

産業用液晶ディスプレイに要求されるLED性能とLED B/L技術

杉谷 長英・高橋 慶

要 旨

産業用液晶ディスプレイに、従来の冷陰極管を光源としたバックライトに代わり、LEDを光源としたバックライトを採用した製品が増えつつあります。

当社にて開発したLEDバックライト製品は、CCFLを光源とした場合に比べ、薄型・軽量でかつ低消費電力を実現しています。

今後も、輝度寿命の長寿命化、さらなる輝度効率の向上やバックライト上の見栄え改善などの課題を、バックライトのマッチング技術向上や、LEDメーカーとのタイアップなど進めることで改善し、お客様の要求にかなう液晶ディスプレイ製品の開発に注力していきます。

キーワード

●ディスプレイ ●産業用 ●LED ●バックライト ●寿命

1. はじめに

ここ数年、LED (Light Emitting Diode) の技術進歩が目覚ましく、発光効率も蛍光管と同等以上のものが開発されており、照明分野での応用も進められています。また、携帯電話に搭載されている液晶ディスプレイの薄型化にLED光源が大きく貢献しているのは周知の事実です。

従来5インチ以上の液晶ディスプレイは冷陰極管 (以下、CCFLと略す) が使用されていましたが、徐々にLEDの利点を取り込んだ製品がリリースされており、当社でも薄型、低消費電力化を実現した、12.1型業務用ノート用液晶ディスプレイNL10276BC24-14や6.5型液晶ディスプレイNL10276BC13-01Cを開発し、量産を開始しています。

今後、産業用液晶ディスプレイにLEDを光源としたバックライト (以下 LED B/Lと略す) を採用した製品ラインナップを増やす予定です。

本報では、前記LED B/Lを採用した液晶ディスプレイの紹介と、LED B/Lの技術課題について記述します。

2. LED B/L 液晶ディスプレイ紹介

2.1 NL10276BC13-01C

表1 にNL10276BC13-01Cの基本仕様を示します。

(1) 低消費電力

本製品に使用しているLEDは65lm/W程度の効率を有しており、バックライトに使用されているCCFLと同等の効率になっています。またCCFLは円周上に光が放射され、リフレクターで反射して導光板に光を導入させるのに対し、LEDは出光方向が1方向になっていますので、導光板への入光効率を高くできます。

表1 NL10276BC13-01Cの基本仕様

項目	詳細
駆動方式	a-Si TFT アクティブマトリクス方式
画面サイズ	対角 16.5cm (6.5 型)
画素数	1024 (横) × 768 (縦) [XGA]
画素ピッチ	0.129mm
画面輝度	650cd/m ²
消費電力	3.9W (内バックライト消費電力2.5W)
バックライト 駆動電圧	27.9V × 6 系列
モジュール外形	153.0 (W) × 118.0 (H) × 9.0 (D) mm
質量	170g

このため650cd/m²という高輝度を維持しながら、バックライト消費電力はCCFLを光源とした場合は、同じ輝度を出すために、約7W程度の電力消費が見込まれるのに対し、2.5Wという低消費電力を実現しました。

(2) 低電圧・低電流駆動

CCFLを光源とした場合には、約400V程度の交流電圧が必要となりますが、本製品には、サイドビュータイプ（光が実装面に対し水平方向に出射されるタイプ）のLEDを複数個直列接続した6個のブロックで構成しており、1ブロックあたり28V・15mAという低電圧・低電流で駆動できます。CCFLを点灯するために高圧を発生させるインバーター回路が不要となる点も、LED B/Lの利点の1つとなっています。

(3) 薄型・軽量

通常CCFLでは、細いものでも直径1.8mmあり、高輝度達成のために2本並べて使用する必要がありますので、導光板厚は4mm以上が必要となります。本製品に使用しているLEDの厚みは0.8mm厚であり、バックライトの導光板厚は1mmと薄型化を実現しました。LEDを使用することで、従来のCCFL B/Lに比べ15%薄型化、質量低減を17%軽量化が実現しました。

2.2 NL10276BC24-14

表2にNL10276BC24-14の基本仕様を示します。

(1) 低消費電力

本製品は、56lm/Wの効率を有するLEDを使用しています。バックライトには、下向きプリズム方式を採用しており、LEDから照射された光を導光板パターンにて、ある一定の角度で反射し、下向きプリズムシートが垂直方向に集光できるように設計しています。これにより、無駄な方向へ入射する光が少なくなり、通常の拡散方式に比べ、約40%のB/Lの効率を向上できます。

本製品はLED化および上記方式を取り込んだことから、CCFLを光源とした場合は、約4.9W程度の電力を消費するのにに対し、2.9Wという低消費電力を実現しました。

(2) 低電圧・低電流駆動

LEDの接続構成は、低電圧低電流を実現するため、複数個直列接続した5個のブロック構成としました。

その結果、低電圧駆動（29V・20mA）が可能となりました。

表2 NL10276BC24-14の基本仕様

項目	詳細
駆動方式	a-Si TFT アクティブマトリクス方式
画面サイズ	対角 30.7cm (12.1型)
画素数	1024 (横) × 768 (縦) [XGA]
画素ピッチ	0.24 mm
画面輝度	300cd/m ²
消費電力	4.5W (内バックライト消費電力 2.9W)
バックライト 駆動電圧	29V×5 系列
モジュール外形	260.0 (W) × 200.0 (H) × 6.5 (D, 上部) ・ 3.9 (D, 下部) mm
質量	285g (typ.)

(3) 薄型・軽量

本製品のB/Lは厚さ0.8mmのLEDを採用し、導光板もLEDと同じ0.8mmの厚さを採用しました。

また、導光板には、下向きプリズム方式を採用することによって、通常ならば、光学シート4枚構成になるところを2枚構成で同等の性能を実現し、0.2mmの薄型化を図ることができました。

導光板や光学部材の薄型化や削減、シャーシ材料の薄型化、およびTFTガラス基板の薄型化を行い、3.9mm厚（信号基板除く）と、従来のCCFL B/Lに比べ46%薄型化、47%軽量化を実現しました。

3. 産業系液晶ディスプレイのLED B/L技術課題

3.1 輝度寿命の長時間化

産業系液晶ディスプレイに求められる重要なポイントとして輝度寿命の長時間化が挙げられます。様々な産業用機器に組み込まれるため、液晶ディスプレイの輝度が長期にわたり下がらず、液晶ディスプレイが使い続けられることが要求されます。

一般に産業系液晶ディスプレイで使用されているCCFL輝度寿命は、輝度半減で5～6万時間が仕様になりますので、

LEDに対しても、CCFLレベルの輝度寿命を期待されます。

従来LED自身は半導体素子であり、ほとんど特性劣化を起こすことは無いと考えられていました。しかし、近年のLEDの効率改善に伴い、LED素子から発する光束の増加によるパッケージの劣化や、ダイボンド樹脂の劣化が原因で、輝度を維持することができなくなると分かってきました。

これについては、改善活動を続けており、パッケージの耐光性UPや、ダイボンドをなくし共晶結合でLED素子の実装を行う、また光波長をシフトしパッケージの劣化を緩和するなどの取り組みを進めています。

3.2 入光ムラ対策技術

LEDは点光源であるため、線光源であるCCFLには無い課題が生じます。図1に示すように、点光源であるLED入光部において入光ムラが発生する点です。LEDが配置されている部分と、配置されていない部分で光量の違いが生じ、液晶ディスプレイ上で明暗として認識されてしまいます。

この入光ムラは、入光部からの距離を離すことにより、導光板内で光が混じりあうために薄くなり視認できにくくなるのですが、液晶ディスプレイの額縁を大きくしてしまいます。

図2に、LED実装ピッチと入光ムラの関係グラフを示します。LEDの灯数が少ない場合、入光ムラを見えなくするために、外形を大きくする必要があります。

この課題をクリアするために、一般的には図3に示すような、導光板入光部にプリズムカットを施し、垂直に入射した

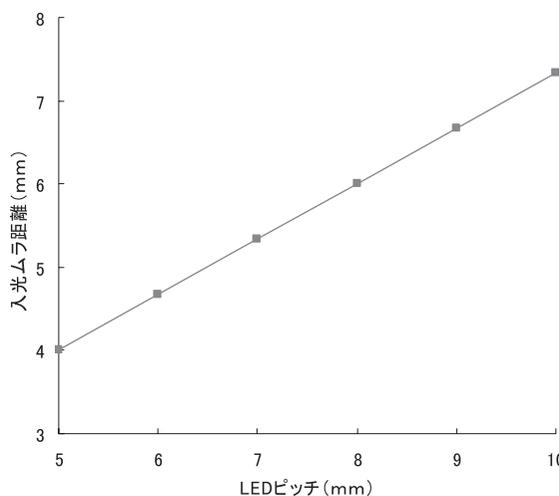


図2 LEDピッチと入光ムラ距離の関係

光も屈折させて光を広げたり、広角に入射した光も導光板内に入光させることで入光ムラを改善しています。

使用するLEDや配置ピッチにより導光板のマッチング設計を行うことで、見栄えが良くかつ額縁も小さい液晶ディスプレイの実現を検討しています。

3.3 LEDの個体差

産業用液晶ディスプレイに使用するLEDは、擬似白色とい

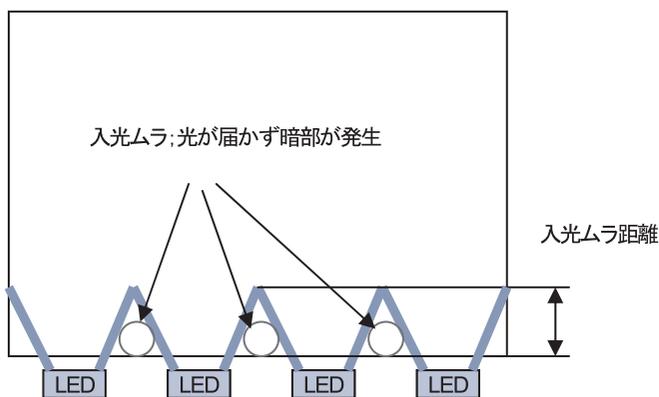


図1 入光ムラ参考図

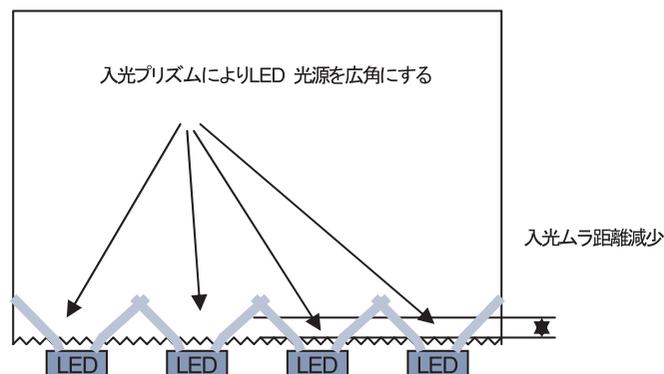


図3 導光板入光プリズム

産業用液晶ディスプレイに要求されるLED性能とLED B/L技術

い、LED素子から発した青の光を黄色の蛍光体に当てて励起発光させて、青と黄色を合わせて白色を作っています。

これは、LEDの青の光の波長や、出力、また蛍光体の濃度など、製造に起因する要因でバラツキが生じ、それが、LEDの輝度や色のバラツキを生じます。

この輝度や色のバラツキの発生するLEDを、無作為に1つの液晶ディスプレイに組み込むと、画面内で輝度や色のムラとなって視認されてしまいます。

よって、LEDの輝度、色度それぞれ細かく選別する必要があります。

3.4 高輝度、高効率化

LEDの効率は 図4 のロードマップに示すように年々上昇しており、現状ではCCFLと同等の効率に達しています。LEDの効率改善の余地はまだ残されており、今後も同様に改善が進むと予測されますので、1、2年後にはCCFLの効率を上回ることが見えています。

しかしながら、光束が増えることによって、パッケージの劣化も激しくなることから、その改善もあわせて進める必要があります。効率改善と平行して寿命対策を進めることにより、CCFLでは実現できなかった高性能な製品を開発していきます。

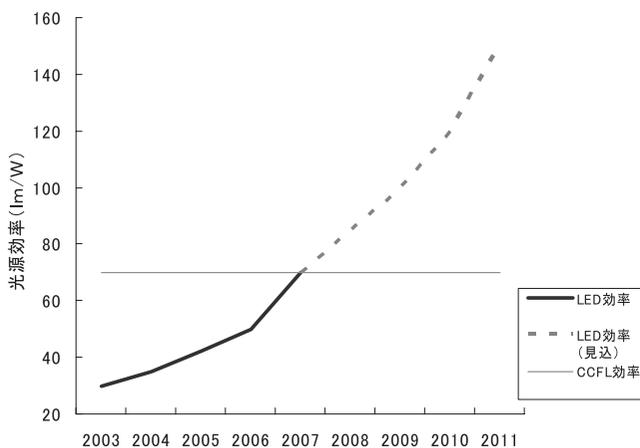


図4 白色LEDの光源効率効率 (lm/W) のロードマップ

4. むすび

当社では、LEDを光源とし、薄型軽量・低消費電力を実現した液晶ディスプレイを2機種開発・量産化しました。

今後もLEDの課題を克服し、利点を活かした、液晶ディスプレイ製品の開発に注力していきます。

執筆者プロフィール

杉谷 長英
NEC液晶テクノロジー
技術本部
モジュール設計部
技術マネージャー

高橋 慶
NEC液晶テクノロジー
技術本部
モジュール設計部