

最近の技術から

液晶プロジェクタ TV への平板マイクロレンズの応用

根本 浩之・浜中賢二郎・岸本 隆・西沢 紘一

日本板硝子(株)筑波研究所 〒300-26 つくば市東光台 5-4

1. ま え が き

ガラス基板表面に微小レンズが高精度、高密度に配列された平板マイクロレンズ (PML) は、1981 年に開発され、以来、光通信、光情報処理、画像処理等のさまざまな分野に試用されてきた^{1,2)}。

最近の液晶技術の進展は目ざましく、特に TFT (thin film transistor) 方式の液晶表示体 (LCD) は、高速応答、色彩性に優れており、これをライトバルブとして用いた液晶プロジェクタ TV が開発され、大画面、可搬性という特長から、新しい市場が開拓されつつある。

しかし、このタイプのプロジェクタ TV は、LCD を駆動している TFT、配線のために、液晶の開口窓 (光を透過する領域) をあまり大きくできず、スクリーン上の画像が CRT 画面に比べて暗いという欠点がある。

PML はそういった光を有効に開口窓に集め、LCD の有効表示面積に対する開口窓の面積の割合である開口率を実効的に向上させる働きをする。

ここでは液晶プロジェクタ TV の明るさ向上のために開発した PML について紹介する。

2. レンズ設計

現在、PML は液晶パネルの BM (black matrix) 側基板に接着して使用されている³⁾。この PML を用いて画素に入射した光を効率良く開口窓に集光させるには、スポット径を決めている、光源の広がり角、およびレンズ径に対する BM 側基板厚、いわゆるレンズの NA (numerical aperture) が設計のポイントになる。

図 1 は $190 \times 129 \mu\text{m}$ の画素が約 112,000 個並ぶ、 $49.6 \times 68.1 \text{ mm}$ 液晶パネルについて、光源の広がり角に対する実効的な開口率 (実効開口率) を計算した結果である。

この液晶パネルの場合、光源の広がり角が $\pm 4^\circ$ 、NA が 0.15 程度の稠密構造の PML を作製することにより、実効開口率は約 80% になり得る。

稠密構造とは隣接するレンズが融合するまで拡散を行

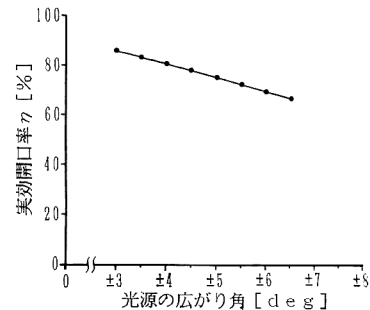


図 1 光源の広がり角に対する実効開口率

い、正方配列であれば四角形、千鳥配列であれば六角形のレンズ形状にすることで、PML に照射された光をすべて開口窓に集光できる構造である。

3. 平板マイクロレンズの製造方法

PML の製造プロセスは、まず、研磨されたガラス基板上に Ti 薄膜を成膜し、フォトリソグラフィ技術により液晶の画素に対応したパターンを形成する。次いで、このパターン付きガラス基板を溶融塩に浸漬して溶融塩中のアルカリ・イオンとガラス中のイオンを交換し、ガラス基板の表面に屈折率分布を形成する。

ここに用いたガラス基板は、フロート法により製造された、厚みが 2 mm のソーダライムガラスであり、ガラス転移点付近の溶融塩に、約 $43 \mu\text{m}$ の拡散長が得られるまで浸漬する。図 2 は稠密構造 PML を示す。

イオン交換終了後、ガラス基板上の残留 Ti 膜を取り除き、液晶パネルに相当した形状に基板を切断する。

4. PML の光学性能

図 3 は PML 貼り合わせによる液晶パネルの実効的な開口率増加量を測定する光学系である。

測定原理は次のとおりである。PML を、液晶パネルの BM 側基板に密着させない状態で、BM 側基板を通過した光量 (P_0) を測定する。次に PML を BM 側基板に密着させ、透過光量が最大となるように、PML の位置を調整し、透過光量の最大値 (P_{max}) を測定する。

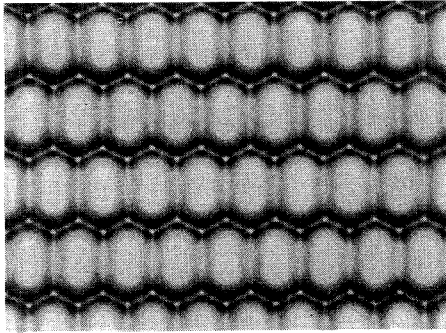
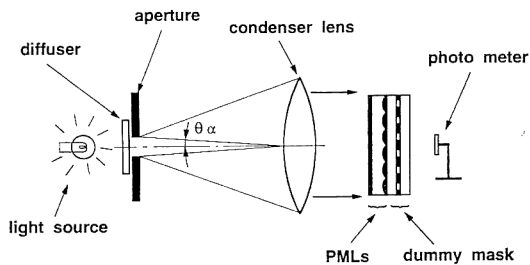


図2 稠密構造 PML

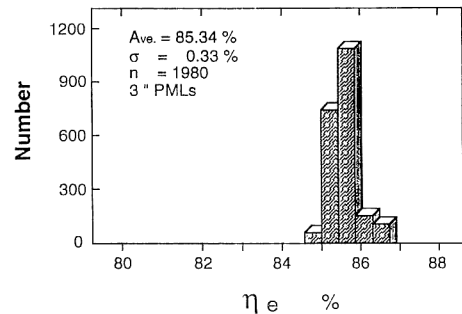
図3 実効開口率; η_{eff} の測定光学系

この二つの値より、実効開口率; $\eta_{eff} = P_{max}/P_0 \times \eta$ を定義する。ここで η は液晶パネル自身の開口率である。

図4に光源の広がり角 $\theta\alpha = \pm 4^\circ$ で測定した η_{eff} の結果を示す。測定した PML 個数 220 個 (η_{eff} の測定数; 1980) に対し、 η_{eff} の平均値 85.34%、標準偏差 0.33% が得られた。この結果、液晶パネルに PML を貼り合わせることによって、開口率は実効的に約2倍になること、また、PML の同一面内、および、PML 間での光量のバラツキが小さいことがわかった。

5. む す び

CRT 直視型並の画質を得ようとすれば、液晶パネル

図4 実効開口率; η_{eff} の測定結果

の高精細化が要求され、クリアビジョン、ハイビジョンが普及すれば大画面化のニーズもますます高まるであろう。

液晶パネルへの PML 装着は液晶パネルの高精細化に伴う開口率低下の問題を解決する手段として大変有効な方法であると言える。

PML の液晶プロジェクタ TV への搭載にあたり、ご指導いただいた、シャープ株式会社・液晶事業本部・液晶研究所、栗根所長、船田副所長、浜田主任研究員、および TFT 開発センター、枘川所長、池永チーフに感謝します。また、有益な討論を賜った東京工業大学・精密工学研究所、伊賀教授に感謝します。

文 献

- 1) K. Iga, *et al.*: "Stacked planer optics: An application of the planar microlens," *Appl. Opt.*, **21** (1982) 3456-3460.
- 2) M. Oikawa, *et al.*: "Light coupling between LD and optical fiber using high NA planar microlens," *Proc. Soc. Photo. Opt. Instrum. Eng.*, **1219** (1990) 532-538.
- 3) H. Hamada, *et al.*: "Brightness enhancement of a liquid crystal projector by a planar microlens," *SID '92 Digest* (1992) p. 269.

(1992年9月29日受理)