

新しい圧電素子のMemsONEによる設計と複合部材の熱応力の検討

東京工芸大学 曾根 順治
 東京大学 生産技術研究所 藤田博之

1. 研究の背景

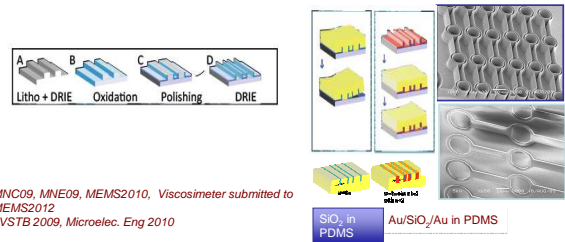
- 高速で数十nmオーダのストロークのMEMSアクチュエータが必要とされている。
 一般の静電アクチュエータ: μ オーダー
- 応答も高速な速度を要求されている。
- 安価に作成できる必要がある。
 圧電素子(セラミック系)は高価

2. 研究の目的

- MEMS技術を活用して、安価かつ数十nmオーダのストロークのアクチュエータを開発する。
- その応答は、高い速度でも動作可能に設計する。
- 変位の安定とプロセスまで考慮した最適設計を行う。

3. 世の中の研究

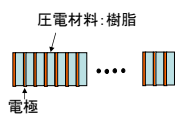
- 選択性の高いエッチング技術により高く、薄く、均一な立ち壁が作成可能となっている。



MNCO9, MNE09, MEMS2010, Viscosimeter submitted to MEMS2012
 JVSTB 2009, Microelec. Eng 2010

4. 新しいアクチュエータの提案

- 圧電素子と同じ構造とする。
 : 電極と圧電材料のスタック構造
- 圧電材料に樹脂を用いる。



アクチュエータの概念

5. MemsONEによる設計

- MemsONE: 圧電解析

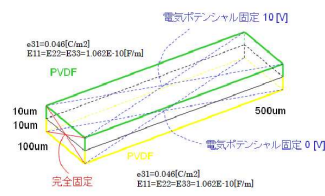


図 1-1 バイモルフビームの圧電解析の概要

電界を解析し、それを基に部材の変形を解析可能である。

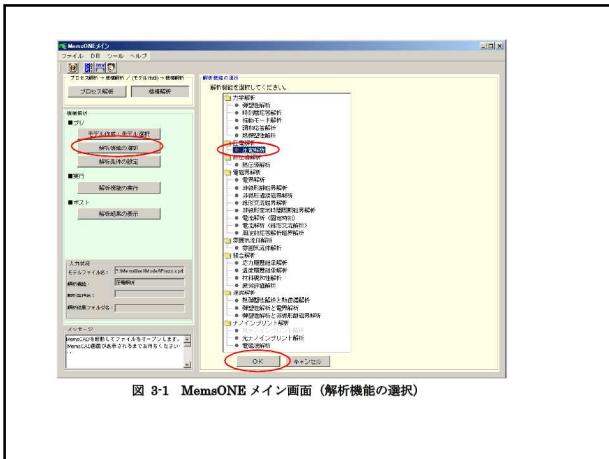


図 3-1 MemS ONE メイン画面 (解析機能の選択)

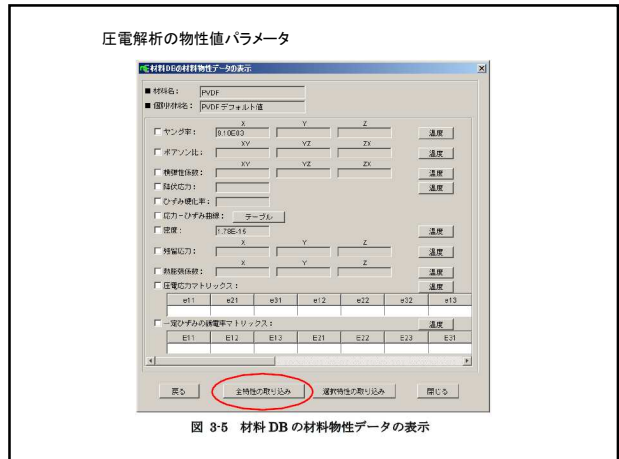


図 3-5 材料 DB の材料物性データの表示

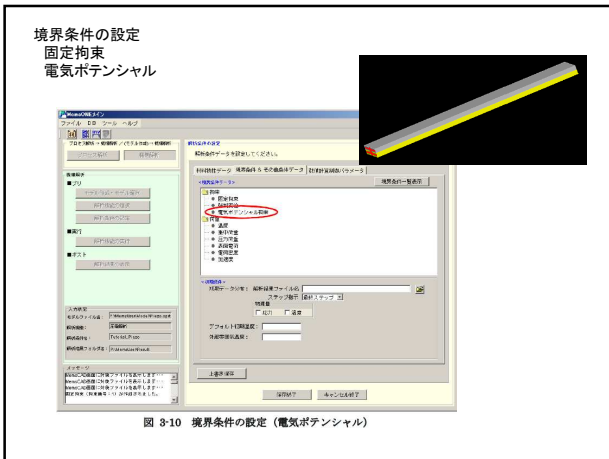


図 3-10 境界条件の設定 (電気ポテンシャル)

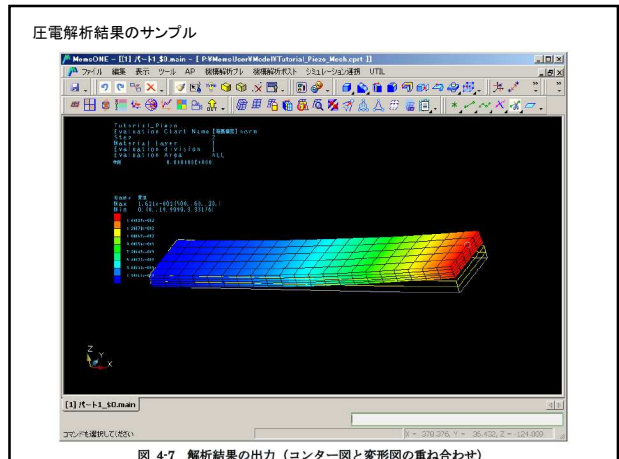
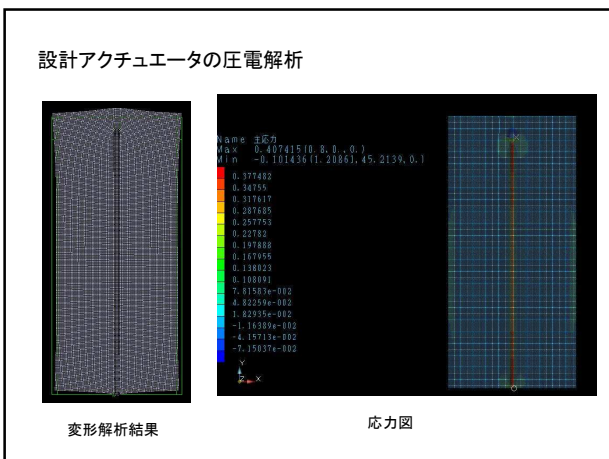


図 4-7 解析結果の出力 (コンター図と変形図の重ね合わせ)



設計アクチュエータの圧電解析

変形解析結果

応力図

6. MemS ONEによる熱応力解析

- 一般の機械治具の設計においても、MemS ONEが非常に有用である。
- MemS ONEには、連成解析があり、
 - 1) 熱伝導と力学
 - 2) 弾塑性と電界
 - 3) 磁界と力学
 の解析が可能である。

6.1 熱伝導と力学連成解析の概要

• 解析例題

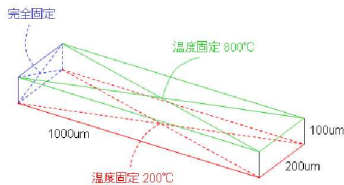


図 1-1 カンチレバーの熱伝導解析と力学解析の連成の概要

解析方法の選択

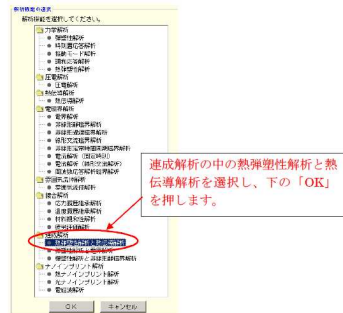


図 1-7 解析機能の選択の画面出力

材料物性値の入力

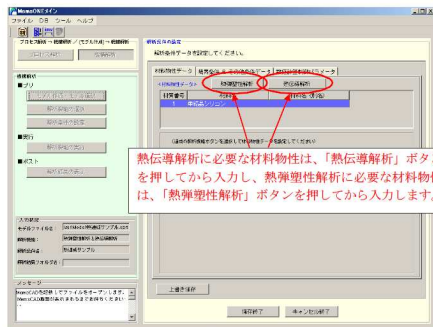


図 1-8 材料物性データの設定の画面出力

境界条件の設定

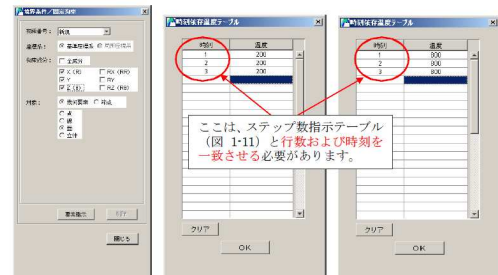


図 1-10 境界条件の設定画面 (左図：固定拘束、中央図：温度拘束、右図：温度拘束)

解析結果

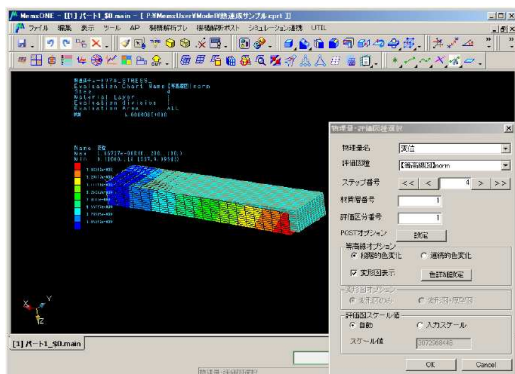
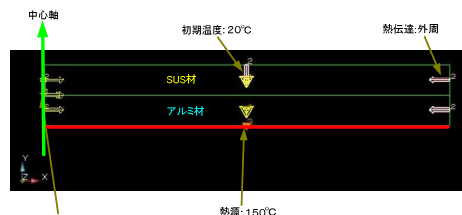


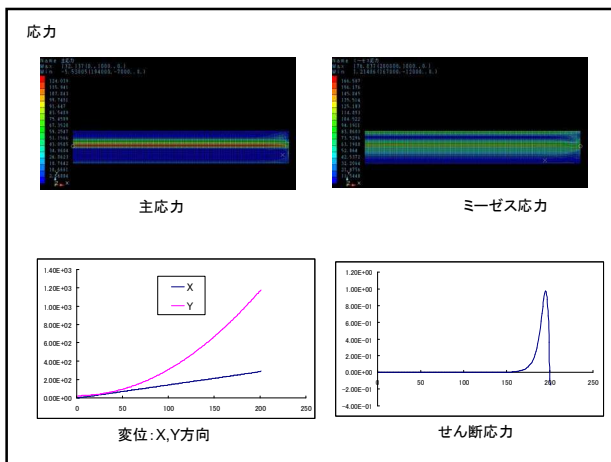
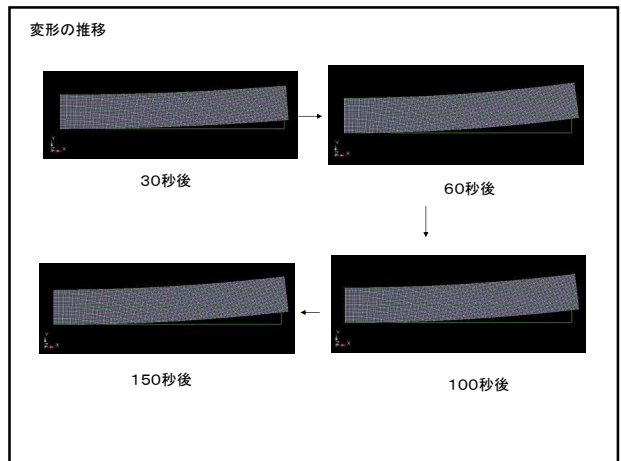
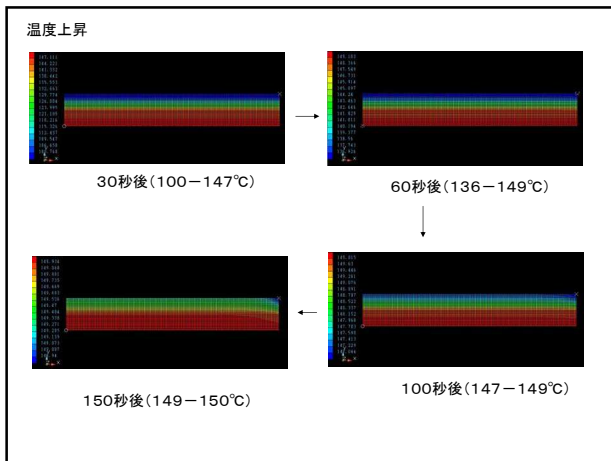
図 1-14 変形図と等高線図の重ね合わせの画面出力

6.2 治具の熱応力変形解析結果

• 解析モデル: 軸対称3次元モデル



SUS材とアルミ材は熱膨張が異なるために、応力変形



7. まとめ

- ナノメートル, 安価なMEMSアクチュエータの設計にMemsONEを活用した.
- 治具の熱応力変形の原因解明にMemsONEを活用した.
- MemsONEは, MEMSデバイスの設計以外にも活用が可能である.