

技術解説

大型 (37 V型) バックライトシステムの開発

Development of a Large-Sized Backlight System for 37V LCD-TV

井上 裕*

Yutaka Inoue

要 旨

2002年11月、37V型液晶テレビLC37BD5及びLC37BT5を商品化した。37V型は、従来の機種の中で最大サイズの30V型に対し、約1.5倍の面積がある。このため単純に従来のシステムを大型化しただけのバックライトを使用した場合、画面の輝度均一性（輝度むら）に問題が生じるとともに、消費電力の要求仕様も満足することができなかった。本稿ではこの問題の解決のために開発した、「超長尺蛍光管」及び「ツインインバータシステム」と、その他の新素材について概要を述べる。

We commercialized the 37" LCD TV LC37BD5 and LC37BT5 in November, 2002. The 37" LCD TV has screen area about 1.5 times the size of the 30" LCD TV that was the maximum size in the previous model. When only the backlight system which enlarged the conventional system simply was used, the problem arose in the brightness uniformity of a screen, and power consumption was not able to satisfy the demand specification. This paper describes an outline about the super long CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp), the twin inverter system and the new material adopted in order to solve these problems.

まえがき

37V型液晶テレビ用バックライトシステムの開発を始めるにあたり、まず、従来型のバックライトシステムで試作を行った。これにより、37V型用のバックライトを従来通りの設計手法で作った場合、主に以下の2つの問題があることが分かった。

(1) 漏れ電流のため、蛍光管がインバータ回路（ランプ駆動回路）に近い側だけ明るく点灯し、接地側との輝度差、つまり蛍光管の左右の輝度むらが大きいこと。

(2) 画面輝度 $450\text{cd}/\text{m}^2$ を実現しようとした場合、バックライトシステムの消費電力が、目標製品仕様から算出した値に対して、約20%もオーバーすること。

そこで、輝度むらが改善できないか、発光効率が改善できないか、という観点で、従来から使用していた部材を一点一点、見直すことから開発を開始した。また、バックライトはほぼ、面積に比例して質量が増えるため、輝度むらと発光効率に悪影響を与えない範囲で、軽量化を図った。輝度むらについては、蛍光管の駆動方式にまで踏み込んで検討を行った。

1. 蛍光管

1・1 バックライト方式

液晶パネル用バックライトとは図1に示すような「直下式」と「導光板式」の2通りの方法が一般的である。

導光板式は、透明なアクリル板等で作られた導光体のエッジ部に蛍光管を配置する方法で、薄型で輝度むらの少ないバックライトを実現できる。しかし、実装できるランプの本数に制限があるため、大型の機種では画面輝度が確保できない上、導光体の質的な問題から大型化が難しい。

これに対して直下式は、画面の直下に蛍光管を並べる方式で、画面サイズに応じて蛍光管の本数を増やせるため、輝度的には問題ないものの、蛍光管自身の輝度差、蛍光管が直下にある部分と無い部分の輝度差などによる輝度むらが問題になることが多い。37V型用バックライトでは、高輝度を保ちながら、製品として壁掛けできる質量を実現するため、直下式バックライトを採用した。

* AVシステム事業本部 Aプロジェクトチーム

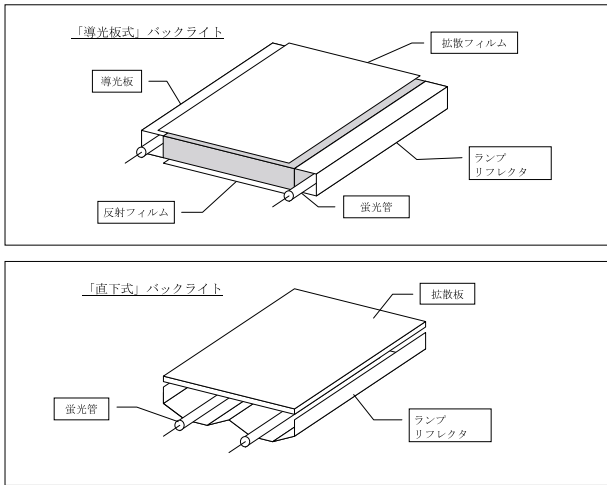


図1 バックライト方式
Fig. 1 Backlight system.

1・2 蛍光管長とランプレイアウト

直下式のバックライトを採用する場合、輝度むらが一番の問題となる。輝度むらが発生する原因で、一番大きなものは蛍光管の間隔である。蛍光管の間隔を広げると、蛍光管と蛍光管の間の部分が暗くなり、輝度むらが大きくなる。しかし、蛍光管を狭いピッチで並べた場合、輝度むらは改善されるが、当然のことながら蛍光管の本数が増え、蛍光管の発熱、コスト、質量が問題になる。

また、蛍光管と表示面までの距離も輝度むらに影響する。蛍光管と表示面までの距離が離れば離れるほど輝度むらは良好になる。しかし、画面輝度は低下し、液晶テレビ全体が分厚くなってしまふ。

37V型のバックライトシステムにおいては、必要とされる輝度均一性、バックライトの総厚から、最適のランプピッチを求めたところ、蛍光管のレイアウトは、次の2通りの方法が考えられた。

- (1) 850mm長の蛍光管を横方向に14本配置
- (2) 480mm長の蛍光管を縦方向に26本配置

蛍光管の電極部分は、ランプ長に関わらず一定の電力が消費される。したがって、ランプ長が長いほうが、発光効率的に有利である。図2のランプ長と発光効率の関係に示すように、(1)の850mm管のほうが、(2)の480mm管と比較し約7%程度効率が低い。850mm長の蛍光管については、これまでにない超長尺ランプということで量産性、点灯性などに懸念があったが、低消費電力化を達成するために、開発に踏み切った。

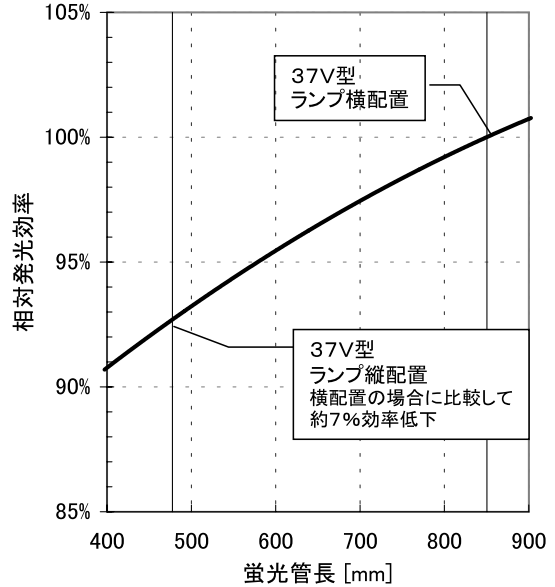


図2 蛍光管 管長と発光効率
Fig. 2 Lamp length vs. Luminescence efficiency.

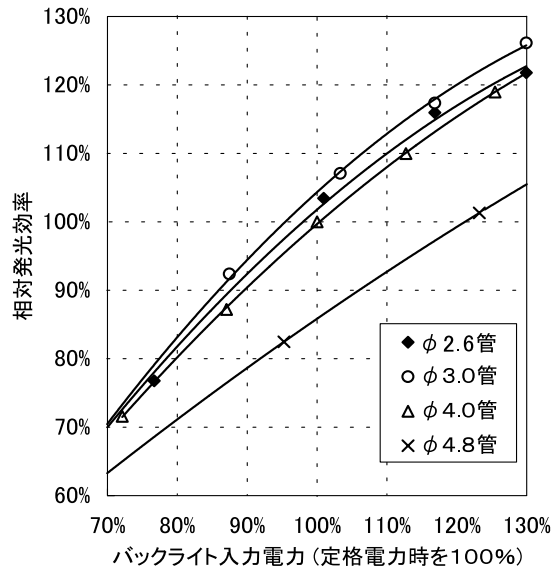


図3 蛍光管 管径と発光効率
Fig. 3 Lamp diameter vs. Luminescence efficiency.

1・3 管径

液晶パネルのバックライトに使用される蛍光管の太さとしては、φ1.8～φ2.6程度が一般的であり、ランプ単品としてはφ2.6～φ3.0程度の管径が最も発光効率が良いとされているが、今回、直下型用として数種類の管径を試作し、液晶テレビに実装しその効率を比較したところ、φ2.6～φ4.0まではほぼ同じ発光効率であることが分かった。管径と発光効率の関係を

図 3 に示す。

今回、37 V型用蛍光管は850mmの超長尺であるため、機械的強度が必要であった。そこで効率的にも問題なく、ガラス管の肉厚をもっとも厚くできるφ4管を採用した。また、φ4という太い蛍光管を採用することにより輝度むらや、蛍光管自身の温度上昇も緩和することができた。

1・4 その他ガス圧など

蛍光管に封入されるガスの種類、圧力によって、発光効率、ランプ寿命が左右される。通常、発光効率とランプ寿命とは相反する傾向にある。今回の蛍光管の設計では、ランプ寿命は大前提として確保しつつ、セット実装状態においてランプ発光効率が最大になるよう、ガスの種類、圧力を設定している。

2. インバータ回路 (蛍光管点灯回路)

2・1 回路方式

蛍光管は高周波で駆動するため、蛍光管からランプリフレクタや周囲の金属物へ浮遊容量を介して電流が漏れてしまう。この漏れ電流は、電圧が高いほど、また、浮遊容量が大きいほど増える。蛍光管は、その長さにほぼ比例して管電圧が高くなり、浮遊容量が増える。したがってランプが長い場合、その長さに比例して漏れ電流が増えることになる。漏れ電流が多いと、駆動回路から遠ざかるほど蛍光管が暗くなり、輝度むらの原因になるほか、インバータ回路の電力効率 (ランプ電力÷インバータ入力電力) も悪化する。

今回の37 V型用850mm管も、従来のインバータ回路で駆動した場合、インバータ回路が有る側だけ明るくなり、画面左右に輝度むらが発生した。この対策としては、インバータ回路をランプ一本ごとに左右交互に配置する「交互方式」と、ランプの両端にインバータ回路を配置し、逆位相の電圧を加える「ツインインバータ方式」とが考えられた。図 4 にこれらのインバータ回路方式を示す。この他に、インバータ回路の動作周波数を低くすることにより浮遊容量のインピーダンスを上げ、漏れ電流を減らすといった手法が考えられたが、周波数が低くなくことにより、トランス等の部品が大型化してしまうため見送った。

ツインインバータ方式は、一本蛍光管の両側に位相を反転させた電圧をそれぞれに設けたトランスで駆動するため、トランス1つあたりの電圧/電力を半分にすることができる。また、交互方式により輝度むらや電力効率の面でも優れているため、ツインインバータ方式を採用した。

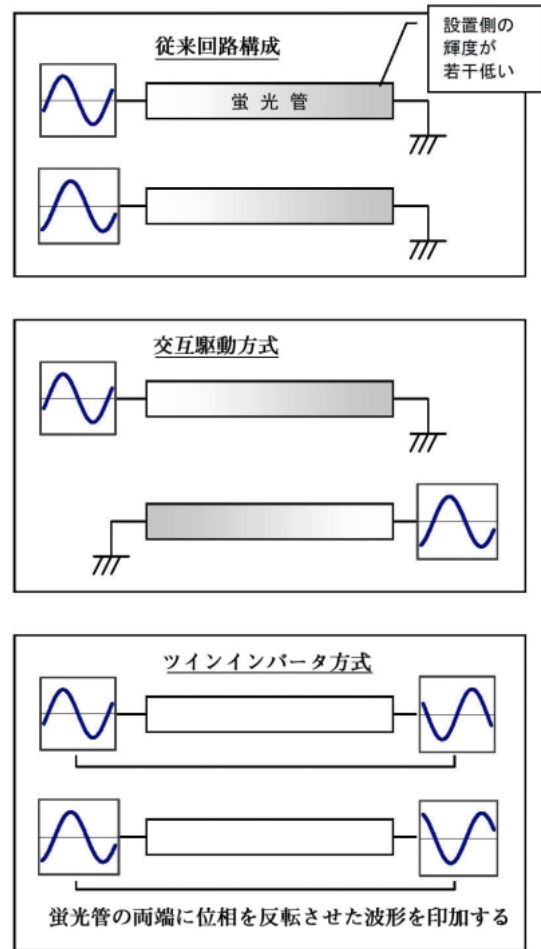


図 4 インバータ回路方式
Fig. 4 Inverter circuit.

2・2 ツインインバータ方式の実現方法

ツインインバータ方式で、もっとも問題となるのは、蛍光管左右の印加電圧位相の同期方法である。例えば、U字蛍光管のように左右の電極間が近傍にある場合、左右の印加回路も近い位置に配置でき、双方の同期を比較的容易に取ることができる。37 V型では、蛍光管の左右の電極間が850mmと大きく離れているため、従来と同様に、信号線を単に逆相で接続した場合、同期線へのノイズ誘導などによって、同期が乱れる場合がある。そこで、左右のランプ駆動用トランスに同期用の補助巻線を設け、その補助巻線同士を相互に接続する新しい同期方式を開発し採用した。

3. ランプリフレクタ

直下式のランプリフレクタ (反射板) の素材としては、発泡PET (Poly Ethylen Terephthalate) シートが用いられることが多い。発泡PETの反射シートは、透明なPETを発泡させ、内部に微細な空気の入れたも

ので、PET中に入った光はこの空気の粒により屈折し再度外部に出てくる。透明なPETと空気の屈折により光を反射するため、光の損失が少なく、安価な部材ながら反射率が非常に高い。

従来の機種では、0.2mm厚の発泡PETをアルミ板に貼り付け、アルミ板ごと成型することによってランプリフレクタとしていた（発泡PETとしては、より厚い方が、反射率が高いが、反面、成型する時にクラックが入り易くなるなどを考慮し、0.2mm厚にしている）。37V型では、バックライトの発光効率を高めるため、1mm厚の発泡PETを採用している。これにより、発光効率が6%向上した。リフレクタ形状の作り方としては、まず、PETシートに折り目をつけ、その形状を保持するように金属板に固定するといった新しい方式を採用している。

4. その他効率改善のための手法

蛍光管ごとに最適の電力を設定することにより、画面内で自然な輝度分布に保ち、省電力を実現する「輝度分布コントロールインバータ回路」を開発した。こ

れにより、自然な画面内輝度分布を保ちつつ、消費電力を4%削減することができた。また、光学シートも最適化設計より、従来の4枚構成から、3枚構成に削減している。

5. 結果

これらの手法を組み合わせることにより、輝度むらの無い画面を実現するとともに、高い発光効率のバックライトを実現することができた。従来のバックライト方式と比較して消費電力を25%削減した。

むすび

今回「超大型」バックライトシステムということで、37V型バックライトシステムの開発に取り組んだが、液晶テレビとしては、今後更に、大型化が進むとともに、今までに増してより厳しく低消費電力化が求められてくる。その中で「大画面で、明るく、低消費電力」の液晶テレビを実現するために、今後益々、バックライトシステムの開発が重要になってくるものと思われる。

(2003年1月30日受理)