研 究

PLZT の光プリンター等への応用

齊藤 格^{☆1}, 北野 博久^{☆1}
 豊田 幸夫^{☆2}, 大西 康司^{☆2}

^{☆1} ミノルタカメラ(株)高機研究所, 〒569 高槻市桜町1-2.

^{☆2} 住友特殊金属(株)研究開発部, 〒618 大阪府三島郡島本町江川2-15-17.

Application of PLZT for Photo-Printer

Itaru Saitoh^{☆1}, Hirohisa Kitano^{☆1}
 Sachio Toyota^{☆2} and Yasushi Onishi^{☆2}

^{☆1} Takatsuki Laboratory, Minolta Camera Co., Ltd., 1-2 Sakuramachi, Takatsuki 569.

^{☆2} Research & Development Department, Sumitomo Special Metals Co., Ltd., 2-15-17 Egawa Shimamoto-cho
 Mishima-gun, Osaka 618.

Received March 23, 1993

By using a precision dicing-machine, we obtained the unique structure of PLZT optical shutter element having a 3-dimensional electrode and achieved low driving voltage of shutters. As a result, we have created a prototype PLZT optical shutter array with resolution of 400dpi, print width up to 300mm and a few micro second switching time, and its printing has been succeeded.

It is expected that the PLZT optical shutter array will be a telling device for development of a high speed electrophotographic printer and a full-color printer using silver halide photography and so on.

1 結 言

電気光学効果を有するPLZTセラミックスを用いた光シャッターアレイは、高速応答性、可視光制御といった特長から、電子写真、銀塩写真方式等の光プリンター用記録デバイスあるいはディスプレイなどへの応用^{1,2)}が、近年、研究されるようになってきた。しかしながら、これまでの開発例では、シャッターの動作電圧が高く、そのため、シャッターを駆動する回路の集積度の限界から、シャッターの配列密度、形状(大きさ)の点が障害となり、本格的な実用段階に到達していない。

著者等は、PLZTウエハの表面に精密機械加工を施し、立体構造の電極を有するシャッターを形成することで、シャッターの低電圧動作(集積回路の耐電圧以下)を可能とした。その結果、シャッターの配列密度 400/inch (400DPI)・印字巾 300mm・高速応答($\sim \mu s$)等の性能を持つ光シャッターアレイを実現した。

本報告では、高密度化と低動作電圧を可能としたシャッターの構造、シャッターの加工およびシャッターアレイの実用性能などについて述べる。

Fig.1 Fabrication process

2 試料および実験方法

PLZTウエハには、HIP処理された9/65/35組成のもの³⁾を使用した。

試作したシャッター素子の構造を、Fig.1 に模式的に示す。構造決定には、「低い動作（半波長）電圧」、「ゼロ・クロストーク」および「加工性・実装性」に配慮した。

一個のシャッターを構成する電極を、光の進路に添って立体的に形成し長い光路長（電界作用領域）を確保した。（低電圧動作）

各シャッターを、共通電極が設けられた中央の深い溝の両側に千鳥状に配置し、それぞれ、奇数番目のシャッターの列、偶数番目のシャッターの列として構成した。また、共通電極をシャッター素子の端部を經由して外側まで引き出し、複数のシャッター素子を直線状に実装する際の共通電極の接続箇所を確保した。（加工・実装性）

隣接するシャッターとシャッターの間には、各シャッターの個別電極を互いに絶縁する目的と、クロストークの防止を兼ねて溝加工を施した。（ゼロ・クロストーク）

両列のシャッターを通過した光が、感光材料面上で一つの像として連なる様に、シャッターの開口形状は平行四辺形とした。

シャッター素子の加工にはダイシングマシンを用い、以下の手順にしたがった（Fig.1）。

まず、(1) 厚さが 0.5mmに両面が鏡面研磨されたPLZTウエハの一面にレジスト膜をスピコートし、(2) この面の中央に、X軸方向に深さが 150 μm の一本の溝を加工、後、その両側にシャッター

Fig.2 Structure of shutter array module.

部として用いられる山脈状の凸部（巾:50 μm ）を形成する。(3) スパッタリングによりAl電極を全面に付けた後、(4) 山脈状の凸部に対し所定の角度で等間隔（400DPIの場合 127 μm ）に溝加工をする。(5) シャッターの開口部に残った電極をレジスト膜とともに除去し、最後に、(6) 共通電極と個別電極を分離するための切削加工を施す。300~500個のシャッターが形成されたシャッター素子を複数個、X軸方向に駆動用のIC（集積回路）とともに配線基板上に実装することで必要な印字巾のシャッターアレイモジュール（Fig.2, Photo.1）を作製した。

シャッターアレイの光学的な特性の測定は、透過型の偏光顕微鏡に光電子増倍管を取り付け、シャッ

Fig.3 Relationship between transmittance and applied voltage.

ターを直流のパルス電圧で動作させた状態でシャッターアレイを走査し、光電子増倍管の出力電圧波形を評価した。また、記録デバイスとしての性能評価には電子写真方式のプリンターおよび銀塩写真印画紙を用いた。

3 実験結果およびまとめ

Fig.3 は、シャッターを10kHz(A4・180枚/minのプリント速度相当)の直流パルス電圧で動作させた時のシャッターへの印加電圧とシャッターの透過光量との関係を示す。透過光量が最大となる電圧(半波長電圧)は約 40Vと低く、この時のコントラストは約 100倍が得られており、クロストークは観測されなかった。この時のシャッターの応答性は、立上がり・下がりともに数 μ sであった。シャッターアレイを構成するシャッターの特性の均一性は、光プリンターの印字品質を左右する重要なファクターである。400DPIのシャッター配列密度と 300mmの印字巾を持つシャッターアレイのすべてのシャッター特性(透過光量)の分布をヒストグラムで表したものがFig.4である。全シャッターで $\pm$ 数%の均一性が得られており、高品質な印字に十分な性能である。このシャッターアレイと線状光源および等倍結像光学系(収束性ロッドレンズアレイ:SLA)から構成される光プリントヘッド(Fig.5)を電子写真複写機(ミノルタEP-9760)に搭載して印字した結果をFig.6に示す。PLZTシャッターアレイの持つ高速性と、可視光を制御できる機能により、複写機の構成要素・動作条件を何ら変更する事なく、A4サイズ of 用紙に毎分80枚(以上)の速度で高品質な印字を行なうこ

Fig.4 Transmittance uniformity of shutter array module.

Fig.5 Example of printhead configuration.

Fig.6 Print sample
(electrophotographic printer output)

とができた。

パルス巾変調方式による光量制御(階調再現)の可能性について検討した。Fig.7 は、駆動電圧のパルス巾を1 μ sから127 μ sまで変化させた時の、出力光量(出力光のパルス時間積分値)の変化の様子である。良好な直線関係が得られている。なお、このときの駆動電圧は約 50V、応答性(立上がり時間)は約1 μ sであった。つぎに、銀塩印画紙に、パルス巾変調方式による階調記録を試みた。R・G・B(赤・緑・青)各色の光をシャッターアレイにより制御しC・M・Y(シアン・マゼンタ・イエロー)を発色させ

Fig.7 Amount of transmitted light vs width of applied pulse.

Photo.1 Photograph of shutter array modules.
(width:300mm)

Fig.8 Print sample (exposed onto silver halide photo-paper)

た結果をFig.8に示す。また、色チャートに「PLZT」の文字を入れた被写体のテレビカメラからの映像信号によってシャッターアレイを動作させ、R・G・Bの各色の光を制御して得られた映像の写真をPhoto.2に示す。写真はシャッターアレイのイメージを、副走査方向に走査しながら35mmのスチルカメラにて撮影した。いずれの結果もシャッターアレイが階調再現に好適な特性を有していることを示している。

シャッターの耐久性・安定性については、35℃85%RHの環境において10000時間以上の連続動作を行ない確認した。その結果、シャッター特性の変動は5%以内であり、安定性・耐久性に関しても問題はなかった。

以上まとめると、

- ・高密度配列(400DPI)である
- ・低い電圧(～40V)で駆動できる
- ・高速応答(～ μ s)であり高速印字ができる
- ・光量制御(階調再現)が可能である
- ・コントラストがたかい(>100:1)
- ・シャッター特性の均一性が良い($\pm 5\%$ /A3)
- ・可視光が使える(露光波長が選べる)
- ・耐久性、安定性に優れる(5%/10000時間)

Photo.2 Photograph of displayed image using shutter array module.

等の特長を有し、今後の高速電子写真プリンター、あるいは、銀塩写真方式に代表される発色性感材を用いたフルカラープリンター等の光プリントヘッドとして、またディスプレイ用デバイスとしての用途展開が可能である。

文 献

- 1) G.Wessel: Proc. SPIE, **396** (1983) 53.
- 2) R.C.Buchanan: Ceramic Materials for Electronics, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, (1986) 221.
- 3) 豊田, 高田: 粉体および粉末冶金, **37** (1990) 34.