

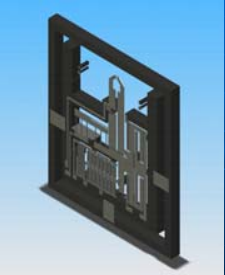
リリース版の2次要素に対するメッシュ細かさと計算精度検証

東京工芸大学 曾根 順治
 東京大学 藤田 博之

1. 背景

- 現在
 レーザー光・マグネティックフィールドを用いたDNA繊維のマニピュレーション (AFMも用いられている)

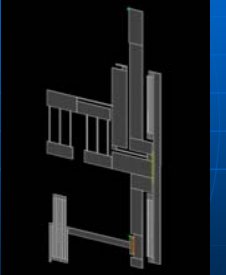
東京大学 藤田研究室では、トラッピングや機械的特性、分子レベルの電気・機械的なセンシングが行えるナノピンセットを開発しており、弊研究室は、設計支援を進めている



2008/12/17 MemsONEユーザー会(東京第1回) 2

研究内容

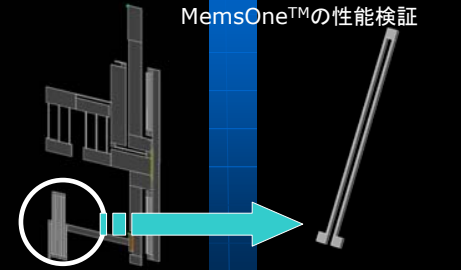
- 変位解析、周波数解析でモデルのシミュレーションを行う
- DNA分子の操作を行うシリコン製 NanoTweezersの構造の最適化の推進



2008/12/17 MemsONEユーザー会(東京第1回) 3

バネの解析(1)

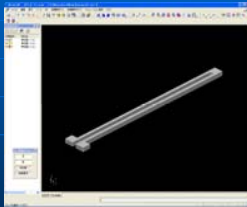
MemsOne™の性能検証



2008/12/17 MemsONEユーザー会(東京第1回) 4

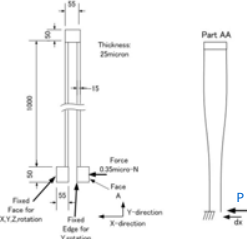
バネの解析(2)

- メッシュサイズとバネ幅のエッチングによる減少効果を調査する
- FEM分析に簡単なバネのモデルを作成
- 結果を理論解析と比較



2008/12/17 MemsONEユーザー会(東京第1回) 5

バネの解析(3)

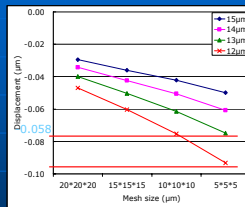
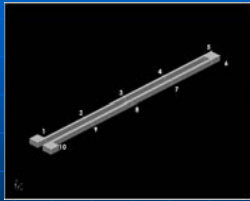


- メッシュサイズ: 20, 15, 10, 5 μm
- バネ幅: 12.0, 13.0, 14.0, 15.0 μm
- 理論値(dx)
 剛性: E = 1.65E05 MPa
 圧力: P = 0.000278 MPa (20V)
 断面二次モーメント:
 $I_z = h b^3 / 12$
 $dx = \frac{2}{EI} \left(\frac{M_x L^2}{2} - \frac{P L^2}{6} \right) + 2L \sin(\theta_1)$
 = 0.058 μm Castiglianoの定理
 +角度補正

(a) Simple analysis model. (b) Deformation scheme.

2008/12/17 MemsONEユーザー会(東京第1回) 6

β版によるバネの変位解析



ヤング率: 2.33E-15 密度: 2.331E-15

メッシュサイズが粗いと48%も異なる

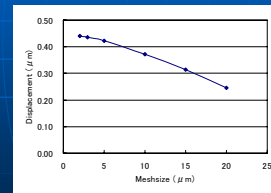
2008/12/17

MemsONEユーザー会(東京第1回)

7

Meshと変位量の関係

- FEMの要素: 線形要素のため、メッシュを細かくする必要あり。3-2ミクロンで収束傾向

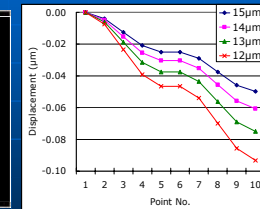
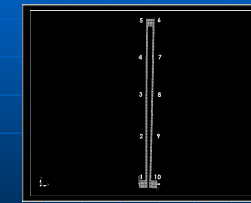


2008/12/17

MemsONEユーザー会(東京第1回)

8

バネの形状変化



ヤング率: 2.33E-15 密度: 2.331E-15

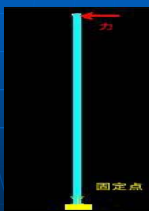
2008/12/17

MemsONEユーザー会(東京第1回)

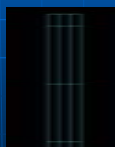
9

リリース版: 2次要素

- 片もちはりで検討



- 幅10 μm、厚さ10 μm、長さ2000 μm
- 幅20 μm、厚さ20 μm、長さ2000 μm



2008/12/17

MemsONEユーザー会(東京第1回)

10

理論値計算

$$I_z = \frac{bh^3}{12} \quad y = \frac{wl^3}{3EIz}$$

$$E = 1.65 \times 10^5 \text{ Pa}, l = 9.95 \times 10^{-4} \text{ m}$$

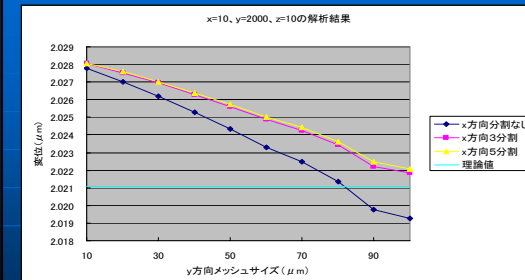
- 幅10 μm、厚さ10 μm、長さ2000 μm (力作用点1995 μm)
y = 2.021 μm
- 幅20 μm、厚さ20 μm、長さ2000 μm (力作用点1990 μm)
y = 0.5015 μm

2008/12/17

MemsONEユーザー会(東京第1回)

11

幅10 μm、厚さ10 μm、長さ2000 μmの場合



- メッシュサイズを大きくても誤差0.3%以内
- 2次要素は多少大きく変位する。それでも0.3%

2008/12/17

MemsONEユーザー会(東京第1回)

12

