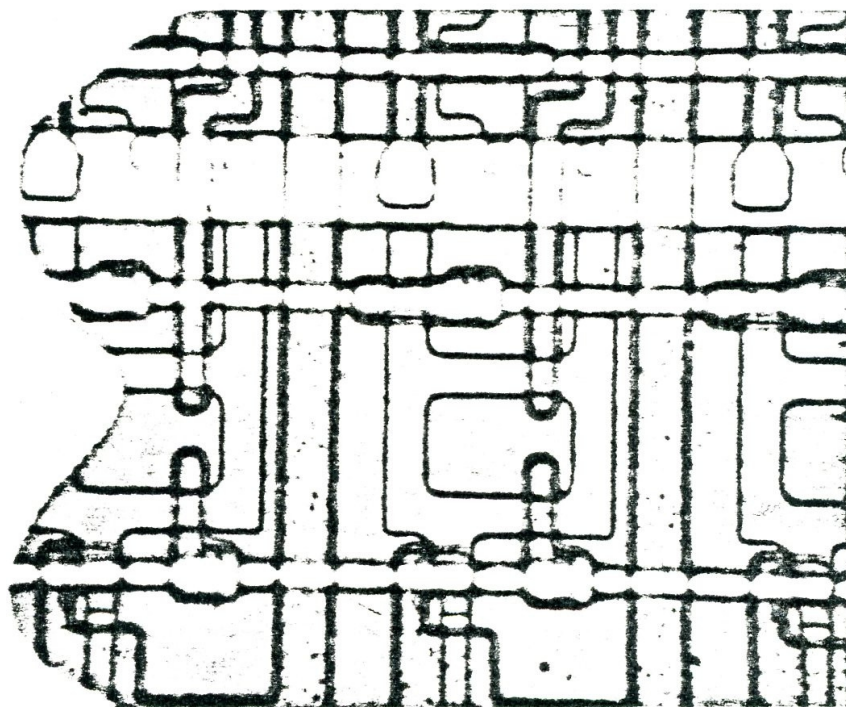


photo 1.3 RP2C02 (3μ7°□セズ)

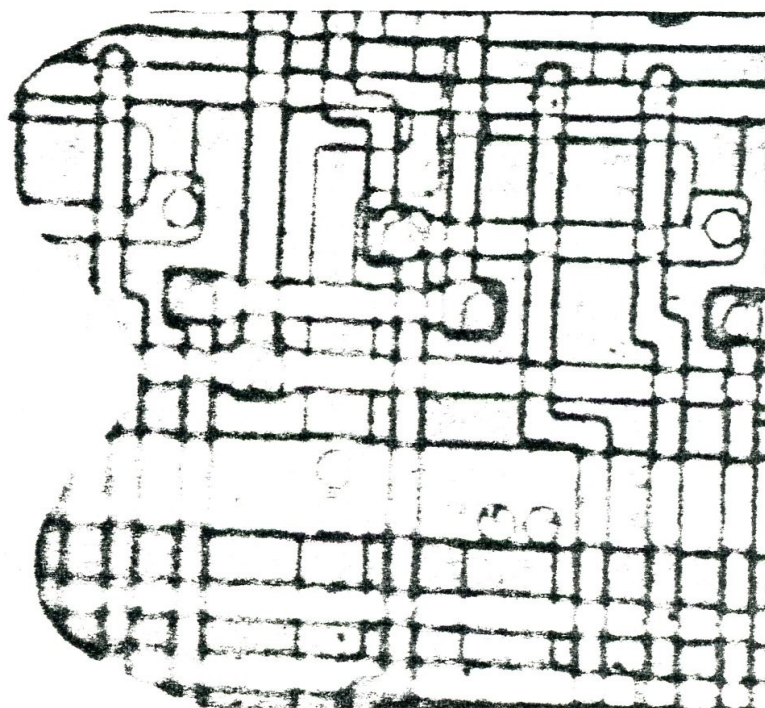


photo 1.4 RP2A03 (3μ7°□セズ)

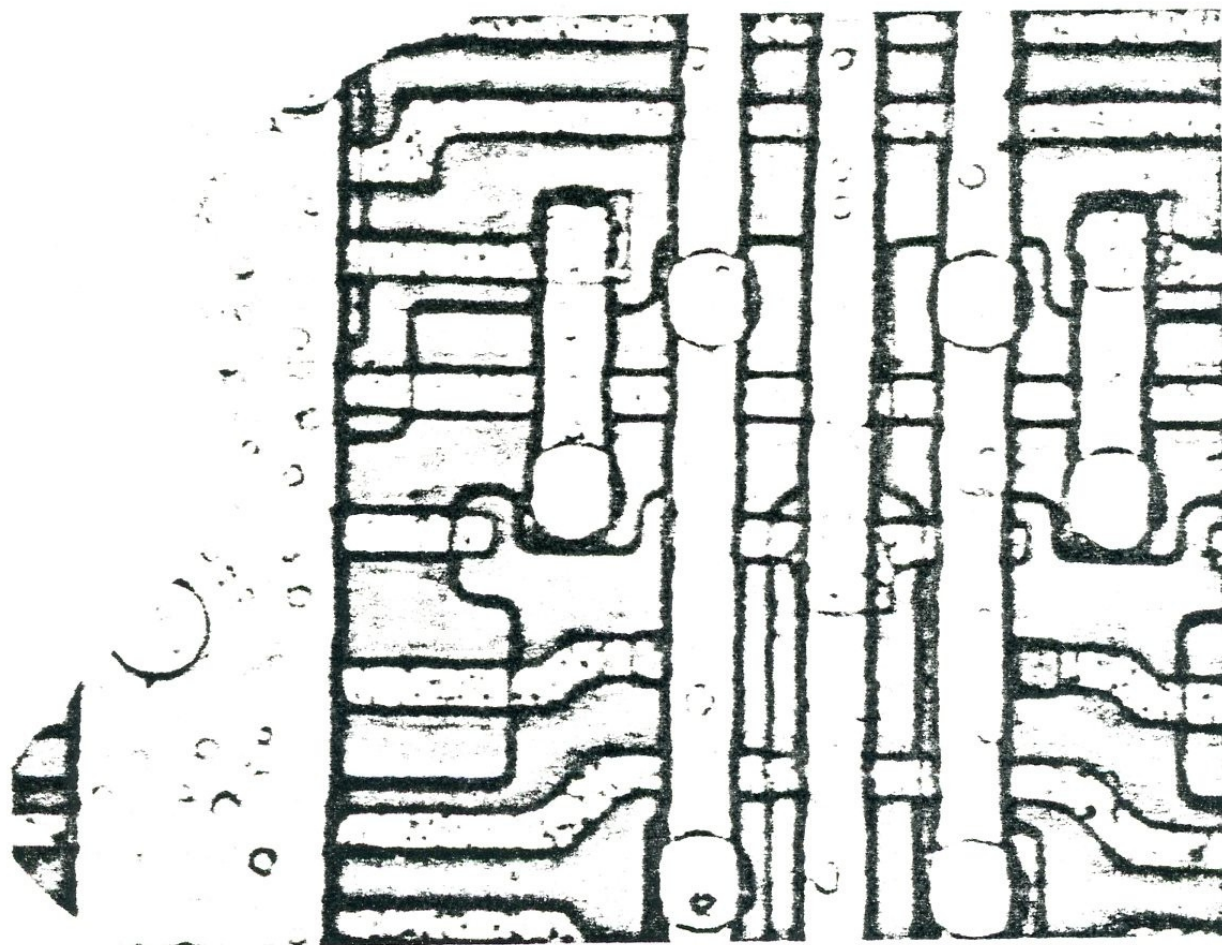


photo 1.5 MOS6566 (4μm 7°口也ス)

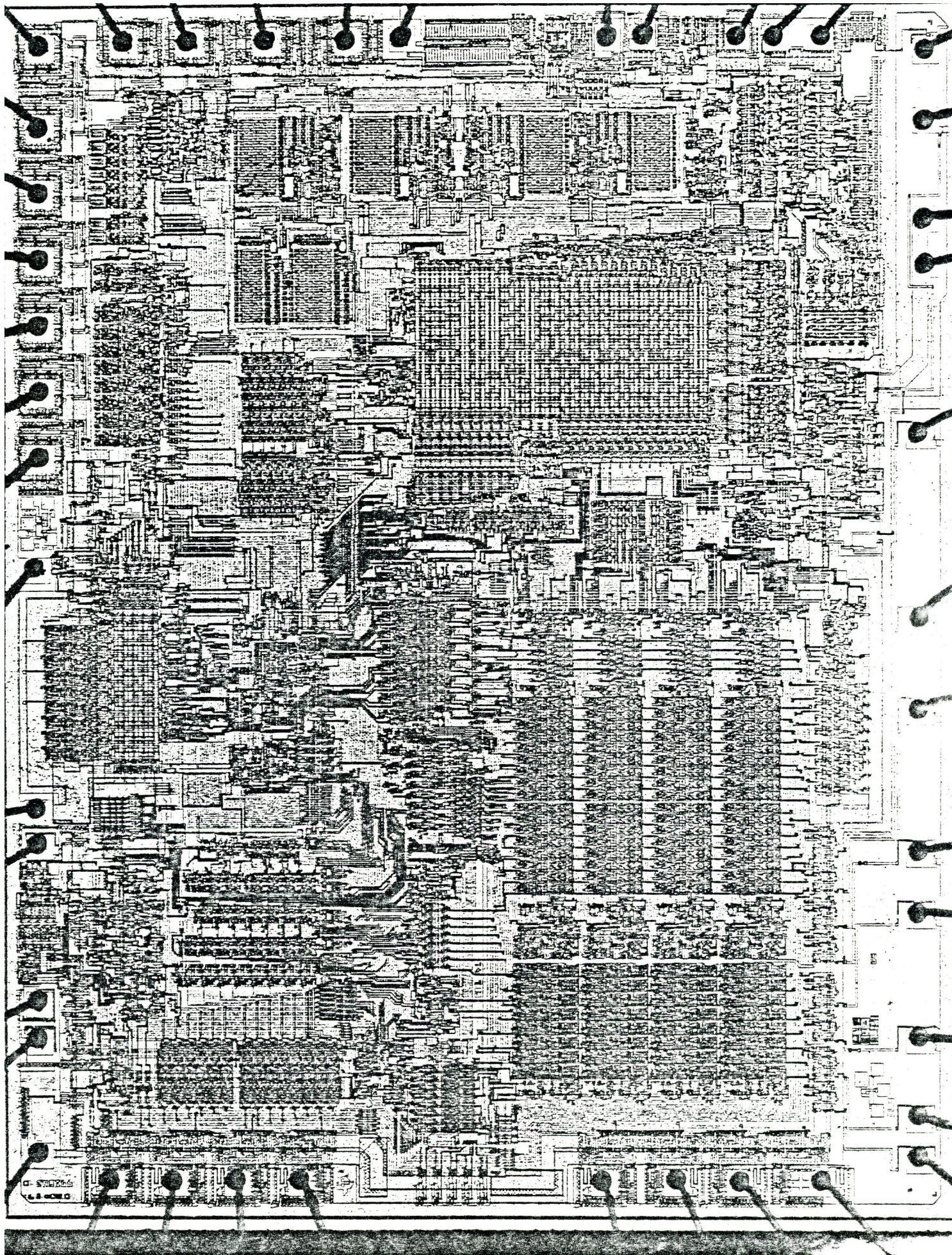


photo 2-1 TMS9918 チップ写真

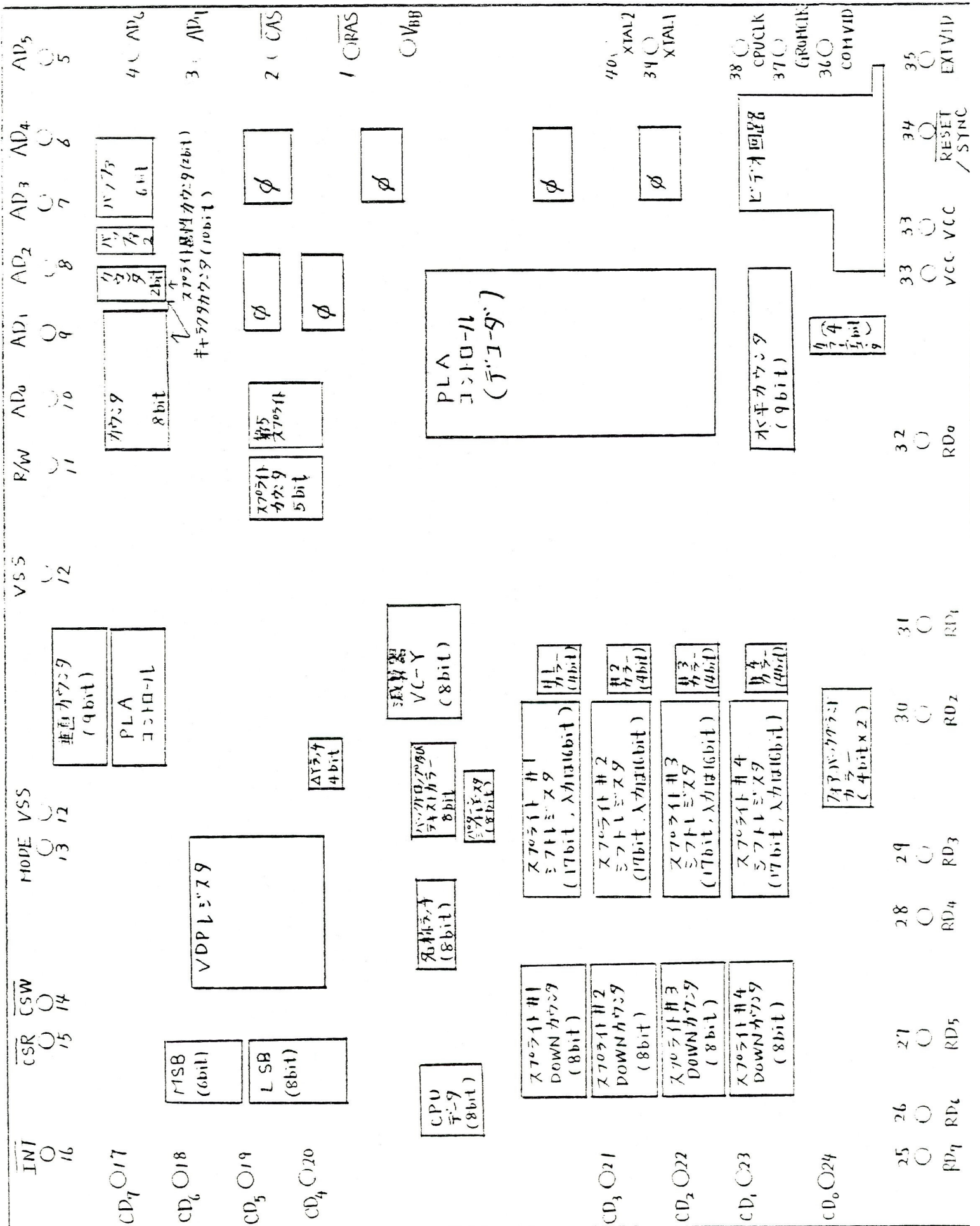


photo 2-1 (付録) TMS 9918

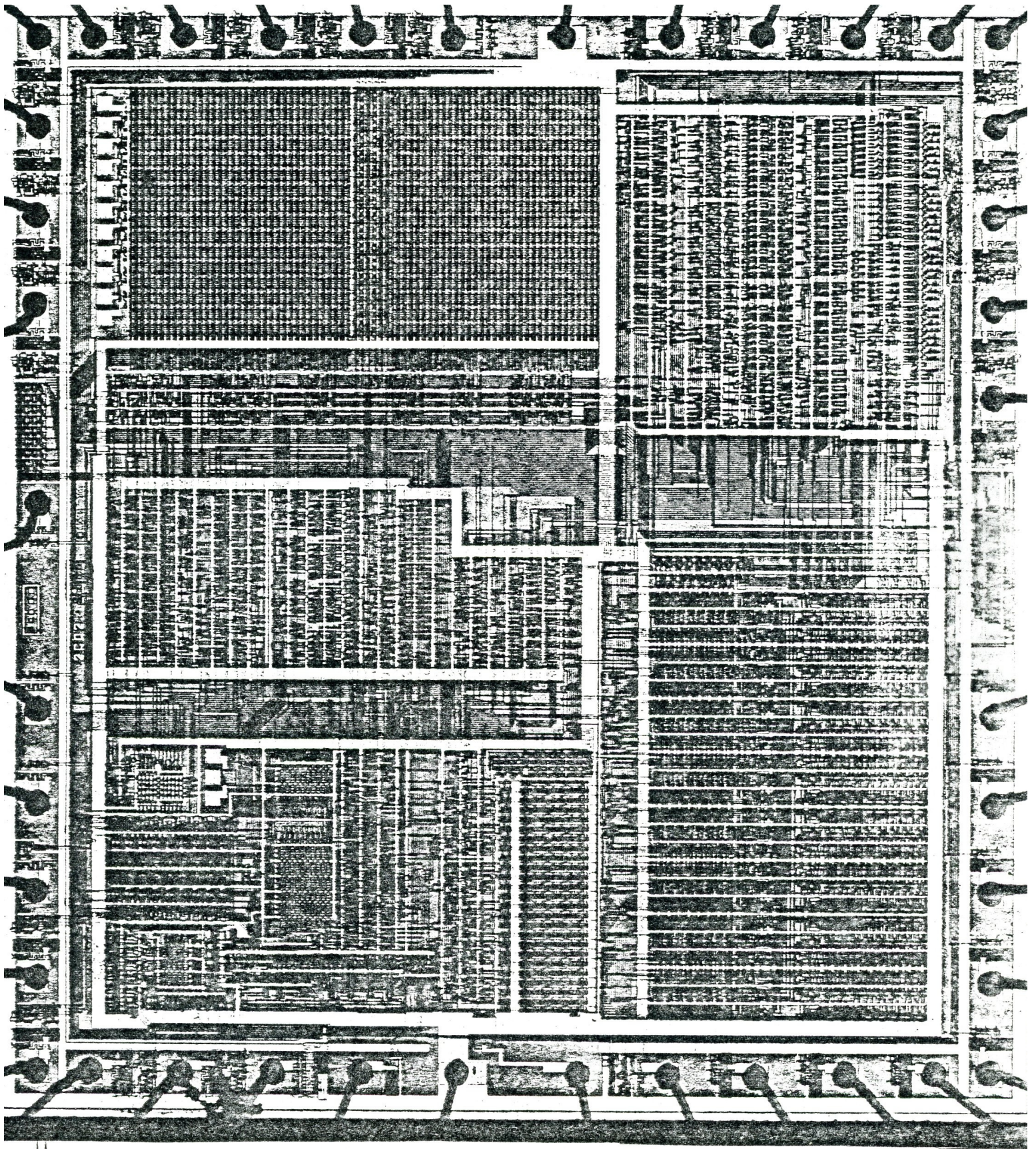


photo 2-2 RP2002 チッソ写真

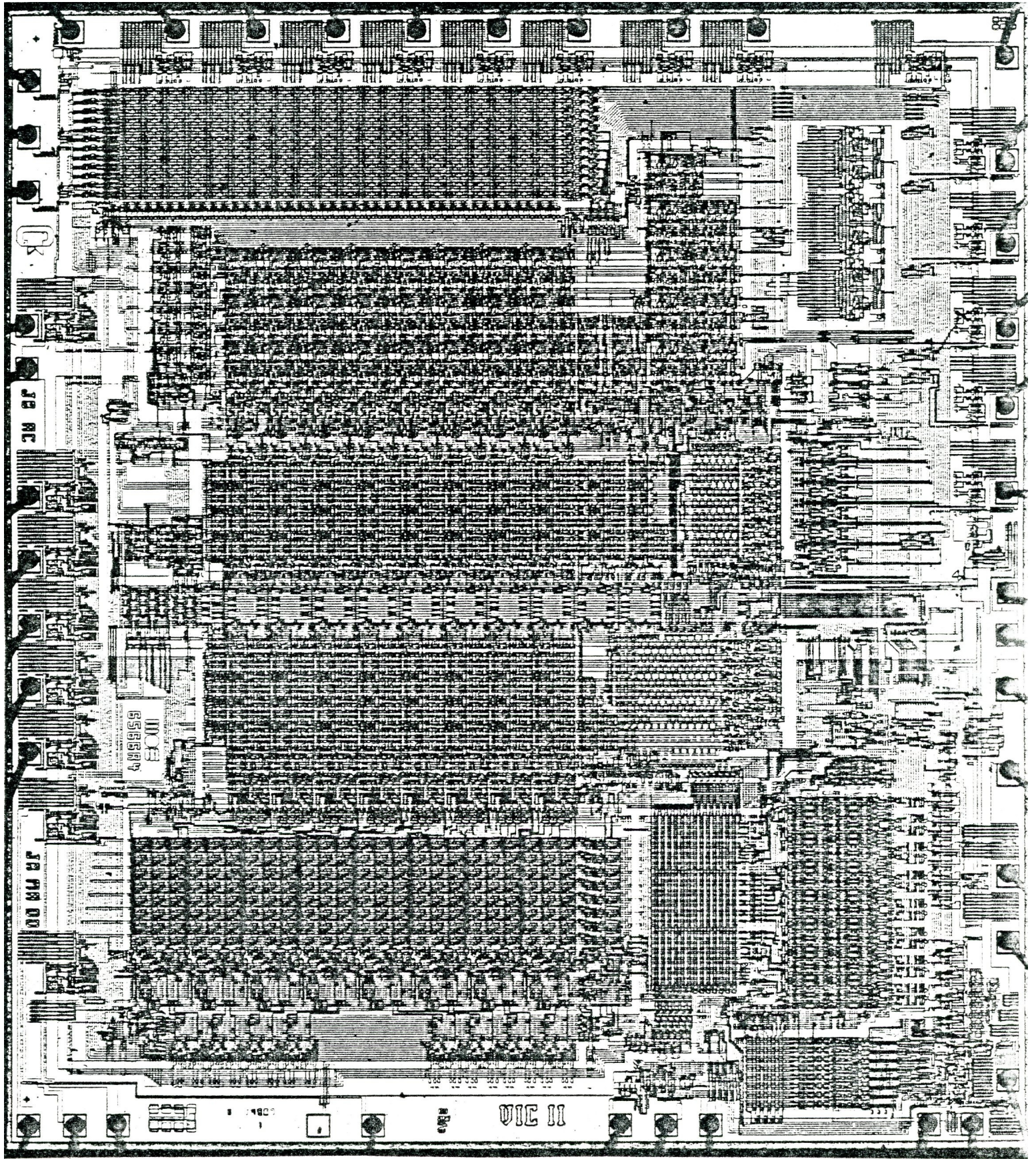


photo 2-3 MOS6566 70°写真

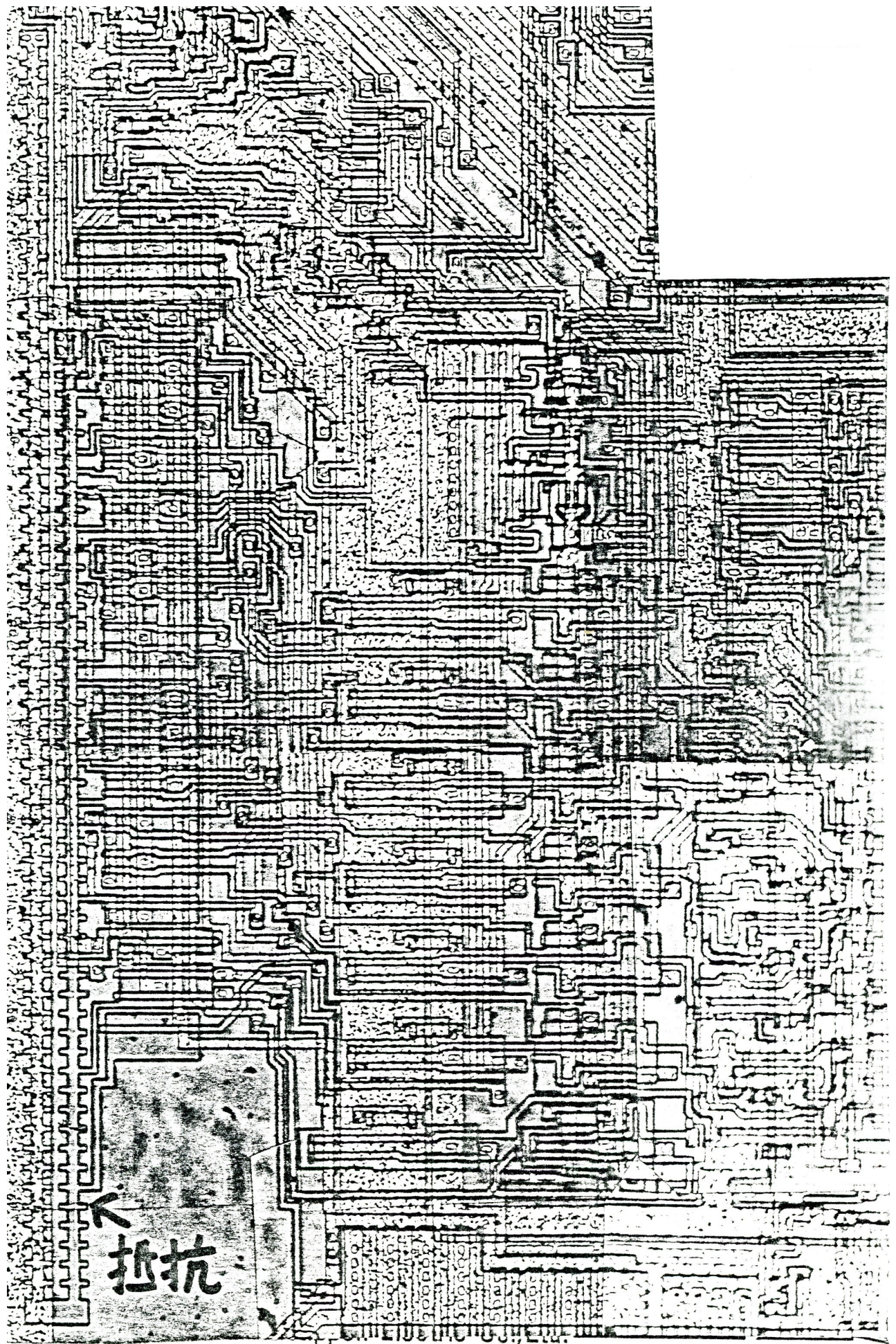
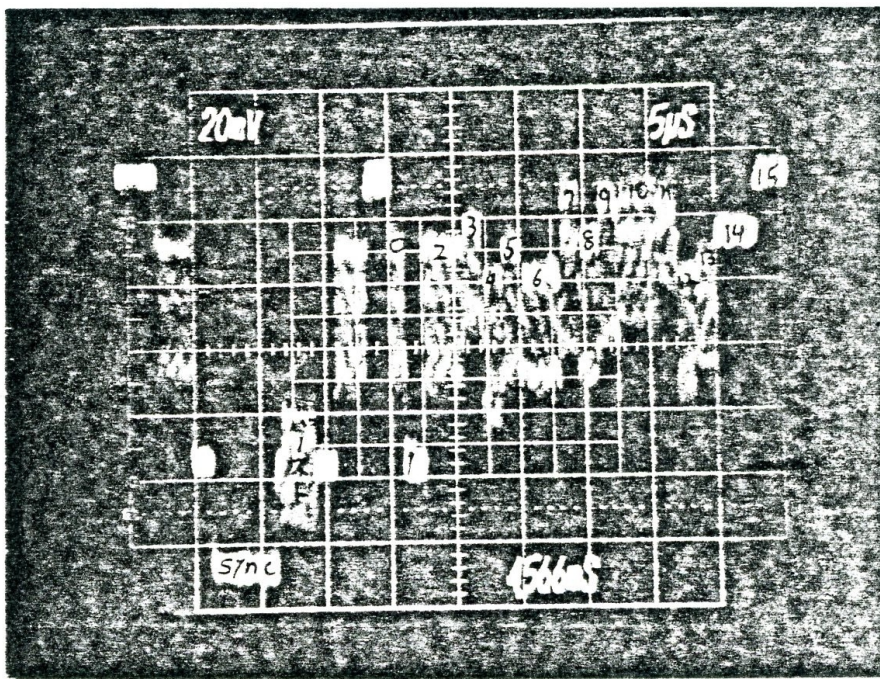


photo 4-1. TMS9918 ビット出力回路



- 1 黒
- 2 緑
- 3 淡い緑
- 4 濃い青
- 5 淡い青
- 6 濃い赤
- 7 シアン
- 8 赤
- 9 淡い赤
- 10 濃い黄
- 11 淡い黄
- 12 濃い緑
- 13 マゼンタ
- 14 グレー
- 15 白

photo 4.2 TMS 9918 COMVID 出力波形
 (縦軸由 0.2V/cm, 横軸 5μs/cm)

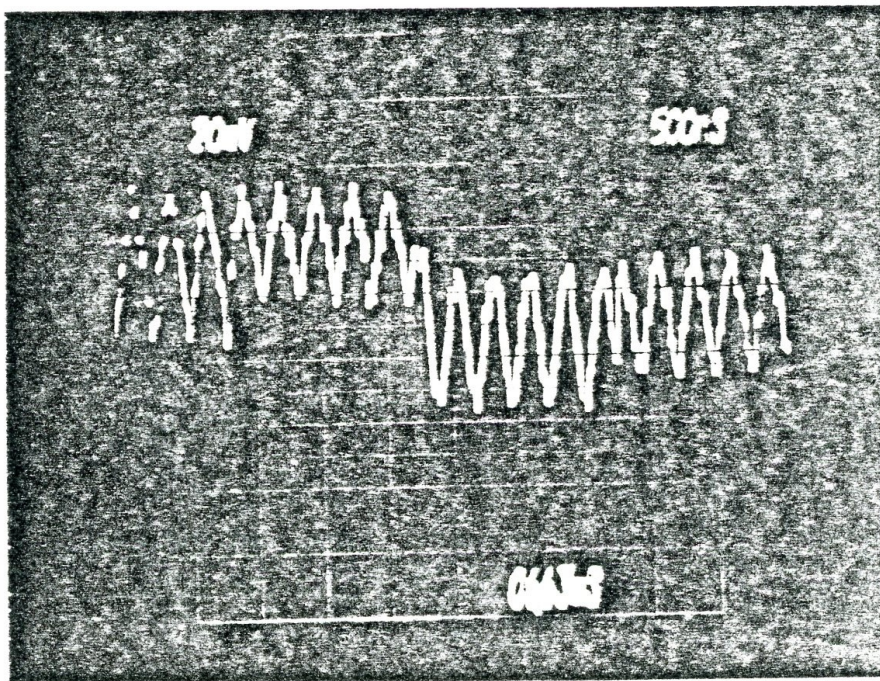
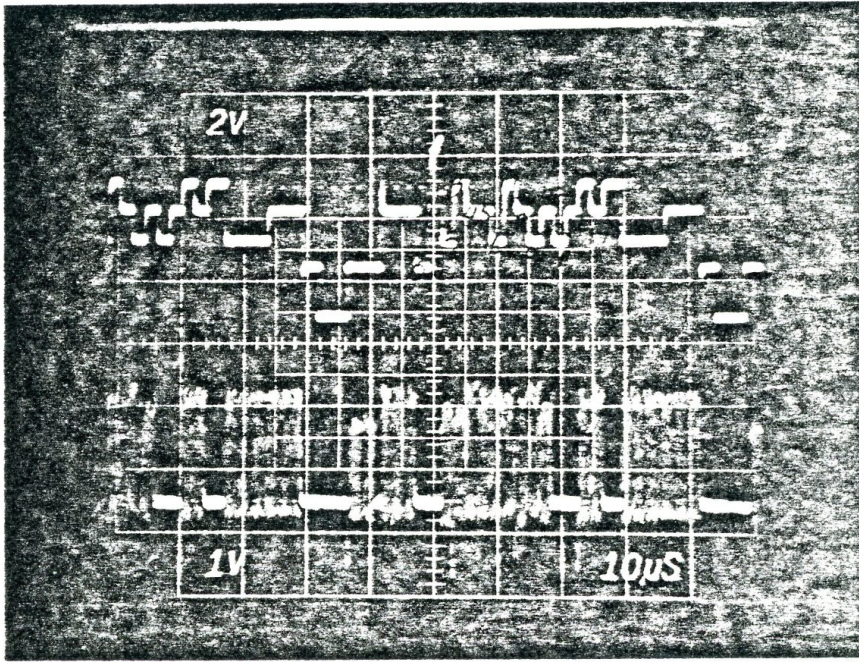


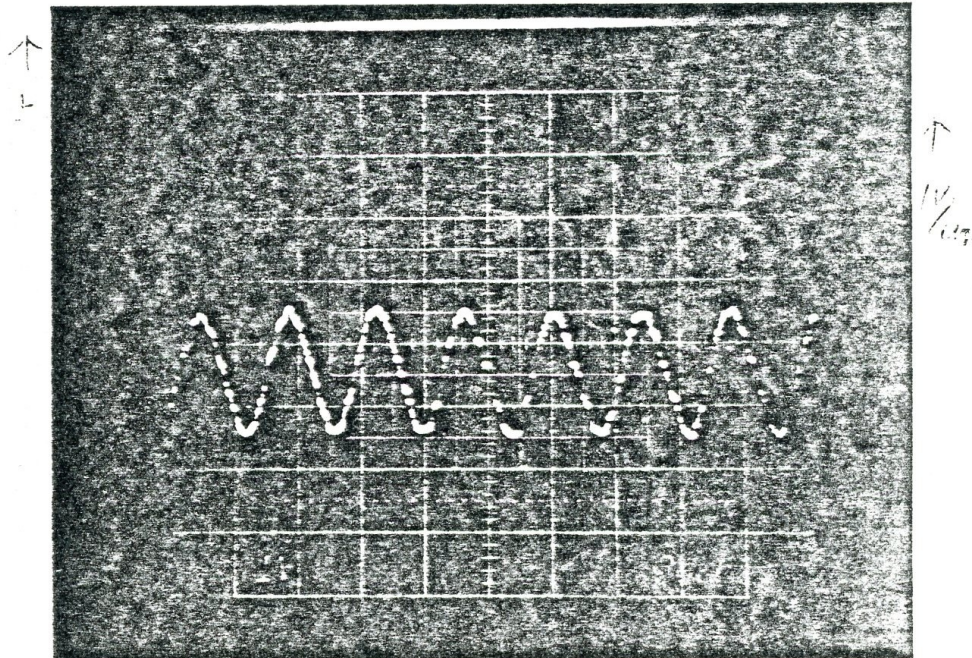
photo 4.3 TMS 9918. COMVID 出力波形
 (縦軸由 0.2V/cm, 横軸由 500ns/cm)



- 0 黒
- 1 白
- 2 赤
- 3 シアン
- 4 紫
- 5 緑
- 6 青
- 7 黄
- 8 オレンジ
- 9 ブラウン
- 10 ライトレッド
- 11 ダークブルー
- 12 メドブルー
- 13 ライトグリーン
- 14 ライトブルー
- 15 ライトグレイ

0 ~ 15

photo 4.5 上 MOS6566 明暗信号 (縦 2V/cm)
 下 MOS6566 カラー信号 (縦 1V/cm)
 (横軸 10μs/cm)



200ns/cm

photo 4.6 MOS6566 カラー信号
 (縦軸 1V/cm, 横軸 200ns/cm)

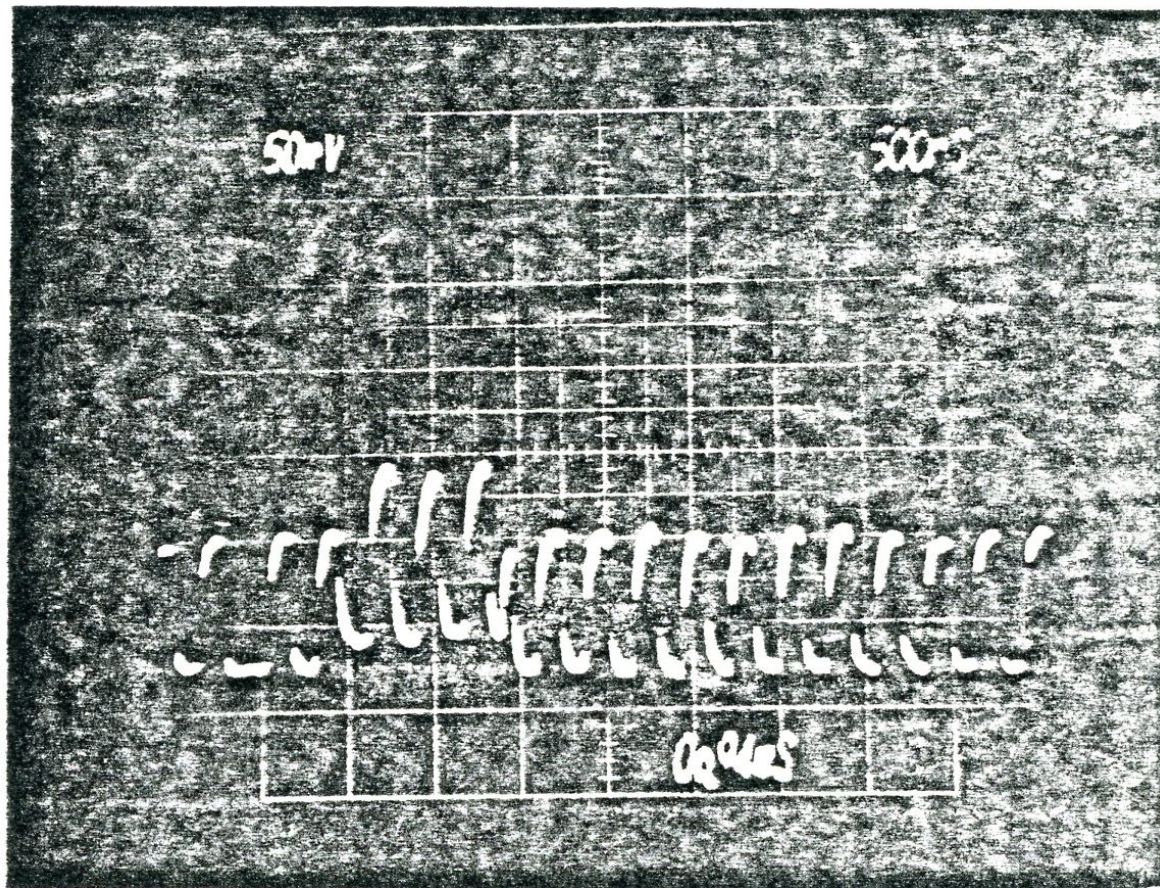


photo 4.4 RP2C02 COMVID 出力波形
(縦軸 0.5V/cm、横軸 500ns)