

ハイビジョン対応液晶プロジェクタ

Development of High-Vision LCD Projector

吉田 誠 Makoto Yoshida

片山 猛 Takeshi Katayama

釘宮伸太郎 Shintarō Kugimiya

長林 保 Tamotsu Nagabayashi



ハイビジョン対応プロジェクタ「Woooシリーズ」PJ-TX100Jの外觀

ハイビジョン対応プロジェクタPJ-TX100Jでは、リアリティを追求した高画質で、「未知の映像体験」を演出する。

デジタルハイビジョン放送やサラウンドシステム用5.1チャンネル搭載のオーディオ機器の低価格化により、高画質・高音質なソフトウェアが普及し、これらを大画面で楽しみたいというニーズが高まっている。このため、プラズマディスプレイパネルや液晶を使った薄型テレビなどが急速に大画面化し、さらに大画面の映像を得る製品として、HTPS(High-Temperature Polysilicon)薄膜トランジスタ駆動液晶ディスプレイを用いた透過型液晶プロジェクタが注目されている。

日立製作所は、ホームシアター用プロジェクタとし

て、DVD画質に適した480 p(順次走査)液晶パネルを採用した「PJ-TX10J」を2003年8月に発売し、2004年6月には、さらにこの上位機種として、ハイビジョン対応720 p液晶パネル採用の「PJ-TX100J」を発売した。

今回開発したPJ-TX100Jでは、シネマとハイビジョンの画質向上を追求した。また、例えば、肌色を好みの色にできるガンマイコライジング機能をユーザーが操作できるように機能を充実させるなど、さまざまな視聴環境に合わせた演出を追求した製品である。

1 はじめに

高画質・高音質なソフトウェアを大画面で楽しみたいというニーズが高まっているため、PDP(Plasma Display Panel)や液晶薄型テレビなどが急速に大画面化(30~50型)している。また、さらに大画面の映像(80~100型)を見ることが出来る製品として、HTPS(High-Temperature Polysilicon)薄膜トランジスタ駆動液晶ディスプレイを用いた透過型液晶プロジェクタが注目されている。この透過型液晶プロジェクタは、ビジネス用途(データプロジェクタ)を中心に発展してきたもので、高性能・低価格が両立している。

日立製作所は、DVD(Digital Versatile Disc)の画質に適した480 p(Progressive:順次走査)液晶パネルを採用したPJ-TX10Jを2003年8月に発売し、2004年6月には上位機種として、ハイビジョン対応720 p液晶パネルを採用した「PJ-TX100J」を発売した。

ここでは、PJ-TX100Jの開発ポイントと、この開発に採用した新技術について述べる。

2 ホームシアター用プロジェクタの市場動向

2004年度の全世界のホームシアター用プロジェクタ市場の

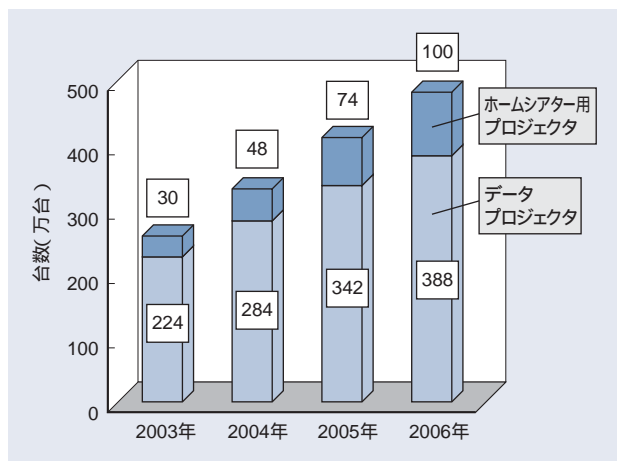


図1 フロントプロジェクタの世界需要(日立製作所予測)

ホームシアター用プロジェクタの世界需要は2004年以降、年率50%の伸びを示している。

規模は48万台と予測する(図1参照)。これは、フロントプロジェクタ市場全体の14%に当たる。2006年度には100万台(構成比20%)に拡大する見通しであり、年率50%という高成長が期待されている。

一方、販売チャネルは、当初AV(Audio-Visual)マニアが購買層の中心であったため、シアター向け専門店が全体の構成比で30%を占めている。これは、プロジェクタとスクリーンとの設置位置や、オーディオ機器、室内照明とのマッチングなど、販売に際して専門的な知識が必要となるためである。

しかし現在では、プロジェクタの高輝度化と設置性の改善により、家電量販店での販売比率が増加し、市場拡大が加速している。

3 PJ-TX100Jの開発コンセプトと仕様

3.1 開発コンセプト

PJ-TX100Jの開発コンセプトは以下の2点である。

- (1) シネマ映像とハイビジョン映像を高画質で再現する。
- (2) 快適な視聴環境で高画質の映像を演出する。

シネマ映像については、映画製作者の画像づくりやライティングへのこだわりを伝えるために、黒つぶれのない階調表現や、肌色の自然な再現などに注力し、ハイビジョン映像については、リアリティのある奥ゆき感や、臨場感の再現を目標とした。

また、視聴者に快適な視聴環境を提供するために、プロジェクタの設置範囲を広げるとともに、使用時の騒音を大幅に低減した静音設計の実現と、リモコンやメニュー画面の操作性の向上を目指した。また、さまざまな機器と接続できる豊富な入力端子を備えたほか、一般家庭のインテリアにもマッチする高級感のあるデザインとした。

表1 PJ-TX100Jの主な仕様

PJ-TX100Jの明るさ1,200 lmとコントラスト比1,200:1は、業界トップクラスの性能である。

項目	仕様	
型式	PJ-TX100J	
液晶パネル	サイズ	0.7型×3(枚)
	画素数	2,764,800画素(水平1,280×垂直720×3)
投写レンズ	F1.7~F2.4 f=20~32 mm	
ランプ	150 W	
明るさ	1,200 lm	
コントラスト比	1,200:1	
ズーム	手動ズーム(1:1.6)	
フォーカス	手動フォーカス	
消費電力	220 W	
外形寸法(mm)	幅340×奥行き280×高さ110 (突起部を含まず。)	
質量	4.4 kg	

3.2 主な仕様と特徴

PJ-TX100Jの主な仕様と特徴は以下のとおりである(表1参照)。

- (1) ハイビジョンに対応した720 p液晶パネル採用
- (2) リアリティがある映像を表現するハイフォーカス性能
- (3) 明るい部屋でも投写できる1,200 lmの高輝度
- (4) コントラストを視聴環境により最適化する10段階電動アイリス機能
- (5) 設置性能を広げる1.6倍ワイドズームレンズと、画質の劣化がなく、最適なポジションに設置できるレンズシフト機能
- (6) 映像だけに集中できる静音設計
- (7) 映像の階調を調整できるガンマイコライジング機能
- (8) 好みの色に調整できるカラーバランス機能
- (9) 使いやすさと機能性を重視したリモコン

4 Woooハイビジョンレンズに代表される光学技術

PJ-TX100Jの光学系では、以下の3点を開発のコンセプトとした。

- (1) シネマ映像とハイビジョン映像を高画質で再現するためのハイフォーカス性能
- (2) シネマ映像では低輝度領域での階調を再現するための高コントラスト
- (3) 明るい部屋でも楽しめる高輝度化

これら高解像度、高コントラストを実現するために、F1.7の大口径で、投写レンズ内部に電動アイリス機構を設けた「Wooo(ウー)ハイビジョンレンズ」を開発した。

4.1 ハイフォーカス技術によるWoooハイビジョンレンズ

従来機以上の高輝度とハイフォーカス性能を実現するため

には、F1.7の大口径で、高解像力を持つ投写レンズが必要となる。このため、プラスチック非球面レンズを1枚と、超低分散ガラスレンズを4枚(従来機では0枚)採用した(図2,図3参照)。従来機とのMTF(Modulation Transfer Function : 変調伝達関数=結像光学系の解像力を示す指標)特性の比較を図4に示す。PJ-TX100Jのほうが高い像高まで使用するにもかかわらず、従来機PJ-TX10J'に比べて最大像高付近まで、高いMTFを維持していることがわかる。

4.2 F1.7大口径レンズによる高輝度化技術

テレビ感覚でホームシアターを楽しみたいという要望にこたえるため、高輝度化を図った。そのためには、液晶パネル透過後の光を効率よくスクリーンに投写しなければならず、F1.7の大口径レンズが必要となる。一般に、大口径レンズほど収差補正が困難になる。このため、超低分散ガラスレンズやレンズシフト範囲で高解像を維持する非球面レンズの採用により、高解像度化と大口径化を両立させた。

光源部には、新開発の150 W高輝度ランプを採用し、業

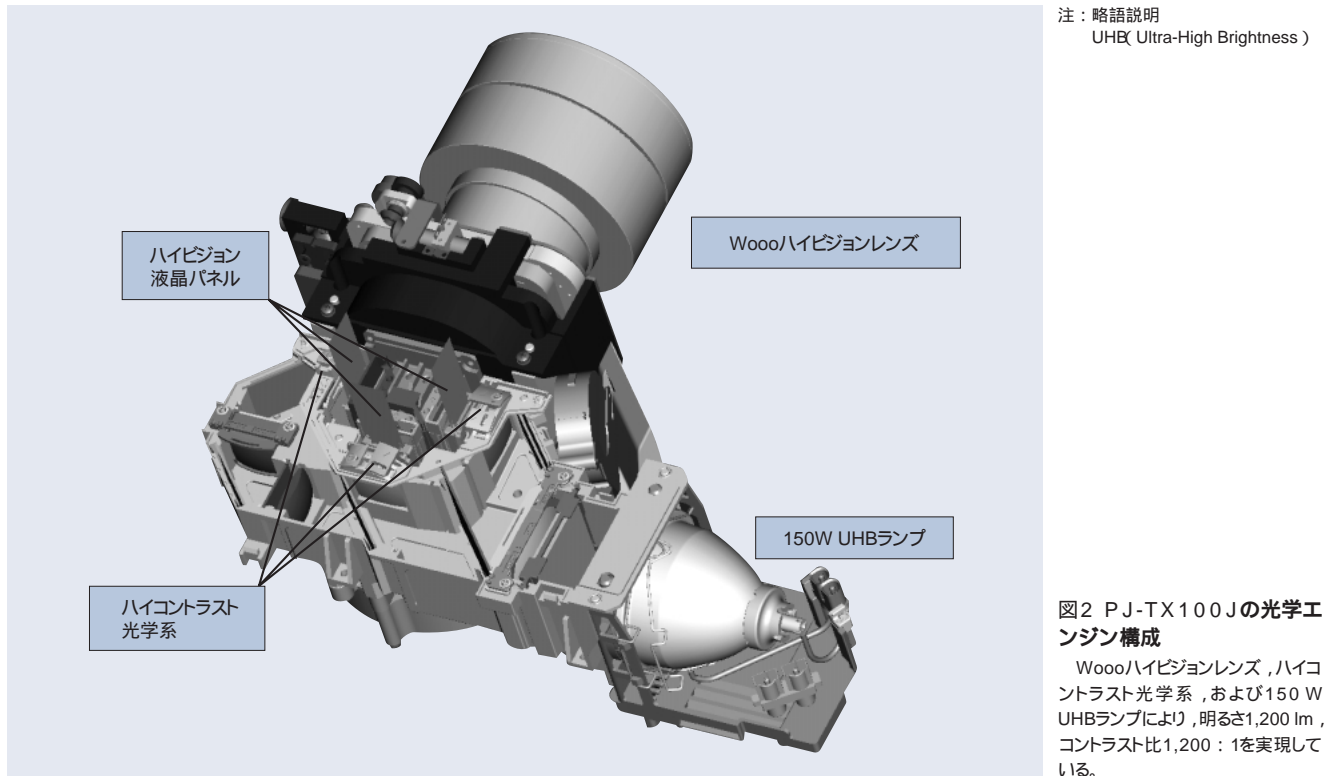


図2 PJ-TX100Jの光学エンジン構成

Woooハイビジョンレンズ、ハイコントラスト光学系、および150 W UHBランプにより、明るさ1,200 lm、コントラスト比1,200 : 1を実現している。

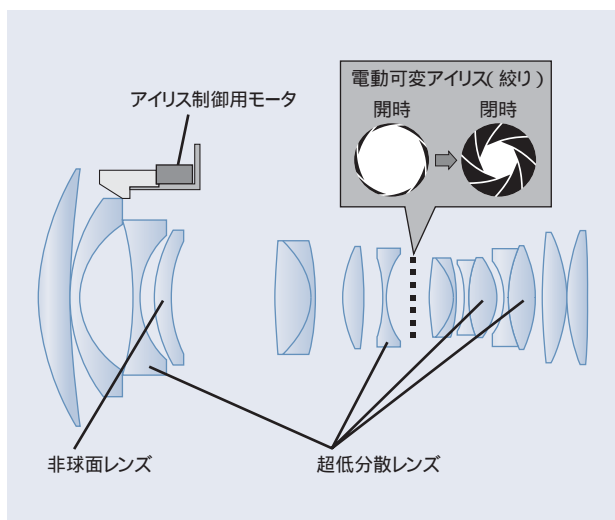
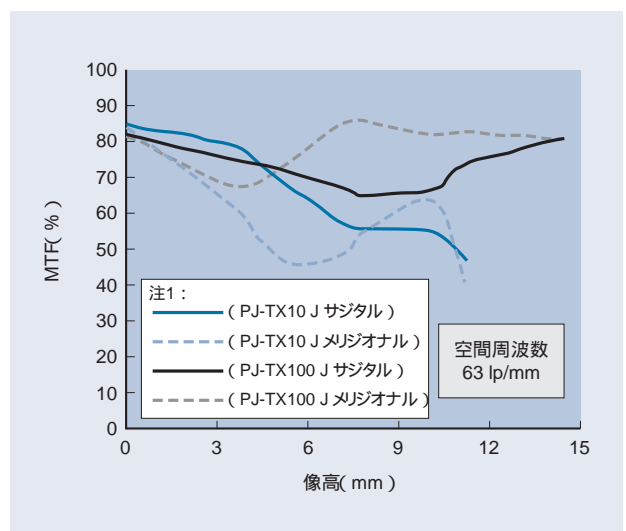


図3 PJ-TX100Jのレンズ構成

超低分散レンズを4枚と非球面レンズを1枚採用し、さらに、アイリス機構を内蔵する。



注2: 略語説明

MTF(Modulation Transfer Function)

lp(line pair ; 単位長さ当たりの白黒コントラストのペア本数)

図4 PJ-TX100Jと従来機種とのMTF比較

PJ-TX10Jに比べ、PJ-TX100Jでは、最外周まで高いMTFを維持している。

界最高レベルの1,200 lmの明るさを実現している。

4.3 電動アイリス機能と高コントラスト光学系

ホームシアター用プロジェクタでは、映画など暗い画面の映像画質(シネマ画質)が重要である。PJ-TX100Jでは電動アイリス機構を搭載しており、投写光量を電動アイリスによって最適化することにより、コントラストと黒照度の調整を可能とした。さらに、電動アイリス機構による投写光量の調整をユーザーが簡単にできるように、10段階の電動可変方式を採用し、ユーザーが好むコントラスト、黒照度レベルに調整できるようにした。

また、液晶パネルの視野角のばらつきと複屈折により、原理的に黒画面で色むらが発生する。この視野角のばらつきと複屈折を防ぐために、偏光板と位相差補償フィルムの角度調整機構で最適に調整する工程を追加し、黒画面で色むらのない製品を出荷している。

4.4 高色純度光学系

ホームシアター用プロジェクタでは、高い色純度と色再現性も重要である。PJ-TX100Jでは、F1.7の大口径レンズと150 Wランプの採用により、光学エンジンにパワーを持たせ、必要な波長域の光が高色純度と色再現性を向上させるようにした。特に、白の再現性については、白らしさの指標である黒体放射に近づける色設計とし、RGB(赤・緑・青)の混合比についても最適化設計を行い、肌色などの色再現性を改善した。その結果、PJ-TX100Jではさまざまなコンテンツを美しい色彩で再現することができる(図5参照)。

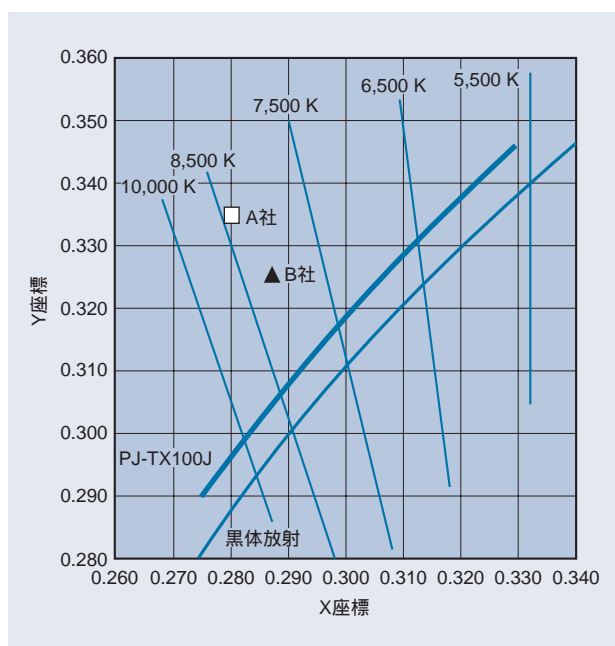


図5 PJ-TX100Jのホワイトバランス

白の指標となるホワイトバランスについては黒体放射に近づける色度とした。これにより、自然な白色での映像表現を実現した。

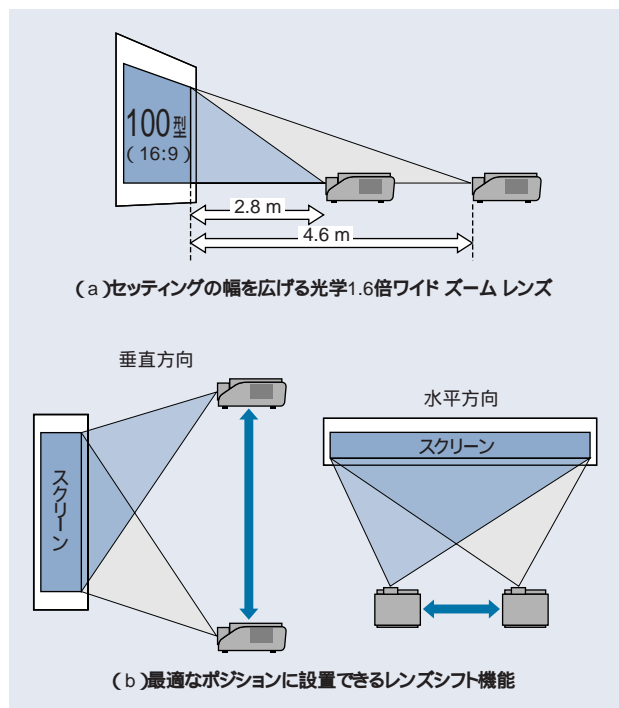


図6 PJ-TX100Jの投写距離とレンズシフト量

投写距離については100型投写時に2.8~4.6mと広い範囲での設置を可能とした。また、レンズシフト量は垂直2.5画面、水平1.5画面とした。

4.5 設置性を広げる1.6倍広角ズーム、レンズシフト機能

PJ-TX100Jの投写レンズは、ホームシアター用プロジェクタとしてトップレベルの高倍率・広角レンズである。さらに、設置性を向上させるため、レンズシフト機能にも対応している。投写距離は80型投写時に2.2mであり、720 pパネル採用のプロジェクタでは最も短い。また、画質の劣化をなくして投影するスクリーンの範囲拡大には、上下2.5画面、左右1.5画面のレンズシフト機構を設けて対応している。

投写距離・ズーム倍率の設定に関しては、ユーザーの観点や、多数の設置例を収集、解析し、設置シミュレーションを実施した結果を反映させた。例えば、最短側は6畳間の短辺方向に投射しても、ほぼ80型サイズの映像を投写できる距離を考慮し、ズーム倍率は最適な視聴位置の前後をカバーできるように配慮している(図6参照)。

5 高画質とユーザー対応が可能な調整機能

ソフトウェアと回路については、(1)デフォルト画質の最適化、(2)ユーザーの使い勝手の向上、および(3)初心者からマニアまで幅広い層に対応する機能の追加の3点に重点を置いた。

上記機能のうち、映像コンテンツと視聴環境に最適な映像を提供するピクチャーモードとオプティカルブラックモード、およびユーザーが自由に画像づくりできるガンマイコライジング調

整機能について以下に述べる。これらの機能は、他社との競合優位化(ガンマイコライジング機能は業界初)と、低価格化に大きく貢献している。

5.1 5種類の映像モード, オプティカル ブラック モード

従来機のPJ-TX10Jでは、ノーマル(素直な画像)、シネマ、ダイナミック(メリハリのある画像)の3種類のモードを用意していた。PJ-TX100Jでは、ユーザーにさらに多くの感動を伝えるために、プロジェクトの用途に合わせ、ミュージックとスポーツの二つのモードを追加した。また、さまざまな視聴環境で映像を楽しめるように、アイリスとランプ電力により、光束量とコントラストを設定する「オプティカル ブラック モード」を設定した。

これにより、映像コンテンツや、視聴空間に合わせて映像モードを選択すれば、初心者でも最適な映像を楽しむことが可能となる(表2参照)。

5.2 ガンマイコライジング調整機能

初心者からマニアまでの幅広い層に対応する手段として、ユーザーが独自に画像づくりを行えるように、映像のコントラスト特性を調整できる「ガンマイコライジング機能」を追加した(図7参照)。この機能の開発にあたっては、目標を以下のように設定した。

- (1) だれでも簡単に調整できる。
- (2) マニア層でも納得できる調整範囲

表2 映像モードとオプティカル ブラック モード
映像コンテンツと視聴空間に応じたプリセットモードを搭載している。

(a) 映像モード

モード	特徴	色温度	映像コンテンツ
ノーマル	標準的な画質(2.2乗)	7,500 K	素直な映像
シネマ	全階調表現重視	8,000 K	映画コンテンツ
ミュージック	黒階調再現重視	8,500 K	ミュージックビデオ
スポーツ	コントラスト重視	9,300 K	ハイビジョン放送やスポーツ放送
ダイナミック	全体的に明るさを重視		躍動感のある映像

(b) オプティカル ブラック モード

モード	イメージ	使用シーン	明るさ	コントラスト比	ランプ	アイリス
オフ		明るい部屋での視聴に適している。	1,200 lm	800 : 1	標準モード	開
ナチュラル		照明やカーテンなどで明るさを調節できる部屋での視聴に適している。	↑ ↓	↑ ↓	静音モード	中間
ディープブラック		シアタームードの暗い部屋での視聴に適している。	400 lm	1,200 : 1		閉

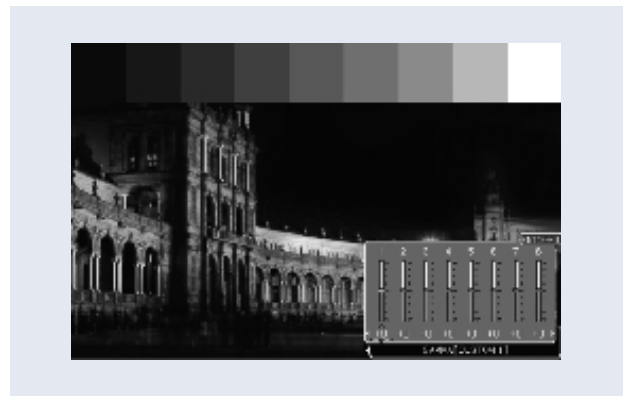


図7 ガンマイコライジング調整による映像例

スクリーン画面の下に出る調整機能画面とスクリーン画面の上に出るグレースケールが対応しており、しかも投映中の画面でもガンマ(コントラスト特性)が同時に変わる。

(3) 外部機器を用いなくて調整が可能

この機能では、映像信号を8段階に分け、それぞれを独立させて調整できるようにし、暗部から明部まで自由に動かすことができる。調整ポイント間はなだらかに変化するようにふうしているため、トラッキングなどに違和感がなく調整できる。

また、調整の際には、静止画だけでなく、グレースケールやランプ信号を同時に表示することもでき、ガンマ(コントラスト特性)の変化を目で確認することができる。そのため、初心者でもガンマの動きを学習することが容易となり、好みの画質の実現や、新たな画質の発見につながる。

調整範囲に関しても、従来より細かく調整ができ、微妙な明暗(影など)を再現でき、マニアにも満足してもらえるように配慮している。

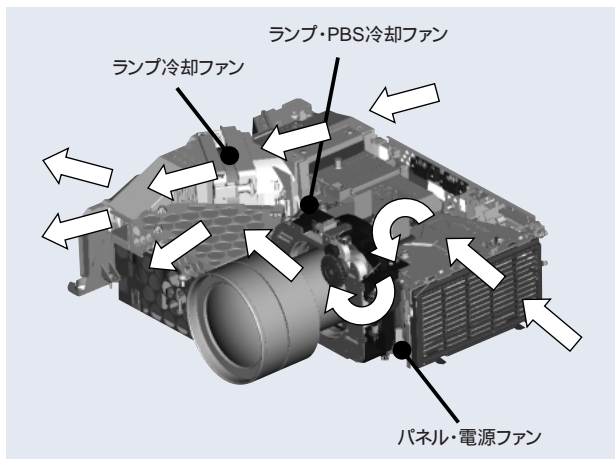
この機能やRGB独立のカラーバランス調整などで作り出した好みの画質を最大四つまで記憶させることができ、リモコンでこれら呼び出すことができる。そのため、ユーザーはいつでも自分だけの映像を楽しむことができる。

このように、本格的な「自分だけのホームシアター」を実現することにより、ユーザーの満足度が向上し、市場拡大への足がかりになると考える。

6 静音設計

セット構成の検討では、家庭向けということを考慮し、ユーザーの使い勝手のよさを追求した。

内部構成については、前方排気と低騒音を実現するため、発熱量が大きくセット内の温度上昇の原因となるランプの冷却風路を、他の冷却風路と分離独立させた。さらに、大風量のシロッコファンを液晶パネル周りや電源の間に配置し、ファンの吸気で液晶パネル周りを、排気で電源をそれぞれ冷却することによって効率向上を図った独自の冷却システムを採用した。ランプ冷却には軸流ファンを使い、ダクトを通してセット



注：略語説明 PBS(Prism Beam Splitter)

図8 PJ-TX100Jの冷却構成

大風量のシロッコファンをゆっくり回す方式とし、このクラスでのトップレベルの明るさ1,200 lmlにもかかわらず、低騒音化を実現した。

前方へ排気する構成とした(図8参照)。

このほか、低騒音化の実現にあたっては、流体解析と熱解析を積極的に活用し、最適設計を図った。また、150 Wと高電力なランプの冷却については、ランプのシール部の温度を低減させるために光線追跡シミュレーションを行い、電極部の長さとりフレクタサイズの最適化を図った。騒音の予測では、音源分離による騒音予測法を活用した。以上により、このクラスでは業界最高レベルであるノーマルモードで29 dB、静音モードで26 dBを実現した。

視聴時に気になる後面からの光漏れについては、ランプ冷却風の吸気口をランプ直下に配置し、セット後面を完全にふさぐことにより、漏光をシャットアウトした。

7 高級感のあるデザイン

デザインについては、大口径レンズの採用、前方排気という制約の下で、家庭向けを考慮したデザインとした。大口径レンズ=高性能のイメージを考慮し、レンズのメカニカルな高級感と筐(きょう)体のフロントカーブを生かし、一般家庭のインテリアにもマッチした、重厚で高級感あふれるデザインとした。

また、カラーリングでは、高級感があり、映像の邪魔にならないブルーブラックとシルバーの2トーンとし、薄くコンパクトに

見えるカラーとした。設計全体にあたっては、デザインをはじめ、光学エンジン、内部実装、および筐体設計のすべてにおいて三次元CADを活用し、むだなスペースを排除することにより、コンパクト化を実現した。

8 おわりに

ここでは、ホームシアター市場で急速に伸びているハイビジョン対応液晶プロジェクタとして、日立製作所が新たに開発したPJ-TX100Jについて述べた。

PJ-TX100Jは、日立製作所独自の技術により、高解像度、高輝度、および高コントラストを実現したホームシアター用プロジェクタである。日立製作所は、今後も顧客が求める高画質を極めたプロジェクタの開発、提案を続けていく考えである。

執筆者紹介



吉田 誠

2001年日立製作所入社、ユビキタスプラットフォームグループ デジタルメディア事業部 オプトユニット設計部 所属
現在、液晶プロジェクタの光学設計に従事
E-mail: makoto-yoshida @ itg. hitachi. co. jp



釘宮伸太郎

1994年日立製作所入社、ユビキタスプラットフォームグループ デジタルメディア事業部 プロジェクタ設計部 所属
現在、液晶プロジェクタの回路設計に従事
E-mail: kugimiya @ itg. hitachi. co. jp



片山 猛

1991年日立製作所入社、ユビキタスプラットフォームグループ デジタルメディア事業部 ディスプレイ機構設計部 所属
現在、液晶プロジェクタの機構設計に従事
E-mail: t.katayama @ itg. hitachi. co. jp



長林 保

1993年日立製作所入社、ユビキタスプラットフォームグループ デジタルメディア事業部 プロジェクタ商品・販売企画部 所属
現在、液晶プロジェクタの販売企画に従事
E-mail: nagabaya @ itg. hitachi. co. jp