

課題番号 : F-14-KT-0066  
 利用形態 : 技術補助  
 利用課題名(日本語) : 動的解析を用いた非対称シリコン・マイクロミラーの高励振効率化に関する研究  
 Program Title (English) : High vibration transmissibility study of 2D asymmetric silicon micro-mirrors for NTCS standard by using dynamic analysis  
 利用者名(日本語) : 伊東 隆喜  
 Username (English) : T. Itoh  
 所属名(日本語) : 和歌山県工業技術センター電子産業部  
 Affiliation (English) : Industrial Technology Center of Wakayama Prefecture

## 1. 概要(Summary)

ウェアラブルデバイスに用いられる、メガネ型ディスプレイなどのスマートグラスには、光学的なキーデバイスとしてシリコン・マイクロミラーが用いられている。

本研究では非対称性シリコン・マイクロミラーのショートプロセスによる試作方法を検討した。ガラスと極薄シリコンとの陽極接合について調べた。

## 2. 実験(Experimental)

### ・利用した装置

陽極接合装置、厚膜フォトリソ用スピンコーティング装置、高速マスクレス露光装置、深堀りドライエッチング装置、ドライエッチング装置

### ・実験方法

#### 2.1 極薄シリコンとガラスとの陽極接合

シリコンは縦 12 mm、横 12 mm、厚みが 10  $\mu\text{m}$ 、15  $\mu\text{m}$ 、20  $\mu\text{m}$ 、30  $\mu\text{m}$ 、50  $\mu\text{m}$ 、300  $\mu\text{m}$  であった。ガラスは縦 10 mm、横 10 mm、厚みが 0.5 mm のテンパックスフロートを用いた。陽極接合は加熱温度 350  $^{\circ}\text{C}$ 、印加電圧 800 V、接合時間 10 分間で行った。

#### 2.2 シリコンダイヤフラムを用いたショートプロセス

シリコンダイヤフラムを使った 2 次元非対称シリコン・マイクロミラーの工程は次の通りである。(a)硫酸過水洗浄、(b)HMDS 処理、(c)レジストコーティング、(d)高速マスクレス露光層装置によるシリコンダイヤフラムへのパターン転写、(e)現像、(f) 深堀りドライエッチング、(g)アッシング処理。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

### 3.1 極薄シリコンとガラスとの陽極接合

陽極接合装置を使い極薄シリコンとガラスを接合した。Fig. 1 は陽極接合電流のシリコン厚み依存を示す。シリコ

ンの厚みが減少すると指数関数的に陽極接合電流が減少することがわかった。このことは陽極接合が界面から厚み  $\times 1/e$  ( $\equiv$  厚み  $\times 0.37$ ) となる深さでの陽イオン移動に起因していると考えられる。

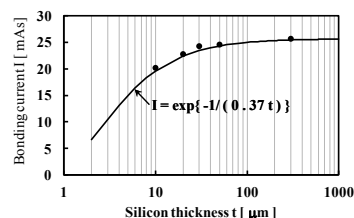


Fig. 1 Relationship between a bonding current and silicon thickness.

### 3.2 シリコンダイヤフラムを用いたショートプロセス

Fig. 2 はショートプロセスにより試作した非対称シリコン・マイクロミラーのリサージュ図形を示す。共振特性は低速軸 60 Hz、高速軸 16.86 kHz であり、振幅は低速軸に対して高速軸が 1.8 倍となり動的解析値とはほぼ一致した。今後、共振周波数の最適化を考えている。

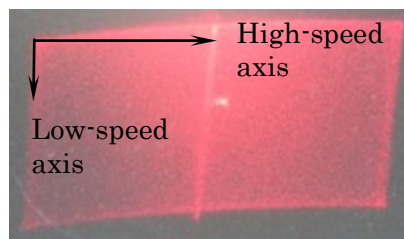


Fig. 2 Photograph of the Lissajous pattern projected onto a screen.

## 4. その他・特記事項(Others)

### 参考文献

・山田恵三, 栗山敏秀 ”光スキャナ“, 特許 3129219.

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) T. Itoh et al., IEEJ Transactions on Sensors and Micromachines, Vol. 134 (2014)pp. 248-252.

(2)伊東隆喜他, 第 31 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム.

#### 6. 関連特許 (Patent)

(1) 栗山敏秀他”帯電物の電位分布の測定装置及び測定方法“, 特開 2013-186063, 平成 25 年 9 月 19 日.