

産業用液晶ディスプレイにおける白色LED搭載のバックライトシステム

石田宏・下西 広典

要 旨

産業用液晶ディスプレイ市場において、白色LED搭載製品へのニーズが高まっています。白色LEDを搭載したバックライトシステムは、その特性と、バックライトの設計要素との関連性を考慮した設計が重要となっています。NEC液晶テクノロジーでは従来のCCFL搭載の製品ラインナップに加え、白色LED搭載のバックライトシステムを適用した製品の展開を進めています。

キーワード

●産業用 ●ディスプレイ ●白色LED ●バックライト ●寿命

1. はじめに

産業用液晶ディスプレイは、あらゆる環境下で使用されるため、高い信頼性や高画質、長寿命など厳しい品質を要求されます。近年、このような産業用液晶ディスプレイ市場において、バックライト光源である従来の冷陰極管（CCFL）に代わり、様々な効果が期待される白色LEDを搭載した液晶ディスプレイへのニーズが急速に高まっています。

2. 白色LED搭載のバックライトシステムの概要

2.1 白色LED搭載により期待される効果

白色LEDを搭載するバックライトシステムでは、従来のCCFL搭載品と比べ、以下のような、さまざまな効果が得られます。

- ・ 水銀フリー。
- ・ 低消費電力化、薄型化、軽量化を実現。
- ・ 調光が容易で、かつ調光範囲が広い。
- ・ 低温環境においても、優れた起動性。
- ・ インバータ（＝高圧回路）が不要であるため、高調波電流やノイズ、周辺装置の誤作動や計測結果への影響が大幅に低減。

2.2 白色LEDの特性とバックライトの設計要素

バックライトの性能に影響を与える白色LEDの特性として

は、光学特性と熱特性の2つが挙げられます。また、それらの特性は、白色LED搭載のバックライトにおいて重要な設計要素である、輝度特性、コスト、表示品位、消費電力、寿命と深く関連があります。その関連性は、**図1**に示すように、光学特性は、消費電力、コスト、輝度特性、表示品位に関連があり、熱特性は、消費電力、コスト、寿命に関連があります。そのため、白色LEDの特性と、バックライトの設計要素は、それらの関連性を考慮し、より効率の良い設計が重要となります。

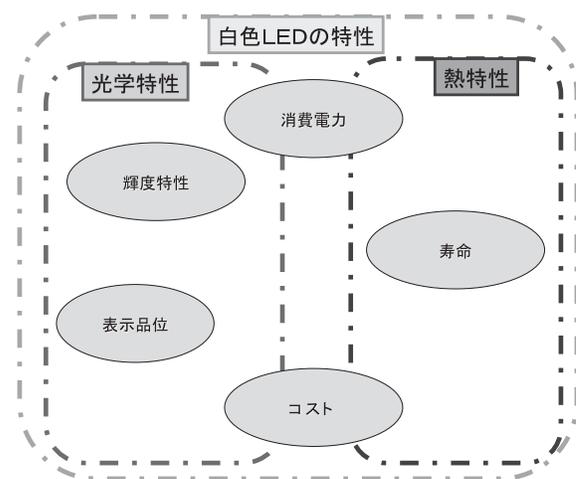


図1 白色LEDの特性とバックライトの設計要素との関連

2.3 白色LEDバックライトにおける各設計要素の課題

(1) 消費電力

NEC液晶テクノロジーの白色LEDを搭載した産業用製品は従来のCCFLと比べ、2~5割の低消費電力を実現しています。図2で、画面サイズと消費電力の関係を示しましたが、いずれも画面サイズの拡大に伴い、消費電力は増加しますが、白色LEDの方が急勾配で増加する傾向にあります。しかし、近年の白色LEDにおける電力効率の向上により、相対的に消費電力が低下しているため、弊社が産業用製品としている中型クラスにおいては、白色LEDで消費電力の低減が可能な領域と考えられています。

(2) コスト

白色LED搭載のバックライトにおいて、白色LEDは多数搭載されるため、その製品のコスト設計に大きな影響を与えます。製品のコスト競争力維持のためには、白色LEDの搭載数削減は非常に重要です。

(3) 輝度特性

従来のCCFL搭載のバックライトにおける輝度特性の設計は、光学シートの選択により輝度効率を調整する方式が一般的でしたが、白色LED搭載のバックライトでは、その白色LEDの種類・搭載数量・電流値など光源側で輝度調整することが可能となります。

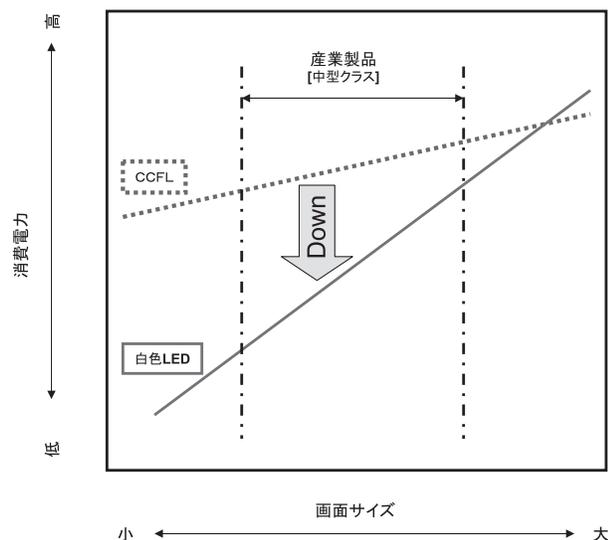


図2 CCFLと白色LEDの消費電力比較

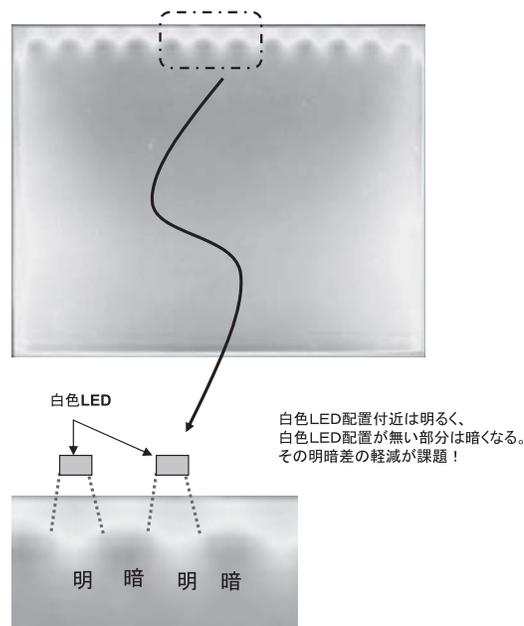


図3 入光ムラのイメージ図

(4) 表示品位

白色LEDは点光源であるため、バックライト表示面内の白色LED近傍に入光ムラの発生が懸念されます。図3のイメージ図のように、白色LED配置付近は白色LEDからの出射光の影響で明るくなり、反して白色LEDの無い箇所は白色LEDからの出射光が存在せず暗くなるため、入光辺付近で明暗差が生じます。このような入光ムラを表示デバイスとして、許容可能なレベルにまで軽減させることが技術課題となります。

(5) 寿命

白色LEDのパッケージは、通電時の温度上昇などにより、パッケージや接合部の劣化から寿命の著しい低下に至る可能性があります。その劣化促進が懸念される温度範囲としてジャンクション温度（LED内の半導体チップの温度）の最大値が定義されており、その温度以下となるバックライト設計は必須事項となります。また、ジャンクション温度を低く設定すれば、白色LEDの劣化が少なくなり、寿命を延ばす効果が期待できます。そのため、白色LED搭載のバックライトの寿命設計に当たっては、ジャンクション温度への配慮が重要となります。

2.4 白色LEDの特性とバックライト設計要素

(1) 光学特性

バックライトにおける光学の主特性としては、輝度特性と表示品位が挙げられます。これらは、白色LEDの搭載数に対し、強い比例関係を示します。これは、白色LEDの搭載数を増やすほど、バックライト内の光量が増え輝度が向上することと、白色LED同士の間隔が狭くなり入光ムラの明暗差が緩和されるためです。しかし、入光ムラを抑制するための白色LED増は、コストが悪化するため良い設計ではありません。そのため、入光ムラの抑制手段として、白色LEDからバックライト導光板への入射効率の調整が着目されています。導光板への入射効率は、白色LEDと導光板の配置設計や導光板の入射面の形状設計などで調整が可能です。ただし一般的には、図4に示す通り、入射効率が低ければ、入光ムラが改善する傾向にありますが、輝度特性の犠牲が懸念されます。

また、輝度特性は、白色LEDの電流にも依存します。電流値を上げることにより、輝度特性は、ほぼ比例関係で向上します。そのため、表示品位の限界となる白色LEDの搭載数を下限とし、目標の輝度特性を満足させる、白色LEDの電流値の設計が重要となります。

(2) 熱特性

熱特性は、白色LEDの搭載数と電流値の双方が関連します。

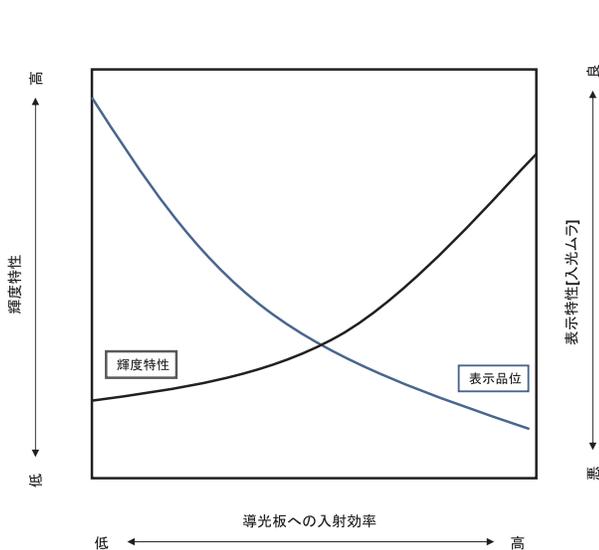


図4 導光板の入射効率と光学特性の関係

白色LEDは、高い電流で使用すれば、白色LED単体での発熱量が上昇します。また、白色LEDの搭載数を増やせば、発熱源が増えることになり、白色LEDの周囲の温度が上昇します。このような発熱量や周囲温度の変動は、ジャンクション温度の変動につながります。そのため、LED搭載数と電流値による熱変動を考慮した設計が必要となります。

(3) 光学特性と熱特性との関連

光学特性と熱特性は、いずれもコストや消費電力と深く関係しています。その関係として、図5にコスト（白色LEDの搭載数）とジャンクション温度と白色LEDの電流値の関係をグラフ化しました。グラフ中の1)は、標準輝度でコスト最優先の仕様設定ポイントです。高電力での使用となりますが、目標寿命を達成するジャンクション温度以下となり白色LEDの搭載数を最小限に留めた仕様となります。グラフ中の2)は、目標輝度を達成しつつ、高輝度を実現するポイントです。1)のポイントに対して白色LEDの搭載数を増やしているため、コスト増となります。コスト削減のため、白色LEDを減らすと消費電力が増え、ジャンクション温度が高くなり、寿命を満たさなくなるため選択できません。以上のように、要求輝度特性を満足しつつ、かつ製品仕様の目標寿命に対する最大ジャンクション温度を超えないような白色LED搭載のバックライトシステムの設計が重要となります。

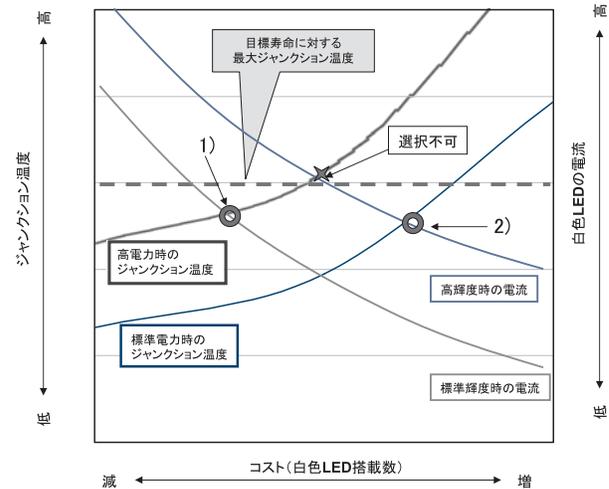


図5 光学特性と熱特性の関連

3. 製品展開

3.1 シリーズ展開

従来の産業系製品ラインナップであるCCFL搭載シリーズに加え、白色LEDの搭載製品として、以下の2シリーズを展開しています。

- (1) 次世代スタンダードシリーズ
- (2) スリムラインシリーズ

次世代スタンダードシリーズについては、長寿命と低消費電力を両立する高信頼性を実現しており、近年、産業系の様々な分野での白色LED搭載製品に対するニーズに応えるため、ラインナップ強化を進めています。

スリムラインシリーズについては、厚さや重さ、消費電力の増加を極力抑え、可搬型端末や小型計測器のような産業分野におけるニーズの多様化に応えるため、製品化しています。

3.2 次世代スタンダードシリーズの製品紹介

(1) 5.7型白色LED搭載モデル (2008年9月8日プレスリリース)

白色LEDバックライト搭載製品のフルラインナップ化の一環として製品化している輝度 400cd/m^2 の標準モデル「NL6448BC18-01」、輝度 800cd/m^2 の高輝度モデル「NL6448BC18-01F」の5.7型VGA 2機種です(図6)。

本モデルの特長は、最適化設計と低消費電力化です。白色LED搭載数の最適化設計により、同一画面サイズで異なる輝度特性を有しています。また、従来のCCFLバックライトを搭載した製品と比べて、約5割の低消費電力化を実現しています。

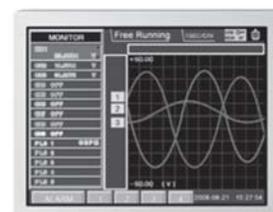
(2) 産業中核機種への長寿命白色LED搭載モデル (2008年9月29日プレスリリース)

弊社の産業用製品の中でも需要の高いサイズ・解像度である7.0型WVGA~12.1型SVGA(計5機種)で、白色LEDバックライトを搭載した製品です(図7)。

本シリーズの特長は、長寿命化とコンパチビリティです。まず、長寿命化に関しては、長寿命と位置づけられる白色LEDパッケージを選択し、そのパッケージの特長を最大限生かすことにより、CCFLバックライトを搭載した従来製品に対し、全機種で2割以上の低消費電力化を実現しながら、

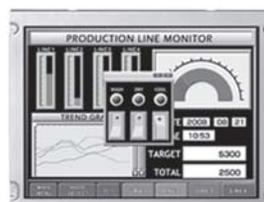


5.7型液晶モジュール
「NL6448BC18-01F」



5.7型液晶モジュール
「NL6448BC18-01」

図6 5.7型の白色LED搭載製品



12.1型液晶モジュール
「NL8060BC31-47D」



10.4型液晶モジュール
「NL6448BC33-71D」



9.0型液晶モジュール
「NL8048BC24-06」



8.4型液晶モジュール
「NL6448BC26-26」



7.0型液晶モジュール
「NL8048BC19-08」

図7 産業中核機種への長寿命白色LED搭載製品

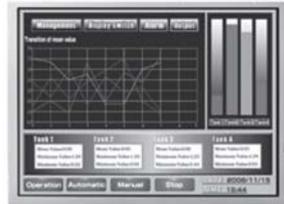
常温(25°C)で7万時間、高温環境(70°C)でも6万時間の長寿命を達成しています。コンパチビリティに関しては、CCFLバックライト搭載の弊社従来製品との互換性を維持することがコンセプトです。CCFL搭載製品と外形寸法、取り付け穴位置、取り付け穴位置と表示画面中心との相対位置関係を同一設計にしておき、お客様の筐体設計を変更することなく、白色LED製品への置き換えを実現できる製品ラインナップとなります。

3.3 スリムラインシリーズの製品紹介 (2009年1月26日プレスリリース)

スリムラインシリーズの製品展開として、10.4型XGAの「NL10276BC20-12」、及び8.9型WSVGAの「NL10260BC19-01D」の2機種です(図8)。



8.9型液晶モジュール
「NL10260BC19-01D」



10.4型液晶モジュール
「NL10276BC20-12」

図8 産業用スリムラインシリーズの製品

両機種ともに薄型・高輝度の白色LEDパッケージを採用し、そのメリットを追求して、バックライト部材を最適化設計しています。その結果、CCFLバックライトを搭載した弊社同等機種に比べ、厚さを4割、質量を5割、消費電力を5割、削減することに成功しています。

4. むすび

弊社では、白色LEDを活用した製品展開を積極的に進め、各シリーズ展開やラインナップ拡充を進めてきています。

今後も、更なる技術革新を進め、その技術を搭載し、競争力のある産業用液晶ディスプレイモジュール開発を進めていきます。

執筆者プロフィール

石田 宏
NEC液晶テクノロジー
技術本部
モジュール設計部
マネージャー

下西 広典
NEC液晶テクノロジー
技術本部
モジュール設計部
主任