

グラフィック液晶ディスプレイ

Liquid Crystal Graphic Display

情報産業の分野で情報処理装置のパーソナル化，ポータブル化の需要が活発化しており，この分野でディスプレイデバイスの薄形化，低消費電力化が要求されている。このような要求にこたえるため，縦方向64画素，横方向240画素表示グラフィック液晶ディスプレイを開発した。

本稿ではその主要な構成要素である液晶パネルと周辺回路について述べ，更にこれをもとに製品化したディスプレイモジュールについて報告する。

衣川清重* Kiyoshige Kinugawa

神藤保彦* Yasuhiko Kandô

高坂雅博** Masahiro Takasaka

1 緒 言

液晶は低電圧駆動，低消費電力でコンパクトな外形の受光形ディスプレイであり，時計，電子式卓上計算機，電子ゲームなどに広く用いられている。一方，このような特長から情報端末用のディスプレイとしても注目され，数字・英字・片仮名などが表示可能なドットマトリクス液晶ディスプレイが市場に現われ始めている¹⁾。しかし，これらの製品は文字表示が主体であり，表示文字数も小規模のため，更に表示能力の高い製品の要求が高まっている。このような市場ニーズにこたえるため，文字だけでなく簡単な図形も表示可能な縦方向64画素，横方向240画素表示グラフィック液晶ディスプレイを開発した。

2 液晶ディスプレイの動作原理

液晶は液体のように流動性をもつが，結晶のように電氣的・光学的異方性をもつ物質である。1968年にディスプレイへの応用が発表されて以来，様々な動作モードの液晶ディスプレイが提案されてきたが²⁾，現在TN(ツイステッド・ネマチック)形液晶が主流となっている。本報告で述べるグラフィック液晶ディスプレイもこの動作モードである。

TN形液晶の構造は図1に示すように，透明電極と配向制御膜を形成した2枚のガラス板の間に液晶を挟み，周辺を接着剤で封じて，上下に偏光板をはり付けた構造である。電極間に電圧を印加すると液晶分子の配列方向が変わるため，光の透過率が変化し表示が行なわれる。TN形液晶は電界により光のシャッタとして動作する，いわゆる受光形のディスプレイであるため本質的に低消費電力である。

このような液晶ディスプレイの表示能力を高めていくためには時分割駆動が必要不可欠であるが，幾つかの問題点がある。第一の点は，TN形液晶が等価的に容量とみなせる素子であるため，クロストークが発生する点である。第二の点は，TN形液晶が理想的な光のシャッタとみなせない点である。ここで前者について簡単に説明し，後者については次章で説明する。

液晶を時分割駆動する方式として，電圧平均化法と呼ばれる方式が知られている²⁾。液晶は等価的に容量とみなせる素子である。また，液晶は印加電圧の実効値に依存して，光学的性質が変化するという性質をもっている。更に，液晶の電気化学反応を抑制するため，交流駆動を行なう必要がある。これらの条件を考慮して，各画素のクロストーク電圧が均一に

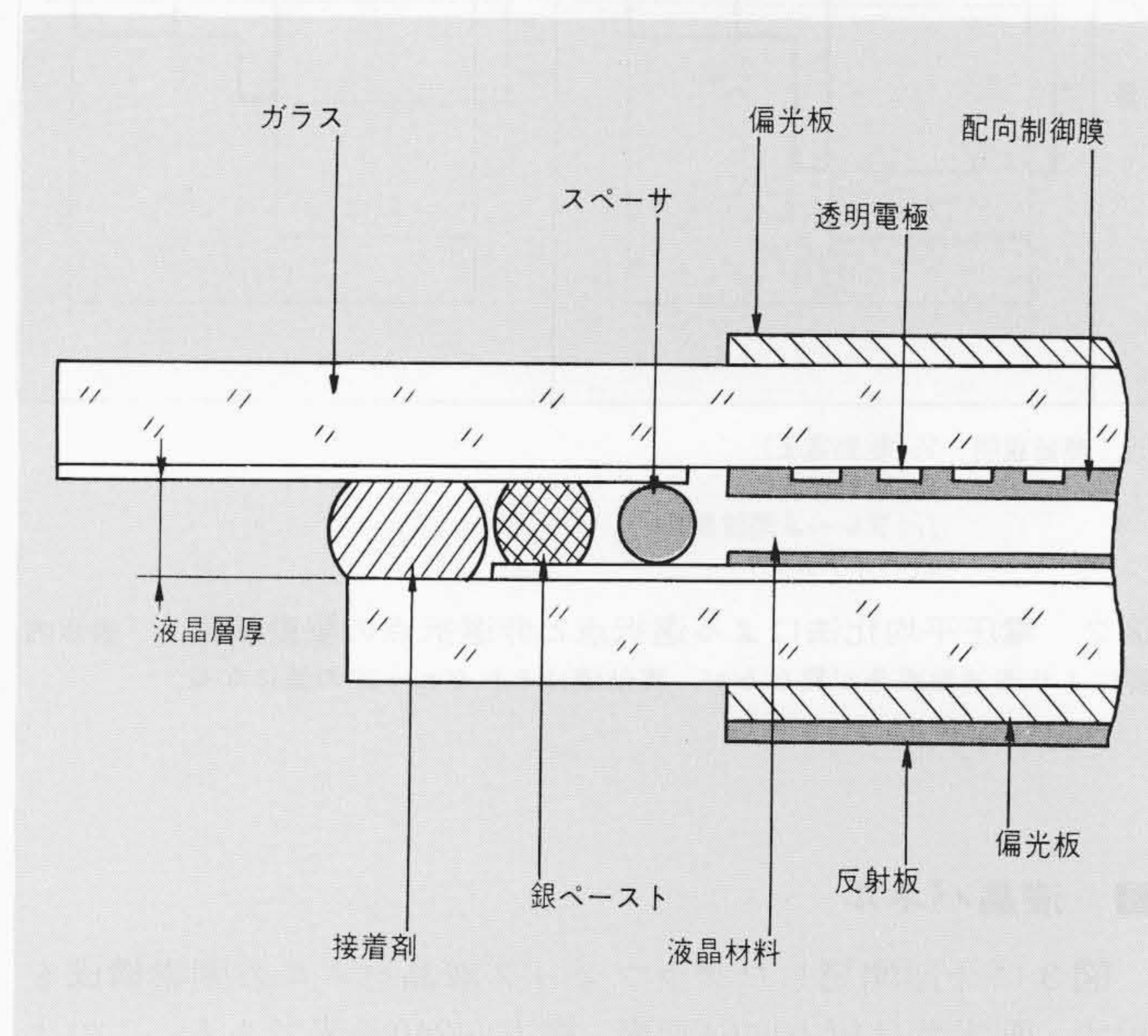


図1 TN(ツイステッド・ネマチック)形液晶パネルの構造
TN形液晶パネルの断面図を示す。

なるようにした駆動方式が電圧平均化法である。駆動波形の例を図2に示す。このとき選択点(点灯部)と非選択点(非点灯部)に加わる駆動電圧の実効値は，それぞれ次式で示すように一定の値となる。

$$\text{選 択 点} \quad v_{\text{ON}} = \frac{V_0}{a} \sqrt{\frac{a^2 + N - 1}{N}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{非選択点} \quad v_{\text{OFF}} = \frac{V_0}{a} \sqrt{\frac{(a-2)^2 + N - 1}{N}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

ここに N ：時分割数， a ：バイアス比

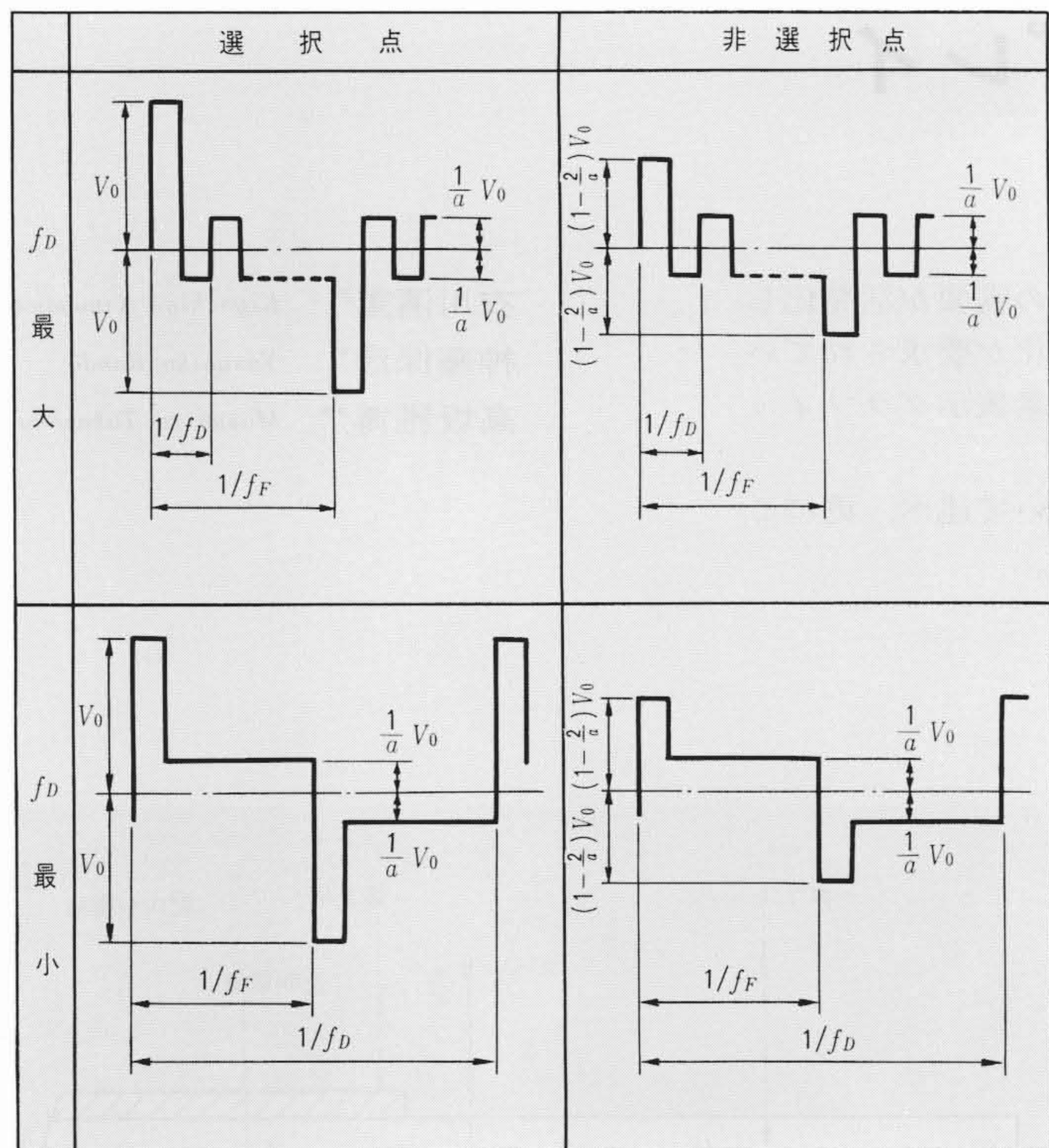
v_{ON} と v_{OFF} の比は動作マージンと呼ばれ，この値が大きいほど時分割駆動が容易となる。ある時分割数 N を与えたとき最大の動作マージンを得るバイアス比が数学的に求められて，

$$a = \sqrt{N} + 1 \quad \dots\dots\dots(3)$$

となる。この結果，動作マージンは N だけの関数となり，時分割数 N が増加すると単調に減少する。

本報告のグラフィック液晶ディスプレイは，この最適化された電圧平均化法を用いて，時分割数32で駆動されている。

* 日立製作所茂原工場 ** 日立製作所日立研究所



注：略語説明 V_0 (駆動電圧)
 f_D (駆動周波数)
 f_F (フレーム周波数)
 a (バイアス比)

図2 電圧平均化法による選択点と非選択点の駆動波形 表示内容により周波数成分が異なるが、実効値はそれぞれ一定の値になる。

3 液晶パネル

図3に今回開発したグラフィック液晶パネルの画素構成を示す。画素数は縦方向64画素、横方向240画素である。このような液晶パネルを時分割する方式として、画面を上下に2分割し第1ラインと第33ライン、第2ラインと第34ライン、……第32ラインと第64ラインを同時に走査する方式を採用した。このため、液晶パネルは時分割数32で駆動されること

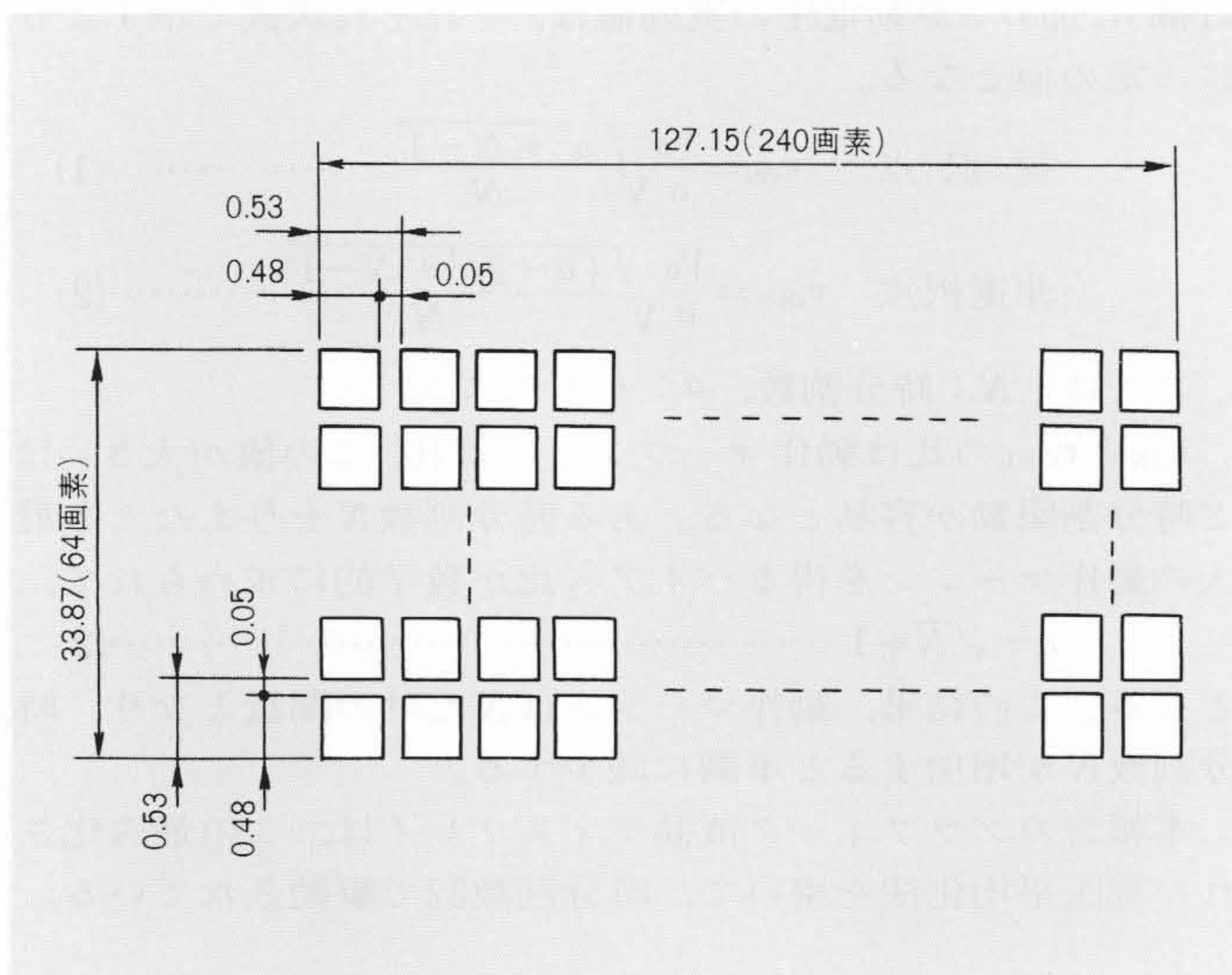


図3 グラフィック液晶パネルの画素構成 縦方向64画素、横方向240画素のフルドットマトリクス構成となっている。

表1 液晶パネルの表示品質の改良 視野角依存性、電圧に対する透過率変化の急峻性及び色むらの改良を行なった。

項 目	問 題 点	改 良 点
液 晶 材 料	● 視野角依存性 ● 電圧に対する透過率変化の急峻性	液晶の屈折率異方性 Δn と誘電異方性 $\Delta \epsilon$ の最適化
液 晶	配向制御	液晶分子のチルト角の均一な制御
セ ル	液晶層厚制御	● 液晶層厚 d のばらつきの制御 ● $\Delta n \cdot d$ の最適化

になる。従来の液晶パネルは、時分割数が最大16であった。これを32まで増やすと動作マージンは1.291から1.196に減少する。液晶は理想的な光のシャッターではなく、見る方向によって特性が変化するという性質(視野角依存性)と、印加電圧に対する透過率の変化が急峻でないという性質をもっているため、動作マージンの低下によりクロストークが増加し、表示品質が劣化する。この表示品質の劣化を防ぐため、表1に

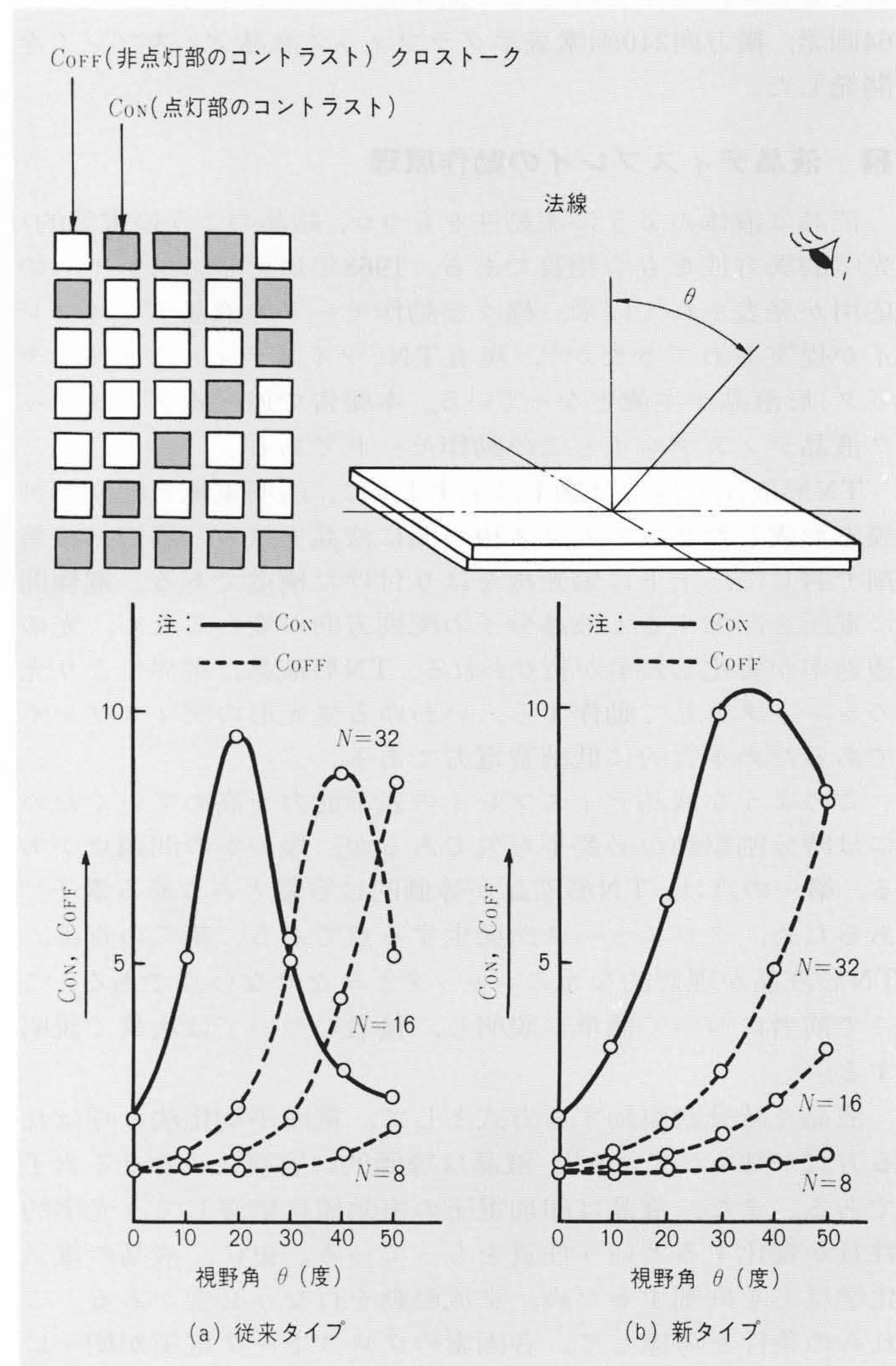


図4 液晶パネルのコントラストの視野角依存性 従来タイプと新タイプの比較を示す。従来タイプに比べ新タイプは、クロストークが発生しにくくなっている。

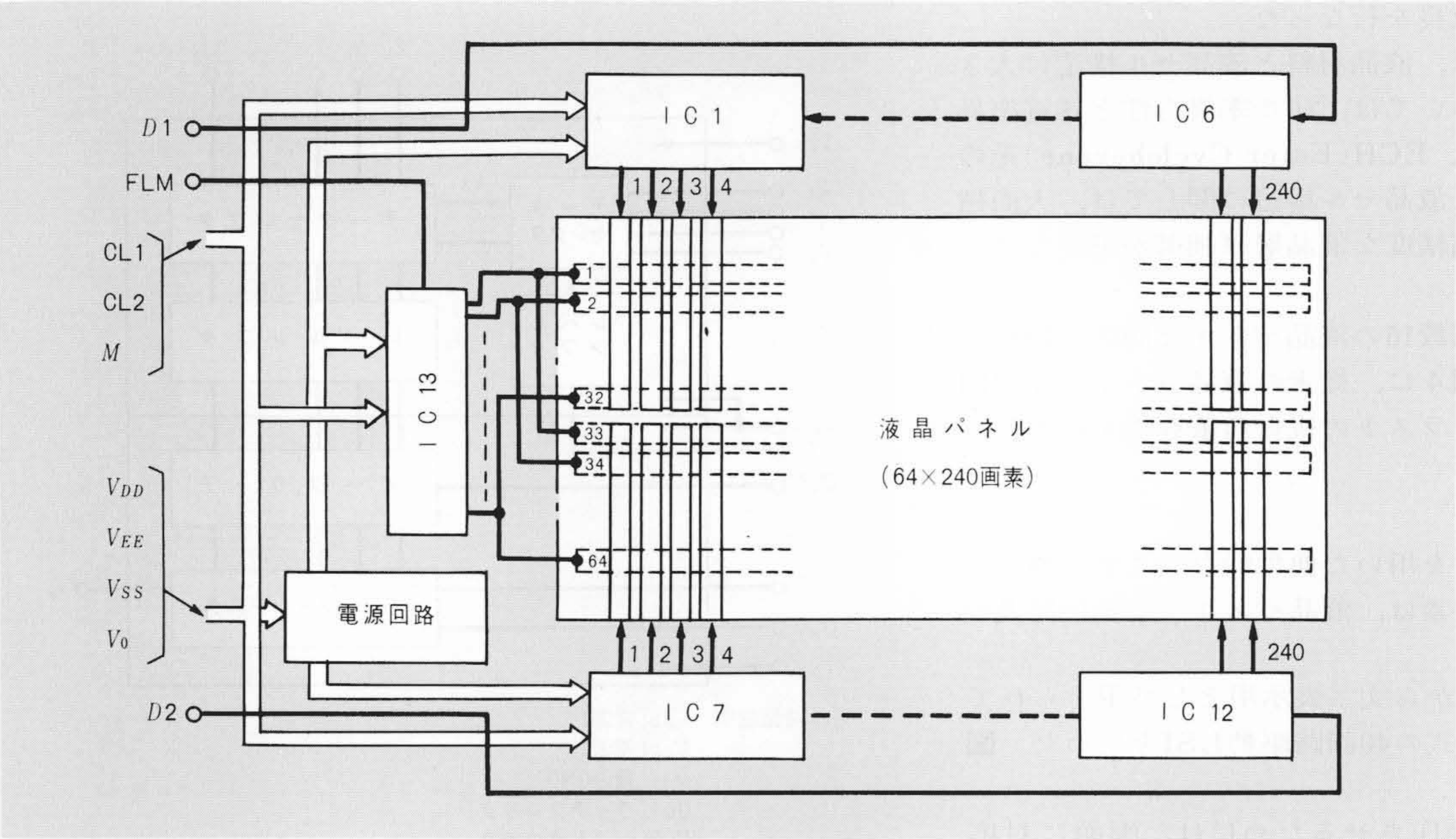


図8 グラフィック液晶ディスプレイモジュール“LM200”のブロック図
液晶パネルと13個のLSI、電源回路で構成される。D1, D2はシリアルデータ, FLM, CL1, CL2, Mはタイミング信号, VDD, VSS, VEEは電源を示す。

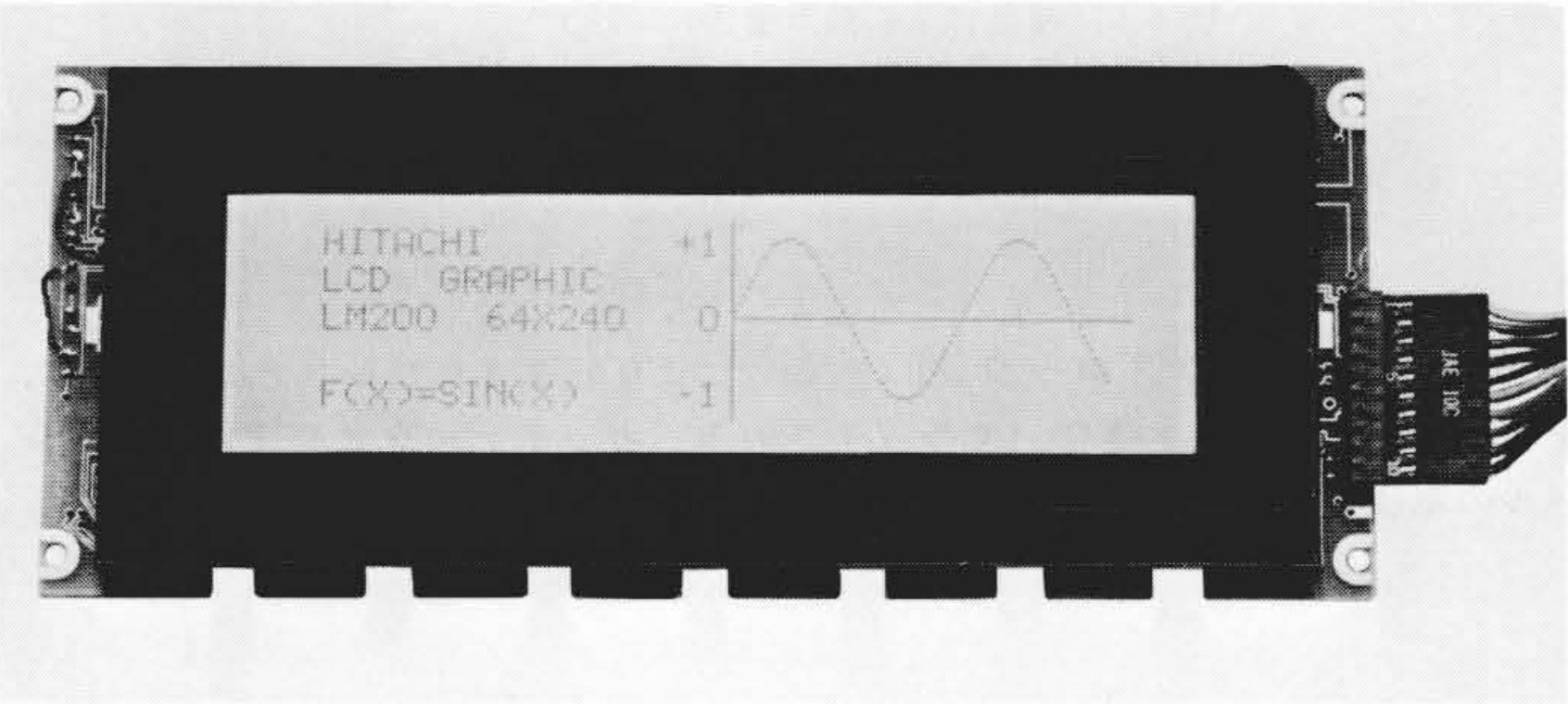
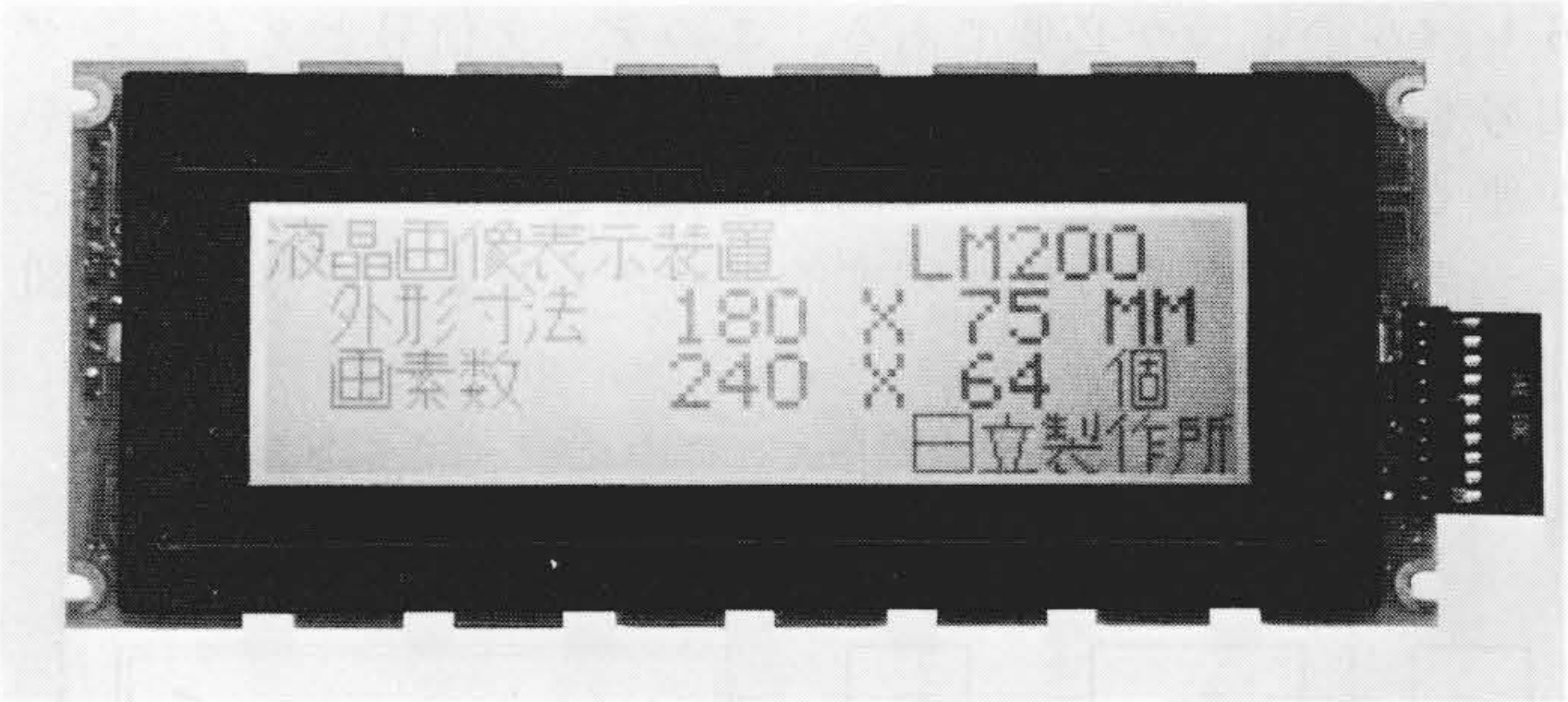


図9 グラフィック液晶ディスプレイモジュール“LM200”の表示例



アルファベット大文字(5×7画素)の外形は、2.60×3.66mm²である。

5 グラフィック液晶ディスプレイモジュール

以上述べたような検討から、液晶パネルと駆動回路をモジュールとしてまとめ製品化した(製品名LM200)。モジュールのブロック図を図8に、主な仕様を表2に示す。また、このモジュールの表示例を図9に示す。従来のディスプレイにない薄形、低電圧低消費電力動作という特長をもち、幅広い応用が期待される。

表2 グラフィック液晶ディスプレイモジュール“LM200”の仕様
従来のディスプレイにないコンパクトな外形、低電圧駆動・低消費電力となっている。

名 称		LM 200
項 目		
パ液 ネル 晶	画 素 ピ ッ チ	0.53mm
	画 素 サ イ ズ	0.48mm×0.48mm
	表 示 面 積	約127.2×33.9mm ²
ユ表	外 形 寸 法	180×75×15(mm)
	重 量	150g
ニ ッ ト 示	電 源 電 圧	+ 5 V, - 5 V
	消 費 電 力	30mW
	保 存 温 度	- 20 ~ + 60℃
	動 作 温 度	0 ~ + 50℃

6 結 言

情報産業の分野でフラットパネルディスプレイに対する要求が高まっている。この要求にこたえるため、第一段階として本稿で述べた縦方向64画素、横方向240画素表示グラフィック液晶ディスプレイを開発した。

しかし、これはまだ表示能力としては十分でなく、今後画素数をCRT(Cathode Ray Tube)に近いレベルまで増加させていく必要がある。また、システムのコストパフォーマンスも同等にしていく必要がある。このためには、液晶パネルだけでなく周辺回路システム、実装方式をも含めた総合的な開発が必要である。今後、本稿で述べたグラフィック液晶ディスプレイ技術をベースに、これを実現していきたい。

参考文献

- 1) 桜田：市場に定着し始めた液晶文字ディスプレイ，日経エレクトロニクス，p.150～174（1980年8月18日号）
液晶文字ディスプレイの駆動方式，応用例などについて詳しくまとめられている。
- 2) 佐々木：液晶エレクトロニクスの基礎と応用，オーム社（1979）
液晶の物性・動作モードなど液晶全体についてよくまとめられている。