

屋内用LED表示装置“NP160シリーズ”

小田切健介*

Narrow Pixel Pitch Direct View LED "NP160 Series"

Kensuke Odagiri

要 旨

三菱電機は、交通管制、災害対策室、電力プラント、セキュリティなど監視用途の大型映像表示装置として、1998年以降、DLP(Digital Light Processing)^(注1)方式プロジェクタを開発してきた。監視市場では、24時間365日連続的な映像表示と映像品位の維持が要求されるが、当社は、プロジェクタ用光源の長期使用に伴う輝度低下補正機能、映像信号入力と電源の二重化などによって対応してきた。一方、画面サイズとして例えば300型を超えるような大画面表示を実現するためには、複数のプロジェクタを縦横方向に並べ、一つの大画面を構築する必要があるが、この時、プロジェクタ用スクリーン間の目地が、大画面の一体感を損なう要因となっていた。

近年、主に屋外用大画面に使用されているLED(Light Emitting Diode)表示装置の画素を構成するLED素子が、技術の革新によって急速に屋内用大画面に使用可能なサイズまで小型化されてきた。また、3原色(RGB(Red Green Blue))のLEDチップを一つのパッケージにおさめた3 in 1 LED素子が登場し、これをプリント基板上に等間隔かつ高密度に実装し、基板を縦横方向に並べることによって、目地のない大画面の構築が可能になった。

これまで培った監視用途向け技術と技術革新が進むLED素子を融合し、屋内用LED表示装置“NP160シリーズ”を開発した。

(注1) DLPは、Texas Instruments Inc. の登録商標である。



当社の本社ビル26Fスカイホール向け屋内用LED表示装置

2018年1月、本社ビル26Fスカイホールに解像度4K2Kの屋内用LED表示装置を設置し、運用を開始した。当社に来社する国内外の顧客に向けて、一体感があり、視認性の良い新たな大画面表示装置として訴求している。

1. ま え が き

当社のDLP方式プロジェクタは、監視市場を中心に、大型映像表示装置として20年にわたり全世界へ販売され、その高い信頼性から多くの客先で現在も継続使用されている。

20年の間、映像表示解像度がXGA(eXtended Graphics Array)から1080Pへ高精細となって表示情報量が増加してきたことに加え、プロジェクタ用光源の水銀ランプからLEDへの変化に伴って、当社独自の冷却設計と電気回路設計によって光源長寿命化と低消費電力化を実現するなど、顧客にとっての価値向上に努めてきた。

本稿では、プロジェクタ製品開発でこれまで当社が培ってきた監視用途向け技術を展開して開発した、屋内用LED表示装置NP160シリーズの特長について述べる。

2. 屋内用LED表示装置の特徴

屋内用LED表示装置にはRGBのLEDチップを一つのパッケージにおさめた面実装タイプの3 in 1 LED素子が使用され、サイズも1.0mm角のものから0.6mm角のものまで小型化が進んでいる(図1)。これらのLED素子はプリント基板上に格子状に等間隔で実装され、一つのLED素子が映像の1画素に相当する。例えば1.0mm角のLED素子を1.5mm間隔で解像度1080Pの映像を表示する場合、 $1,920 \times 1,080 = 2,073,600$ 個のLED素子を、 $(1,920 \times 1.5\text{mm}) \times (1,080 \times 1.5\text{mm}) = 2.88 \times 1.62\text{m}$ のサイズのプリント基板に実装することになるが、製造可能な基板サイズの制約によって、複数の基板に分割して実装する必要がある。これら基板間で隣接する基板端のLED素子同士がLED素子の実装間隔と同一となるよう並べることによって、基板間

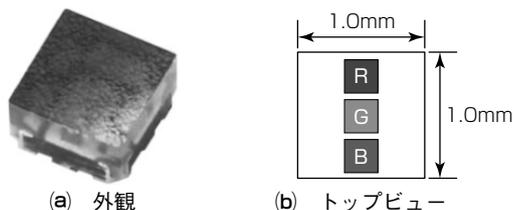


図1. 1.0mm角のLED素子

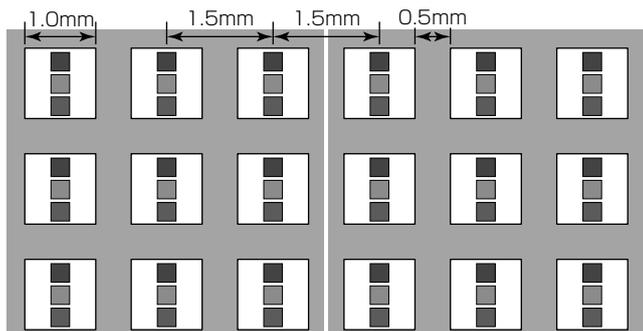


図2. プリント基板隣接部

で継ぎ目が見えない一体感のある大画面映像を表示することが可能となる(図2)。これは、スクリーン間の目地が大画面の一体感を損なうプロジェクタとは大きく異なる。

3. NP160シリーズの仕様

主な競合メーカーは広告市場をターゲットとする屋外用LED表示装置の機能を屋内用へ展開したものが多く、後発メーカーである当社は、プロジェクタ開発で培った監視市場で要求される機能を屋内用LED表示装置に展開することで差別化を図っている。

今回開発したNP160シリーズは、1.0mm角の3 in 1 LED素子を240×270(mm)のプリント基板上に1.5mm間隔で28,800個実装し、その基板を縦横各2枚、合計4枚並べ、LEDユニットとしている。LEDユニット1台当たりの解像度は320×360画素となるため、解像度1080Pの映像を表示する場合は、縦3段×横6列=18台のLEDユニットが必要となる。また、LEDユニットへ映像信号を供給するコントロールユニットと電源を供給する電源ユニットが

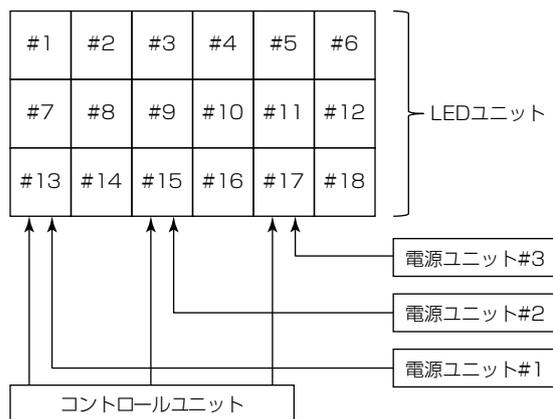


図3. 解像度1080PのLED表示装置のシステム構成

表1. NP160シリーズLEDユニットの仕様

型名	VS-15NP160
LED素子	面実装タイプ3 in 1
LED画素間隔	1.5mm
LED寿命	100,000時間
外形寸法	W480×H540×D90(mm)
表示解像度	320×360画素
映像入力	専用端子(二重化対応)
電源入力	専用端子(DC48V)

表2. NP160シリーズコントロールユニットの仕様

型名	VC-NP1000
映像入力	DVI-D(HDCP対応)端子×2
映像出力	専用端子(二重化対応)
解像度	VGA~1080P/WUXGA
DVI-D : Digital Visual Interface-Digital	
HDCP : High-bandwidth Digital Content Protection	
VGA : Video Graphics Array	
WUXGA : Wide Ultra eXtended Graphics Array	

表3. NP160シリーズ電源ユニットの仕様

型名	S-NP15PWR
電源出力	専用端子(DC48V)

あり、解像度1080Pを表示するLEDユニット18台に対しコントロールユニット1台と電源ユニット3台が必要となる。

図3に解像度1080PのLED表示装置のシステム構成を、表1、表2、表3に仕様を示す。

4. NP160シリーズの特長

4.1 焼き付き低減機能

LED素子の輝度は点灯時間の経過とともに低下するが、3 in 1 LEDはRGB三つのLEDチップで構成されるため、映像表示内容によってLED素子間だけではなく、LED素子内のLEDチップ各色の輝度低下量が異なる。

特に監視用途では系統図、地図などの静止画を表示するケースが多く、特定のLEDは長時間点灯するが別のLEDは短時間しか点灯しない状態が長期間継続する。この時、点灯時間の長いLEDと短いLEDの間で輝度低下量が差が出る。

例えば、地図を長期間表示した後に異なる地図を表示した際に、最初の地図の残像が新しい地図に重なるように表示される、いわゆる静止画の焼き付き現象が顕在化する。

図4は静止画の一例として、黒色の背景に白色のアルファベットHを長時間表示した場合に各LED素子がどのように輝度低下し、H表示がどのように変化するかを示している。黒を表示するLED素子Aと白を表示するLED素子Bの点灯時間が例えば2万時間経過した時、LED素子Aは輝度低下がほとんどなく、LED素子Bは輝度低下が進行することを示す。

当社プロジェクタは、光源の輝度低下を計測し、複数のプロジェクタ間で生じた輝度低下量の差を自動的に補正する機能を持っており、この機能を屋内用LED表示装置に展開したものを焼き付き低減機能と呼ぶ。

屋内用LED表示装置でこの機能を実現するため、全

てのLED素子のRGB各色の点灯時間を定期的に計測し、LED素子単位で輝度低下量を計算している。その結果から輝度低下量の大きいLED素子に他のLED素子の輝度が合うように自動的に補正する。

図5の矢印の上の図は静止画の一例で、H表示が例えば2万時間経過した後、全画面を白表示にした時にLED素子Bの輝度低下によって薄くH表示が残像のように現れる焼き付き現象を示す。そして下の図は焼き付き低減機能によってLED素子Aの輝度を輝度が低下したLED素子Bの輝度に合うように自動補正することによって残像現象、つまり焼き付き現象を軽減できることを示す。

この機能によって、静止画を長時間表示する監視用途でも長期的に画像品位を保つことが可能になる。

4.2 映像信号二重化機能

パソコンなど外部から入力される映像信号はコントロールユニットで受信し、ガンマ・輝度・色度補正、解像度変換などの映像信号処理がされた後、各LEDユニットへ出力される。

図6(a)のように、LEDユニットは複数台で構成されるため、コントロールユニットから出力された映像信号をディジーチェーン接続によって矢印の方向へ伝送している。

もし図6(b)のようにLEDユニットが故障すると、故障した製品から矢印の後ろ方向へディジーチェーン接続されているLEDユニットへ映像信号が伝送できなくなり、故障していないLEDユニットで映像が非表示になってしまう。

そこでコントロールユニットとLEDユニットの映像信号のディジーチェーン接続を二重化し、LEDユニットの故障をコントロールユニットが検出すると、図6(c)のように二重化された経路へ自動で切り替え、故障していないLEDユニットへ映像信号を供給し、映像非表示領域を最小限に抑制する。

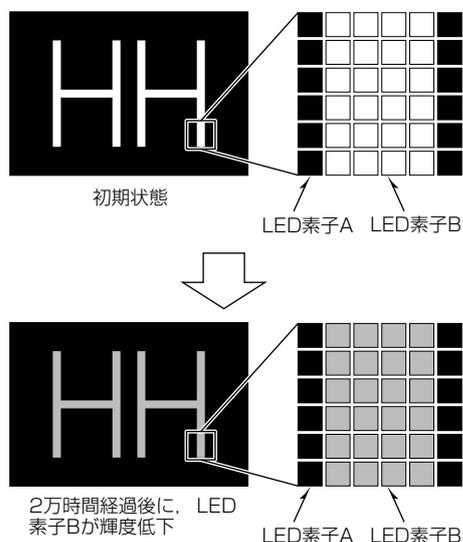


図4. 静止画表示時の輝度低下

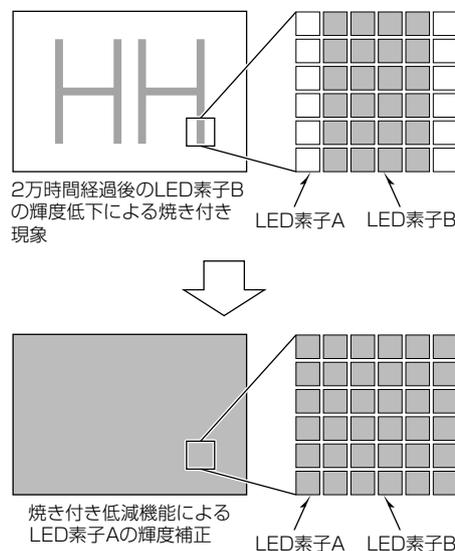
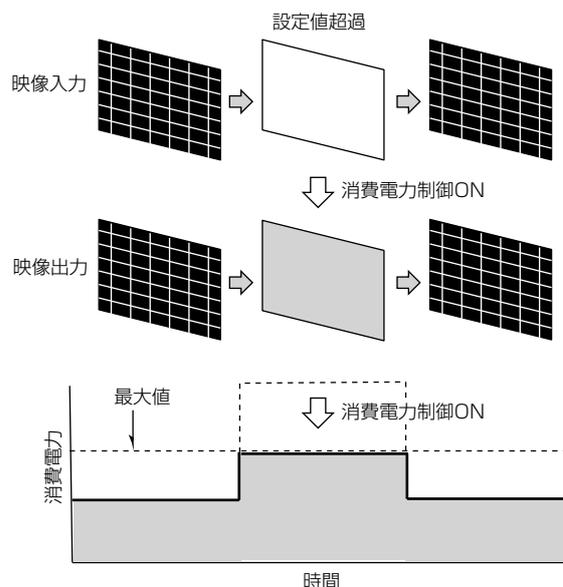
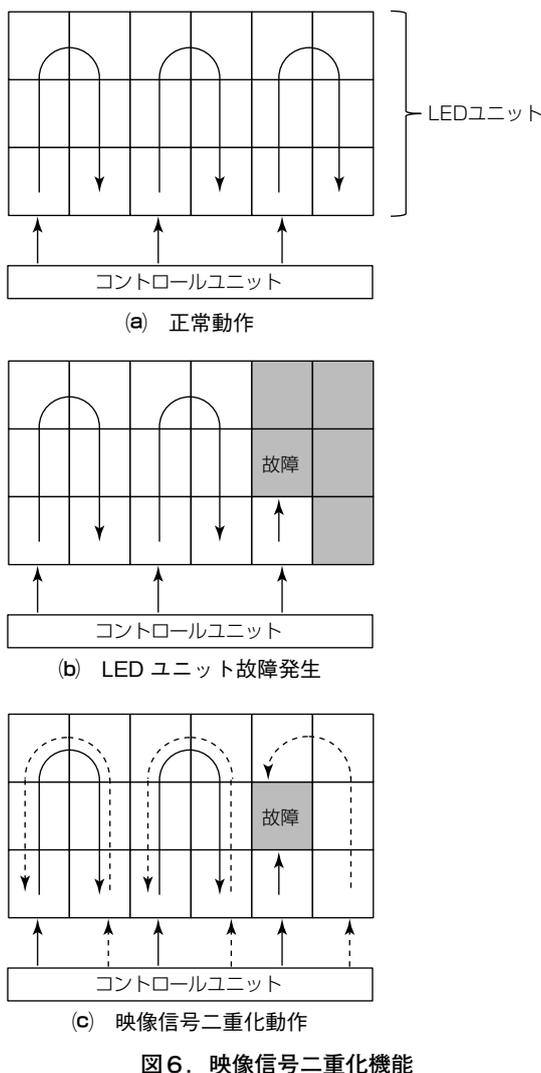


図5. 焼き付き低減機能による輝度補正



バーは回避可能であるが、この場合は暗い映像信号を表示する時も輝度が下がるため、視認性が悪化するという問題がある。

NP160シリーズは、一瞬でも消費電力が過大となることを防ぐため、消費電力が最大値以下に制限されるよう映像信号の変化に連動してLEDユニットの輝度を制御する消費電力制御機能を持つ。この制御によって、明るい映像信号表示時には輝度を下げ、暗い映像信号表示時には輝度を下げないことが可能になるため、あらゆる映像信号に対して視認性を損なわないという効果がある(図7)。

4.3 消費電力制御機能

LEDユニットの輝度はLED素子に流す電流によって決まり、明るい映像を表示する時は電流を増やすためLEDユニットの消費電力が高くなり、暗い映像では電流を減らすため消費電力が低くなるという特性を持つ。これはLEDユニットの台数が増えるほど、消費電力の変動量も増えることを意味する。

大画面で系統図、地図といった情報を複数のオペレータで共有する監視用途では、設備の電源容量によって許容最大消費電力が決まるため、一瞬でも過大な電力が消費されると、電源容量オーバーによって電源供給停止にいたるケースもある。

例えば、一定の消費電力以上にならないようLEDユニットの輝度を下げて固定する方法によって電源容量オー

5. む す び

今回、1.0mm角LED素子を使用し、LED画素間隔が1.5mmの屋内用LED表示装置NP160シリーズを開発した。

監視用途では大画面に多くの情報を表示すること、つまり大型映像表示装置の高解像度化が重要であり、また、焼き付き低減機能、映像信号二重化機能、消費電力制御機能も監視用途で要求される24時間365日連続的な映像表示と映像品位の維持に必要な機能である。

LEDパッケージは0.8mm角、0.6mm角と小型化が進んでおり、LED画素間隔を1.2mm、1.0mmとより狭くすることが可能になってきている。今後、この開発で構築した監視用途向け機能の継承と改良を行い、LEDパッケージのトレンドに沿った屋内用LED表示装置の高解像度化を進めていく。