

清水 紀雄  
SHIMIZU Norio

村井 敬  
MURAI Takashi

中川 慎一郎  
NAKAGAWA Shinichiro

対角寸法が76cm(アスペクト比16:9)で、画面がほぼ完全にフラットなCPT(Color Picture Tube)を開発した。このフラット画面のCPTは、世界で初めてシャドウマスク方式で実現したものである。パネルの内面は円筒形に近い、若干の曲率をもたせた形状で、パネルウェッジ(中央と周辺の肉厚差)による周辺輝度の劣化は、当社の開発したマイクロフィルター<sup>TM</sup>の採用により高透過率の生地と組み合わせることで、最小限に抑えられている。また、パネルには、強化ガラスを採用し、デザイン上も防爆特性を向上させている。さらに、このパネルデザインにより水平方向のスクリーンピッチ増加率を同サイズの現行のCPTに比べ、10%低減させることができた。

We have developed a 76 cm (16:9) super-flat color picture tube (CPT). This flat-face CPT has been realized by using a press-formed shadow mask and a glass panel having a flat outside surface and basically cylindrical curved inside. The use of Microfilter<sup>TM</sup> technology has made it possible to adopt high-transmission glass while minimizing changes in brightness. Armored glass is used for the face panel. This panel design offers advantages in terms of the strength of the bulb. The horizontal pitch variation between the center and periphery is reduced by 10% compared with conventional tubes.

## 1 まえがき

今までCPTは、パネル表面の曲率半径が2m程度(2Rと呼称)のものが大半を占めていた。しかし最近になり、パネル表面を完全フラットにしたCPTの需要が著しく増加している。フラット画面というのは、ディスプレイ装置としてのCPTの理想の一つであった。フラット画面とすることでの利点は、可視角度の増加や画像ひずみの減少、外光の画面への映込みの抑制、などが挙げられる。

今回開発したスーパーフラットCPTは、現在のテレビ市場の主流であるシャドウマスクシステムで、当社が世界で初めてCPTのフラット化を実現したものの、大きな設備変更の必要がなく、既存の設備で対応できる。さらに、シャドウマスクは、今後ますます画面が高精細化することを考慮したデザインとしている。

パネル表面をフラットにすることで、さまざまな問題が生ずるが、新しいパネルデザイン、シャドウマスクおよび当社独自のマイクロフィルター<sup>TM</sup><sup>1</sup>の採用などにより解決し、現在量産に至っている。以下にスーパーフラットCPTの概要とその特長を述べる。

## 2 概要

図1は従来CPTとスーパーフラットCPTの外観である。パネル表面がフラットになることで多くの利点があるにも



図1. CPT外観　スーパーフラットCPTは、画面をほぼ完全フラット化した。  
Conventional and super-flat CPTs

かかわらず、長い間CPTにおけるフラット画面が実現されなかつたのには、次のようないくつかの問題点があつたためである。

- (1) 真空ストレス増加による防爆特性の劣化対策のためのガラス質量の増加
- (2) シャドウマスクのプレス成形性およびシャドウマスク面の機械的強度不足
- (3) シャドウマスクの熱膨張(ドミング)による画像色純度の劣化
- (4) 電子ビームスポットひずみの増加
- (5) パネル内面の平坦(たん)化に伴う图形のひずみおよびコンバージェンスエラーの増加

これらの問題に対して、過去には、シャドウマスクに張力を加えたCMT(Color Monitor Tube)が開発された。さらに大画面のCPTにおいては、ライン状のグリルに張力を加えたアーチャグリルを採用してフラット化を実現したものがある。しかし、これらのような張力を加えたシステムでは、質量、解像度の均一性および生産性に関して改善の余地が残る。

今回開発したフラットCPTでは、スリット孔をもつシャドウマスクシステムを採用し、このような問題点を解決した。

### 3 設計

#### 3.1 パネル基本デザイン

プレス成形法によるシャドウマスクシステムのCPTにおいては、シャドウマスクの曲率が大きいことが成形するうえで、望ましい。そこで、従来、シャドウマスクの曲率を増大させるために、周辺ほどピッチが増加する可変ピッチシステムが用いられている。しかし、近年CPTをマルチメディアディスプレイとして使用することが要求されてきており、画面の精細度も周辺まで均一に保つ必要が生じている。

パネルの内面はシャドウマスクの曲面と基本的に同傾向の形状となる。そのため、パネル内面形状は、将来的にシャドウマスクピッチを完全に均一な高精細化が可能な形状とする必要がある。今回、パネル内面の最適な形状をシミュレーションにより解析し、水平方向の曲率が無限大に近い画面縦方向(垂直方向)の円筒形を基本とした形状とした。

しかし、パネル内面に大きな曲率をつけるとパネルの中央と周辺でのパネルウェッジにより、画面の周辺部で輝度が劣化することになる。さらに、パネルの製造上の問題も考慮して、パネルウェッジは20 mm以下に抑えなければならない。そこで、輝度を高めるため、パネルには高透過率の生地を採用した。

高透過率の生地ではコントラストが低下するが、当社独自のマイクロフィルター<sup>TM</sup>を採用することにより、周辺まで高輝度、高コントラストを実現した。

最終的にパネルウェッジは15 mmとなり、さらにマイクロフィルター<sup>TM</sup>の採用により、周辺部輝度は当社従来品と同等以上となっている。

#### 3.2 シャドウマスク

画面のフラット化を実現するのにもっとも困難なのがマスクの問題である。今回、シャドウマスクをプレス成形により加工することで、フラット化を達成している。

シャドウマスクのフラット化は、画像表示時のシャドウマスクのドーミングにより、画像色純度を劣化させる。また、フラット化に伴うシャドウマスク面の強度の劣化は、

スピーカによる外部振動と、シャドウマスクの共振(ハウリング)による画像の劣化を引き起こしてしまう。そこで、ハウリング特性と密接に関係する曲面保持強度と、ドーミング特性の二つについてのシミュレーションを基に、シャドウマスクのデザインをした。

まず、基礎検討段階として、シャドウマスクの三つのタイプの基本形状、①球面、②水平方向円筒形(垂直曲率半径無限大)③垂直方向円筒形(水平曲率半径無限大)について計算した。ここで、シャドウマスク対角端の管軸方向への落差は15 mmに設定した。

図2にマスク水平軸上中間部にバー信号を入力したときのシャドウマスクのドーミング例を、表1にシャドウマスクのドーミングを電子ビーム移動量に置き換えたときの計算結果を示す。シャドウマスクのドーミングによるビーム変位量は、垂直方向円筒形の③がもっとも良好である。

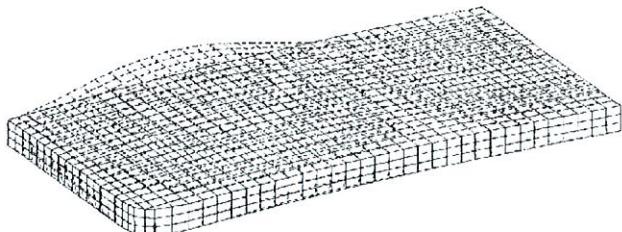


図2. シャドウマスクの局部ドーミング(1/4モデル) 画像表示によってシャドウマスクが熱膨張する。  
Local doming of shadow mask

表1. 局部ドーミングによる電子ビーム変位

Comparison of results of simulating beam displacements by local doming

基本形状	電子ビーム変位
① 球面	162 %
② 水平方向円筒形	310 %
③ 垂直方向円筒形	75 %
④ 従来品(2R管)	100 %

一方、曲面保持強度は、シャドウマスク全面に自重から求めた条件(4N)を加えたときの変位量シミュレーション(図3)により求めて比較した。結果を表2に示す。

この場合、③では垂直軸の強度に問題があるが、シャドウマスクの垂直軸変位は、CPTでは蛍光体がストライプ状に設定されているので、垂直軸方向の電子ビームの変位は問題とならない。

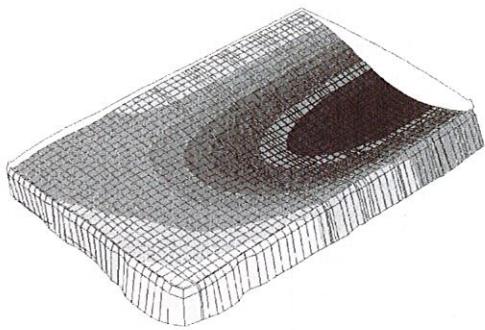


図3. 荷重によるマスク変位(1/4モデル) 垂直方向円筒形では荷重によりシャドウマスクの垂直軸上が変位する。

Mask displacement with load

表2. 荷重によるマスク変位量

Results of simulating mask displacements with load on whole surface of mask

曲面	計算点	中央	垂直中間	水平中間	対角中間
Ⓐ 球面 (mm)	0.200	0.192	0.175	0.173	
Ⓑ 水平方向円筒形 (mm)	0.228	0.185	0.745	0.079	
Ⓒ 垂直方向円筒形 (mm)	0.213	0.533	0.049	0.390	
最終品 (mm)	0.084	0.259	0.069	0.179	

これらの結果から特にドーミング特性に注目して、Ⓐを基本形状とした。

次にⒶにおいて、ドーミング特性は維持したまま、全体的な強度バランスを改善するために、垂直軸方向の曲率の変化と強度バランスの関係を検討し、最終的には曲率が連續的に周辺ほど大きくなるように変化し、水平方向にも若干の曲率をもったデザインとした。

最終品の外形を図4に示す。このとき、ビーム変位による色純度への影響は少ないが、Ⓐでもっともマスク変位の大きい垂直軸上を改善したため、同時に対角軸上も改善された。

垂直軸上マスク変位の比較を図5に示す。また、最終品の全体の変位量を表2に示した。Ⓐを改善し、パネルウェッジ

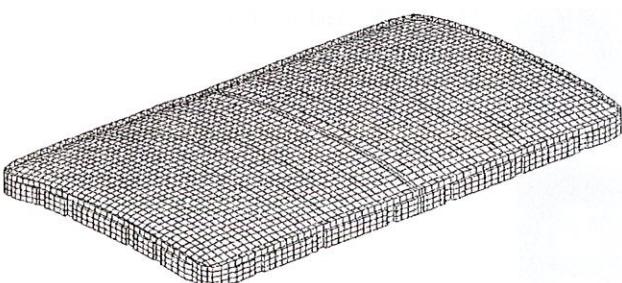


図4. シャドウマスクの最終デザイン 垂直方向円筒を基準にパネルウェッジの許容範囲で適切な形状とした。

Final design of shadow mask

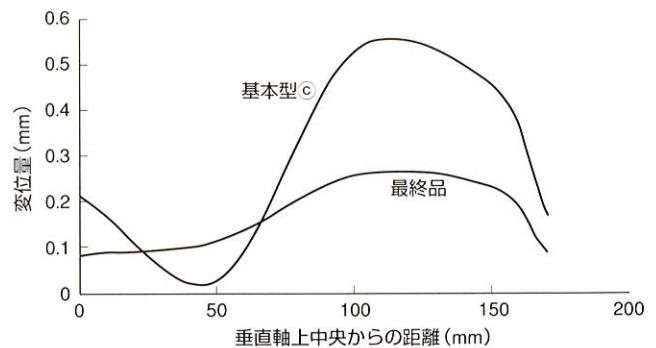


図5. 荷重による垂直軸上マスク変位の比較 最終デザインでは垂直軸上変位も小さい。

Comparison of results of simulating mask on vertical axis by load

ッジを15 mmとしたときの適切なシャドウマスク形状となっている。さらに、シャドウマスクの有効面に補強ビードを設けており、変位量を約10%改善している。

また、シャドウマスクのフラット化に伴い、シャドウマスク面への電子ビーム入射角度が鋭角になり、不必要的電子ビームの反射が起こる。今回、この反射低減のためスリット断面形状を図6に示すようにビーム入射方向( $\Delta 1$ )を十分にとり( $\Delta 1$ : 250 μmから, 290 μm), 反対側( $\Delta 2$ )を0に近づけた形状( $\Delta 2$ : 120 μmから, 20 μm)とすることにより、マスクボリュームを増加し、強度を向上させると同時にビーム反射も低減させた。これによりビーム反射による周辺での色純度の劣化は約30%改善された。

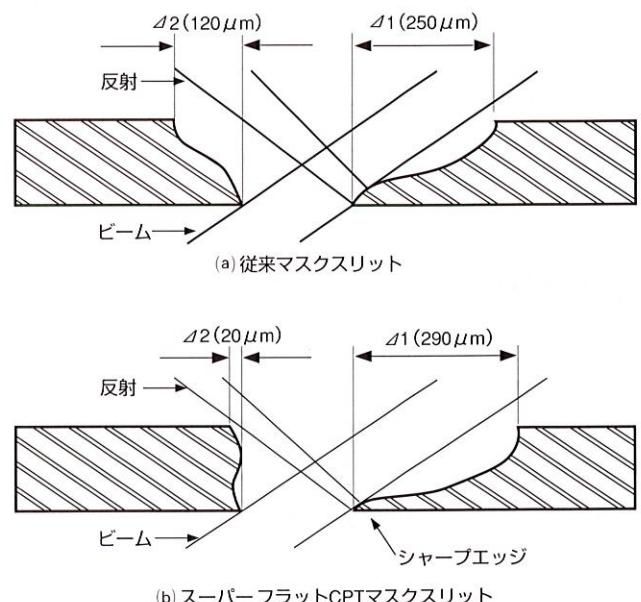


図6. マスクスリットの水平方向断面  $\Delta 2$ を最小にし、反射に有利な $\Delta 1$ を大きくとっている。

Horizontal cross-sectional view of mask slit

### 3.3 ガラスバルブ

ガラスバルブは、表面をフラットにすることによる防爆特性の劣化を、フェース面にフィルムをはり付けるなどのコストアップとなるような処理を行わずに、パネルウェッジの適正化や強化ガラスの採用によって向上させ、質量増加も最小限にとどめた。

強化ガラスは、ガラスプレス後のアニール炉の温度をコントロールすることにより、パネル外表面層部に強い圧縮ひずみを残し、強度を上げようとするものである。この強化ガラスの採用によりパネルの破壊応力は従来品に比べ約20～30%向上している。

また、パネル内面はシャドウマスクに近い形状となっているが、防爆特性に関しては、厳しい安全基準が要求されるULテスト(米国における安全基準に基づくテスト)においても、特に垂直軸上下にスクラッチを入れるミサイルテストに対して、十分に強いデザインになっている。

これらのガラス加工技術によりパネル中心の肉厚を従来と同等にしており、コストの増加を最小にした。

### 3.4 電子銃

フラット化によりスポットサイズは周辺で15%劣化する。この改善のため、今回、電子銃のトライオード系に初めてスリット付き矩形G1グリッドを採用した。これにより、ビームスポット径を画面周辺部で従来と同等に、中央では10%向上させた。また、ヒータ電力を従来品に比べ、50%削減した2Wインプレカソードを採用し、省電力化を図っている。

### 3.5 偏向ヨーク

フラット化することで、画面上下(NS)の图形のひずみは当社従来品と比較して、6%ピンクッション方向に劣化する。そこで、偏向ヨークのシステムを高周波対応可能で設計自由度の高いサドル／サドルタイプとした。また、適切な補正マグネットおよび6極コマ補正コイルなどにより、画面左右の图形のひずみを維持して、上下ひずみは、ほぼ0とした。

## 4 到達性能

表3に対角寸法76cmの、スーパーフラットCPTと当社従来品との比較を示す。

ドーミング特性およびハウリング特性は、従来品と同等以上になっている。また、質量増加は2kgにとどめており、画面ピッチの均一性も108%に抑えて、周辺まで均一な解像度が得られている。

また、内外面のさらなる反射低減のために、新コート技

表3. 対角寸法76cmのスーパーフラットCPTと従来品との特性比較  
Performance comparison of 76 cm CPT

項目	スーパーフラットCPT	従来品
パネル外面局率半径 (m)	100	2.5
中央 (mm)	0.77	0.74
画面ピッチ 水平輪端 (mm)	0.83	0.90
均一性 (%)	108	120
全長 (mm)	507.1	518.1
質量 (kg)	41	39
ドーミング特性 (%)	75	100
ハウリング特性 (%)	75	100
電子ビーム径 中央 (%)	90	100
周辺 (%)	100	100
ヒータ電力 (W)	2	4

術を導入している。外面コーティングでは、約10%外光反射率を低減させている。

## 5 あとがき

当社のフラットCPTはマイクロフィルター™によって、高輝度、高コントラストであり、ガラスバルブも十分な強度をもたせることができた。さらに、シャドウマスクシステムを採用したことにより、従来のCPT生産ラインに容易に適用可能となった。現在、76cm(16:9)に加えて66cm(16:9), 86cm(16:9), 68cm(4:3)を量産中である。

今後、さらにサイズの拡充を図るとともに低消費電力化、ファインピッチ化などの差別化技術を進め、マルチメディアに対応した画質や、地球環境にも配慮した改良に取り組んでいく。

## 文 献

- (1) 伊藤武夫, 他, スーパープライトロン™ カラーブラウン管 東芝レビュー, 50, 10, p.729-732(1995).



清水 紀雄 SHIMIZU Norio

映像管事業部 映像管技術部。  
カラー ブラウン管の開発・設計に従事。  
Cathode Ray Tube Div.



村井 敬 MURAI Takashi

映像管事業部 映像管技術部主務。  
カラー ブラウン管の開発・設計に従事。  
Cathode Ray Tube Div.



中川 慎一郎 NAKAGAWA Shinichiro

映像管事業部 映像管技術部。  
カラー ブラウン管の開発・設計に従事。  
Cathode Ray Tube Div.