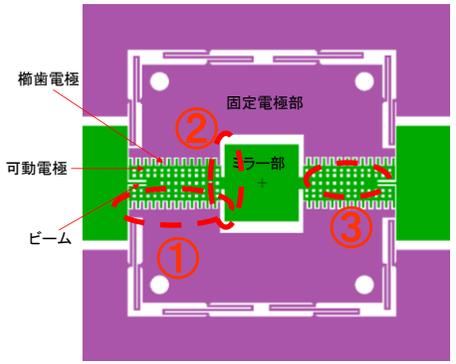


## 研究の概要:

アクチュエータMEMSデバイス(静電型ミラーデバイス)を2回に渡り製作し、アクチュエータ駆動電圧、ミラー部反射率、ミラー部表面粗さの特性を評価する。アクチュエータMEMSについては、性能予測が可能なシミュレーション技術及びナノインプリントによる製造プロセスを開発する。

## 技術内容:

### 1)ポリマー材料の特徴である大変位を活かす静電型ミラーの構造設計(図-1)



- ①可動電極部(可動櫛歯)と固定電極部(固定櫛歯)からなる垂直静電アクチュエータはミラー部の両側に対称に配置し、固定櫛歯を押し下げて、可動櫛歯と固定櫛歯の間に段差がつくように設計した。
- ②振れ角度が大きい場合でもミラーの平面性がほぼ保持されよう、アクチュエータ部とミラー部の間にスリットを配置した。
- ③可動支持体に変位応力分散用に多数のダンパーを配置し、低消費電力駆動を可能にした。

・特許出願 1件(現在手続き中)

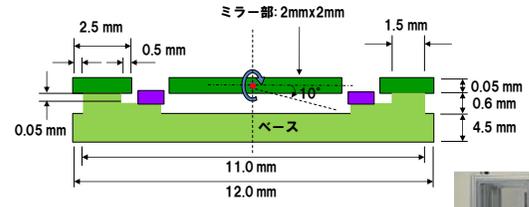


図-1 静電型ミラーデバイスの構造

### 2)製造プロセスの開発

成型装置、接合装置及び研磨装置の新設による4インチ試作ラインを構築し、静電型ミラーデバイスの基本製造プロセスを確立する(図-2)

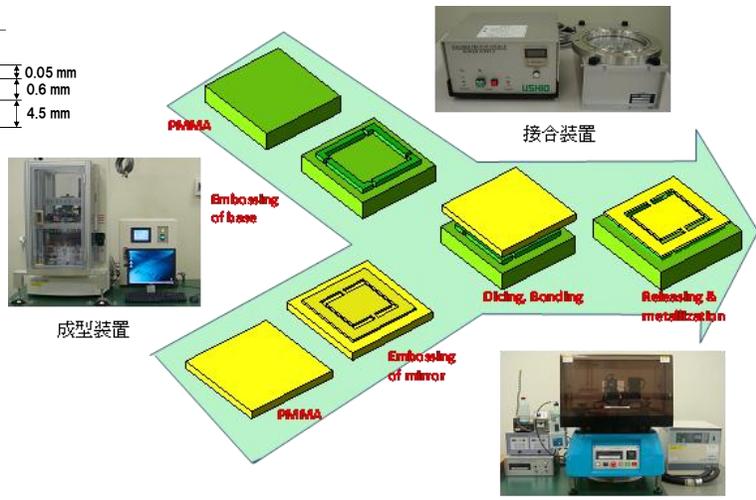
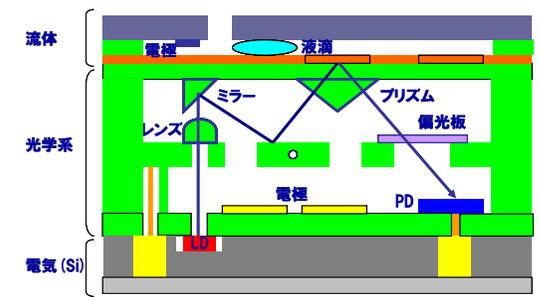


図-2 4インチ試作ライン

## 用途

### ポリマー化の有用性

- ・高機能化(脱シリコン、材料特性より機械特性向上)  
⇒シリコンに比べて同じ大きさで大きな角度
- ・低コスト化(ホットエンボス加工)  
⇒シリコンプロセスと比べて約1/10の製造コスト
- ・生体適合性
- ・低廃棄時負荷、高リサイクル性



■ ポリマー化した部品  
ポリマー化した高機能モジュール例

## 目標：

アクチュエータMEMS（静電型ミラーデバイス）を製作し、以下の項目に対し性能評価を行う。  
 ①駆動電圧：30V以下、  
 ②ミラー部反射率：90%以上、  
 ③ミラー部表面粗さ：100nm以下

## 成果まとめ：

- 1) 静電型ミラーデバイスの性能評価
  - ・駆動電圧、ミラー部反射率、ミラー部表面粗さは目標値をクリアした。
- 2) 製造プロセスの開発
  - ・静電型ミラーデバイスの基本製造プロセスを確立することができた。シリコンプロセスとの比較において、CO2排出量は98%大幅削減可能であることが試算できた。

## 成果の具体的説明

### 1) 静電型ミラーデバイスの性能評価

#### ■デバイス製作(試作回数3回)

今回開発した構造をインプリント技術にて製作し、従来にない特徴の静電型ミラーデバイスを実現した。(図-3)

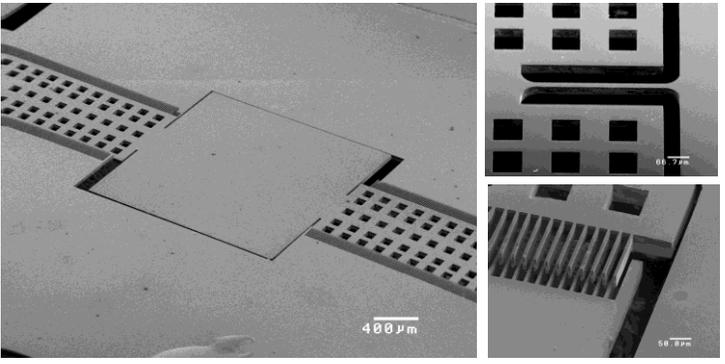


図-3 製作した静電型ミラーデバイスのSEM写真

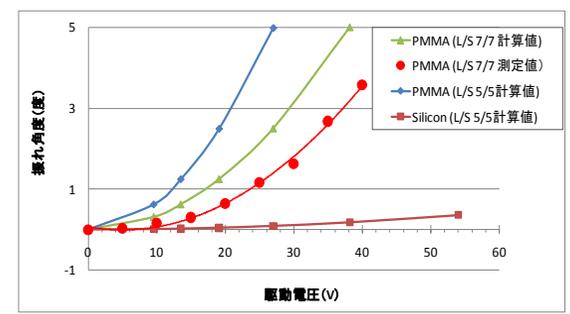
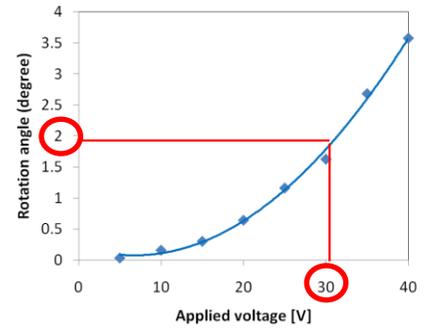


図-4 駆動電圧に対するミラー回転角度

### ②ミラー部反射率評価

静電ミラーデバイス全面に、反射膜としてAu200nmの成膜を実施し、ミラー部の反射率測定を行った。スキャナなどでよく使われる波長1000nm以上で90%以上の反射率が得られた。(図-5)

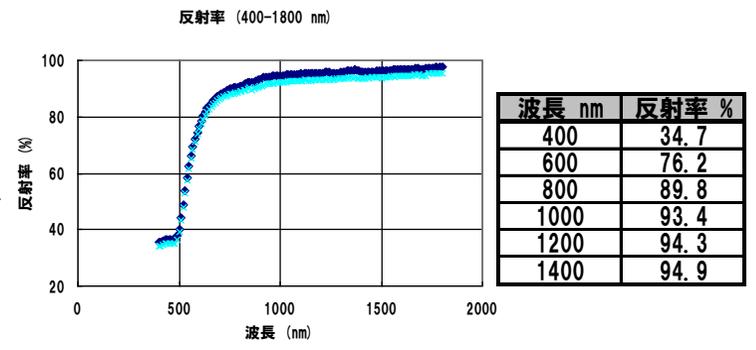


図-5 ミラー部の反射率測定結果

### ③ミラー部表面粗さ評価

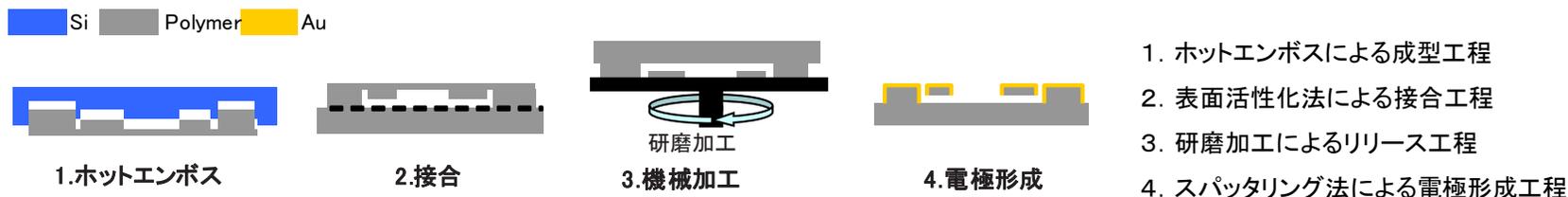
ポリマーミラーデバイスのプロセスでは、残膜を研磨することで構造体をリリースするが、レーザー顕微鏡による評価ではRa=30nmという良好な結果が得られた。

### ①駆動電圧評価

ミラー振れ角2.0度を駆動電圧30Vで得ることができた。計算結果とは概ね合致しており、同構造のシリコン静電型ミラーの約1/7~1/8程度である。(図-4)

## 2) 製造プロセスの開発

構築した4インチ試作ラインを使って、静電型ミラーデバイスの基本製造プロセスを確立することができた(図一6)。成型に用いるNi電鍍金型については、無電解めっき法の適用により20 $\mu$ m L&S製作可能の目処が確認できた(図一7)。この製造プロセスは、主にプロセスで使用する温室効果ガスの削減により、シリコンプロセスとの比較において、CO2排出量を98%大幅削減可能であることが試算できた(表一1)。また、製造コスト1/10(静電型ミラーデバイス4インチウエハ3枚/ロット)の目処も得ることができた。

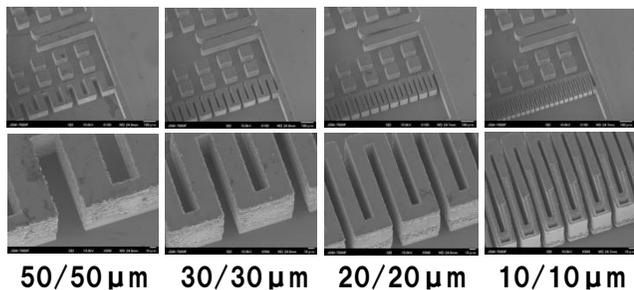


図一6 静電型ミラーデバイスの基本製造プロセス

表一1 4インチウエハ1枚あたりのCO2排出量  
単位: CO2-kg

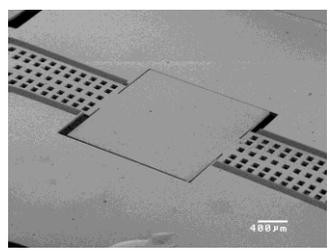
	プロセス	温室効果ガス	合計	対Si削減率 (全体)
シリコン	142.3	7,098.1	7,240.4	-
ポリマー (Si型)	121.0	354.9	475.9	93.4%
ポリマー (金型)	121.0	3.5	124.5	98.3%

※温室効果ガスについて現状は、排ガス処理装置にて対処  
 ※ポリマー (Si型) の温室効果ガス排出量は、20ショット以上使用可能として算出  
 ※ポリマー (金型) の温室効果ガス排出量は、Si型に対し100ショット以上使用可能として算出  
 ※温室効果ガス排出量を除いた場合のCO2削減率は約15%



図一7 Ni電鍍金型のSEM写真

### 3) 実用化の見通し



ポリマー静電型ミラーデバイス



光学製品



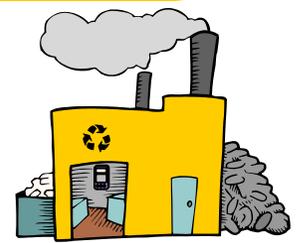
病院施設

**将来の展開目論見**

- ・医療応用センサ
- ・医療施設など環境モニタリングセンサ

**製品例**

- ・光学部品のポリマー化による高機能化
- (生体物質モニタリングシステムなどの高機能モジュール)



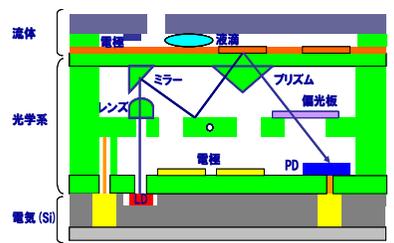
医療廃棄物再処理施設

**ポリマー材料の特徴**

- ①大変位 (ヤング率が小さい)
- ②非脆性 (壊れにくい)
- ③3D微細加工の容易性

**GデバイスPJの成果**

- ①ポリマープロセスの実証
- ②大変位 (2.0° / 30V)
- ③CO2削減量98% (対Si)
- ④製造コスト低減1/10 (対Si)



■ ポリマー化した部品

ポリマー化した高機能モジュール例

