レーザ光源プロジェクタ向け高輝度・超短焦点投写光学系および色再現処理技術の開発

Highly Efficient Ultra-wide Angle Projection Optics and Color Processing Technology for Laser Light Source Projector

正会員 安部 高明[†], 奥田 倫弘[†], 正会員 松本 慎也[†], 前田 誠[†],
正会員 安東 孝久[†], 辻 企世子[†], 寺内 智哉[†], 天野 隆平[†],
井上 益孝[†], 池田 貴司[†], 正会員 金山 秀行[†]
Taka-aki Abe[†], Michihiro Okuda[†], Shinya Matsumoto[†], Makoto Maeda[†],
Takahisa Ando[†], Kiyoko Tsuji[†], Tomoya Terauchi[†], Ryuhei Amano[†],
Masutaka Inoue[†], Takashi Ikeda[†] and Hideyuki Kanayama[†]

Abstract Our newly developed ultra-short throw distance laser light source projector is composed of triple rod illumination optics, mirror-lens hybrid ultra-wide angle projection optics and laser color processing. This projector has achieved the highest brightness of 7,000lm, the shortest throw distance of 60 cm at 100-inch image size and wider color gamut of 190% compared with sRGB by making full use of the advantages of laser such as high luminance, small etendue and high color purity. These specifications improve the visibility, convenience of installation and vividness of the image. In this paper, we describe our original developed technology such as the triple-rod illumination optical system, ultra-short projection optical system and laser color processing.

キーワード：レーザ光源，プロジェクタ，ファイバ，超短焦点投写，色再現

1. ま え が き

プロジェクタ（以後PJ）は、その設置自由度の高さや大画面化の容易性から、表示装置としてデジタルサイネージ、イベント、シネマなどさまざまな用途で用いられている。これらの用途において、以下の三つの性能に対する要望が高い。

(1) 高輝度による高い視認性

屋内外を問わずあらゆる環境において高い視認性を保つためには高輝度投写が必要である。輝度は光源の性能およびシステムの光利用効率によって決まる。近年の高輝度投写への取組みとしては、光源として最も広く用いられている高圧水銀ランプの性能向上やその複数使用、高出力なキセノンランプの使用、が一般的である。

(2) 省スペース投写による設置の利便性

投写距離の短い省スペース投写により、視聴エリアの拡

大および投写環境の構築が容易となる。投写距離短縮の手法として、広角レンズの使用やミラーを用いた光路の折り返しがある¹⁾。

(3) 高色再現性による色鮮やかな画質

視聴者へ訴求力の高い映像表示を行うため、広い色再現範囲と正確な色表現力が望まれている。その実現のため、撮像側と表示側の両方から取組みが行われている。撮像側では、新しく従来以上の色再現範囲を定義した映像規格 xvYCCが制定され、それに対応した民生用の撮像機器が発売されている。表示側ではRGB3原色に別の色を組合せた多色システム²⁾、LEDのような高い色純度を持つ新光源を用いたPJが市場に出ている。また、色表現手法に関しても信号処理による取組みが多数行われている。

これらの要望を満たす光源としてレーザは、色純度や指向性など多くの面で従来の放電ランプやLEDに比べて大きな優位性がある。レーザを光源としたPJとしては、すでにMEMSミラーを用いたスキャン方式の超小型PJ³⁾や、リアプロジェクション方式のテレビが製品化されており、液晶テレビやプラズマテレビに比べて高色純度や低消費電力を訴求している⁴⁾。

本論文では、上記要求性能を実現すべく開発したPJについて述べる。この新規開発したPJは、①レーザ光源を用い

2009年12月、IDW '09で発表

2010年2月26日受付、2010年4月26日再受付、2010年5月7日採録

[†] 三洋電機株式会社 研究開発本部 デジタル技術研究所

(〒574-8534 大阪府大東市三洋町1-1, TEL 072-870-6104)

[†] Digital Technology Research Center, R&D Headquarters, SANYO Electric Co., Ltd.

(1-1, Sanyo-cho, Daito-Shi, Osaka, 574-8534, Japan)

たPJにおいて世界最高輝度，②フロントPJにおいて最短投写距離，③色再現範囲の拡大と入力映像に忠実な色表現の両立，を目標とし，レーザ光源の特性を考慮した光学系・信号処理を構築した．次章以降に，開発PJの構成およびシステム試作機の性能について報告する．

2. システムコンセプト

開発PJは，光源として導入したレーザ，新規に開発した照明光学系，投写光学系，色再現信号処理によって構成されている．照明光学系は高輝度投写に，投写光学系は最短投写距離に，色再現信号処理は高色再現性にそれぞれ対応している．以下に光源，表示素子を含む本システムの技術概要の説明を行う．

2.1 光源

表1にレーザ光源とLED光源・キセノンランプ光源との性能比較表を示す．PJの明るさを決定する要因は光束密度である．表に示される通り，レーザは1個あたりの光束がキセノンランプに比べ劣るが，エタンドュは数桁小さいために，光束密度では大きく優っている．これは，レーザは，複数個用いることでキセノンランプPJの明るさを超えるポテンシャルを有していることを意味している．また，色純度が非常に高いため，他の光源と比較してより広い色再現範囲を実現できる．さらに，寿命についてもレーザはキセノンランプの20倍以上であるため，ランプ交換の手間削減や，ランニングコストの抑制が可能となる．その一方で，レーザ特有の課題である安全性やスペckルノイズは視認性や利便性を損なう場合があるため，対応が必要となる．

開発PJでは，RGB各色とも数W程度の出力のレーザ光源を複数個使用している．R光源に波長639nmの半導体レーザを用い，G光源およびB光源には半導体レーザをSHG (Second Harmonic Generation) を変調して用いており，波長はG532nm, B465nmである．色再現範囲は図1に示すようにキセノンランプに比べて1.5倍の広さを実現している．

2.2 表示素子

レーザを光源とした場合，画像表示を行うための表示方式としては大別すると，2次元スキャン方式，1次元スキャン方式，MD (Micro Display) 投写方式の3種類が考えられる．2次元スキャン方式は，MEMSミラーなどを用いてレーザ光を画面上でラスタスキャンすると同時に，レーザ出力変調による階調表現を行うことで，画像を生成する方式である．仮に，3mの投写距離で，解像度Full-HD，100インチサイズに投写しようとする，スクリーン上で1.2mmの画素サイズが必要となり，拡がり角 0.01° の照明光が必要となる．エタンドュとしては， $10^{-4} \sim 10^{-3}$ のオーダの照明光が必要となる．このため，2次元スキャン方式は高効率や合焦調整不要などのメリットはあるが，高輝度向きではない．1次元スキャン方式は，GLV (Grating Light Valve) などを用いて，まず1次元画像を生成し，それをラインスキャンすることで，2次元画像を生成する方式である⁵⁾．素

表1 光源性能比較
Comparative specification of light sources.

	レーザ	LED	キセノンランプ
光束 (光出力)	△	△	○
エタンドュ	◎	△	△
光束密度 (Φ/Et)	◎	×	△
色純度	◎	○	△
寿命	○	○	△
安全性	×	○	○
スペckルノイズ	×	○	○

図1 レーザの色再現範囲
Laser Color Space.

子形状が1次元であり，2次元形状の素子に比べると面積が非常に小さいことから，照明光に必要なエタンドュは $10^{-3} \sim 10^{-2}$ のオーダとなる．したがって，1次元スキャン方式も高効率，高コントラストなどのメリットがあるものの高輝度向きではない．MD投写方式は，液晶やDMD (Digital Micro mirror Device) で2次元画像を生成し，スクリーンへ拡大投写する方式である．DMDを用いたDLP® (Digital Light Processing) 方式では，コントラストを確保するために，微小ミラーのチルト角によって有効取り込み角が制限される．現在は，チルト角 12° の製品が主流である．例えば，パネルサイズ1.25インチのDLP方式では，エタンドュは約 $70\text{mm}^2 \cdot \text{sr}$ となる．液晶方式では，チルト角のような制限はないが，実用的な投写レンズ仕様を考えると，有効取り込み角はレンズF値で制限される．結局，液晶方式のエタンドュは，DLP方式とオーダとしては同程度である．ただし，液晶パネルへの照明光は直線偏光である必要がある．高輝度を実現する場合，複数レーザからの光をファイバで導光するのが有効であるが，一般にはファイバ内で偏光解消が起こる．このため，液晶方式では，偏光変換素子が必要となり，効率低下が発生する．

以上より，高輝度に適した表示方式として，MD投写方式の中でも高光利用効率が見込めるDLP方式を選択した．

図2 Bezold-Brucke効果による色相シフト
Color shift by Bezold-Brucke effect. (a) luminosity up, (b) luminosity down.

今回開発した試作機には、パネルサイズ0.95インチ、解像度Full-HDの3-chipDLP方式を搭載した。

2.3 照明光学系

複数レーザから光を合成する方法としては、レーザからの光を集光レンズとミラーによって光を合成する方法と、ファイバにカップリングし、各ファイバ終端をバンドルする方法の2通りがあり、エタンデュの観点で検討を行った。集光レンズとミラーによる方式では、光束を最密に合成することが困難であり、合成後の光束のエタンデュは各光源エタンデュの総和よりも増大してしまう。このため、複数レーザを用いた場合、光学系が受け入れ可能なエタンデュを超え、高効率、高F値が実現できない。一方、バンドルファイバ方式では、光束の最密化が容易であり、出射光のエタンデュを小さく抑制できる。これにより、レーザ個数を増加させても効率が維持され、その結果、高輝度を実現できる。したがって、照明光学系はバンドルファイバ方式を採用することとした。

2.4 投写光学系

投写距離短縮のための広角手法として、複数の広角レンズを用いる投写方式、複数のミラーを用いる投写手法、これらを組合せたレンズとミラーのハイブリッド投写方式がある。広角レンズによる投写では、コストや調整の容易さに優位性があるが、レンズサイズの制約により投写距離短縮に限界がある。また、ミラーによる投写では、投写距離の短縮は可能だがコストや調整方法の困難さが問題として挙げられる。一方、ハイブリッド方式は両方の方式の優位性を兼ね備えている。したがって、投写光学系としてレンズとミラーのハイブリッド投写方式を採用した。

ハイブリッド方式による投写距離の短縮は、自然に投写エリアと視聴エリアとの分離を実現することが可能となる。これにより視聴者の安全性が確保できる。つまり、ハイブリッド方式の広角投写は、レーザ光源の課題である安全性の確保の面でも非常に有効であると言える。

2.5 レーザ色再現処理

レーザを光源として用いた場合、入力画像とレーザの色再現範囲の違いに起因する物理的色ずれと、人間の視覚特性に起因する感覚的色ずれが発生する。高色再現性は、これらの色ずれの低減による正確な色表現と、レーザが持つ

広色再現範囲の活用によって実現される。ただし、正確な色表現と広色再現範囲の実現は二律背反の関係である。そこで、レーザ色再現処理では、信号処理によって入力画像の輝度や色分布に応じて色再現範囲を変動させ、画像ごとに最適な色表現を行う色域制御処理を行う。

また、視覚特性に起因する感覚的色ずれは、波長帯域が狭いレーザ光で顕著となるため考慮が必要である。本処理では、輝度バランスに影響を与える視覚特性として、Helmholtz-Kohlrausch効果(以後H-K効果)に注目した。H-K効果は、色相や彩度によって知覚される輝度が影響を受ける視覚特性である⁶⁾。例えば、同彩度の色で比較したとき、赤や青の輝度は緑の輝度より高く知覚される。また同色相であれば高彩度であるほど輝度が高く知覚される。このH-K効果により、視聴者は入力信号の色を異なる色として知覚する。したがって、レーザ色再現処理では、色域制御に加えH-K効果の影響を低減する輝度バランス制御処理を追加する。さらに、Bezold-Brucke効果(以後B-B効果)についても注目した。B-B効果は図2に示すように輝度の変化によって色相が変化する現象である⁷⁾。輝度により色相知覚に影響を与えるこの現象を利用すれば、色域制御処理を輝度制御によって行うことが可能である。したがって、本処理での色域制御において、B-B効果による色相変化を行う輝度制御処理を追加し、画質劣化の少ない制御の実現を図る。

3. 試 作

図3に試作した開発PJの構成を示す。本章では、開発PJの中で照明光学系、投写光学系、信号処理について詳しく説明する。

3.1 トリプルロッド照明光学系

図4に照明光学系の構成を示す。照明光学系は、レーザからの光を導く導光光学系と、表示素子を均一に照明する均一化光学系で構成されている。

導光光学系では、アレイ化された複数のレーザからの光がRGBごとにファイバに結合され、各ファイバ終端がバンドルされる構成となっている。各レーザからの光を密集させることにより、バンドルファイバ出射端が小エタンデュの2次光源として機能する。このとき、各バンドルファイバを色毎に分離することで、一つにバンドルした場合に比

図3 システム構成
Layout of projection system.

図4 照明光学系の構成
Layout of illumination optics.

べ、2次光源のサイズを1/3程度に小さくすることができ、
よって、2次光源のエタンドュを1/3程度に小さくすることが
できる。

各色バンドルファイバからの出射光は、均一化光学系に
おいて、それぞれ異なるロッドインテグレータに入射し、
ロッド出射端像をDMD面へ結像するリレー光学系内にて、
色合成される。色合成によるエタンドュ増加は起こらない
ため、このトリプルロッド方式によって小エタンドュ、す
なわち、高光利用効率かつ高F値の照明光学系が実現して
いる。

図5に、1本のロッドを用いたシングルロッド照明光学系
と3本のロッドを用いたトリプルロッド照明光学系につい

図5 角度分布シミュレーション結果
Simulation of distribution in angle.

でのシミュレーション結果を示す。横軸はDMDにおける有効取り込み角を表し、縦軸はその角度内に含まれる光強度の全光強度に対する割合を表している。

いずれの照明光学系でも、DMDの有効取り込み角である 12° 以内にほぼすべての角度成分の光が収まっていることがわかる。このため、従来のランプ光源の場合に発生していたエタンドュが大きいことによる高角度成分の光損失は、レーザ光源の場合は発生しない。したがって、放電ランプを用いたプロジェクタより高効率である。なお、縦軸の効率は最大値を1として規格化しているが、いずれの照明光学系も絶対値としての効率はほぼ同じである。

次に、二つを比較すると、シングルロッド照明光学系では、DMDへ入射する光線は約 10° まで存在するが、トリプルロッド照明光学系では、約 7° までの角度成分しか存在しないことがわかる。光線角度 7° は F値4.0に相当する。一般的なDLP方式のプロジェクタのF値2.4に対して、大幅に高いF値である。本試作機では、光利用効率30%程度を達成している。これはランプ光源の場合の15~20%、シングルロッド照明光学系の場合の20~25%と比べて高効率である。

以上より、トリプルロッド照明光学系の開発により、高光利用効率かつ高F値が達成できた。

3.2 超短焦点投写光学系

図6に、超短焦点投写光学系の構成を示す。超短焦点投写光学系は、レンズ群と1枚の非球面凹ミラーで構成されており、DMDからの画像光は、レンズ群を通過した後、非球面凹ミラーによって折り返し投写される。レンズ群と非球面凹ミラー間に中間像が形成されるため、DMDで生成された画像は正立像として投写される。

100インチ投写時における超短焦点投写光学系の投写性能として、歪曲収差、横収差、MTF曲線を図7示す。

歪曲収差は、有効な像高の範囲では $\pm 0.3\%$ 以内であり、横収差も、DMD画素ピッチの半分以下となり、十分な性能を実現している。またMTF (Modulation Transfer Function) 曲線に関しては、DMDの画素サイズに対応する空間周波数50ラインペアにおいて60%のコントラストの達

図6 超短焦点投写光学系の構成
Layout of ultra-wide angle projection optics.

成した。これら投写性能は、超短焦点で高解像度の投写には十分な性能であり、高F値の照明光による投写レンズの設計負荷低減によって達成されたものである。

3.3 レーザ色再現処理LCP

開発PJにおいて色再現性を向上させる信号処理LCP (Laser Color Processing) は、輝度解析部、輝度バランス制御部、彩度解析部、色域制御部によって構成される。LCP構成図を図8に示す。

輝度バランス制御処理は、H-K効果の影響を低減する処理であり、輝度解析部での輝度分布解析とH-K効果の知覚特性とにより、動的に入力信号のRGB輝度比を変化させる。輝度解析部では、輝度ヒストグラムから入力信号の輝度分布解析を行い、輝度バランス制御部での補正度合いを決定する。これは、H-K効果の影響は輝度が高いほど大きくなるためである。入力画像の各画素の輝度が高輝度領域に集中して分布する場合には、輝度バランス制御処理部においてH-K効果低減処理を強く適用する。反対に低輝度領域に集中して分布する場合、H-K効果低減処理を強く適用しない。輝度バランス制御処理部におけるH-K効果低減処理は、H-K効果の知覚の波長依存性を基に入力信号レベルを調整する処理である。

一方色域制御部は、彩度解析部における彩度分布解析に基づいた色域変換処理を、RGB混合比制御と、B-B効果を利用した輝度制御を組合せて行う。彩度解析部では、映像中の彩度ヒストグラムを特定の色相領域ごとに作成し、その解析結果から目標色再現範囲を算出する。入力画像とレーザの色再現範囲の違いに起因する物理的色ずれは、彩度が高いほど大きい。したがって、高彩度側に多く分布している場合は、その色相領域はレーザ光源の色再現範囲より内側に縮小するよう目標色再現範囲を決定する。反対に、低彩度領域に集中している場合は、縮小量を減らしレーザ光源の色再現範囲を活用するよう目標範囲を設定する。これらの処理は色相領域ごとに独立して行われる。このように設定された目標色再現範囲を、RGBカラーマトリクスによる色域制御とB-B効果による視覚的な色域制御を組合せることで実現する。RGBカラーマトリクスは、RGBの混合比を制御することで目標の色再現範囲を実現する。一方、B-B色域制御は、B-B効果によるカラーシフトを利用して所望の色度を実現する。各々の制御で目標色再現範囲となるよう信号変換し、この二つの色域制御からの出力を要求仕様に応じて加重加算し出力画像とする。この組合せにより、階調潰れを抑えた色域変換が可能となる。

このLCPによる効果検証として評価シミュレーションを実施した。シミュレーションでは、任意の評価画像にLCPを適用し、次の二つの指標から評価した。

- (1) LCP適用画像の色再現範囲の広さ
- (2) LCP適用画像と評価画像との色差

色再現範囲は、CIE1391XYZ表色系を採用した。また色差の指標として、CIELAB空間における二つの画像間の明

図7 投写性能
Image projection performance.
(a) distortion, (b) lateral aberration, (c) MTF curves.

度指数および知覚色度指数の差を用い以下の式で算出される ΔE を採用した。

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

ここで、 ΔL は二つの画像間の明度指数の差分、 Δa および Δb は知覚色度指数 a および b の各々の差分である。

検証結果を表2に示す。表中の色再現範囲では、太線はレーザ光源+LCP適用、点線はレーザ光源、細線はsRGB、の各々の色再現範囲を示している。また、数字はレーザ光源+LCP適用の場合のsRGBに対する面積比率を示している。一方、色差は、レーザ光源+LCP適用画像およびレーザ光源+評価画像の、sRGB+評価画像に対する画像平均色差を表している。結果から、各々の評価画像に対し、平均色差を6.5程度に抑えながら色再現範囲の拡大を達成している。一般的に、色差 ΔE が6.5以下の場合、同一色と見なされる範囲である。これにより、LCPが広い色再現範囲と

正確な色表現の両立を実現できることを確認した。

4. レーザ光源固有の課題への取組み

レーザ光源固有の課題として、スペックルノイズ・安全性が挙げられる。スペックルノイズとは、光の干渉によって発生する斑点状のノイズであり画質の著しい劣化を引き起こす。また、安全性の面ではIEC68025-3レーザ製品の安全性に関する規格があり、投写領域と観察者を完全に分離することが求められている。開発PJはこれらの課題に対する対策を行っており、以下にそれらについて説明する。

4.1 スペックルノイズ

今回開発したPJは、複数レーザによる照明光学系を用いているため、各レーザからの光が互いにインコヒーレントであることによる空間コヒーレンス低減と、各レーザ光の波長が僅かに異なることによる時間コヒーレンス低減の、2種類のメカニズムによるスペックル低減効果が期待でき

図8 LCP構成図
Block diagram of LCP.

表2 検証結果
Result of LCP.

評価画像				
色再現範囲				
	sRGB比	168%	127%	140%
平均色差	レーザ光源+LCP適用時	4.37	6.26	6.53
	レーザ光源+評価画像	6.66	26.18	13.23

る。実際にどの程度スペックルノイズが低減されているか調べるため、特に視認されやすい緑色画像に関して、レーザ点灯個数を変えてスペックルコントラストを測定した。図9に、レーザ点灯個数と測定されたスペックルコントラストの関係を示す。ここで、スペックルコントラストとは光強度分布の標準偏差を平均値で除した値である。光強度分布は、スクリーンから2mの距離にCCDカメラを設置し、撮影した。用いたCCDカメラのピクセルサイズは $9.0\mu\text{m} \times 9.0\mu\text{m}$ 、カメラレンズの焦点距離は50mm、F値は8.0である。なお、DMDの画素パターンによるモアレ発生を回避するため、DMDを取り除いた実験光学系を用いた。図からレーザ点灯個数が増加するに伴い、スペックルコントラストが減少していることがわかる。このように、複数レー

図9 スペックルコントラスト
Speckle contrast.

図10 試作機の概観
Picture of prototype.

ザを使用した照明光学系においては、一定のスペックル低減効果が得られることを確認できた。

4.2 安全性

開発PJでは、超短焦点投写および侵入検知システムにより投写領域と観察者の分離を実現している。超短焦点投写は、スクリーンとPJ本体との距離が短いため、自然に観察者の投写領域への侵入の危険性を低減できる。また、侵入検知システムは、要監視領域（筐体から約1.5m以内）への人体の侵入を検知した場合に、光源を消灯することで投写領域から観察者を分離する。侵入の検知は、筐体の両端に設置した2台のイメージセンサによって行う。このように、開発PJでは、2重の対策により安全性を向上させている。

5. 試作機性能

今回開発したPJの試作機概観を図10に、超短焦点投写光学系の外観を図11に示す。最短投写を実現するため、奥行き寸法60cm内に光学系、回路、冷却システムなどを収めた横長の形状となっている。試作機の光束は7,000lmであった。これは従来までのレーザー光源プロジェクタの中では最高光束である。また、投写距離は100インチ投写では63cm、150インチ投写で94cmであった。この数値はスローレシオに換算すると0.28に相当し、フロントPJの中で最も短い。ここでスローレシオとは、投写距離をスクリーン横幅で規格化した値のことであり、これまでは0.33が最短である。また、色再現範囲は最大でsRGB比190%まで拡大されている。

図11 超短焦点投写光学系の概観
Picture of ultra-wide angle projection optics.

6. む す び

本論文では、レーザーの特徴である高輝度、小エタンドュ、高色純度を最大限に活用できる新たなPJの開発について述べた。開発PJは、トリプルロッド照明光学系、超短焦点投写光学系、レーザー色再現処理LCPにより構成される。またこれら新規技術を搭載した試作機で、光束7000lm、スローレシオ0.28、色再現範囲sRGB比190%の達成を確認した。また色表現についても、正確性と表現範囲の拡大を両立している。これらの性能により、デジタルサイネージ、イベント、シネマなどさまざまな用途において、高い視認性、設置の利便性、鮮やかな色再現などの高付加価値が期待できる。

〔文 献〕

- 1) M. Niesten et al.: "Application of Bi-axial MEMS Technology for Enabling Miniature Projection Display Solutions", Proc. IDW '08, pp.255-258 (2008)
- 2) Y.C. Yang et al.: "Development of Six Primary-color LCD SID2005 Digest, pp.1210-1213 (2005)
- 3) S. Matsumoto et al.: "Ultra-short Throw Distance Front Projector with Mirror-Lens Hybrid Projection Optical System", 2008 Digest of Technical Papers ICCE pp.445-448 (2008)
- 4) H. Sugiura et al.: "65-inch, Super Slim, Laser TV with Newly Developed Laser Light Sources", SID08 Digest, pp.Digest 854-857 (2008)
- 5) D.M. Bloom: "The Grating Light Valve: Revolutionizing Display Technology", Proc. SPIE 3013, pp.165-171, Projection Display III, (1997)
- 6) 納谷: "Helmholtz-Kohlrausch効果におけるVAC法とVCC法の関係", SID08 Digest, pp.854-857 (2008)
- 7) 日本色彩学会編: "色彩科学ハンドブック【第2版】", 東京大学出版会 (1998)

安部 高明 2003年、奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士過程前期修了。同年、三洋電機(株)入社。現在、同社研究開発本部にて、ディスプレイ高画質化技術の研究開発に従事。正会員。

奥田 倫弘 2006年、京都大学大学院工学研究科博士課程前期修了。同年、三洋電機(株)入社。現在、同社研究開発本部にて、プロジェクタ用光学系の研究開発に従事。

松本 慎也 2005年、徳島大学大学院工学研究科光応用光学研究科博士過程前期修了。同年、三洋電機(株)入社。現在、同社研究開発本部にて、プロジェクタ用光学系の研究開発に従事。正会員。

前田 誠 2004年、大阪大学大学院工学研究科応用物理学専攻博士課程前記修了。同年、三洋電機(株)入社。現在、同社研究開発本部にて、プロジェクタ用光学系の研究開発に従事。

安東 孝久 1983年、岡山大学大学院工学研究科修士課程修了。同年、三洋電機(株)入社。現在、同社研究開発本部にて、プロジェクタの研究開発に従事。博士(工学)。正会員。

辻 企世子 2007年、大阪府立大学大学院理学研究科博士過程前期修了。同年、三洋電機(株)入社。現在、同社研究開発本部にて、ディスプレイ用冷却技術の研究開発に従事。

寺内 智哉 2000年、京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻修士課程修了。同年、三洋電機(株)入社。現在、同社研究開発本部にて、ディスプレイ用高画質化技術の研究開発に従事。

天野 隆平 1989年、関西大学工学部電子工学科卒業。同年、三洋電機(株)入社。現在、同社研究開発本部にて、プロジェクタの研究開発に従事。

井上 益孝 1995年、大阪大学大学院理学研究科博士課程前期修了。同年、三洋電機(株)入社。現在、同社研究開発本部にて、ディスプレイ用高画質化技術の研究開発に従事。

池田 貴司 1986年、大阪大学工学部機械工学科卒業。同年、三洋電機(株)入社。現在、同社研究開発本部にて、プロジェクタの研究開発に従事。

金山 秀行 1985年、大阪大学工学部応用物理学科卒業。同年、三洋電機(株)入社。現在、同社研究開発本部にて、プロジェクションディスプレイ光学システム、高画質化技術の研究開発に従事。プロジェクションシステム開発部部長。博士(工学)。正会員。