

高精細投写形ディスプレイ

High Resolution Projection Displays

明るい部屋で多数の人々に大形・高精細画像を提示する用途に好適な背面投写形の54～250形のディスプレイシリーズを開発した。その光学系には産業応用の明室環境で使えるように、CRT～レンズ間スペースのオプチカルカップリング技術とブラックストライプスクリーンとを開発適用し、色彩画像の美しさと文字の読みやすさとを大幅に改良した。その電気系には、各種ビデオ系信号源およびコンピュータ系信号源と組み合わせて、その画像ソフトウェアを効果的に活用できるように、水平走査周波数70 kHz、表示画素数1,280×1,024まで自動追従可能なマルチスキャン方式を実現した。70形以下の機種は、標準3投写管構成で会議室での使用に適し、110形以上は6管以上の構成で講演室に適する。

岩崎 忠彦* Tadahiko Iwasaki
安藤久仁夫** Kunio Andô
荻野 正規*** Masanori Ogino
竹澤 輝洋**** Teruhiro Takezawa

1 標準機種構成

大形・高精細画像プレゼンテーションシステムの核となるのが、本稿の高精細投写形ディスプレイである。本特集の「大形・高精細画像プレゼンテーションシステムの動向」¹⁾の考察から理解できるように、このような高精細度の要求される分野に適合できる技術は、現在のところCRT投写形が最も有力であり、しかも、再生画像の光学的ダイナミックレンジの点で外観上黒く見える透過式スクリーンを用いた背面投写形が好適であると言える。日立製作所は、1984年11月の日立技術展用に高性能ブラックストライプスクリーン方式のハイビジョン用プロトタイプを業界に先駆けて完成したことから、その重要性を早期に洞察した。そして来るべきメディア(コンピュータ、ハイビジョン、印刷、フィルム)融合時代での基幹ディスプレイとして貢献できるよう一貫してその周辺機器を含めて育成を図ってきた。

標準機種構成を図1および表1に示す。同表に記した機種以外にハイビジョン用の54形、66形、110形もある。

2 設計方針

ニーズとこれにこたえる設計方針を表2に示す。同表中の周辺機器の部分については本特集の「大形・高精細画像プレゼンテーションシステムの動向」¹⁾に記してある。

ディスプレイ本体は、光学系と電気系に区分して考えることができる。一方、ニーズは、画質、操作性、サービス性を含めた信頼性の3本柱でとらえることができる。

画質については、光学系、電気系および設置環境の三者がかかわっている。光学系については、解像度1,000本の性能を達成するには、従来の家庭用の光学系では不十分である。したがって、専用光学系を開発した。具体的には、CRTとして

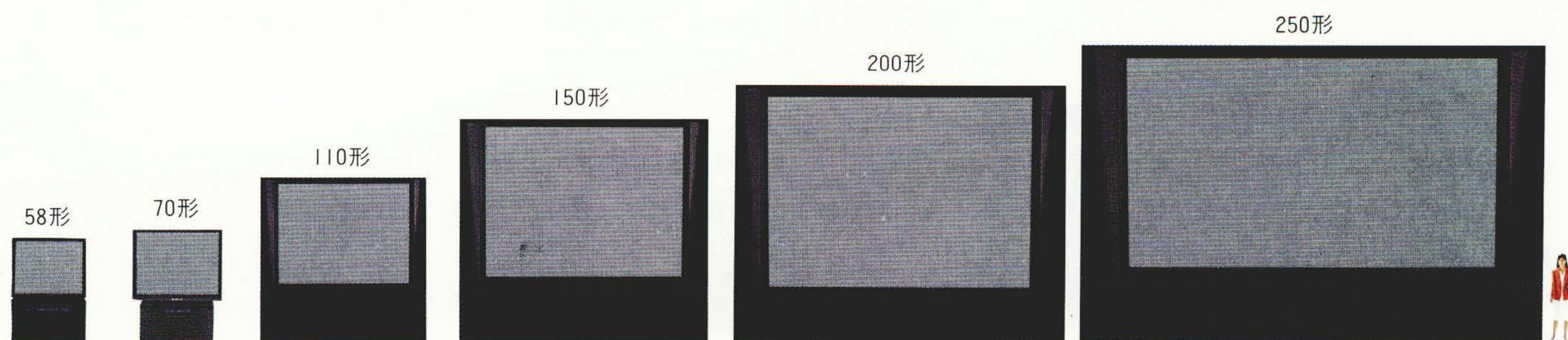


図1 標準機種構成 70形以下は、会議室用途に好適であり、110形は3 m高さの天井にフィットし、用途に合わせて選べるスクリーンサイズを持っている。

* 日立製作所 情報映像事業部 ** 日立製作所 家電研究所 *** 日立製作所 情報映像工場部 工学博士 **** 日立製作所 情報映像工場部

表1 標準機種構成 70形以下は後部ミラーを折り畳むと奥行き72 cmとコンパクトであり、片開きドアからも搬入が容易である。

機 種 名		C58-1510R	C70-2010R	C110-5510R	C150-5010R	C200-8010R	C250-8510R
画 面 サ イ ズ (形)		58	70	110	150	200	250
投 写 管 本 数 (9形管)		3	3	3×2	3×2	3×3	3×4
コ ン ト ラ ス ト 比		140以上(測定法：JIS 1978)					
白 ピ ー ク 輝 度 (cd/m ²)		540	340	170	90	80	70
解 像 度 (画素)		1,280×1,024					
走 査 周 波 数		水平24～70 kHz, 垂直40～120 Hz					
適視範囲	水 平 (pp)	90					
	垂 直 (pp)	30			40		
奥 行 き (m)		0.9	1.1	2.2	3.6	4.6	9.0
消 費 電 力 (W)		550	550	1,200	1,200	1,800	2,400
適 用		会議室用コンパクト形		講演室用据え置き形		特殊大ホール用	

表2 ニーズにこたえられる設計方針 強力なディスプレイ本体とこれを生かす周辺機器の一覧表を示す。

ニ ー ズ		デ ィ ス プ レ イ 本 体		周 辺 機 器
		光 学 系	電 気 系	
1. 高画質	広ダイナミックレンジ (コントラスト比：100以上)	CRT, レンズスクリーンミラー (画面全域のフォーカス, 広ダイナミックレンジ)	広ダイナミックレンジ (110 Vpp)	設置場所の照明条件 を含むソフトウェア 高精細化装置 (走査線数2倍化)
	高解像度 (1,280×1,024以上)		高帯域幅(70 MHz), 電磁フォーカス方式 高精度・高安定マルチスキャン	
	広適視範囲 (90°pp×30°pp以上)	スクリーン	—	
2. 高操作性	多様な信号源 (各種ビデオ, コンピュータ)	—	広範囲マルチスキャン (水平24～70 kHz) (垂直40～120 Hz) 多機能マルチスキャン (15フォーマット)	インタフェースユニット AVコントローラ (ボタンひとつで)
	容易な切換制御 (ボタンひとつで)	—		
	コンパクト(小奥行き)	レンズ, スクリーン(広画角光学系)	—	
3. 高信頼性 (高寿命, 故障仕分け容易MTBF10年以上)		耐塵(じん)設計 (CRT～レンズ, 下向きミラー)	自己診断機能高信頼設計	高信頼設計

注：略語説明 MTBF(平均故障間隔)

は特に画面全域にわたるフォーカス性の優れた9形電磁収束投写管を、投写レンズには同じく画面全域にわたるフォーカス性の優れたオールガラス製10枚組み構成のF/1.2の広画角レンズを、またスクリーンは後述するように原理的に光伝送効率に優れ、かつ光学的ダイナミックレンジの点で有利な大形のブラックストライプスクリーンを開発した。CRT, レンズおのおの単体の解像度はそれぞれ約2,000本以上であり、全体として1,000本の高解像度を達成した。

また、電気系はこれに対応して、最新の三次元コンピュータグラフィックスにも適応できるよう、水平走査周波数70 kHzでビデオ出力110 Vpp, 3 dB帯域幅70 MHzという高輝度高解像度仕様とした。操作性、信頼性については同表に示すとおりの方針とした。

表2でコントラスト比とは、一つの画面内に後述のテストパターンを映し出したときの明部の輝度と暗部の輝度との比である。従来のテレビジョン系では、コントラスト比は約30以上あれば良いとされていた。しかし、従来でもフィルム、印刷およびコンピュータグラフィックスの世界では100以上が

必要とされており^{2),3)}、新しいハイビジョンもその期待されているマルチメディア的役割を担うためには、当然同等以上のコントラスト比が必須(す)となる。この見地から見た基本技術は日立製作所が業界に先駆けて開発してきたCRT～レンズ間のオプティカルカップリング技術と、ブラックストライプスクリーン技術であり、3章で詳述する。また、電気系の基本技術はマルチスキャン技術であり、4章で述べる。

3 光 学 系

3.1 基本構成と光利用率の考察

投写形ディスプレイの光学系の基本構成の水平断面図を図2に示す。日立製作所のシステムでは、投写レンズとして前述したとおりフォーカス性の良い高精度の10枚組みのものを使用しているが、簡潔化のため主レンズ1枚だけ記してある。

図2中θ_Mは光捕捉(そく)角、αは画角、ωは集中角である。これらが光学系主要3パラメータである。CRTから発生する光量をLiとし、レンズ出力光量をLoとすると、画面中央付近ではレンズの光伝送効率Lo/Liは次式で与えられる。

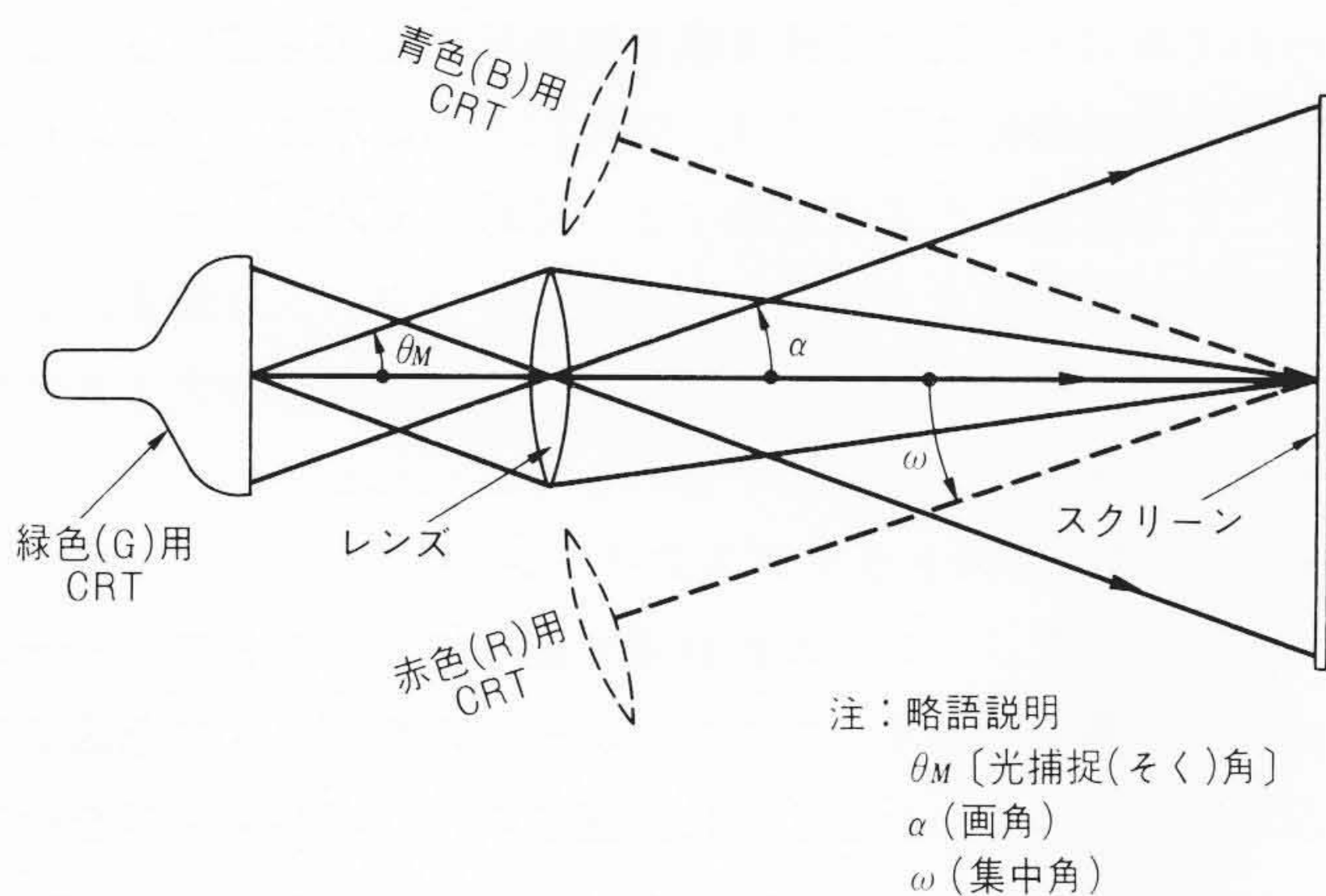


図2 光学系の基本構成 レンズの光伝送効率(光捕捉(そく)角)で決まる。

$$\frac{L_o}{L_i} \div \eta \sin^2 \theta_M \div \frac{\eta}{4F^2 \left(1 + \frac{1}{M}\right)^2} \div 0.13 \equiv 13\% \cdots (1)$$

ここに η : レンズの透過率(約0.9)
 F : レンズのF値(約1.2)
 M : レンズの倍率(約10倍)

また、CRT面上の輝度 B_i とスクリーン面上の輝度 B_o との比はスクリーンゲイン(電波でのアンテナゲインと類似の概念で完全拡散板の場合ゲインは1.0)を G として次式で与えられる。

$$\frac{B_o}{B_i} = \eta \sin^2 \theta_M \frac{G}{M^2} \cdots \cdots (2)$$

シャドウマスク式直視管の場合、シャドウマスク系の透過率と前面ガラスの透過率との積は約10%であるから、(1)式は投写形の光伝送効率はほぼこれと同等ないしは若干優れていることを意味する。また、(2)式で標準的なブラックストライプスクリーンの場合、スクリーンゲイン G は約3～6倍であるから、投写形は、最終的な視聴者への光伝送効率が、シャドウマスク式直視管に比べて数倍優れていることを意味する。

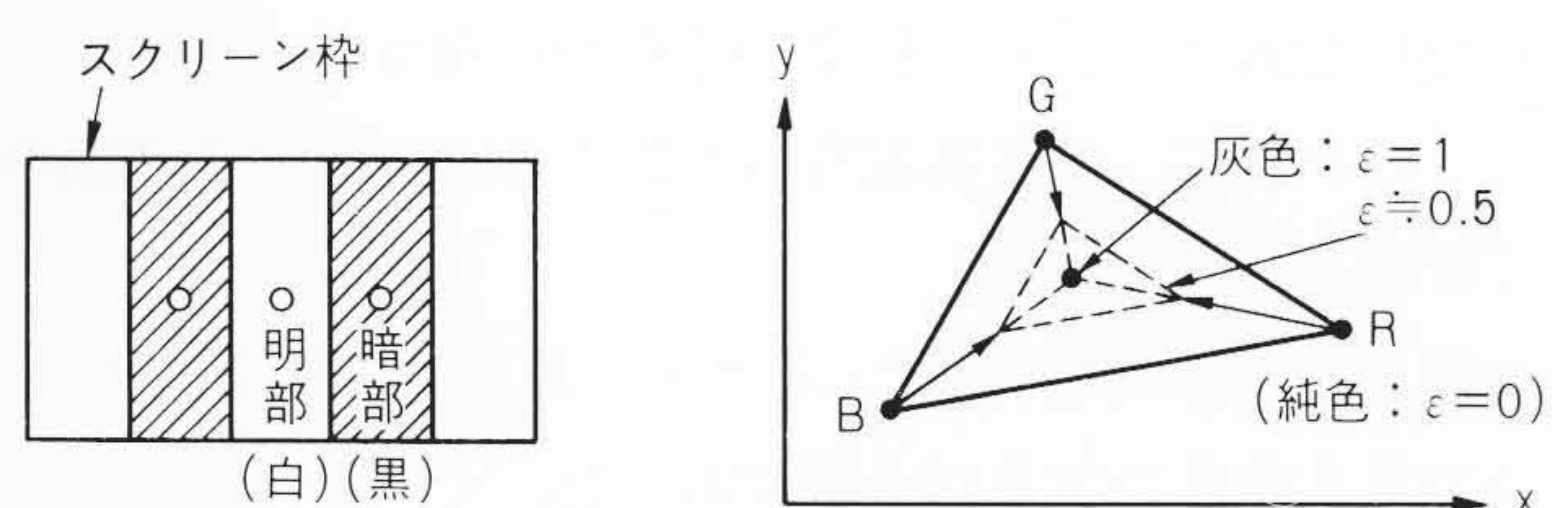
すなわち、投写形はエネルギー効率の点で原理的に優れているというエレガントな面を持っており、これがその力強い発展力のひとつの源泉となっている。

3.2 コントラスト比と色純度劣化の関係

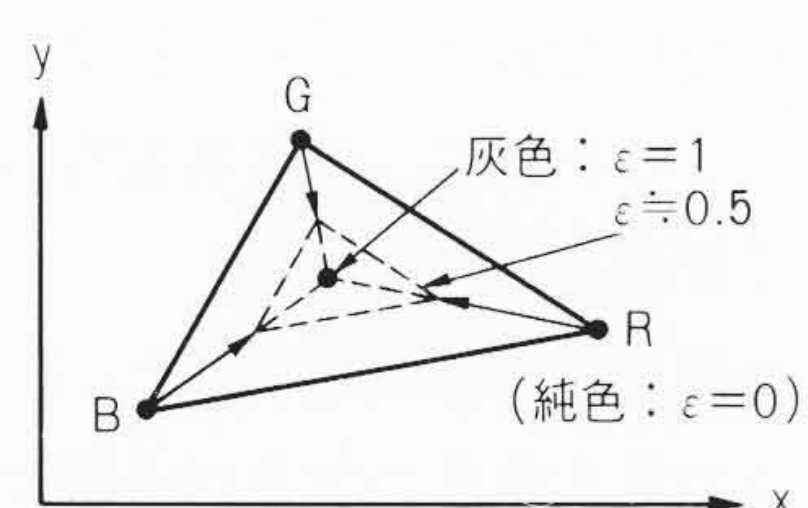
通常コントラスト比は、図3(a)に示すパターン(JIS1978, 5本バー)で、その明部と暗部(電気的にはカットオフ状態)の輝度比として定義される。本特集号では一貫してこの定義に基づいている。暗部の輝度は電気的には0であるが、投写光学系の内部で発生するフレア(迷光)および周囲の照明外光によって、有限の大きさに浮き上がってしまうため真の黒を再現することはできない。

従来方式のテレビジョンの世界では、コントラスト比は約30以上あれば良いとされていた。

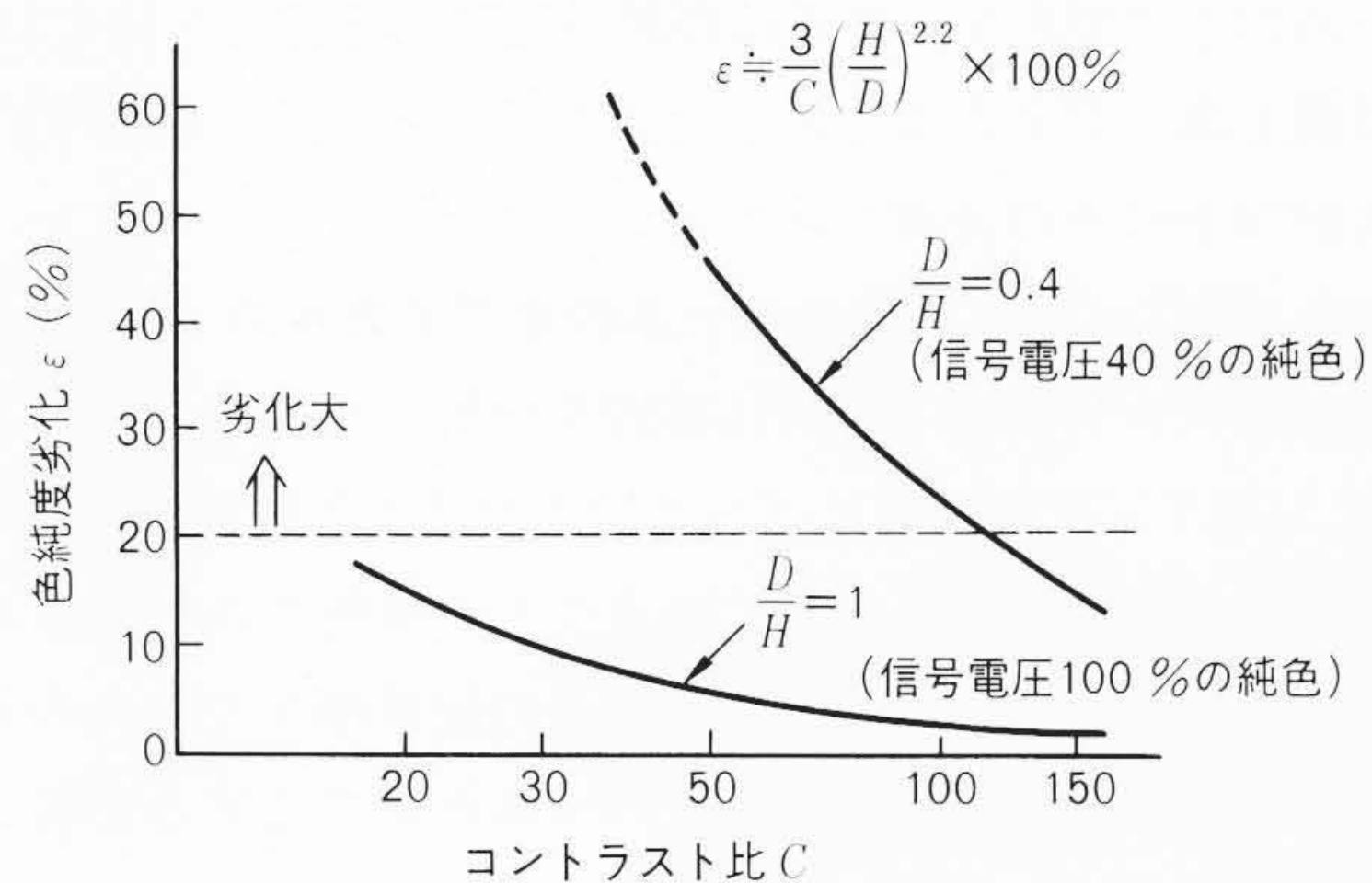
しかし、画像再現のダイナミックレンジの見地から、定量的に解明した結果、以下に述べるように、コントラスト比は



(a) コントラスト比測定用テストパターン
○印：測定点



(b) 色純度劣化 ε の意味



(c) コントラスト比と色純度劣化の関係

注：略語説明 H (明部白色信号レベル), D (暗部純色信号レベル)

図3 コントラスト比 C と色純度劣化 ε の関係 光学的な黒レベルの浮きは、電気系では回復不可能な非直線の色純度劣化をもたらす。

単に白黒画像のダイナミックレンジを規定するだけでなく、色彩画像のダイナミックレンジでより重大な意味を持っていることを見いだした⁴⁾。以下にこの点について述べる。

典型例として、図3(a)のテストパターンの明部は赤、緑、青各信号電圧が H に等しい白色信号であり、かつ暗部は信号電圧 D の赤色の純色信号(例えば深紅のバラの花)である場合を考える。この場合、光学的なフレアによって赤色の純色信号の像中には、緑、青の成分が混入してしまうため、その純度が劣化する。その劣化の程度を同図では ε によって表しており、その値は20%以内であることが望ましい。同図からわかるように、 $\frac{D}{H}$ 比が1.0に等しい明るい純色信号の場合には、コントラスト比30の場合でも色純度劣化は約20%以内と良好である。しかし、 $\frac{D}{H}$ 比が0.4の中位の明るさの純色信号の場合には、きわめて大きい50%以上の色純度劣化を発生し、したがって、色彩再現のダイナミックレンジが大幅に狭められてしまう。

図3からわかるように、この劣化を約20%以内に収め、色彩再現の忠実度およびダイナミックレンジを改善するためには100以上のコントラスト比が必要である。

オーディオの場合に例えると、黒が浮くということは、騒音で小さな音が聞きとれなくなることを意味するだけにとどまらず、音色まであせてしまうことを意味する。

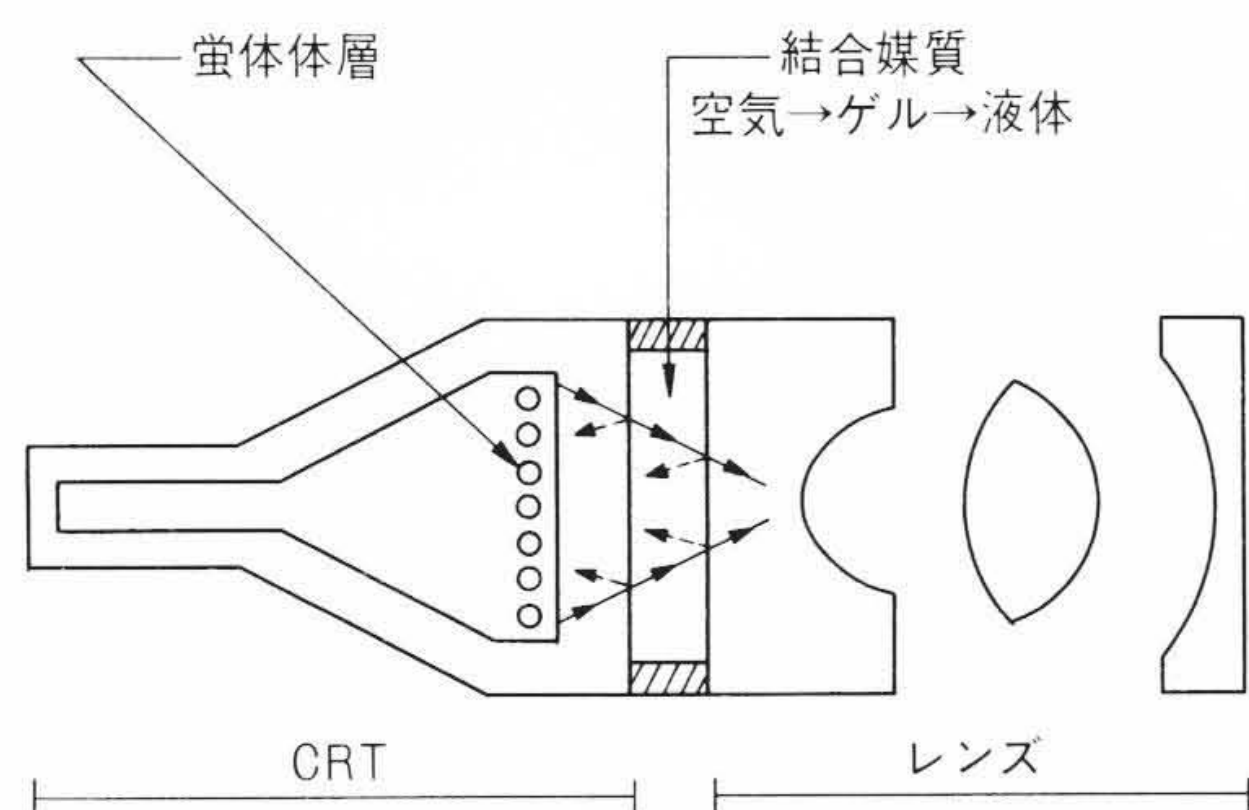
光学系で浮いた黒は、原理的に負の発光源というものが存

在しないために、これを回路的手段で回復することができない。したがって、光学系固有のコントラスト比の改善はきわめて重要な課題である。

目標とする100以上のコントラスト比を達成するためには、二つの基本技術の開発が必要であった。その第一はCRT～レンズ間スペースのオプティカルカップリングであり、第二はブラックストライプスクリーンである。前者は、周囲外光なしの条件で定義される光学系の固有コントラスト比を向上するためのものであり、後者は周囲外光による劣化を防ぐために、外観上黒く見えるようにしたスクリーンに関するものである。次節以下にその詳細を述べる。

3.3 CRT～レンズ間スペースのオプティカルカップリング

固有コントラスト比劣化要因を分析した結果、その主原因は、CRT～レンズ間スペースでのガラスと空気との界面で発生する約5%の反射光であることが解明された。この迷光を抜本的に除去するためには、その屈折率がガラスのそれにほぼ等しい透明媒質で当該スペースを充てんする必要があるとの考えに立ち、充てん手段を開発してきた。その経過を図4、5に示す。本論の開発機種では、いずれも透明媒質としてき



注：ゲル（透明ゼリー状の物質）

図4 CRT～レンズ間スペースのオプティカルカップリング 光波に対するインピーダンス整合の原理で、界面反射を解消する技術である。

わめて蒸気圧の低い特殊冷媒兼用液体を使用している。この液体の散逸寿命に関しては、10年以上の使用に十分耐えられることを強制劣化環境試験によって確認済みである。

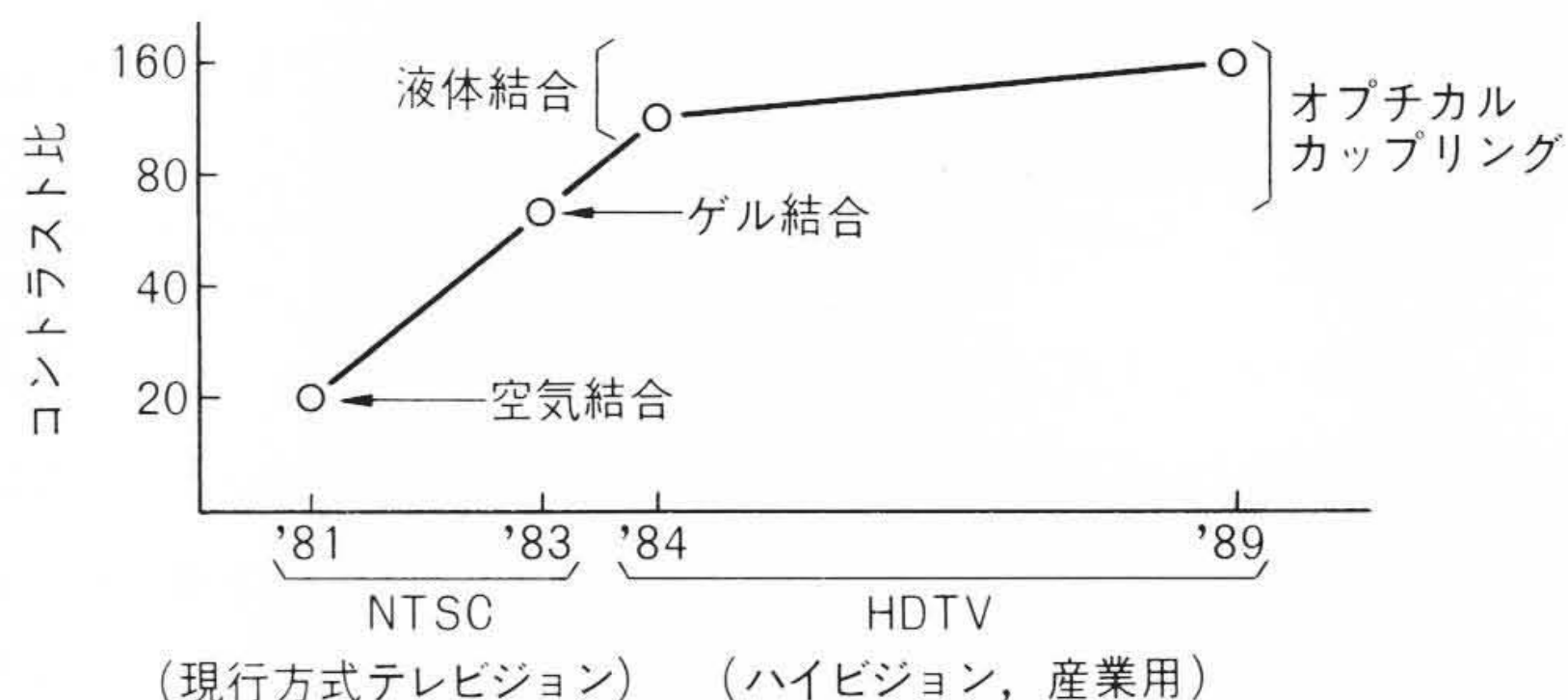
この液体直結式オプティカルカップリング方式は表3に示す三大効果を持つものであり、今後の高精細投写形ディスプレイの必須技術となっていくものと考えられる。

3.4 ブラックストライプスクリーン

透過式スクリーンの改善経過を図6に、また各スクリーンの比較を表4に示す。フロントシートの断面拡大図を図7に示す。同図からわかるように、図6のフレネルレンズを経て

表3 液体直結式オプティカルカップリング方式の効果 一石三鳥の効果を持っているため、今後投写形ディスプレイの必須(す)技術となっていくと推定される。

項 目	効 果
コントラスト比	約160(140以上)
界面へのごみ付着	解消(解像度劣化も解消)
光 量, 輝 度	約2倍化(冷却作用, 電力2倍化)



注：略語説明 NTSC (National Television System Committee)
HDTV (High Definition Television)

図5 コントラスト比改善経過 抜本的な効果が得られた。

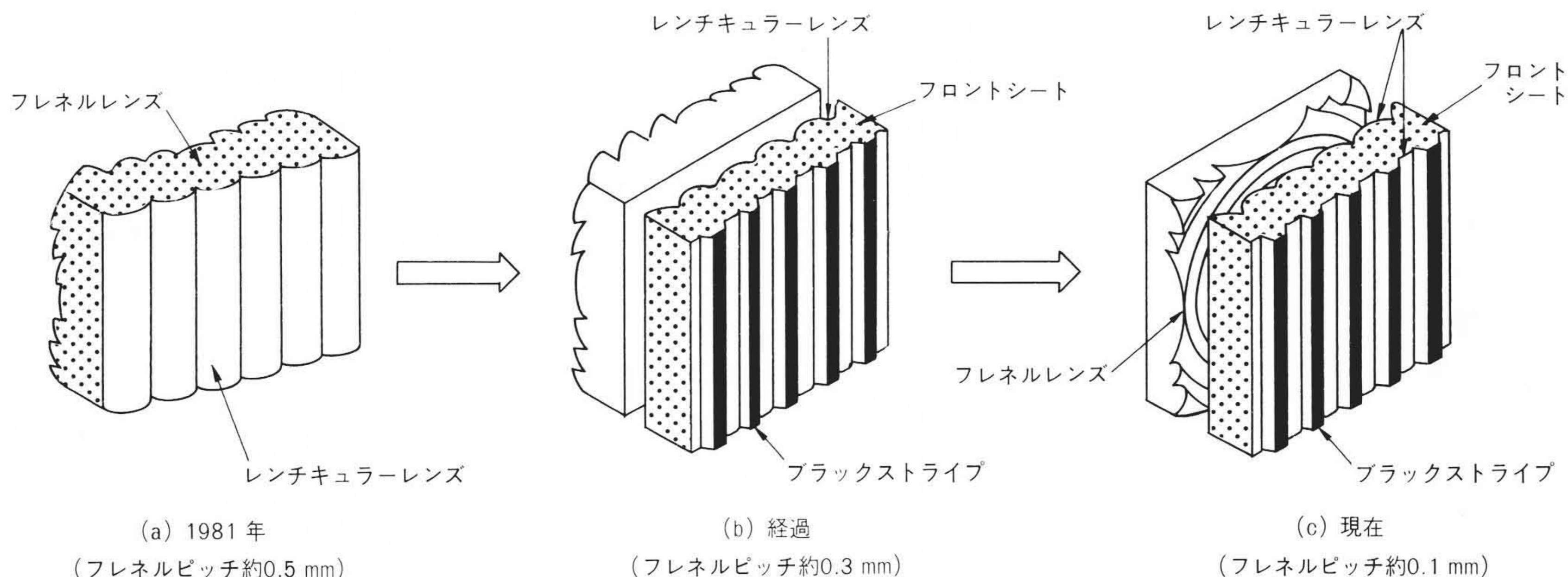


図6 スクリーンの改善経過 ブラックストライプは前面からの周囲光を吸収するが、後方からの投写光を劣化させることがない。

表 4 各スクリーン技術の比較 ブラックストライプスクリーンは、(c)欄の特長以外に、フレネルレンズで発生する迷光ゴーストを吸収するという作用もある。

方 式	図 5 (a)	図 5 (b)	図 5 (c)	備 考
1. 外観の黒さ (全光拡散 反射率)	○ 中位 (約0.3以下)	◎ 黒い (約0.15以下)	◎ 黒い (約0.15以下)	前面投写形では(約1.0)で 白く見える。
2. 斜め横から 見た明るさ (水平半値角)	△ 暗い (±20°)	○ 明るい (±40°)	○ 明るい (±40°)	—
3. 斜め横±35° 以内から見た 色調変化	△ 大 (±50%)	○ 小 (±25%)	○ 小 (±25%)	—
4. スクリーンの 周辺部も明る く、かつセット がコンパクト	△ 困難	△ 困難	○ 可能	—

注：記号説明 ◎(非常に良い)，○(良い)，△(劣る)

平行化された入力緑光は、フロントシートの入力側に周期的に配置されたレンチキュラーレンズによって、その出力側のレンチキュラーレンズ面の付近に焦点を結ぶ。したがって、出力面側に周期的に配置されたコントラスト比改善のためのブラックストライプによってけられることがない。

周知のとおり、シャドウマスク式直視管でのブラックストライプ技術は光損失を伴う。これに対して本ブラックストライプスクリーンは、原理上、光損失を伴わずにコントラスト比を向上できる。

また、観視方向に依存して画面の色調が変化するという3管式投写形固有の欠点も、図7の出力側レンチキュラーレンズの作用によって許容限内に改善された。その作用は、図8に記した3色の指向性を互いに合致させるように働く。

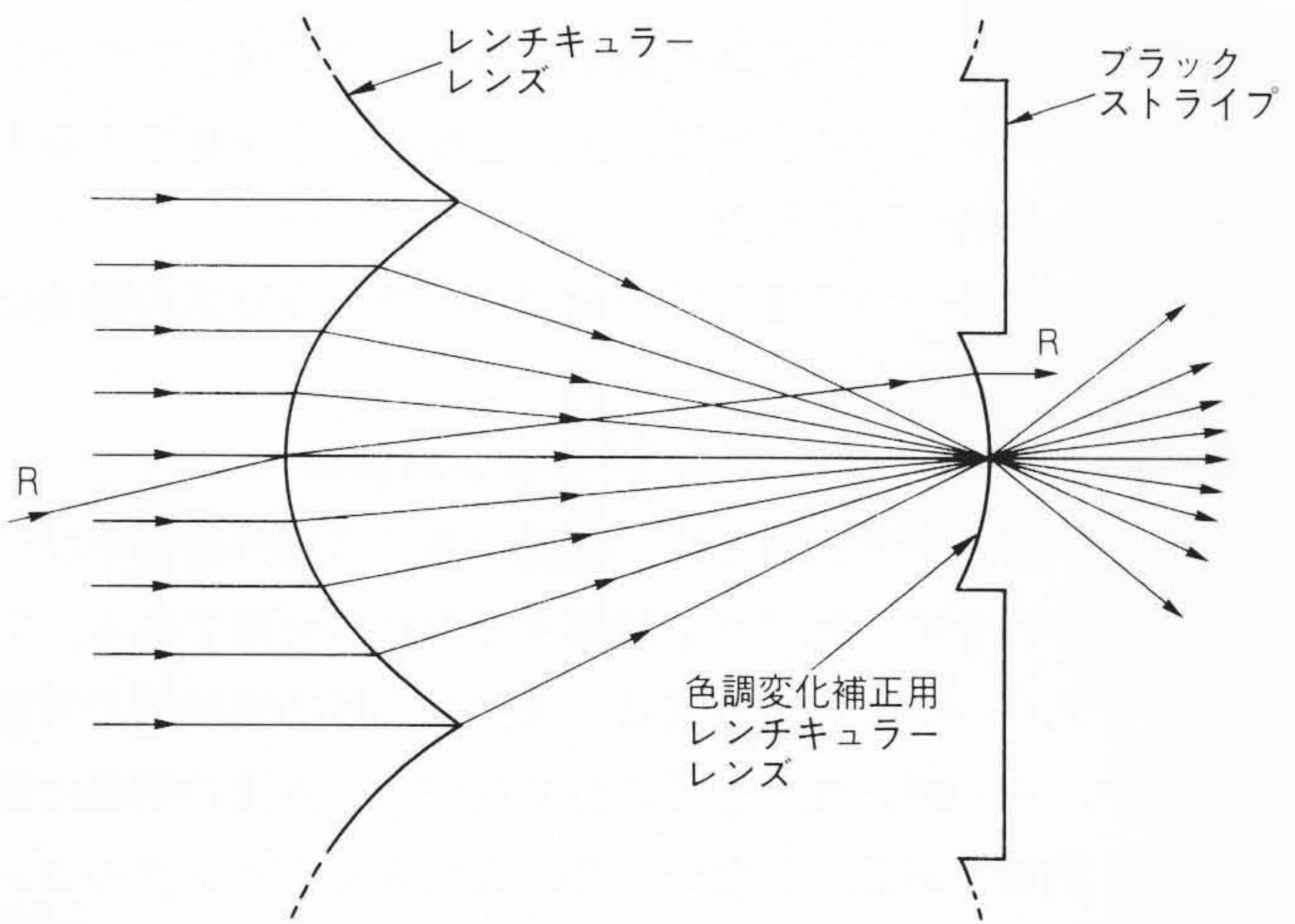


図 7 フロントシートの水平断面図(動作原理) フレネルレンズからの平行化された出力光が、フロントシートへと入力される。

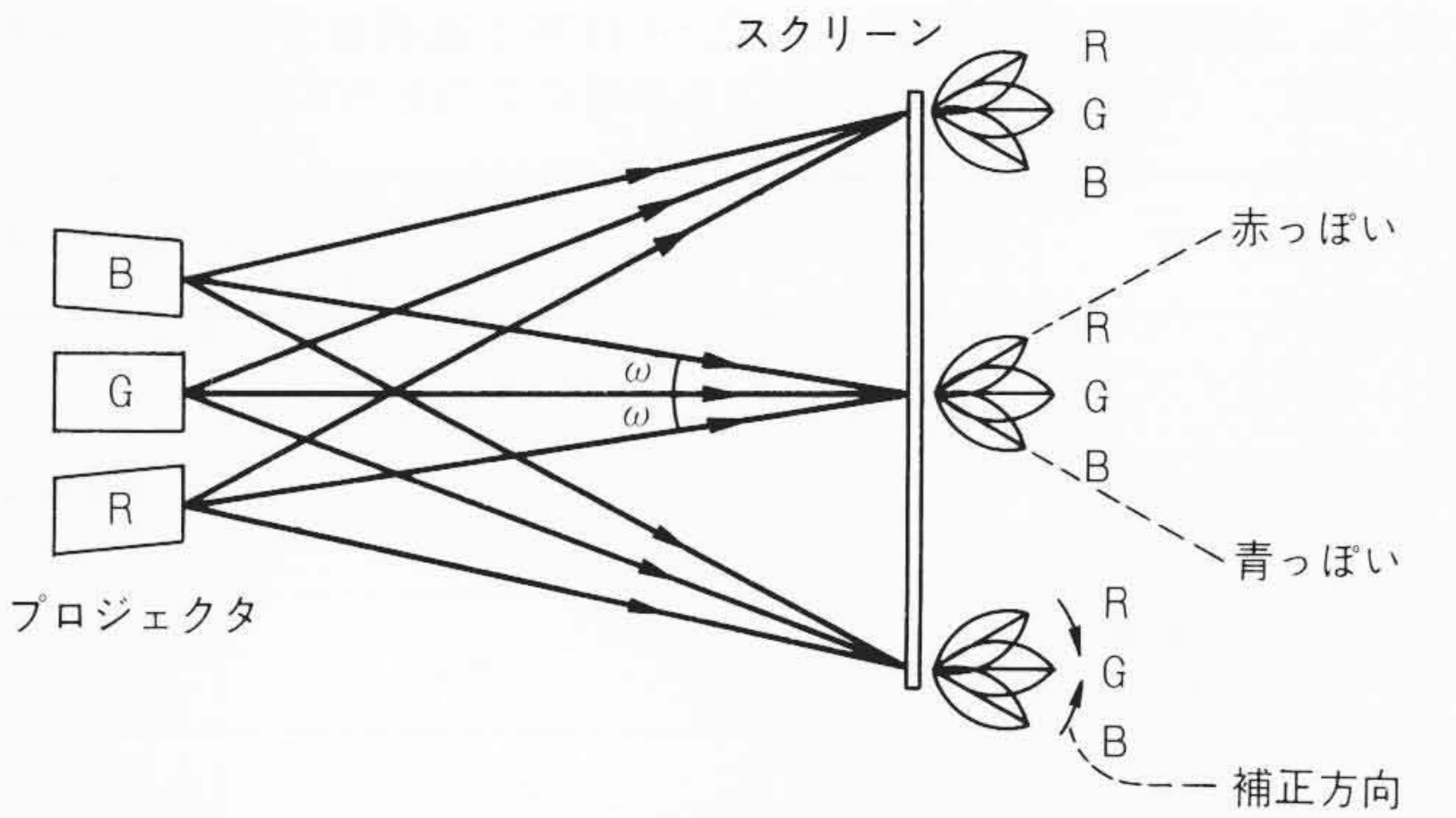


図 8 観視方向による色調変化 フロントシートの出力側のレンチキュラーレンズによって、3色指向性差を矢印方向に補正する。

上記オプティカルカップリングとブラックストライプスクリーンとを組み合わせた総合コントラスト特性を図9に示す。同図の54形の場合、スクリーン面への入射光100 lxでも、目標とするコントラスト比100が得られていることがわかる。

本開発の投写形ディスプレイとシャドウマスク式直視形ディスプレイの技術比較を表5に示す。

3.5 好ましい外光照明条件

日立製作所の投写形ディスプレイは、すべて図6(c)のフロントシートをその要素として持つブラックストライプ式で統一されている。したがって、明室でも再生色彩画像のダイナミックレンジが広いという特長を持っている。この特長を生かすための好ましい外光照明について表6に記す。

表6中、最重要なのはスクリーン面への入射照度である。輝度計で確認するのが確実な手段であるが、代替手段としての照度計(スクリーン面に照度計の背面を当てがう。)による数値も並記してある。この値は、前面投写形の白いスクリーン

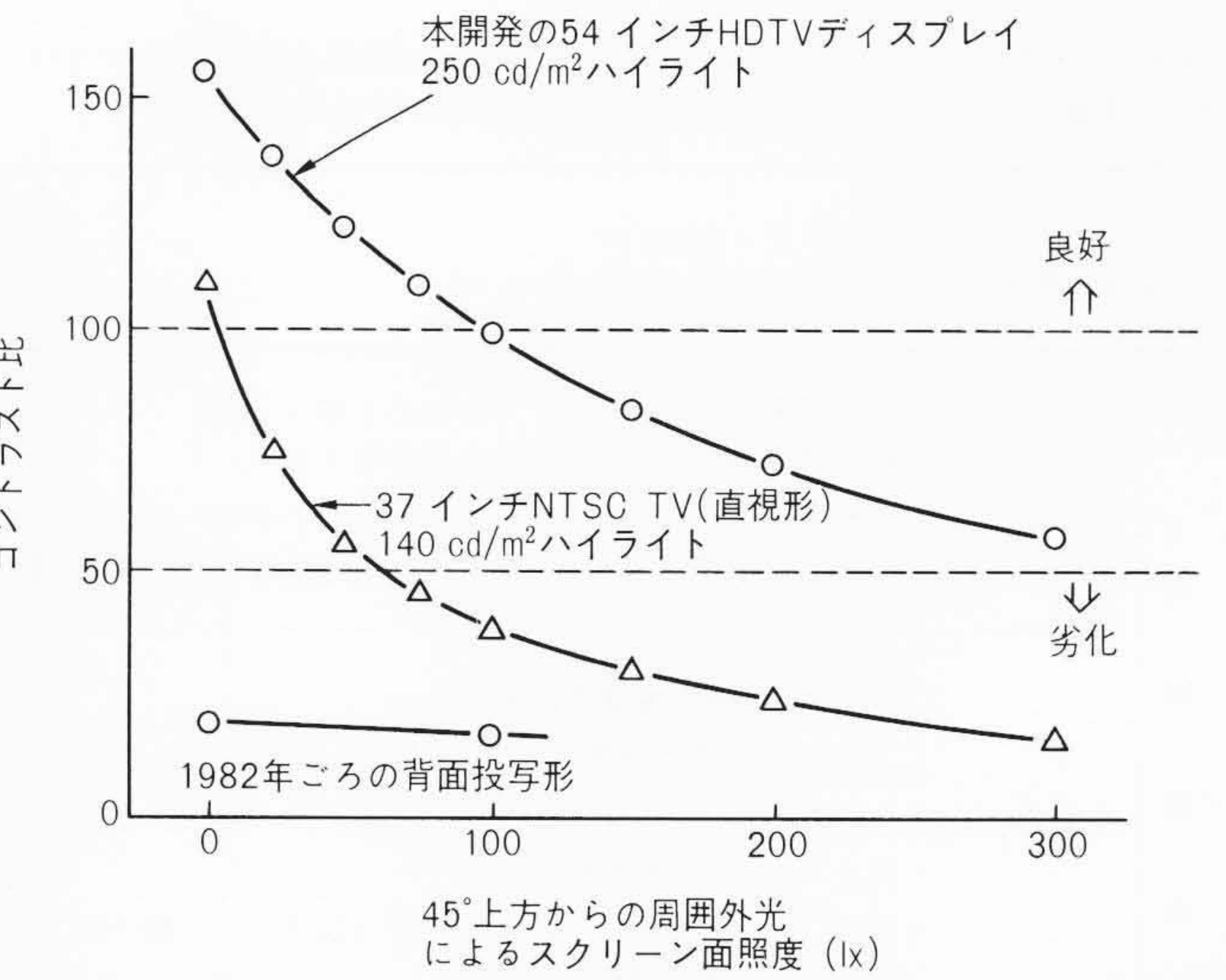


図 9 総合コントラスト比比較 本開発によって、再生色彩画像のダイナミックレンジが飛躍的に拡大された(37インチ直視形の前面ガラス透過率は、約45%である)。

表5 本開発の投写形ディスプレイ技術と直視形ディスプレイ技術の比較 ⇒印は本開発技術による改善の方向を示す。

項 目	直視形CRT	背 面 投 写 形		備 考
		本開発以前	本開発以降	
1. 画面サイズ	中 (約40形以下)	大 (約40形以上)	大 (約40形以上)	—
2. 奥行/画面サイズ (コンパクトさ)	△	△⇒○		光路長を $\frac{2}{3}$ に短縮
3. 輝度×面積/電力 (効 率)	△	○⇒◎		対角隅部の 光損失低減
4. コントラスト比	△	×⇒○		より深い色彩 情報の伝達
5. 精細度	○	○	○	—
6. スクリーンの平面度 (エルゴノミクス)	△ (凸)	○	○	—

注：◎(非常に良い)，○(良い)，△(劣る)

に比べて約10倍強くてもよいので、机上照明との両立化を図ることが格段に容易化される。

机上照度は、画面の平均輝度とほぼ合っていることが好ましい条件と考えられる。

4 マルチスキャン機能

4.1 信号源の種類

信号源は現行テレビジョン方式、ハイビジョン、各種パーソナルコンピュータ、各種ワークステーションときわめて多彩である¹⁾。このため水平走査、垂直走査ともに広範囲な走査周波数追従機能が要求される。

特にコンピュータ系の信号源は、単に走査周波数が異なるだけでなく、その水平・垂直の帰線期間および同期信号と画

表6 好ましい外光照明条件 スクリーン画面内輝度とスクリーン枠外輝度との対比効果は、重要な視覚心理上の要素である。

ディスプレイ 本体の輝度		白ピーク： Bp cd/m ² 全白画面： $\bar{B}$ cd/m ² ≒ $\frac{Bp}{3}$ cd/m ²		
照 明 条 件	机 上	机上白紙輝度： $\frac{Bp}{3}$ cd/m ² (左記の3倍～ $\frac{1}{3}$ 倍) 机上照度換算： Bp lx (まで許容できる。)		
	—	目標コントラスト比	100(色彩映像用)	30(図表表示用)
	スクリーン面	ディスプレイの電源断時の スクリーン面の輝度	$\frac{Bp}{300}$ cd/m ² 以下	$\frac{Bp}{60}$ cd/m ² 以下
		同上スクリーン面入射照度 換算 (45°上方光源の場合)	$\frac{Bp}{5}$ lx以下	Bp lx以下
	スクリーン 枠近傍	(マンセルバリュー換算N4.5) 約 $\frac{Bp}{150}$ ～ $\frac{Bp}{60}$		

表7 マルチスキャン機能の仕様 多彩な信号源を、広範囲にカバーできるように設定した。

項 目	仕 様
水 平 走 査 周 波 数	15～70 kHz
垂 直 走 査 周 波 数	40～120 Hz
水 平 帰 線 期 間	2.6 μs Min.
垂 直 帰 線 期 間	390 μs Min.
ビ デ オ 帯 域 幅	70 MHz- 3 dB/110 V _{pp}
切 換 可 能 フ ォ ー マ ッ ト	15フォーマット(プリセット式)
切 換 操 作	ボタン操作ひとつ

像信号の間のタイミング関係が異なっている。これらを広範囲に調査した結果、表7に示すとおり本開発ディスプレイの仕様を設定した。

4.2 自動追従形偏向回路

電気系全体のブロック図を図10に示す。本開発で新規に開発し採用した高安定・高精度マルチスキャン専用要素技術のうち主なものを表8に記す。通常のディスプレイでは、そのリニアリティ補正のために単にコイル、キャパシタなどの受動素子を用いて足りる。しかし、これは周波数依存性を持つため、マルチスキャン用に使用するには多数のリレースイッチによる連動切換を必要とする。これは信頼性上好ましくない。したがって、新規にアクティブ素子を用いた自動追従補正方式を採用した。

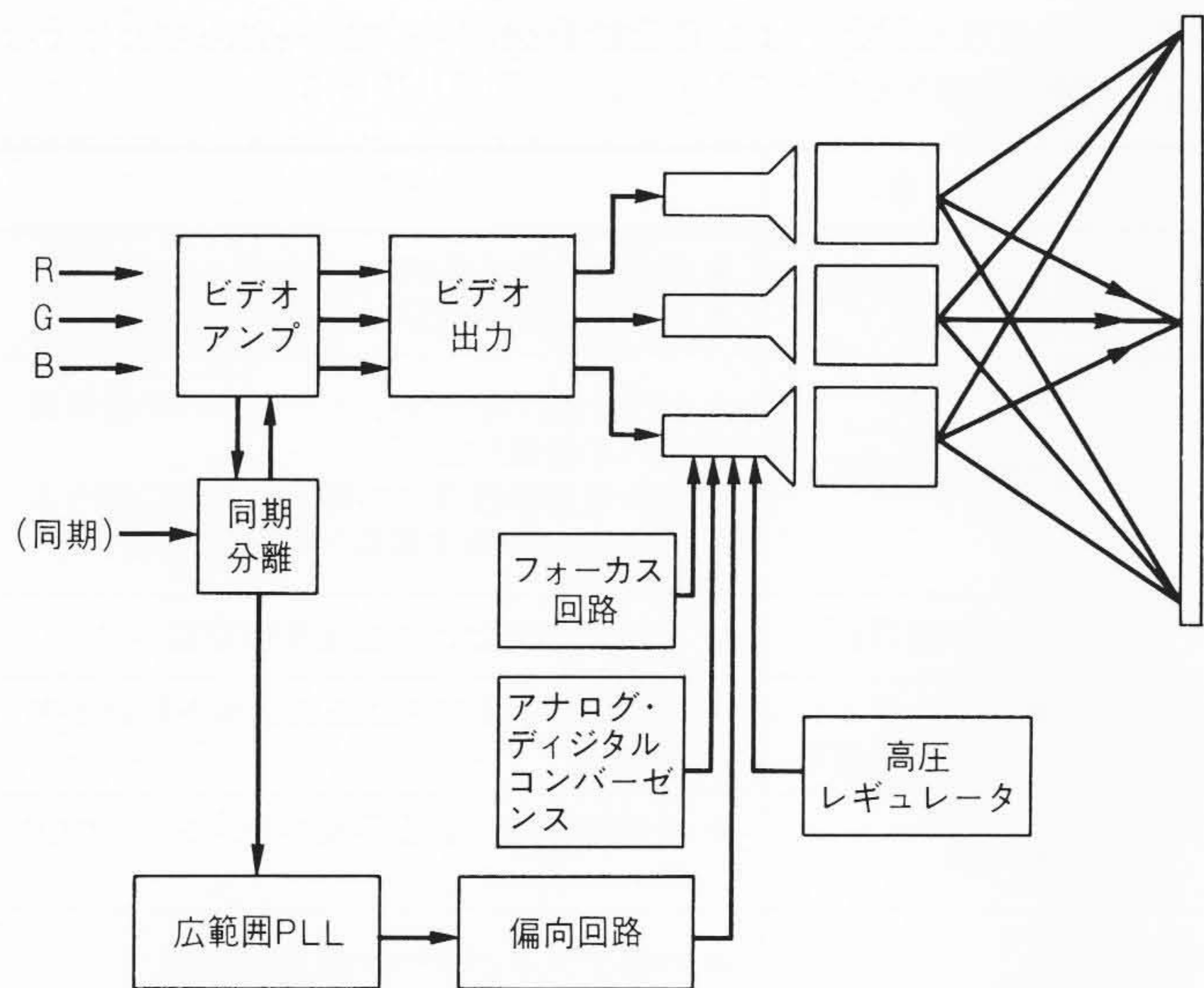
また、通常の3管式マルチスキャンプロジェクタユニットでは、画面全体としてのきわめてゆっくりした平行移動やサイズ変動は、約5画素程度許容される。しかし、本開発の3管式ユニットは、110形以上の大形領域で多段積みして並列運転できる必要がある。したがって、表8に示すとおり負帰還式安定化回路の開発により、従来技術に比べて約10倍(当社比)安定度向上を図った。

この安定度向上はきわめて困難なものであった。しかし、この技術を達成したことによって、プロジェクタの並列使用による冗長さのおかげで、一方のプロジェクタユニットが万一故障した場合、若干の輝度低下はあるものの残りのプロジェクタユニットだけによって、画面を続行して視聴できるという重要な長所が得られた。

なお、6管を一つの電源で一括ドライブする方式の場合には、この長所は得られない。

4.3 高性能デジタルコンバージェンス回路

コンバージェンス回路とは、画面全域で3色の画像をぴったり重ね合わせて、色ずれを解消するための回路である。アナログコンバージェンス方式は、調整は比較的短時間で可能であるが、その補正残としての色ずれが特に画面の隅部に残るという問題がある。したがって、これらをデジタルコンバージェンスによって吸収解消できる方式とした。デジタルコンバージェンスは画面を約150個の基盤の目に分割し、各



注：略語説明 PLL (Phase Lock Loop)

図10 電気系のブロック構成図 各ブロックに高速性と多機能性が要求される。

表 8 新規開発の要素技術 表 7 の仕様を達成するために、各要素技術の開発が必要とされた。

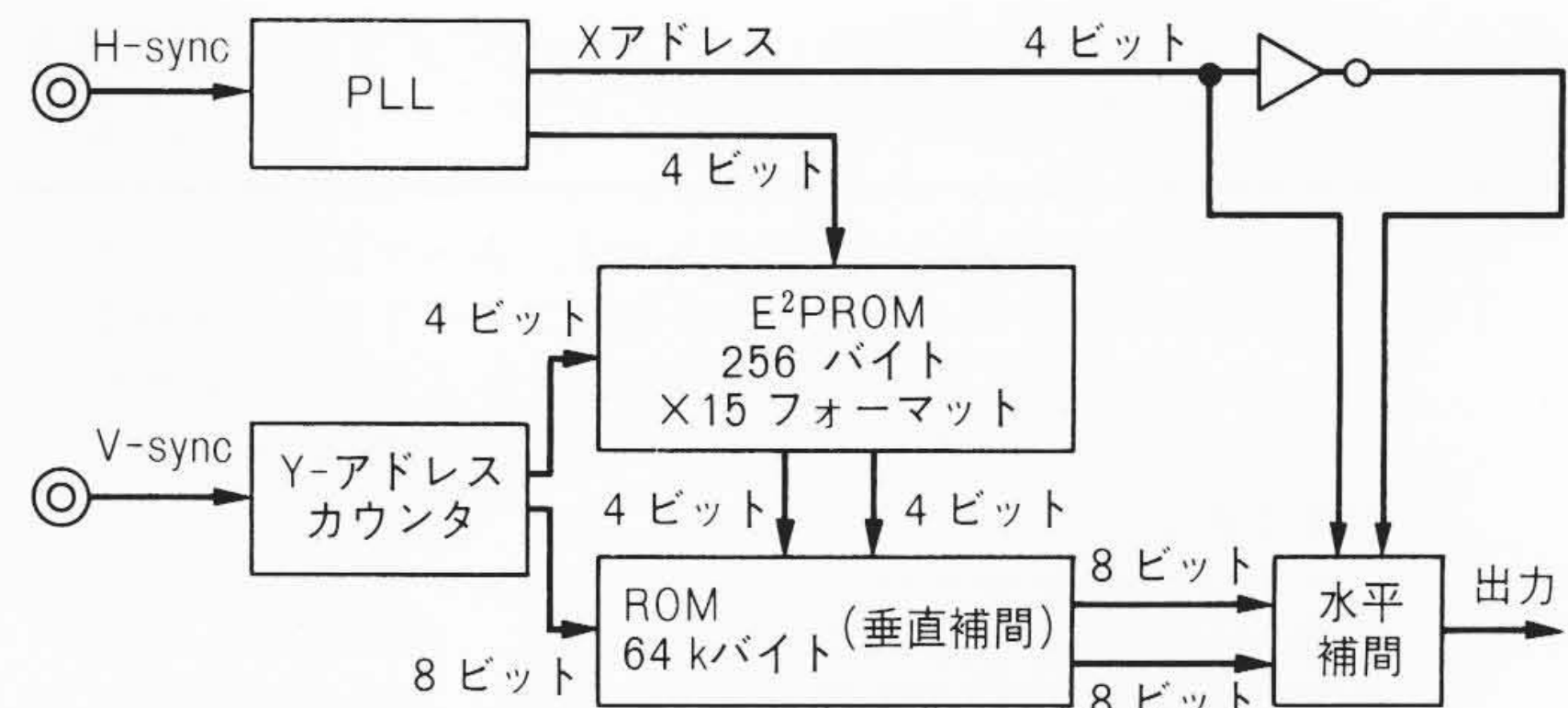
分類	開発した要素技術	効果
1. 水平偏向	● MOS FET並列ドライブ式高安定・高効率大出力方式 ● 水平サイズ負帰還式安定化方式 ● リニアリティひずみ自動追従補正方式 ● 広引き込み範囲PLL方式	● 表 7 の仕様を達成 ● 画面の幾何学的位置精度の安定度を約10倍に向上 ● 6 管式以上の分野への応用に際して、システム信頼性および保守性を大幅に向上 ● その他
2. 垂直偏向	● 垂直サイズ、位置負帰還式安定化方式 ● リニアリティひずみ自動追従補正方式 ● 高速垂直帰線方式	
3. フォーカス	● 自動追従形画面全域ダイナミックフォーカス方式 ● 画面全域フォーカス改善形高性能偏向ヨークおよびコンバーゼンスヨーク	
4. 高 圧	● 画面サイズ変化解消用高精度レギュレーション回路	

目ごとに独立に色ずれを調整解消するという方式である。

従来のデジタルコンバーゼンス方式は、多数の走査フォーマットに対応するには、そのフォーマットの組み数に比例して多大なメモリ容量を要するという問題点があった。

新規に開発したコンバーゼンスシステムの構成を図11に示す。同図で、垂直方向の画面位置の指標となる垂直アドレスには12ビットの仮想走査線座標系を採用し、かつ垂直補間用にはROMを用いている。

本開発によって必要とされる高価なE²PROM (Electrically



注：E²PROM必要メモリ容量(合計)比較
{ 従 来：1,080 kバイト/15 フォーマット
{ 本開発：23 kバイト/15 フォーマット(大幅低減)

略語説明 E²PROM (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory)

図11 デジタルコンバーゼンスシステム 本図は1自由度についてのもので、全体では6自由度分必要である。

Erasable and Programmable Read Only Memory)の容量を、従来方式での約8,000 kビットから約200 kビットへ大幅に低減した。

5 操作性

5.1 ディスプレイ単体としての操作性

ディスプレイ単体としては、スタンドアロン形としても使い勝手のよいように表 9 に示す特長を付与してある。

表 9 ディスプレイ単体としての操作性 スタンドアロン形としても使用できるように配慮してある。

特 長	備 考
1. ボタンひとつの操作でテレビジョンのチャンネル選局と同じ要領で、あらかじめプリセットされた任意のフォーマットを選択できる。	15種類のフォーマットデータと、これに対応する15種類のデジタルコンバーゼンスデータとを内蔵可能である。
2. 移動に便利なキャスタ付きで、片開きドアの会議室へも容易に運び込める。	70形以下は、後部ミラーを容易に折り畳める。 ⇒ 奥行き72 cmと小さい。
3. 垂直指向性可変方式で、⇒ 高所に設置して、画面を見上げる応用にも適応可能である。	58形以下は、フレネルデセンタ方式を採用している。 スクリーン着脱が容易である。 ⇒逆さに取り付けると、画面を見上げる用途にも使える。
4. ハンディーなりモートコントロールユニットから画面サイズ、位置、色ずれの調整が容易である。	フォーマット選択も可能である。
5. サービス性、保守性に優れた構造である。	

表10 システムとしての信頼性 システム化によって、高機能化を図れるように、周辺機器を整備してある。

1. AVコントローラのボタン操作ひとつで、あらかじめ各入力チャンネルごとにプリセットされた任意のフォーマットを選択できる(15フォーマット)。同時にステレオオーディオ信号源をも切換選択可能である。また、ディスプレイの電源をON/OFF可能である。
2. AVコントローラへの各入力チャンネルごとに、明部輝度レベル、暗部輝度(黒)レベルおよびオーディオ(左, 右)レベルをプリセット可能である。したがって、各信号源間の偏差を解消可能である。
3. AVコントローラを、ハンディーなりモートコントロールユニットから制御可能である。
4. 高精細化装置によってビデオ系信号源の走査線数を2倍化するとともに、パーソナルコンピュータからの出力画像をスーパーポーズ可能である。講演説明補助用に画面上の特定個所をポインタマークで指示することも可能である(オプション)。

5.2 プレゼンテーションシステムとしての操作性

システムとしての操作性を向上するために、表10に示す特長を付与してある。特に、オプションとして整備済みのAVコントローラ：AV-2000(現行方式ビデオ系信号源用)、AV-2050(コンピュータ、ハイビジョンなどのRGB系信号源用)および高精細化装置HDU-200(現行方式ビデオ系信号源の走査線本数を2倍化)と組み合わせて使用すると、システムとしての使い勝手と価値が格段に向上する。

6 自己診断機能付与高寿命設計

高精細投写形ディスプレイには、既述のとおり高度の性能と機能が要求される。必要部品点数も現行方式の通常のテレビジョン受像機の約10倍の規模となっている。したがって、特別の配慮なしでは、そのMTBF(Mean Time Between Failure：平均故障間隔)が約2年程度となってしまう。

本開発に際しては、表11に示す高信頼性設計、および自己診断機能の充実化によって、海外を含めた産業用途での厳しい環境条件に適応可能なものとしている。その結果、同系統の機種を含めた累積稼動実績統計によれば、MTBF換算10年以上という好成績を得ている。また、万一故障の場合でも、自己診断機能によって故障機器の仕分けが容易となるため、サービスの迅速化に役立っている。

なお、CRTの輝度半減平均寿命は、電流最大の動作条件換算で約8,000時間以上である。

7 結 言

二つの光学系基本技術(オプチカルカップリングとブラックストライプスクリーン)の開発・適用によって、高精細背面投

表11 高信頼性設計および自己診断機能 故障を減らすだけでなく、故障の誤認をも減らすよう、設計上配慮してある。

項 目	例
1. 過大電力保護回路	● CRT蛍光面損傷防止(偏向停止自動検出) ● 大電力部品発煙防止(高圧トランスほか)
2. 過大電圧保護回路	● CRT管内放電に伴うストレスの半導体部品への伝搬防止 ● 他の周辺機器経由の静電気放電に伴うストレスの半導体部品への伝搬防止
3. 過電流保護回路	● 各電源系統ごとの短絡保護回路
4. 主要部品のディレィティングの強化	● 定格に対して30%以上の余裕を設け長寿命化
5. 品質管理	● 耐振性試験による不良ポテンシャルの排除
6. 自己診断機能	● 内蔵テストパターンによる診断 ● 入力信号の有無の検出と表示 ● 故障ブロックの検出と表示
7. その他	● 入力信号断時15分間後自動停止(電源切り忘れ防止)
総合結果	稼動実績：故障率0.5%/月以下 (MTBF換算10年以上)

写形ディスプレイの画像再現能力を革新し、従来の電子式ディスプレイの色彩再現のダイナミックレンジの限界を越えて情報と感動とを伝達できる媒体としての資格を持つことを示した。さらに、これを産業応用のプレゼンテーションシステムとして活用してもらえよう、高機能マルチスキャン技術を開発し、54形から250形までシリーズ化した。

今後は、基本性能・効率の革新と使い勝手の向上を目指して努力を続ける考えである。

終わりに、ブラックストライプスクリーンの開発に際して当初からご協力いただいた大日本印刷株式会社マイクロ製品研究所 伊沢 晃室長、およびその他の関係各位に対し心からお礼申し上げる。

参考文献

1) 齊藤, 外：大形高精細画像プレゼンテーションシステムの動向, 日立評論, 72, 2, 107~114(平2-2)

2) J. C. Stevens, et al.：Brightness Function：Effects of Adaptation, Jour. of Optical Society of America, Vol.53, No.3, pp.375~385(1962)

3) ISO/DP2910, Screen Luminance for the Projection of Motion Picture Prints in Indoor Theaters and Review Rooms, Pub. CIE No.15(E 1.3.1)1971

4) M. Ogino, et al.：Key Technologies for High-Definition Displays, 16th International Television Symposium - Montreux, 128~150(1989)

5) K. Ando, et al.：A 54 inch (5：3) High-Contrast High-Brightness Rear-Projection Display for High-Definition TV, Proc. SID, Vol.26, No.4, 315~321(1985)