

論文 Article

ドーム型超大画面ディスプレイに関する研究

原稿受付 2013年3月27日

ものづくり大学紀要 第4号 (2013) 10~15

菅谷 諭, 平井 聖児, 香村 誠, ビチャイ サエチャウ

ものづくり大学 技能工芸学部 製造学科

A Study on Direct-View Type Super Large-Screen Dome Display

Satoshi SUGAYA, Seiji HIRAI, Makoto KOMURA, Vichai SAECHOUT

Dept. of Manufacturing Technologists, Institute of Technologists

Abstract

There is a great need for direct viewing super large-screen dome display. We propose a direct-view type large-screen dome display using an optical fiber matrix array. This technique actualizes tiled vision and seamless panel in form and also in luminance, and actualizes super large-screen display. And this technique actualizes the display with arrangemental flexibility, such as a curved surface. Moreover, this technique also actualizes high definition easily. We inspect the possibility of this technique by experiments.

Key Words : super large-screen display, dome display, optical fiber matrix array, tiled vision, seamless panel

1. はじめに

大容量で高速な情報インフラが整備され、ハイビジョンなどの高画質映像による情報通信が主流になり、用途に応じた高性能なディスプレイがキーデバイスとして要求されている。今後は、高画質映像インフラの整備/充実に伴い、より臨場感の高いディスプレイ、および曲面などの配置自由度の高いディスプレイが要求されてくる¹⁾。そして、新しい領域として、ホームシアター/会議室、あるいは小中規模シアターなどで使用される、高精細なドーム型超大画面ディスプレイの要求が非常に高まってきている²⁾。

現在、対角 100 インチ以下では、液晶ディスプレイ (LCD)、プラズマディスプレイパネル (PDP) などが直視型ディスプレイとして実用化されている。また、次世代ディスプレイデバイスとして有機エレクトロルミネッセントデバイス (ELD)、

電界放出ディスプレイ (FED) などの実用化研究が行われている。しかし、これらのデバイスで対角 100 インチを超える大画面ディスプレイを実現するためには、特大面積プロセスを必要とするので、コストなどの面から非常に困難である。

一方、これらのディスプレイユニットを複数利用した大面積ディスプレイが試作されているが³⁾、パネル周辺に取出し電極を持つために、ユニット間の境界に線が残ったり、境界の間隔が広がるため、形状的に不連続になる。また、ディスプレイユニット間に輝度の不連続部を形成すること、およびディスプレイユニット間の輝度差を有効に補償することが困難であるなどの問題点がある。したがって現状では、対角 100 インチ以上のディスプレイは、投写型ディスプレイ⁴⁾が用いられている。しかし投写型ディスプレイは、明るい所でのコントラストを高くすることが難しいため、通常的环境下では高画質化が難しい。また、直視型大画面ディスプレイとして LED (発光ダイオー

ド)を格子状に配置したLEDディスプレイがある。しかし、LEDディスプレイは高画質化が難しく、また素子バラツキが大きいと色むらが大きいという課題がある。

即ち、ホームシアターなどのニーズがありながら、明るい所で使用できる、対角100インチを超える大画面ディスプレイの有効なデバイスがまだ見つかっていないことになり、それを開発することは、非常に意義のあることである。

そこで、対角100インチを超える高精細直視型超大画面ディスプレイとして、光ファイバアレイと光走査／制御技術を用いた方式を提案した⁵⁾⁸⁾。さらに、ディスプレイユニットを複数枚貼り合わせて、タイル化可能性の実証を行い、超大画面化の可能性を確認した⁹⁾¹²⁾。今回は、赤緑青のLEDを用いた3色合成光源を開発して、フルカラー化可能性を確認した。また、3色合成光源を駆動するデコーダを開発して、ビデオカメラで写した映像を表示させることが可能となった。さらに、湾曲した表示面にも対応できることを確認して、ドーム型への応用可能性を確認したので報告する。

2. 基本構成

Fig.1 に示すように、光ファイバアレイの1本1本の光ファイバの一方の各端面が単位画素となるように配置して表示面を構成する。赤緑青3色合成光源から出射した光が、モータに設置されて回転するミラーにより光路が曲げられて、ミラーの回りに円周状に並べて配置した、光ファイバのもう一方の端面に入射するように構成する。映像信号を元に各光源を所定のタイミングと階調で発光させて、所定の光ファイバに入射させるようにする。これにより、映像信号を元に表示面に所定の映像を表示させることが可能となる。

細い直径の光ファイバを用いることにより、単位画素を小さくすることが可能となり、容易に高精細化が実現できる。また、光ファイバ出射端面以外の領域を黒色として反射率を抑えることにより、明るい所でのコントラストを大きくすることが可能となる。さらに、光源の高輝度化により表示部の高輝度化も容易に可能となる。

そして、ディスプレイユニット内の光強度を検出して、各ユニットの輝度補正を行うことにより、ユニット間の輝度不均一性を補償し、ディスプレイユニットを並べたときに形状的にも輝度的にも不連続が発生しない、境界レス画像化を実現できる。これにより、ディスプレイユニットを何枚でも貼り合わせて並べられるタイル化が可能となり、超大画面化が可能となる。

例えば、Fig.2 に示すように、100 × 100 画素で、100 × 100mm のディスプレイユニットを構成し、10 × 20 ユニットの格子状にディスプレイユニットを配置することにより、1 × 2m (対角約 100 インチ) の超大画面ディスプレイが実現できる。また、湾曲した表示面にも対応できるので、ドーム型への応用が期待できる。

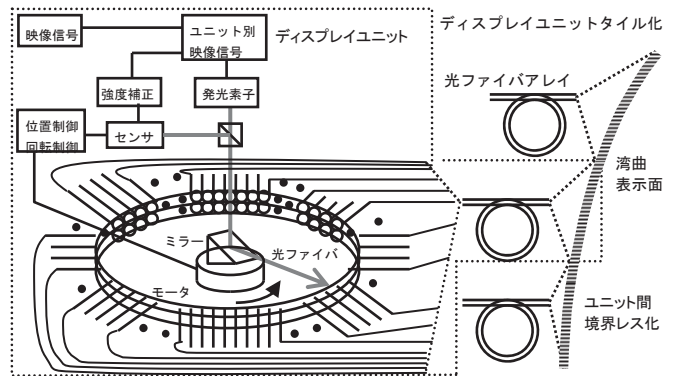


Fig.1 Schematic diagram of the direct-view type super large-screen spherical display using optical fiber matrix arrays.

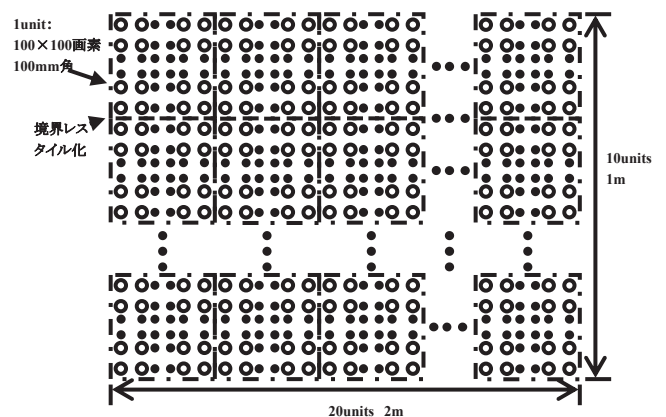


Fig.2 Composition example for super large-screen display.

3. 超大画面化

外径 0.75mmφ のプラスチック光ファイバ (POF) を用いて、画素ピッチ 2mm で、10 × 10 画素のディスプレイユニットを構成した。モータの回転に同期させて光源を駆動して、ミラーの回りに円周状に配置した POF の所定の端面に入射させることにより、文字などの画像が表示できることを確認した。モータは 3600rpm で回転させることにより、光ファイバの出射端面である各単位画素を、1秒間に 60 回点灯させた。

そして、Fig.3 に示すように、このディスプレイユニットを 3 × 3 の 9 枚貼り合わせた。ここで、中心部にあるディスプレイユニットは、上下左右すべての面で他のディスプレイユニットと接していることになる。このとき、境界における画素ピッチをディスプレイユニット内の画素ピッチと同じにでき、形状的な境界レス画像化が可能であり、ディスプレイユニットをタイル状に貼り合わせるタイル化が可能となり、超大画面化が可能であることを確認した。



Fig.3 Photograph of the display part for the possibility of tiled-vision. 9 display units arrange to 3 × 3. 30 × 30 pixels display is constituted.

4. フルカラー化

次に、Fig.4 に示すような赤緑青の LED を用いた 3 色合成光源を開発した。光源には、波長 λ が、それぞれ 635nm, 532nm, 473nm の赤緑青の LED を用いた。安価に入手できる LED は、LD (半導体レーザー) と違って、点光源でないために光ビームを絞ることが困難であった。そこで、LED に取り付けられているプラスチックカバーを取り除き、Fig.5 に示すような光学系シミュレーションを元に、レンズ系を組み合わせることで、集光スポット径を約 2mm 程度に絞ることができた。そして、ビームスプリッターを用いて合成することにより、各色を同じ位置から出射することができた。

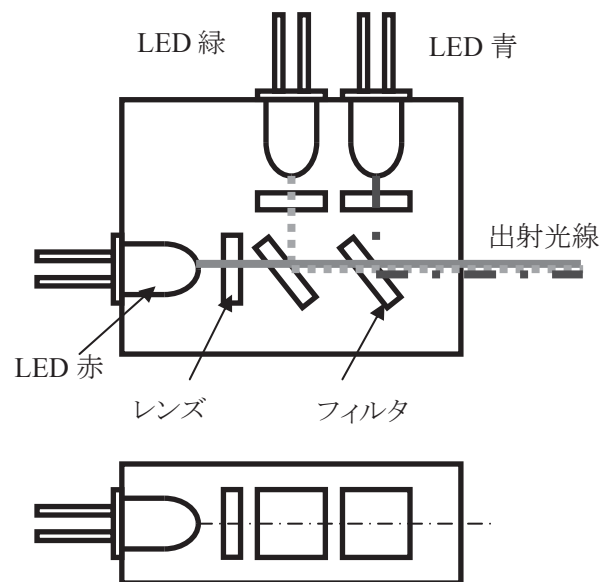


Fig.4 Three colors light source using red, green and blue LEDs.

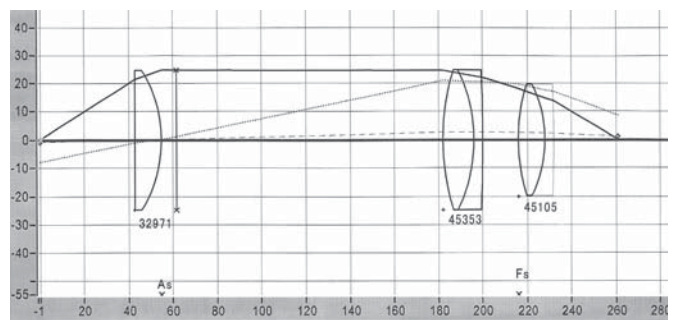


Fig.5 Simulation result of optical system for three colors light source.

開発した3色合成光源は、Fig.5に示すようなレンズ系を組み合わせたため、大きさが300 × 300 × 100t mmと非常に大きいものとなってしまった。これは、安価に入手できるLEDがLDと違って点光源ではないためである。これに対して、点光源を用いたときの3色合成光源の試作機をFig.6に示す。大きさは、60 × 40 × 10t mmに抑えられ、さらに小型化することが可能である。したがって、将来点光源に近いLEDが安価に入手できるようになれば、3色合成光源は、ディスプレイユニットの表示部と同程度の大きさに抑えることが可能であることが確認できた。

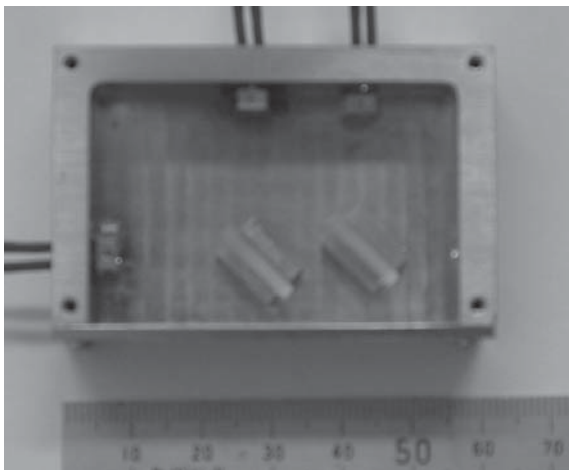


Fig.6 Photograph of three colors light source using point light sources.

また、集光スポット径が約2mmφより絞ることができなかつたため、光利用率などの関係から、使用したPOFの外径は0.75mmφとした。これも将来、点光源に近いLEDが安価に入手できるようになれば、集光ビーム径を小さく絞ることができ、さらに細いPOFを使用することができるようになり、高精細化が可能となる。現在、簡単に入手できるPOFの外径は0.1mmφである。

外径0.75mmφのPOFを用いて、画素ピッチ2mm、16 × 16画素のディスプレイユニットを構成した。モータの回転に同期させて光源を駆動して、ミラーの回りに円周状に配置したPOFの所定の端面に入射させることにより、文字などの画像が表示できることを確認した。このときの実験系の構成図をFig.7に、概観写真をFig.8に示す。

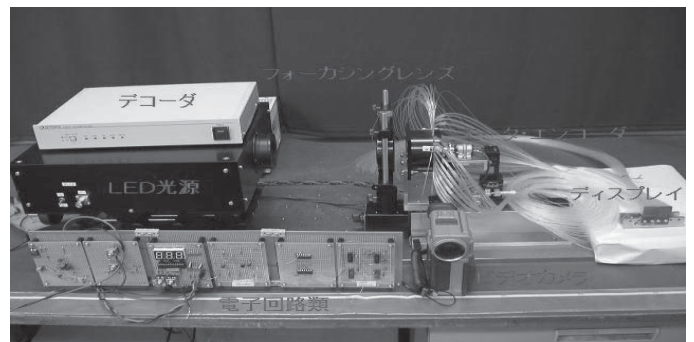


Fig.8 Photograph of the experimental system for the possibility of full-color.

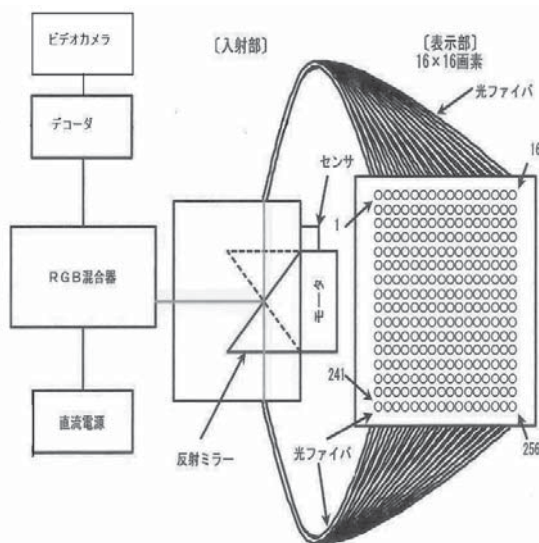


Fig.7 Experiment system for the possibility of full-color.

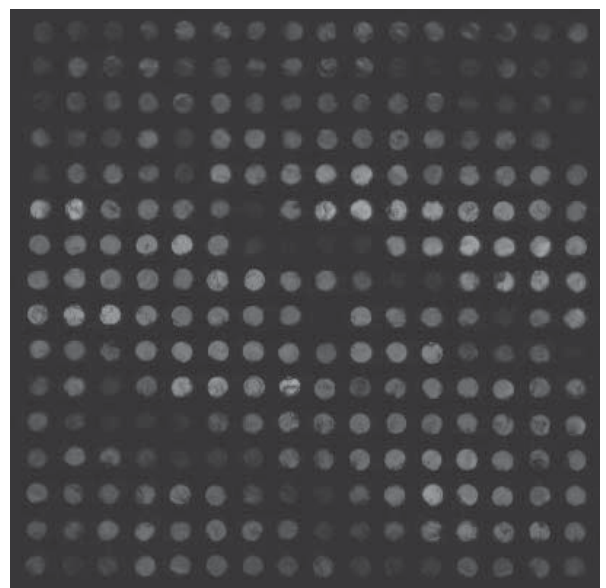
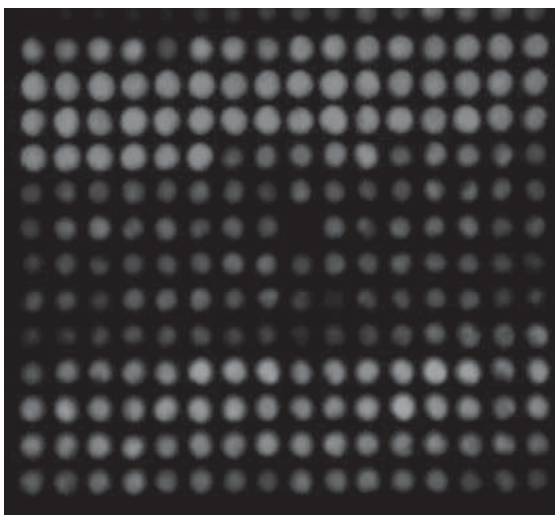


Fig.9 Photograph of the display part for the possibility of full-color.

モータの回転に同期させて、ファンクションジェネレータで作成した駆動パルスを用いて3色合成光源を駆動することにより、Fig.9に示すように、任意のフルカラー画像が表示可能であることが確認できた。



(a) Image taken with video camera.



(b) Photograph of the display part.

Fig.10 Image taken with video camera and image of display part.

さらに、ビデオカメラからの映像信号を元に、赤緑青の3色合成光源のそれぞれのLEDを駆動する信号に変換するデコーダを開発した。このデコーダを用いて、ビデオカメラからの映像信号を元に、3色合成光源を駆動することにより、ビデオカメラで写した画像を表示部に表示できることを確認した。ビデオカメラに写した元の画像、および表示部に表示させた画像を、それぞれ Fig.10 (a), (b) に示す。

5. ドーム型

外径 0.75mmφ の POF を用いて、画素ピッチ 2.54mm, 38 × 19 画素のディスプレイユニットを構成した。ディスプレイ表示部の曲率半径を 50mm にしたときの表示部の状態を、Fig.11 に示す。この結果から、本技術は容易に湾曲した表示面にも対応できることが確認でき、高付加価値製品として期待されている、ドーム型の応用可能性が確認できた。

さらに、ドーム型の超大画面ディスプレイの検討のために、Fig.12 に示すように、Fig.11 に示したディスプレイユニットを複数枚貼り合わせて、実用可能性の検討を進めた。



Fig.11 Photograph of the display part for the possibility of curving display.



Fig.12 Photograph of the display part for the possibility of direct-view type super large-screen dome display.

6. まとめ

対角 100 インチを超える直視型超大画面ディスプレイとして、光ファイバを用いたディスプレイを提案し、その実用可能性の検証を進めている。今回は、赤緑青の LED を用いた 3 色合成光源を開発し、任意のフルカラー画像が表示できることと、ビデオカメラで撮影した画像を表示することが可能となることを確認し、本技術のフルカラー化可能性を確認した。さらに、湾曲した表示面にも対応できることを確認し、高付加価値製品として期待されている、ドーム型ディスプレイへの応用可能性を確認した。

この技術は、ディスプレイ応用の中でも美術館や博物館などの超大画面ディスプレイやドーム型ディスプレイといった、ニッチな製品への展開が考えられる。さらにこの技術は、ディスプレイ応用だけでなく、太陽光発電、照明や広告灯、あるいは殺菌・脱臭装置などのさまざまな分野での応用が考えられる。そして、製品立ち上げが非常に低コストで済むという利点があるので、民生用の大量生産を主眼とする大手企業が手掛けないニッチな製品への応用展開が考えられる。

今後の課題は、ドーム型超大画面ディスプレイの実用可能性の実証を進めることである。

文 献

- 1) Gregory J. Kintz, "Properties and applications of spherical panoramic virtual displays," Proc. SPIE, vol. 3639, (1999), pp.428-435.
- 2) K. Ishimoto et al., "Cell Design and the Structure of the Plasma Tube Array Display", Proceedings of IDW'02, (2002), p.665.
- 3) T. Shinomiya et al., "A 40-in. (1-m) diagonal direct-view TFT-LCD by seamless-connection technique," J. Soc. Inform. Display, vol. 5, no. 4, (1997), pp. 363-365.
- 4) S. Morozumi et al., "LCD full-color video projector," Dig. Tec. Papers – SID Int. Symp., vol. 17, (1986), pp. 375-378.
- 5) 菅谷論, "表示装置", 特願2003-103523, (2003).
- 6) 菅谷論, 野村龍男, "光ファイバを用いた直視型大画面ディスプレイに関する研究", 2003年電子情報通信学会, C-9-5, (2003),p49.
- 7) 菅谷論, 野村龍男, "光ファイバを用いた直視型大画面ディスプレイの提案", 静岡理工科大学紀要, 11, (2003),pp.197-203.
- 8) 菅谷論, "光ファイバを用いた直視型超大画面ディスプレイ", 次世代超大画面ディスプレイ研究会資料, (2003).
- 9) 菅谷論, 野村龍男, "光ファイバを用いた直視型超大画面ディスプレイのタイル化可能性", 2004年電子情報通信学会, C-9-8, (2004), p75.
- 10) 菅谷論, 野村龍男, "光ファイバを用いた直視型超大画面ディスプレイのタイル化可能性", 静岡理工科大学紀要, 12, (2004), pp.119-136.
- 11) 菅谷論, 野村龍男, "ドームタイプ直視型超大画面ディスプレイの検討", 2005年電子情報通信学会, C-9-2, (2004), p43.
- 12) S. Sugaya and T. Nomura, "A study on direct-view type super large-screen spherical display," The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Electronics Express, vol. 2, no. 14, (2005), pp.411-416.