

LEDバックライトによる低消費電力化と性能向上

岩崎 弘治 鬼木 基行 清水 敬治

AVシステム開発本部 商品開発センター

世界的にも省エネルギー化への取り組みが注目されており、テレビにおいても各国で省エネ基準化が進められています。AQUOSとして今後もダントツの省エネ性能を実現すべく、バックライト光源にCCFLではなく白色LEDを採用したAQUOS LX1シリーズを開発・商品化しました。LED化により省エネ以外にも映像コントラストや色純度の性能向上、水銀フリーなどの環境性能向上と多くのメリット実現が期待できるため、これからはLED AQUOSの先進性に磨きをかけ商品ラインナップの拡大を図っていきます。本稿ではAQUOS LX1におけるLEDバックライトの採用による低消費電力化と性能向上に関する技術内容についての説明を行います。

1 はじめに

近年LEDバックライトを用いた液晶テレビが各社から世界各国で発売されており、高付加価値テレビとして認知されています。当社ではRGB-LEDを2次元に配列したバックライト光源を採用し、究極の色再現性¹⁾²⁾と映像コントラストを実現したXS1シリーズを2008年に発売しました。

今回、低消費電力、高画質、低価格を目標としたLX1シリーズ(写真1)では、新開発の液晶パネルとLEDバックライトを採用しています。そこでLX1シリーズの主な構成とその特長を生かした技術について説明します。



写真1 LED AQUOS LX1

2 LX1の構成

LX1では新開発のUV²Aパネルと新開発の直下型LEDバックライトシステムを採用することで、従来比大幅な低消費電力化を実現しています。ここではLX1の主な構成について説明します。

(1) 液晶パネル

LX1は、大幅にネイティブ・コントラストを向上させた次世代液晶パネル(UV²A)を採用しています。この液晶パネルでは、リブスリットを無くすことによって、パネルの液晶シャッターを閉めた時の光漏れを低減しました。これにより引き締まった黒を表現することができます。また液晶シャッターを開いた時は、UV²Aの高い開口率、及びLEDバックライトと最適カラーフィルターのマッチング技術により、高効率で明るく、また高い色純度で表現することが可能です。

(2) 直下方式LEDバックライト

LEDバックライトシステムには、主に2種類の方式があります。1つはLEDを導光板の側面(エッジ)に配置し、LEDから入射した光が導光

板を介し面光源を作る“エッジライト方式”。もう1つは光源をパネル方向に向けて配置し、その光を一度拡散板で受けることで、面光源を作る“直下方式”があります。エッジライト方式に比べ、直下方式は導光板を介さず光を直接利用するため光の利用効率に優れることや、LEDをブロック毎に調光制御することができるなどのメリットがあります。

そこでLX1では、低消費電力、高画質でかつ低コストを実現するため直下方式のバックライトを開発しました(図1)。

①輝度・色度分布の改善

直下方式のバックライトにおいて、輝度・色度ムラは、光源と拡散板との空間距離:D(図2)と光源間の距離:L(図2)の比(L/D)に依存します。通常L/Dが大きいほど、輝度・色度ムラが顕著になります。一方でL/Dを小さくすると、必要なLEDの数が増えるため、消費電力の増加、コストの増加につながります。

従来バックライトの光源として使用していたCCFL(冷陰極蛍光ランプ)は線光源であり、表面から均一な強度の光が出ています。一方LEDは方向性のある配光分布を

もつ、点光源です。そのため通常のLEDはCCFLに比べL/Dが小さくなります。

また、LEDはCCFLに比べ個体の色度差をもつデバイスであるため、色度ムラの問題があります。この対策として、色度を合わせるために個々のLEDを細かく選別した場合、高コストとなってしまいます。

LX1では配光を広げた光源ユニットの採用と、LEDの配置を最適化することで、飛躍的に輝度ムラを改善し、 $L/D \approx 2.5$ を実現しました(CCFLモデル例： $L/D \approx 1.9$)。さらに、LED個々の色度差を、バックライト内で混色することが可能となり、細かい選別することなく色ムラを改善しています。これらによりLED数の大幅な削減、選別コストの抑制により、低消費電力、低コストのバックライトシステムを実現しました。

②LEDの発光スペクトル

LX1では青色(B)のLEDの上に緑(G)と赤(R)の蛍光体を載せた、白色LEDを採用しています。これはBのLEDによる光と、GとRの蛍光体がBの光エネルギーにより励起され発光する光との混色により、RGBそれぞれにスペクトルピークをもつ高演色白色LEDとなります。

図3にCCFLバックライトとLEDバックライトによる、テレビ画面の発光スペクトルの比較を示します。CCFLはRGBの主波長以外の波長に不要なピーク(480nm, 580nm)が存在します。一方LEDは不要なピークが無く、RGB主波長の近傍にピークを持つことから、液晶パネルのカラーフィルターによる光の吸収ロスが少なくなります。よって高い色純度でありながら、明るいバックライトとなり、高画質と低消費電力化を両立したバックライトとなります。

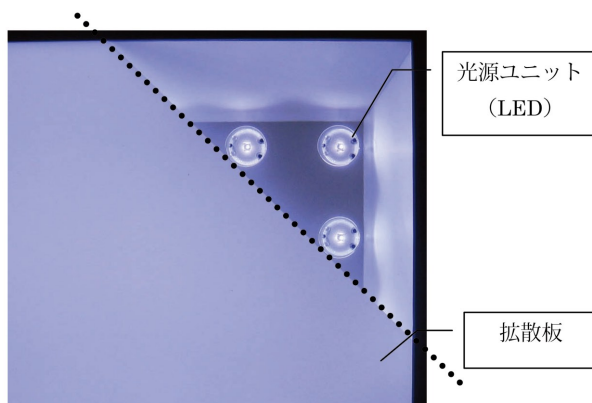


図1 LEDバックライト正面

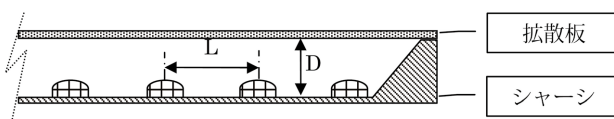


図2 LEDバックライト断面

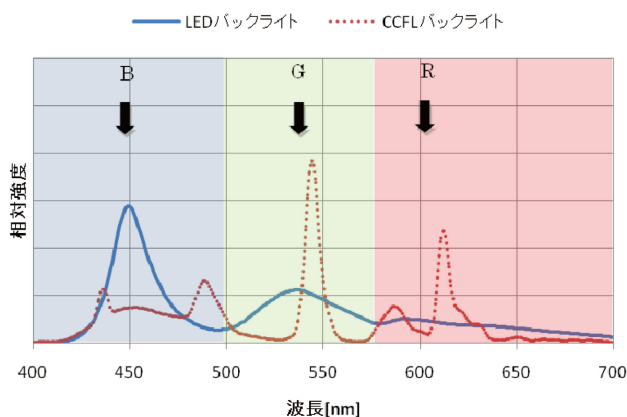


図3 CCFL, LEDバックライトのテレビ上発光スペクトル比較

(3) LEDドライバシステム

LX1では図4に示すLEDドライバシステムによってLEDの点灯制御をしています。

LEDドライバ制御回路では、メイン基板(信号処理回路)からの映像同期信号、調光制御信号等を受け、各LED列のON/OFFタイミング制御や、LEDの電流値設定をしています。

LEDドライバ回路では、制御回路からの設定に基づきLED列に流れる電流値を制御すると共に、LEDドライバ部での電力ロスを最小限にするようLEDバックライトへの供給電圧を制御し、電力効率を向上しています。

3 低消費電力化と性能向上技術

(1) 低消費電力化

液晶テレビは大きく分けて液晶パネル、バックライト、テレビ信号処理回路から構成されています。そしてその消費電力の半分以上の部分をバックライトの電力が占めています。(図5)

バックライトの電力の占める比率は液晶テレビが大型になるほど大きくなる傾向があります。

液晶テレビの低消費電力化のためにはこれら各要素の消費電力を低減することが必要ですが、中でもバック

クライトの消費電力を低減することが最も重要といえます。

AQUOS LX1では直下型LEDを使用した高効率のバックライトシステムと、新開発の液晶パネルによって、光の利用効率を高め、従来の52型液晶テレビ(LC-52GX5)に比べ、バックライトの電力を40%以上低減しました。そしてテレビの定格消費電力も315Wから192Wへと約40%低減しています。

また、映像信号の特徴に応じてバックライト制御と映像信号処理を同時に行う、バックライト輝度変調制御も採用しています。

ここでは、映像信号の画素データの分布に応じて最適なバックライトの輝度を設定すると共に映像信号処理を行い、画面の輝度を再現しながらバックライトの電力を低減しています。

これにより、従来機種(GX5)

比3分の2以下の年間消費電力量を実現しました(図6)。

(2) テレビコントラスト性能の向上

液晶テレビのバックライトの明るさを制御する方法として、一般的にはパルス幅で点灯時間と消灯時間を制御するPWM(Pulse Width Modulation)調光方式が使用されており、AQUOSもこの方式を採用しています。

CCFLをバックライトに使用した従来の機種でもこの調光方式を採用していますが、CCFLではパルスのON期間を短くしすぎると点灯しなくなるという課題があり、このために調光範囲が限られてしまい、黒が沈みきらないという課題がありました。

一方LEDではほぼ0%~100%の間で調光制御をすることができます(図7)。

この特長を活用し、CCFLバックライトを採用した従来の機種では、バックライトの輝度は約10%~100%の間で制御していましたが、LX1では約0.1%~100%へと大幅に拡大しています。

このLEDバックライト制御と新開発の液晶パネルとの組み合わせによって、テレビコントラスト200万:1を実現しています(※ダイナミックモード時)。

(3) 動画性能の向上

ホールド型の表示方式である液晶テレビでは、画像フレーム期間(倍速駆動においては1/120秒期間)同じ画像が表示されています。

また、人間が動く物体を見るときには、動く方向を予測して視線追尾を行っています。

ホールド型表示装置で動く物体を見る場合には、視線追尾による予測

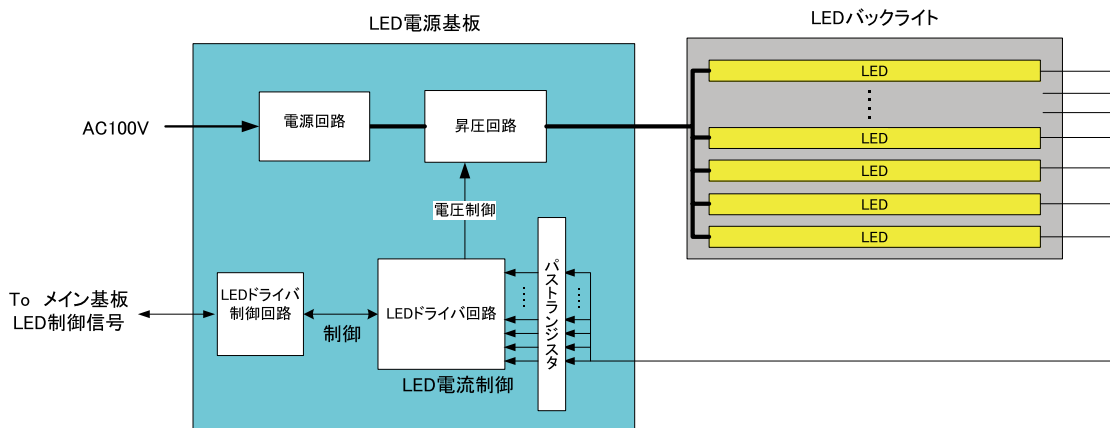


図4 LEDドライバシステムブロック図

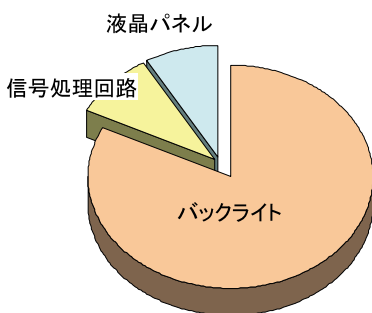


図5 52型CCFLバックライト液晶テレビにおける消費電力比率

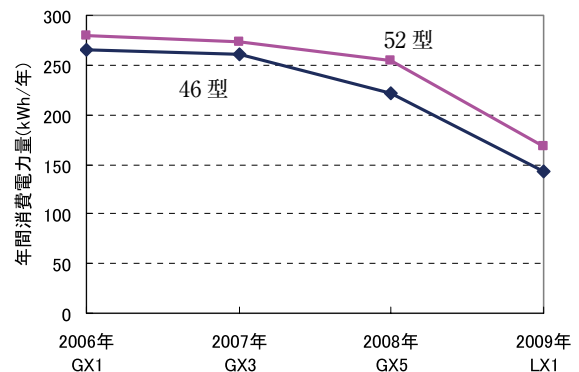


図6 年間消費電力量の推移

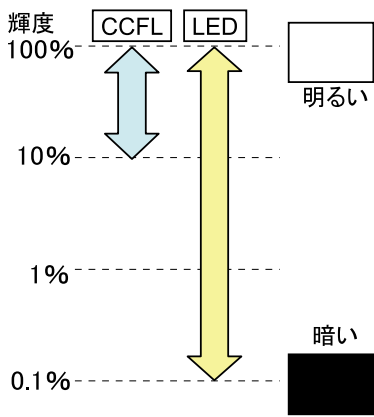


図7 LEDとCCFLのバックライト調光範囲の比較

位置と実際の表示位置とにずれが生じ、ずれが大きいほど元画像の形状がぼやけたように見えてしまいます³⁾(図8(a))。

これを改善するための技術がバックライトスキャン技術です。

①バックライトスキャンと課題

バックライトスキャン技術は、画像フレーム期間にバックライト消灯期間を設けることで同じ画像を表示している期間を短くし、擬似的なインパルス駆動を実現することで、動画性能を向上する技術です(図8(b))。

バックライト消灯期間を長くするほど、動画性能は向上しますが、画面フリッカの発生や輝度が低下するという課題があります。また、液晶応答が遅い場合や、倍速補間画像が正確でない場合には画像の輪郭が2重になってしまう弊害もあります。

②LX1のバックライトスキャン

LX1では直下型LEDバックライトの採用によって、LED列ごとに点灯、消灯を制御することができます。液晶の走査タイミング(映像信号)と同期させ、LED列の点灯タイミングを制御し順次点灯(バックライトスキャン)することで擬似インパルス駆動を実現し動画性能の向上を図っています。

また、倍速駆動技術によって120Hzフレームレートでの表示を行い、バックライトスキャンによる画

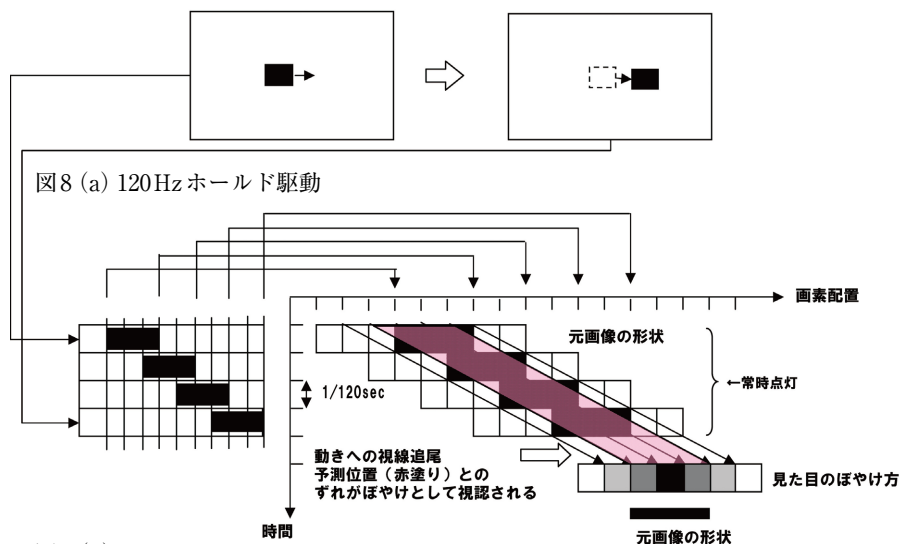


図8(b)

LCD:120Hz駆動
BL:50%インパルス

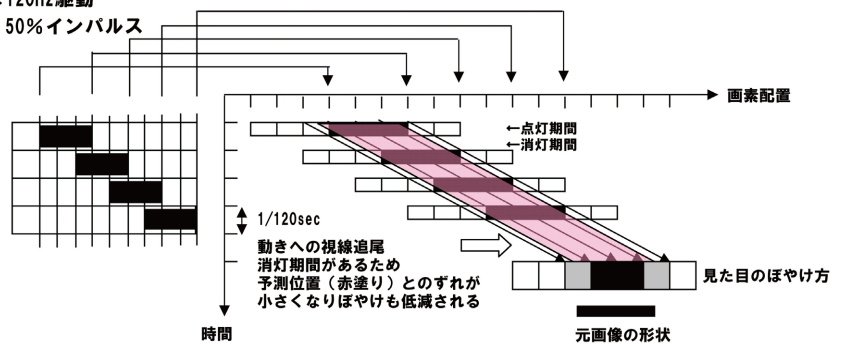


図8 Windowがスクロールした場合の見た目のぼやけ方

面フリッカの問題を解決しています。またLEDバックライトの特長を活かしLED電流を制御することで、輝度低下の問題も改善しています。

さらに、UV²A液晶による液晶応答性能の改善に加え、液晶パネルの応答性能を最大限に引き出すオーバーシュート駆動技術をバックライトスキャン用に最適化し液晶応答を改善しています。倍速補間技術においては、当社独自の動画鮮鋭化技術により精度の高い倍速補間を行うことでバックライトスキャンの効果を向上させています。

4 おわりに

従来液晶テレビのバックライトはCCFLを使用したものが主流でしたが、LX1シリーズの商品化でLEDバックライトモデル普及への方向性

を出すことができました。

今後は環境、省エネ性能を含めて更なる性能向上を図りながら、液晶テレビのバックライトをLEDへ置き換える展開を進めます。

参考文献

- 1) 藤根俊之, 神田貴史, 吉田育弘, 杉野道幸, 寺川雅嗣, 山本洋一, 大田登, “物体色の理論限界と現実の物体色—テレビ受像機の色度設計への応用—”, 日本色彩学会誌, 32 (4), pp.271-281 (2008).
- 2) T. Fujine, T. Kanda, Y. Yoshida, M. Sugino, M. Teragawa, Y. Yamamoto, N. Ohta, “Theoretical Limit of Object Colors and Real Object Colors”, SID 2008 Symposium Digest, P-39, pp.1324-1327 (2008).
- 3) 栗田泰市郎, “ホールド型ディスプレイの表示方式と動画表示における画質”, 第1回ディスプレイフォーラム, (1998)