

# ルーフプリズムレンズアレイ(RPLA)

## Roof Prism Lens Array(RPLA)

藤田 和弘\*  
Kazuhiro FUJITA

井上 浩之\*  
Hiroyuki INOUE

三澤 成嘉\*  
Shigeyoshi MISAWA

前田 育夫\*  
Ikuro MAEDA

桜井 彰\*  
Akira SAKURAI

### 要　　旨

プラスチックで一体成形したプリズムアレイと二列の球面レンズアレイ、およびアパーチャーアレイの単純な構造で機能する独自の等倍結像素子、ルーフプリズムレンズアレイ(RPLA)を開発した。本素子は従来のルーフミラーレンズアレイ(RMLA)と同等の機能を有しつつ、大幅な低コスト化を達成した。また本素子をカラー密着イメージセンサへ適用し、A4フルカラー原稿を約9秒で走査できる高速読み取りを実現した。

### ABSTRACT

A new imaging device of unity magnification with simple structure is developed. It is named as roof prism lens array(RPLA) and consists of lens array with two spherical surfaces and roof prism, and aperture array made by plastics. It realized the same optical performance of common imaging device with low cost compared with roof mirror lens array (RMLA), and it achieves the scan ability at high speed of about 9 sec. per A4 size with full color by applying RPLA to color contact image sensor.

\* 研究開発本部 應用電子研究所

General Electronics R&D Center Research and Development Group

## 1. 背景と目的

ファクシミリ、イメージスキャナなどの画像機器の小型化、低コスト化を進めるために、入力部として密着イメージセンサ(CIS)の採用が拡大している。我々はこれまで、CISに適用可能な等倍結像素子、ルーフミラーレンズアレイ(RMLA)を開発し、現在、普通紙ファクシミリRIFAX BL100(写太郎)/BL110(写太郎2)、デジタル印刷機PRIPORT VT2250、imago MV1 Fioに搭載している。<sup>1)</sup>今後は、さらに需要が拡大されるカラー対応の画像機器に対応するため、より低成本でカラー読取りが可能なCISの開発が求められている。

今回RMLAの光学系を発展させ、部品点数を減らして低成本化を図り、カラーCISに適用可能な新等倍結像素子、ルーフプリズムレンズアレイ(RPLA)を開発したので報告する。

## 2. 技術

### 2-1 RPLA光学系の構成と結像原理

Fig.1とFig.2に構成図、および結像原理を示す。

互いに光軸が直交配置した2列の球面レンズアレイと45°方向に傾斜したルーフプリズムアレイとが一体的に構成される。このレンズアレイとプリズムアレイとが同一ピッチで配列されている。また、隣接するレンズ間でのクロストーク光の防止と光量分布の均一化を図るために、各レンズアレイ前方に長穴開口形状のアパーチャアレイが付加される。結像原理としては、物点からの光線は球面R1によりほぼ平行光となり、入射光線に対して45°傾いたルーフ面で90°折り曲げられた後、球面R1と同一のパワーを有する球面R2により集光され結像する。ここで得られる像は、ルーフプリズムの再帰反射機能により正立像となる。単一のルーフプリズムレンズ系の有効読取り幅は隣接するレンズ中央部近傍までしかカバーしないが、個々のレンズ系で形成された像が互いに重複して必要な有効読取り幅を確保している。

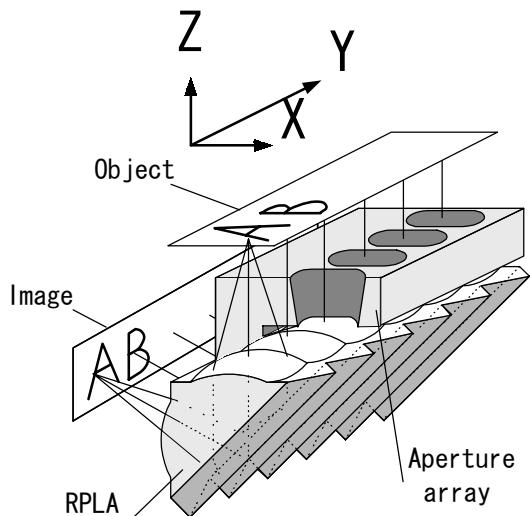


Fig.1 Overall structure of RPLA.

### 2-2 RPLA光学系の特徴

RPLAはその構造上、プリズム内部の全反射を利用して2回反射させ、光利用効率が非常に高い結像素子を実現している。この特徴により、RMLAでは必要であったルーフプリズム部への金属膜反射コートが不要となった。また、再帰反射型機能を有し、かつ、物点と結像点を完全に分離できる結像光学系を採用しているためにフレア光の発生が少なく、レンズアレイ表面の反射防止コートも不要となった。一方、部品点数に関しては、RMLAは5部品で機能するのに対し、RPLAはアパーチャアレイを付加した2部品で同等の機能を達成でき、製造コストの大幅な引き下げを可能とした。

さらに今回、設計上の特徴としてプリズムアレイと球面レンズアレイに低分散材料を採用することでカラー読取り対応とした。

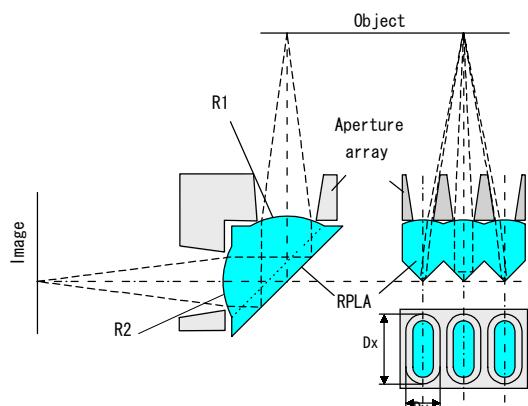


Fig.2 Optical path of RPLA.

## 2-3 RPLAの諸元

従来のRMLAと同等の解像力、明るさを実現すべく、各諸元の最適化を図った。Table 1にRPLA諸元設定結果、Table 2に、RPLAの主要特性を示す。

バックフォーカス、配列ピッチを従来のRMLAより小さくし、さらなる小型化を図った。また、アーチチャアレイの開口形状をRMLAと同様に長円形状とし、光量分布を均一化した。配列ピッチは1.8mmという非常に微小なピッチで配列している。A4幅をカバーする配列数は120である。

Table 1 Optimum setting of RPLA.

	RPLA	RMLA
Back Focus (mm)	8.3	11.4
Shape of Lens	X(mm) Y(mm)	4.0 3.0
Array Pitch(mm)	1.8	3.0
Aperture Size Dx(mm) × Dy(mm)	2.5 × 0.9	3.6 × 2.1
Thickness of Aperture array(mm)	2.0	1.5
Semi-Field Angle(deg)	12.9	14.7

Table 2 Characteristics of RPLA.

	RPLA	RMLA
MTF(%) (Y direction:8 lp/mm)	60~70	68
Focus depth (Y direction:8 lp/mm MTF>20%)	±0.3mm	±0.3mm
F/No.(Ave.)	F/2.4	F/2.5
Irradiance unevenness(%)	10	5

## 2-4 試作結果

2-3項のRPLA設計結果に基づき、射出成形法によりRPLAを試作した。Fig.3に空間周波数とMTFの関係、Fig.4にデフォーカスと配列方向のMTFの関係、Fig.5に配列方向のMTFの分布を示す。MTFは8 lp/mmで70%程度あり、配列方向のMTFの焦点深度も±0.3mm以上(8 lp/mm20%以上)と大きな値である。また、レンズ配列周期でのMTFのばらつきもほとんどなく、均一な特性となっている。Fig.6に試作した成形品の写真を示す。

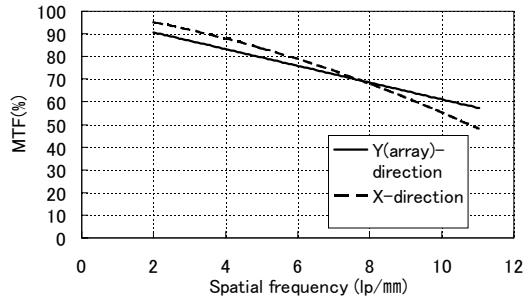


Fig.3 MTF versus Spatial frequency.

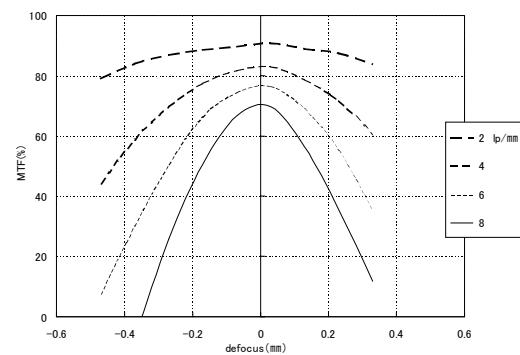


Fig.4 Defocus characteristics of MTF in Array direction.

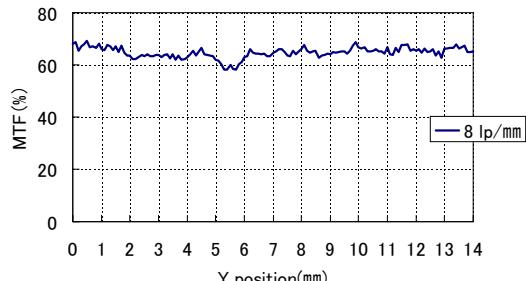


Fig.5 MTF characteristics in Y direction.

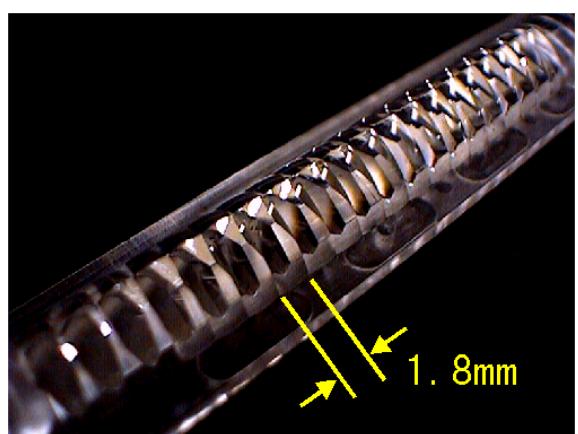


Fig.6 Photograph of RPLA.

## 2-5 カラーCISユニットへの適用

Fig.7にRPLAをカラーCISユニットへ適用した構成例を示す。Fig.8には、本ユニットで読み取ったカラー画像のサンプルを示す。この画像はシェーディング補正のみを施したサンプルである。ユニットの構成としては300dpi 3ラインカラーイメージセンサ、冷陰極管(白色光)を用いた。また、駆動条件としては、駆動周波数1.5MHz、読み取りライン周期は2.0msとした。これは、A4フルカラー原稿を約9秒で走査できる読み取りスピードを実現する条件である。

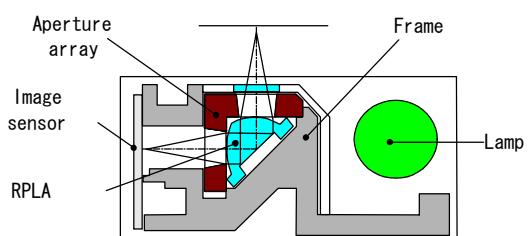


Fig.7 Cross sectional structure of color contact image sensor using RPLA.



Fig.8 Sample Image.

## 3. 成果

従来のRMLAの構成より大幅な部品点数の削減、製造工程の削減が可能になり、より低コストな等倍結像素子(RPLA)を開発した。また本素子をカラー密着イメージセンサユニットへ適用し、A4フルカラー原稿を約9秒で走査できる高速読み取りを実現した。

## 4. 今後の展開

読み取り用の等倍結像素子として、高密度対応、明るさ向上と、さらにコストダウンを図っていくが、書込用途への展開も検討していく。

## 謝辞

本素子を開発するにあたり、ご協力、ご指導頂きましたリコー光学(株)、生産事業本部、ならびに、生産技術研究所の関係各位に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 藤田,他：ルーフミラーレンズアレイ(RMLA)密着イメージセンサ, Ricoh Technical Report, 23, (1997), pp.78-81.