

2灯式DLPプロジェクタ“XD8100シリーズ”の 高輝度／高機能化技術

鯨島研治* 山田旭洋**
岩井敏充*
金子秀樹*

High Brightness and Wide-range Function Technology of Dual-lamp DLP Projector "XD8100 Series"

Kenji Samejima, Toshimitsu Iwai, Hideki Kaneko, Akihiro Yamada

要 旨

従来の光源ランプを用いたプロジェクタに加え、新たに2つの光源ランプを用いた2灯式DLP®(注1)プロジェクタ“XD8100シリーズ”を製品化した。

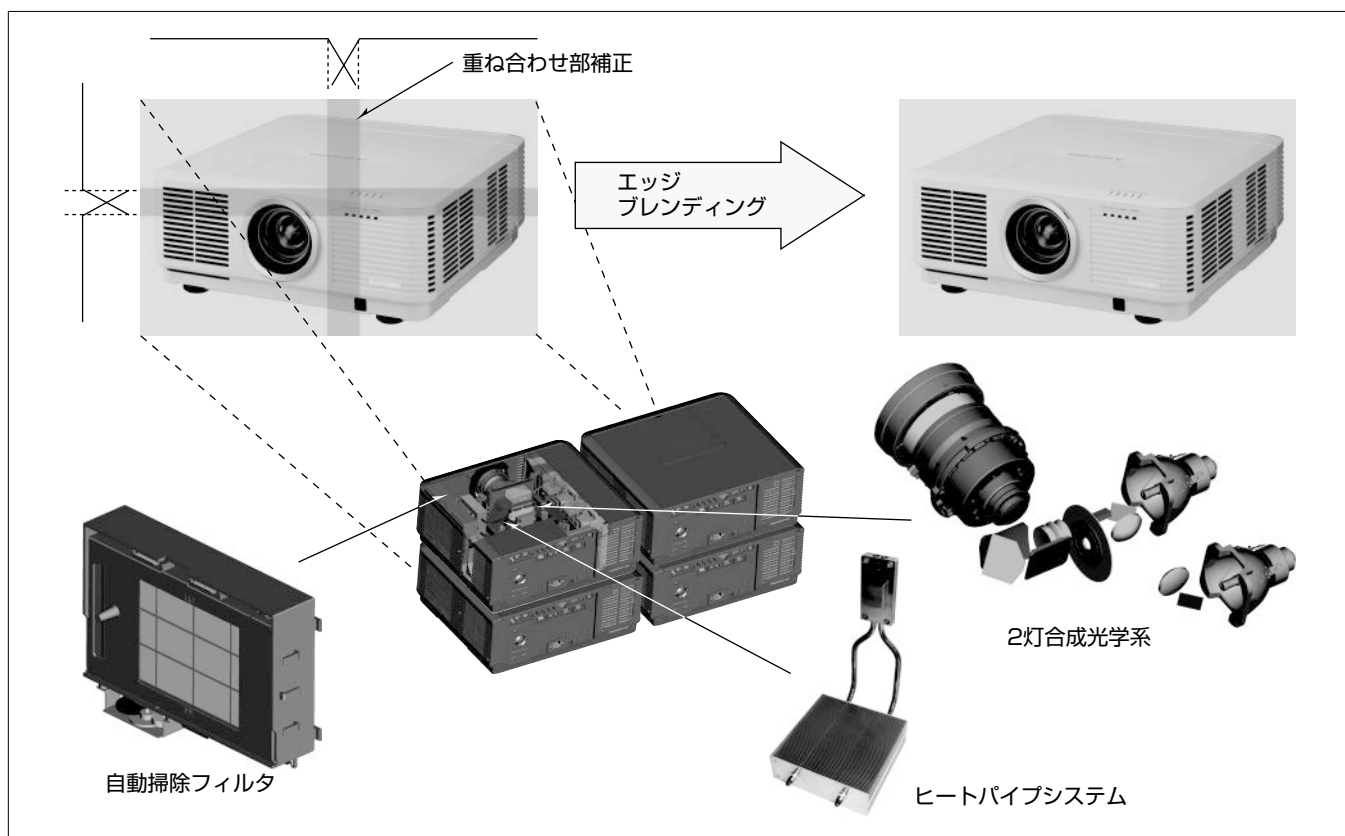
このシリーズは2灯式による高輝度化のため、ミラーによる高効率2灯合成光学系を開発し、輝度7,000ルーメンを達成した。これによって講堂やホールなどの広く明るい環境下でも鮮明に映像を投写することが可能となり、また2つの光源ランプを用いることによって、システムの冗長性を持たせることが可能となった。

一方、大画面化の一手法である複数のプロジェクタを用

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

いたマルチ投写にも対応するため、エッジブレンディング、カラーマッチング／輝度むら補正、幾何学補正をプロジェクタ本体に搭載し、これによって大画面が要求されるデジタルサイネージやイベント会場でのマルチ投写でもつなぎ目が目立たないシームレスな投写をプロジェクタ単体で実現することが可能となった。

さらに信頼性を確保しながら冷却効率を高めるため、映像素子であるDLPチップの冷却にヒートパイプシステムを採用した。またヒートパイプに直結されている放熱器には自動的にフィルタに付着した埃(ほこり)を取り除くことができる新開発の自動掃除フィルタを採用した。



2灯式DLPプロジェクタの新機能

新規設計の高効率2灯合成光学系によって7,000ルーメンを実現した。またエッジブレンディング機能を搭載することによってシームレス投写を実現した。

さらに冷却システムの信頼性を高めるためヒートパイプを採用、また放熱器の目詰まりを防ぐため自動掃除フィルタを搭載した。

1. ま え が き

昨今、大画面をスクリーンに投写するフロントプロジェクタは、高輝度化、高解像度化、大画面化のみならず、信頼性、メンテナンス性の向上が求められている。そこで、三菱電機はこれらの市場要求に対応するため、本格的な設置型プロジェクタを製品化した。

高輝度化に対しては、光源であるランプを2つ使用し、これらを効率よく合成する当社独自の2灯合成光学系を開発し、輝度7,000ルーメンを確保することに成功した。また、高解像度化に対応するためWUXGA(Wide Ultra eXtended Graphics Array)の解像度を持つ“UD8400”も新たにラインアップに加えた。

大画面化に対しては、複数のプロジェクタでマルチ画面を簡単に構成するために、各画面のつなぎ目が目立たないシームレス投写を実現するエッジブレンディング機能を設けた。また各画面の色／輝度差を補正できるカラーマッチング／輝度むら補正機能も搭載した。さらに画面歪(ひず)みを補正するため幾何学補正機能を搭載、本格的なマルチ投写をプロジェクタ本体のみで可能とした。

信頼性の向上に対しては、DLPチップの冷却に可動部を持たないヒートパイプ冷却方式を採用した。また、放熱器にはメンテナンス性を考え、ブラシによって自動的にフィルタに付着した埃を取り除くことができる自動掃除フィルタを採用した。

2. 高効率2灯合成光学系

昨今、2灯のランプを用いた光学系の構成に関して、様々な方式が提案されている⁽¹⁾⁽²⁾が、今回は、当社独自の2灯合成光学系を新たに開発することによって、高輝度と高信頼性を両立させることが可能となった。

2.1 光学系の構成

今回新たに開発した光学系の構成は、“高輝度”及び“耐久性・信頼性”を両立させるため、図1に示す光学系によって構成した。2つのランプを同方向に配置し、一方の光路はリレー系を介した後、他光路とミラー部で合成させる構成となっており、このような構成にすることによって、2灯のランプを平行に配置することが可能となり、お互いのランプから発せられる熱の相互干渉を完全になくことができ、安定した明るさと寿命を両立させることが可能となった。

2.2 高輝度化検討

2つのランプを用いた光学系の場合、原理的に1つのランプを用いた場合に対しインテグレートロッドに集光する光束の効率が低下するという課題があった。

図2に1灯及び2灯光学系を用いた場合のインテグレートロッド入射面における光源像の照度分布を示す。矩形(くけい)の開口に円形の集光スポットが形成されるが、

1灯より2灯の方が光束のケラレ量が多いことが確認できる。2つのランプの光軸にオフセット角度を持たせそれぞれの光源像をインテグレートロッドの中心に重ね合わせる方法や、インテグレートロッド入射面の面積を増やす方法によってインテグレートロッドまでの取り込み効率を上げることが可能であるが、最終的に全系をとって取り込むことができる効率は、インテグレートロッドの面積とインテグレートロッドから射出する光の立体角の積によって決定される(Etendueの法則)ため、結果として取り込み効率を上げることはできない。

そこで、この問題を解決するため、インテグレートロッド入射面の光源像のサイズ(面積)を縮小させる手段として、ランプの硝子飛散防止板を非球面化した。図3にこの設計原理を示す。硝子飛散防止板が平面形状の場合、光軸付近のランプリフレクタで反射された光は、光源がより大きく結像されるためインテグレートロッド入射面に到達しない光が発生する。そこで硝子飛散防止板の光軸付近が凸面形状となるようにこれを非球面化し、ランプリフレクタの反射位置にかかわらずインテグレートロッド入射面での光源像が一様に小さくなる設計とした⁽³⁾。これによってプロジェクタの投写光束量を約6%増大させることが可能となり、7,000ルーメンの高輝度2灯式DLPプロジェクタを実現することできた。

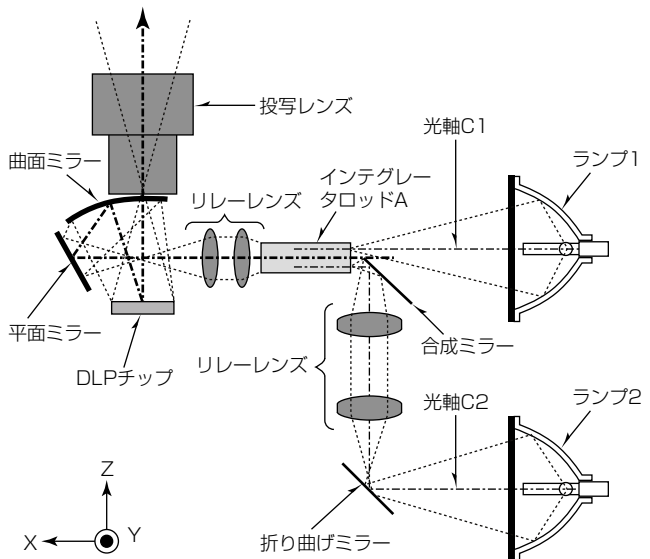


図1. 2灯合成光学系の構成

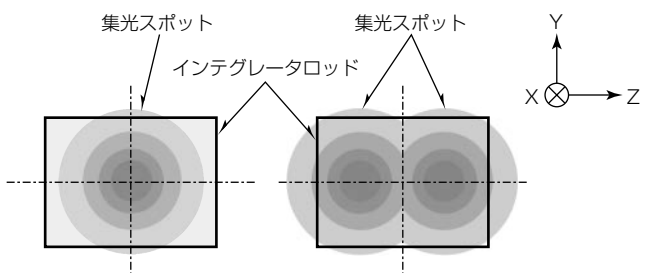


図2. 光源像のイメージ図

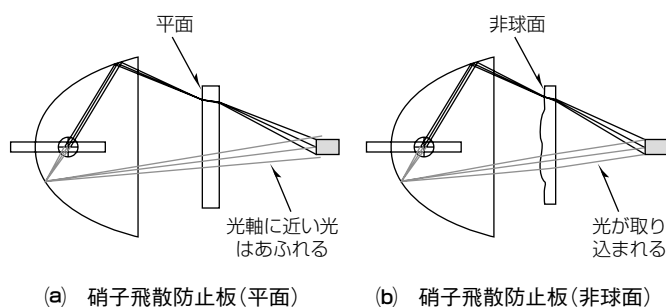


図3. 非球面硝子飛散防止板の設計原理

3. マルチ投写技術

マルチ投写では、複数のプロジェクタによる投写画面をつなぎ目が無いシームレスな1つの画面に合成することが要求されるため、プロジェクタの個体差によって生じる色合い・輝度・画面歪みのばらつきをそろえることが非常に重要となる。これらの調整には、外部機器による大掛かりなマルチ投写システムの使用が主流になっているが、高価でありプロジェクタによる対応が切望されていた。XD8100シリーズでは、マルチ投写時に必要な調整機能を搭載することで、廉価にマルチ投写の実現が可能となった。

3.1 エッジブレンディング機能

エッジブレンディングとは、複数の投写画面を1枚の画面に合成する際に、画面同士をスムーズに接続して境界部を目立たなくする技術である。図4に示すように、2枚の映像を重ね合わせずに突き合わせによってつなぐのは非常に困難であり、投写画面のわずかな位置ずれや歪みによって境界部に隙間(すきま)ができてしまうため、一般的には重ね合わせによる手法がとられている⁽⁴⁾。一方、単純に映像を重ねてしまうと重なり部分が明るく目立ってしまうため、映像の重なり部分に輝度勾配(こうばい)を施すことによって重なり部分が目立たないように信号処理を行っている。なお、今回開発したエッジブレンディング回路では、左右方向だけではなく上下方向にも対応しているため、M×Nの任意の位置に設置することが可能であり、これによって任意のアスペクト比で大画面を構成することができる。

3.2 カラーマッチング機能/輝度むら補正機能

隣り合うプロジェクタの色合いや明るさが一致していない場合、映像の重なり部分を境界として色や輝度の変化が視認できるため、エッジブレンディングの効果が発揮できなくなる。そこで、各プロジェクタ間の色再現範囲や面内輝度むらの微妙なばらつきを補正する機能を設けることで、一体感のあるマルチ投写画面を実現している。なお、カラーマッチング機能に関しては、画面を見ながら色を調整する手動モードだけではなく、色彩色度計を用いた測定モードも設けた。

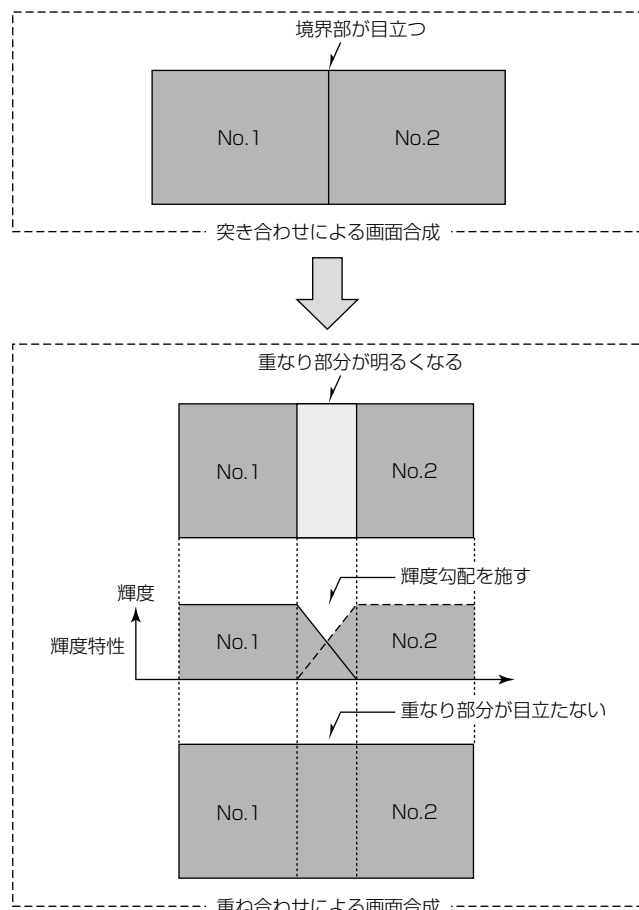


図4. エッジブレンディング機能

3.3 幾何学補正機能

映像が重なった部分の位置合わせができていないと、重なった部分の解像度が低下してしまうため、重なり部分を境界としてつなぎ目が目立ってしまう。そこで、画面の位置合わせを容易にするために以下の3種の補正機能に対応することで、より臨場感の高い演出を可能としている。

- ①台形歪み補正：スクリーン斜め方向から映像を投写することによって、画面が台形になった場合の歪みを補正する機能
- ②コーナー補正：設置条件などによって投影した映像がスクリーンから少しだけずれてしまう場合などに、映像の四隅を微調整して位置合わせする機能
- ③曲面投写補正：平面スクリーンのみならず、円弧状の曲面スクリーンへ投写した際の画面歪みを補正する機能

4. DLP冷却・防塵(ぼうじん)構造

プロジェクタの高輝度・信頼性を確保するためには光学系開発と同時に冷却システムの開発が切り離せない。今回、DLPチップの冷却にヒートパイプを使用し、防塵フィルタと組み合わせることで信頼性の高い冷却システムを構築することが可能となった。

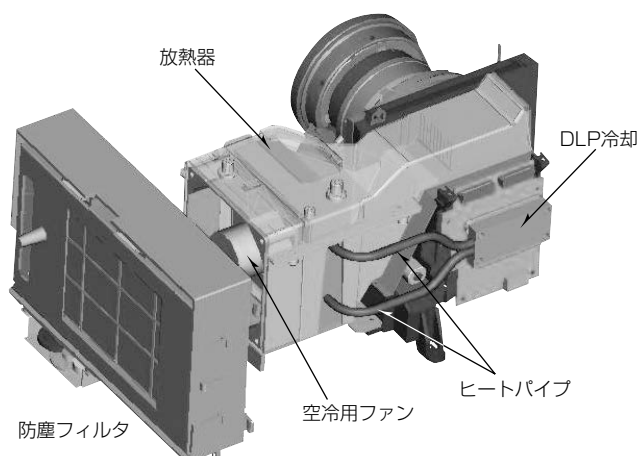


図 5. DLP冷却構造

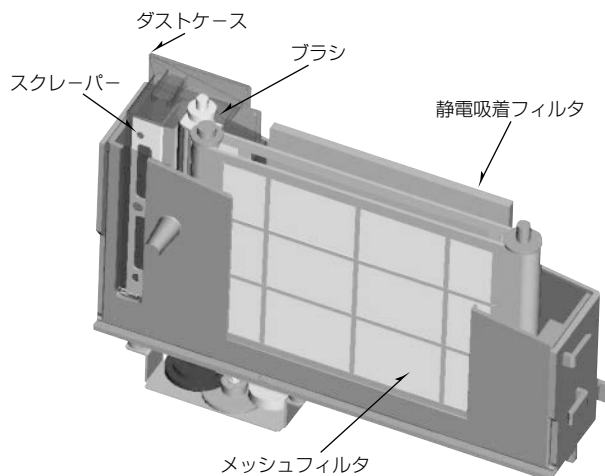


図 6. クリーニングフィルタの構成

4.1 ヒートパイプシステム

DLPチップを使用したプロジェクタでは、通常チップの裏面に配置された放熱用フィンで冷却を行っている。XD8100シリーズでは7,000ルーメンの高負荷に耐えるためヒートパイプを用いた冷却方式を採用した。ヒートパイプは真空の金属パイプ中に封入された作動液の蒸発・凝縮サイクルによって無動力で高速に熱を移動することができる。DLPチップで発生した熱を冷却するには大きな放熱器が必要なため、離れた位置の放熱器にヒートパイプで熱を移動させることによってこれを冷却する(図5)。

4.2 自動掃除フィルタ

放熱器は放熱用フィンが密集配置された構造となっており長期間使用した場合、埃が詰まりやすいという欠点もっている。放熱用フィンの目詰まりによる冷却性能の低下を防止するため、フィルタとして当社の家庭用エアコンなどで使用されているメッシュフィルタを採用した。このフィルタはクリーニング機構を付加することで再使用が可能であり長期にわたり連続使用することができる。XD8100シリーズでは自動クリーニング機構を備えたメッシュフィルタと静電吸着タイプのフィルタを配置した。メッシュフィルタでは放熱器の目詰まりを起こしやすい比較的繊維の長い埃を除去し、それ以外の細かな埃については静電吸着タイプのフィルタで除去する2段構成としている。

4.3 防塵フィルタの構造

防塵フィルタはモータなどの駆動機構と静電吸着タイプのフィルタを備えた本体側と取外し可能なカセット側の2つで構成されている。カセット側にはメッシュフィルタとクリーニング用ブラシ、着脱可能なダストケースが収納され、本体側の駆動機構でクリーニング動作が可能な構造となっている。カセットの清掃はダストケースに溜(た)まった埃を捨てることで行い、新たなカセットに交換することで清掃の手間を省くこともできる。また、静電吸着タイプ

のフィルタも本体から取り外して清掃可能な構造とした。

メッシュフィルタのクリーニングには一定の方向に起毛したブラシを使用する。このブラシは特定方向には埃を付着するが、逆方向には埃を分離する性質を持つ。この性質を利用して、メッシュフィルタで捕集した埃をブラシに付着させることでこれをクリーニングする。

ブラシに付着した埃はスクレーパーで分離しダストケースに溜まる構造とした(図6)。

5. む す び

今回、新たに製品化した2灯式DLPプロジェクタについて述べた。高輝度を確保するためランプを2つ用いた当社独自の2灯合成光学系を開発することによって7,000ルーメンという高輝度を達成した。またエッジブレンドに代表されるマルチ画面を実現することによって幅広い投写シーンに対応した。さらにヒートパイプシステムや自動掃除フィルタを採用し、信頼性の確保やメンテナンス性の向上を可能とした。

参 考 文 献

- (1) 島岡優策, ほか: 特許第4028551号 (2007)
- (2) 伏見吉正, ほか: 天吊り対応液冷方式の高輝度1チップDLP™プロジェクタ, *Matsushita Technical Journal*, **52**, No.3, 42~48 (2006)
- (3) 桑田宗晴, ほか: プロジェクションテレビ用高効率集光光学系ー光利用効率の向上による高輝度化ー, *IEICE Technical Report*, **106**, No.499, 129~132 (2007)
- (4) 松尾裕一: 大画面表示による大規模流体解析のエンジニアリング可視化技術, 可視化情報学会第7回ビジュアライゼーションカンファレンス, 13~20 (2001)