



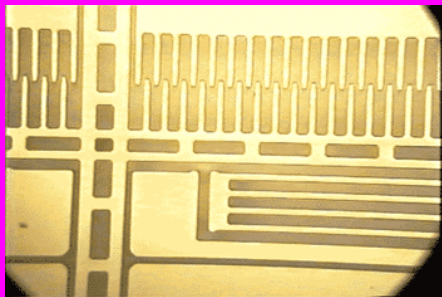
MEMSpiceの解析事例

(株)数理システム 科学技術部 MEMS担当
(mems-info@msi.co.jp)

概要

- (1) 機構部のみの解析
- (2) アクチュエータの解析
- (3) センサーの解析
- (4) フィードバック系の解析
- (5) その他の解析

機構部



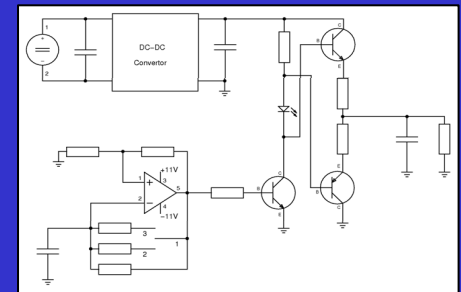
センサー

変位

アクチュエータ

変位検出

電子回路



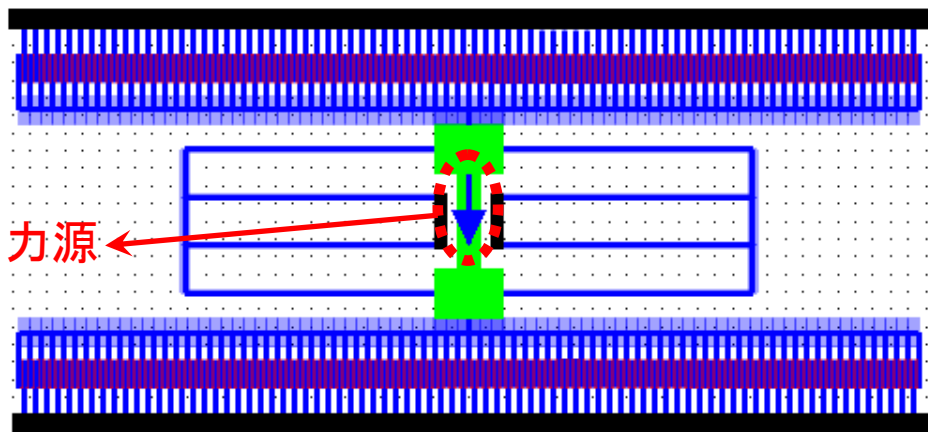
電圧印加



(1) 機構部のみの解析・概要

- マイクロ共振器の共振周波数・Q値
- 片持ち梁の各共振モードのQ値
- 両持ち梁のQ値に対する気体の圧力依存性

マイクロ共振器の共振周波数・Q値の計算

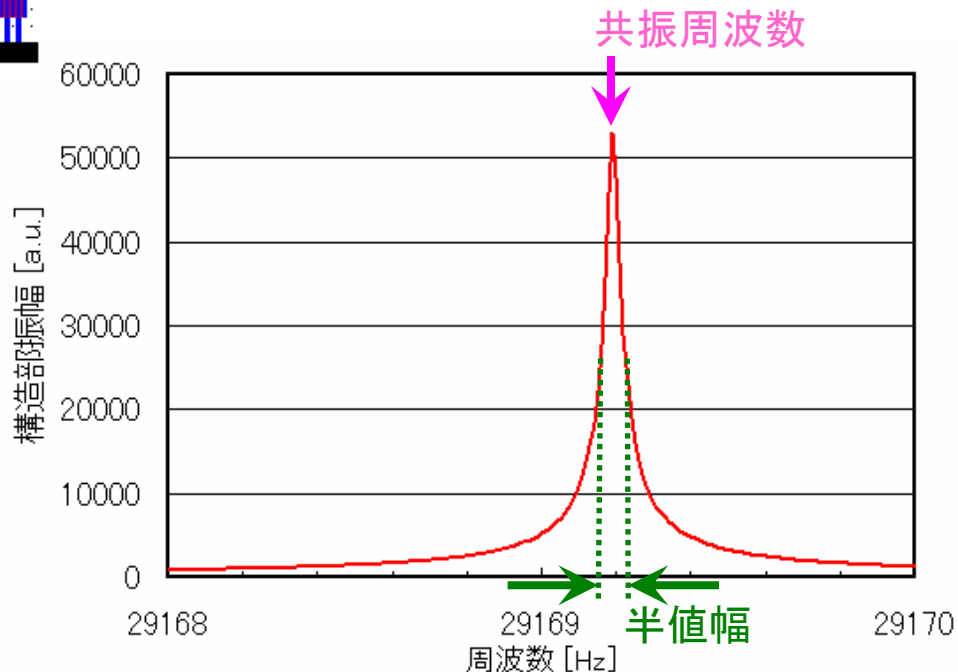


モデル図

入力: 微小振幅の正弦波状の力 (AC力源)

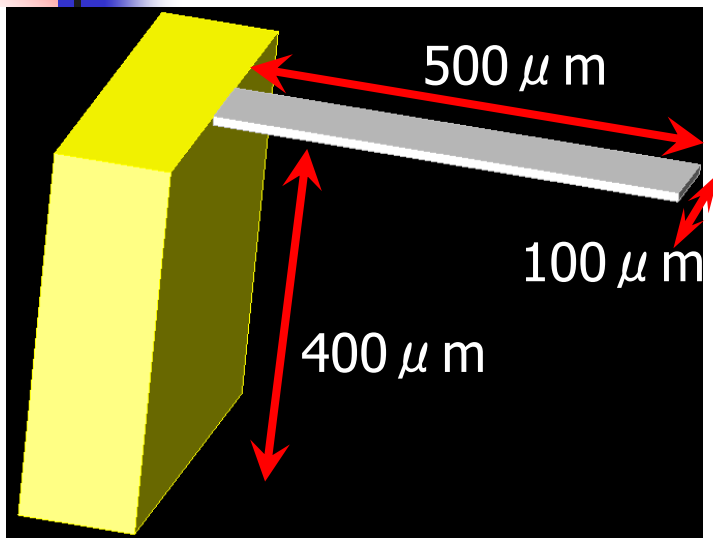
出力: 可動部の振動振幅の周波数依存性

AC解析結果



(1) 機構部のみの解析

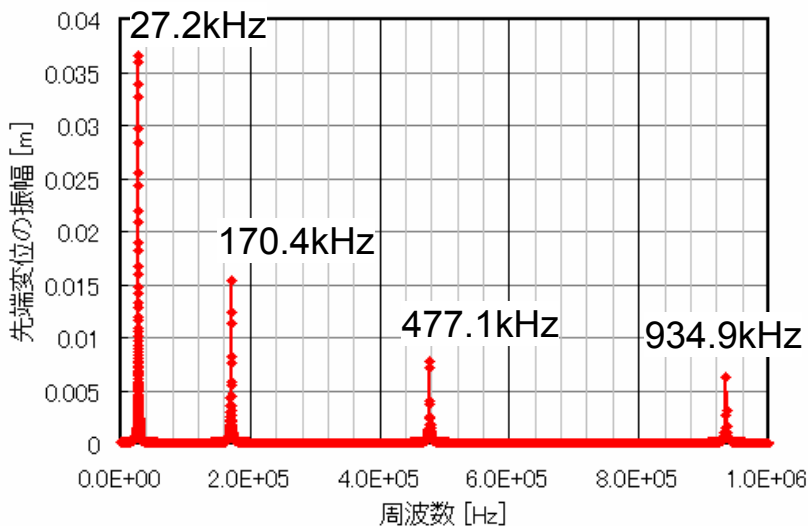
片持ち梁の各共振モードのQ値



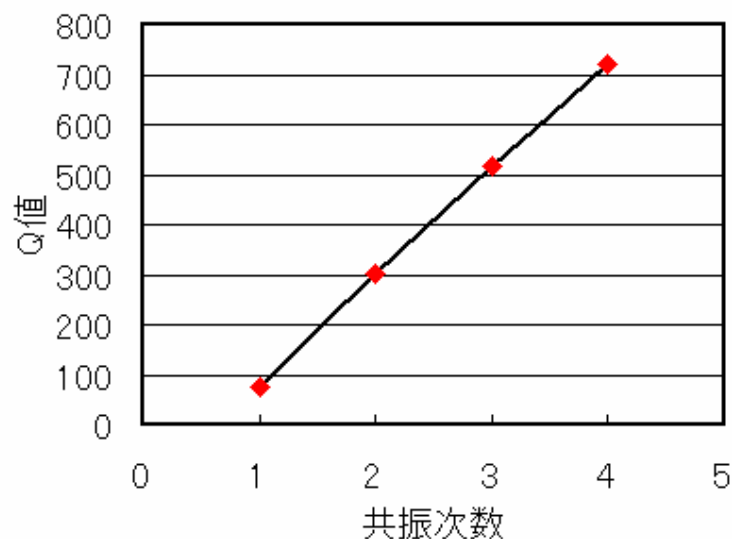
・カンチレバーの根元を強制振動させたときの先端変位を解析。

・空気によるダンピング効果として、“drag force damping”を考慮。

先端変位振幅の周波数依存性



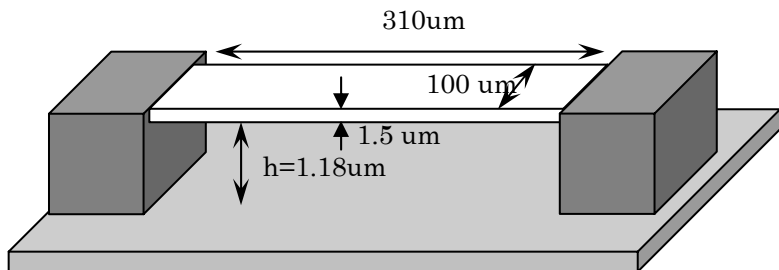
Q値の共振次数依存性



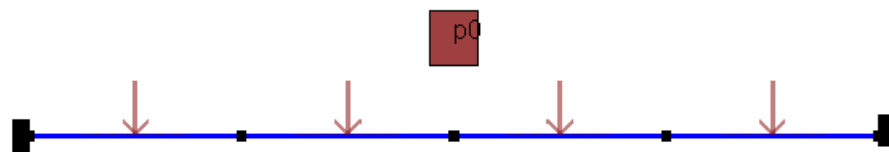
(1) 機構部のみの解析

両持ち梁のQ値に対する気体の圧力依存性

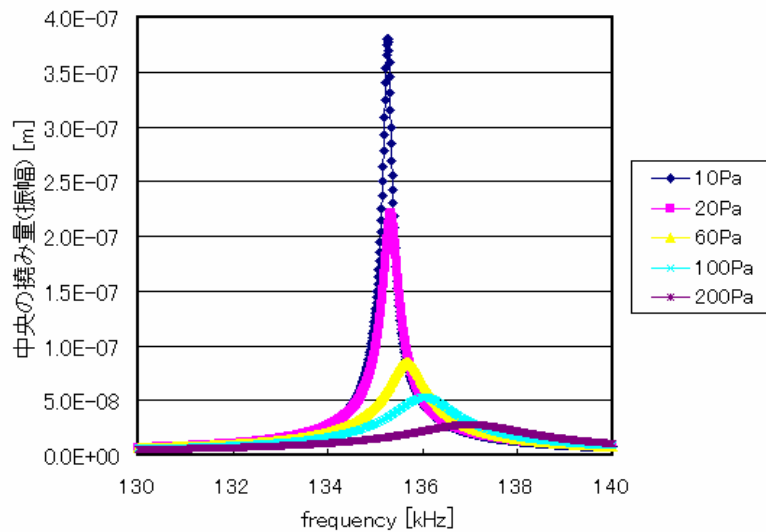
解析対象の両持ち梁



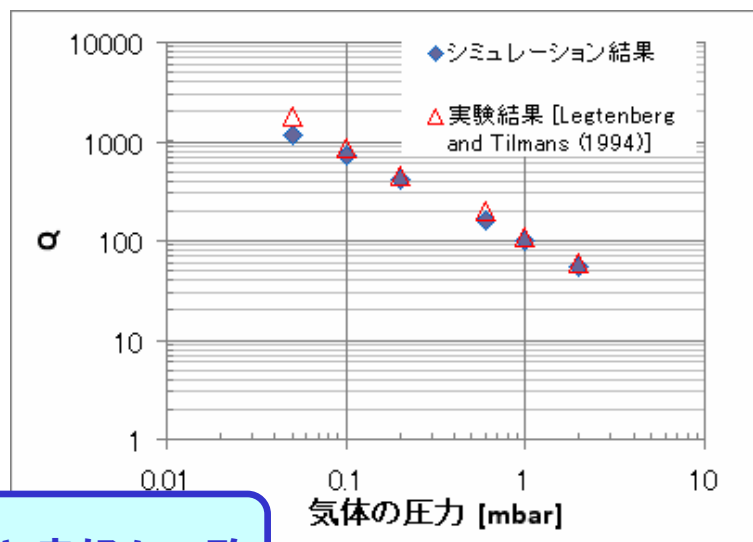
MEMSpice モデル図



梁の撓み量(振幅)の周波数依存性



Q値に対する気体の圧力依存性



実験値と良好な一致

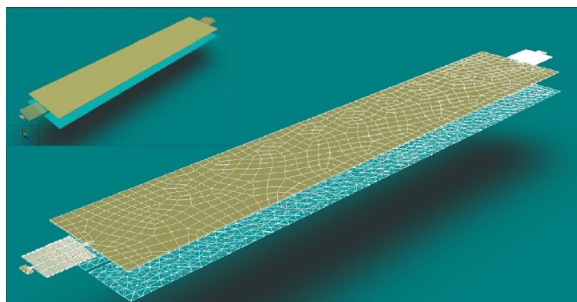


(2) アクチュエータの解析

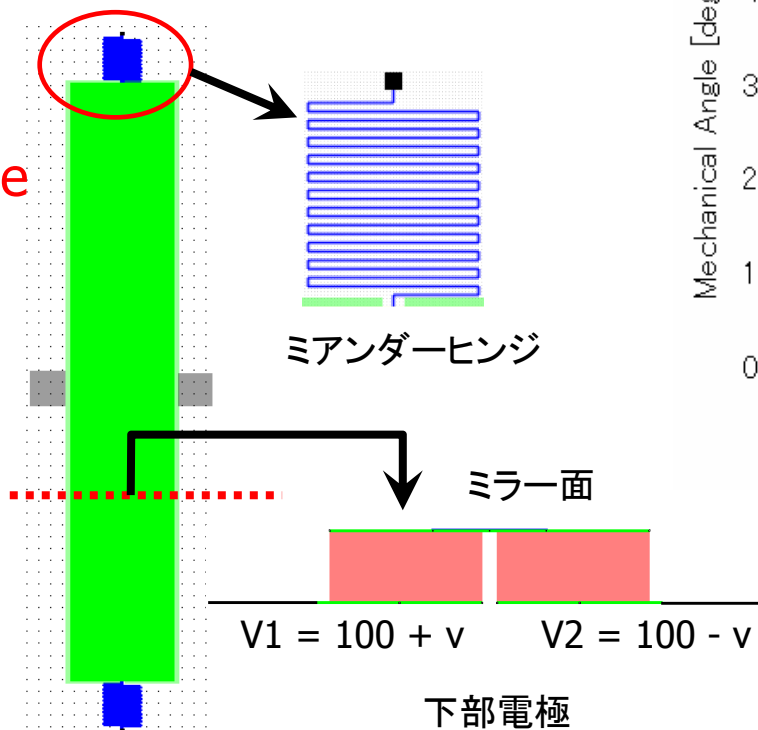
- 静電駆動トーシヨンミラー
- 静電駆動ステッピングモータ

静電駆動ミラーデバイス

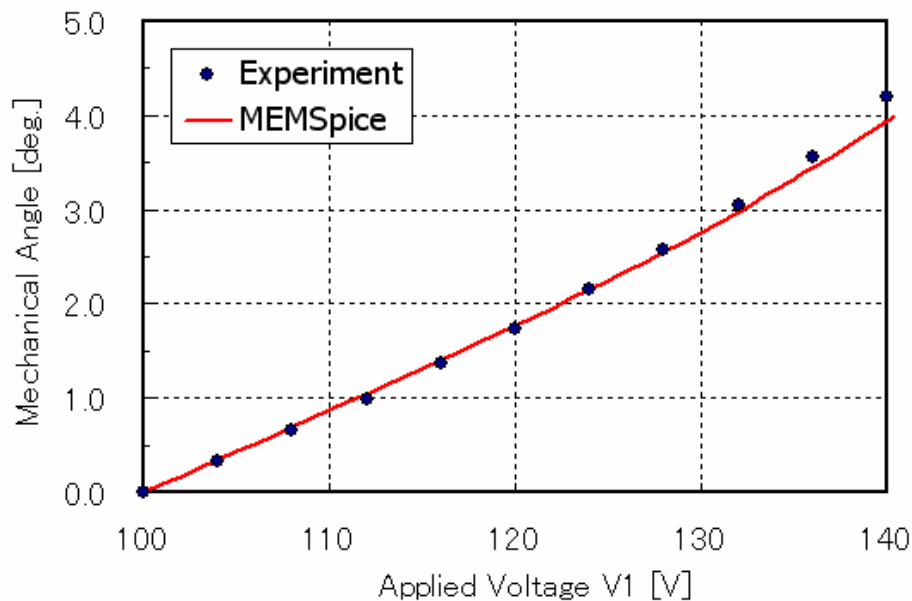
3DCAD
モデル



MEMSpice
モデル



ミラーの回転角と
印加電圧の関係

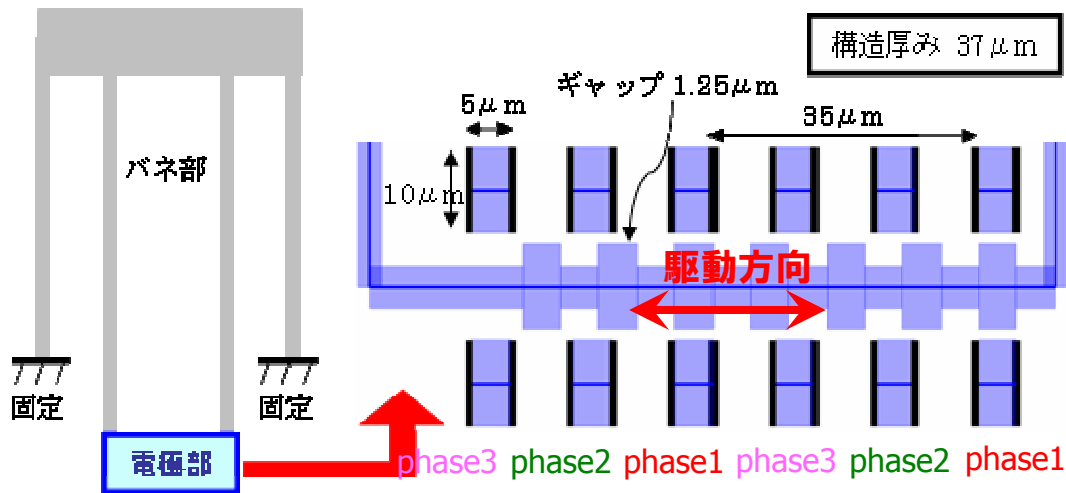


実験値と良好な一致

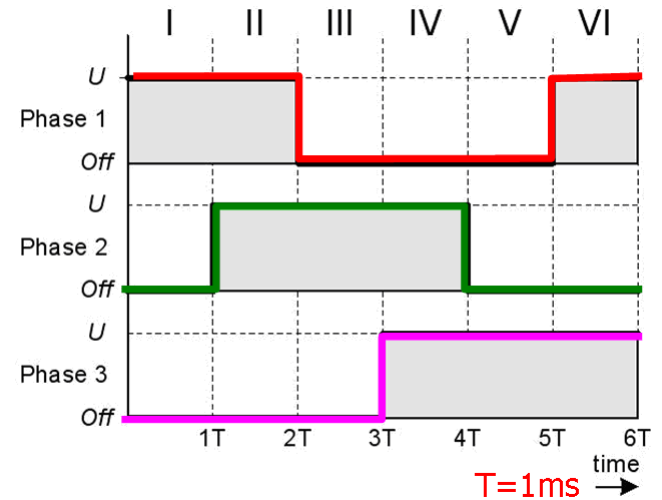
(2) アクチュエータの解析

静電駆動ステッピングモータ

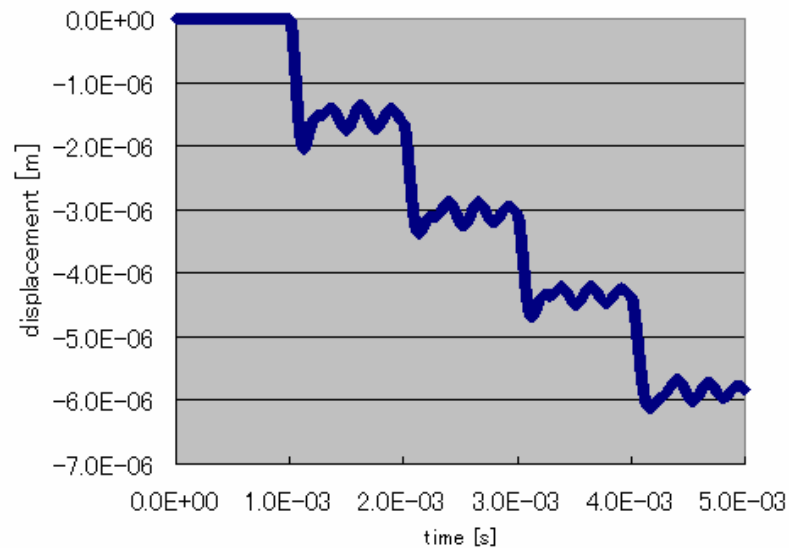
モータの構造



電圧印加方法



モータ変位の時間変化





(3) センサーの解析

- 容量型加速度センサ
- 振動型1軸ジャイロセンサ

容量型加速度センサ

櫛歯構造

加速度

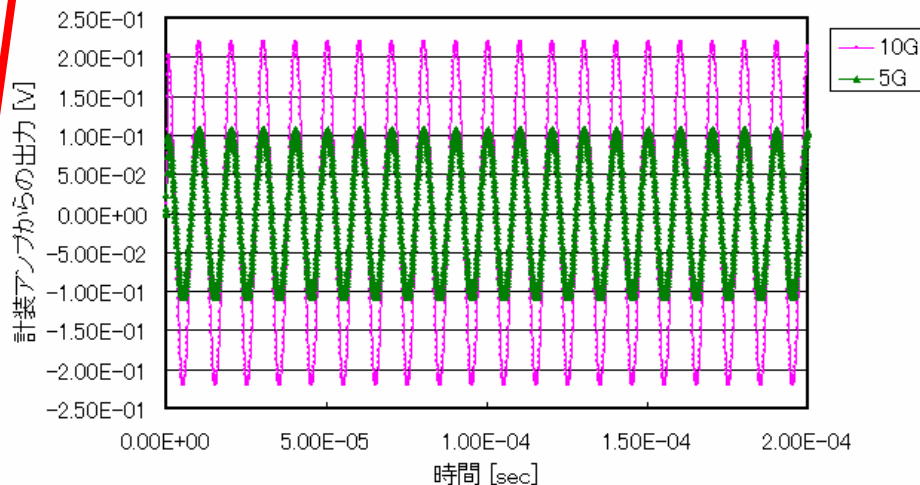
回路表示

逆位相の
正弦波信号

4Vp-p, 100kHz

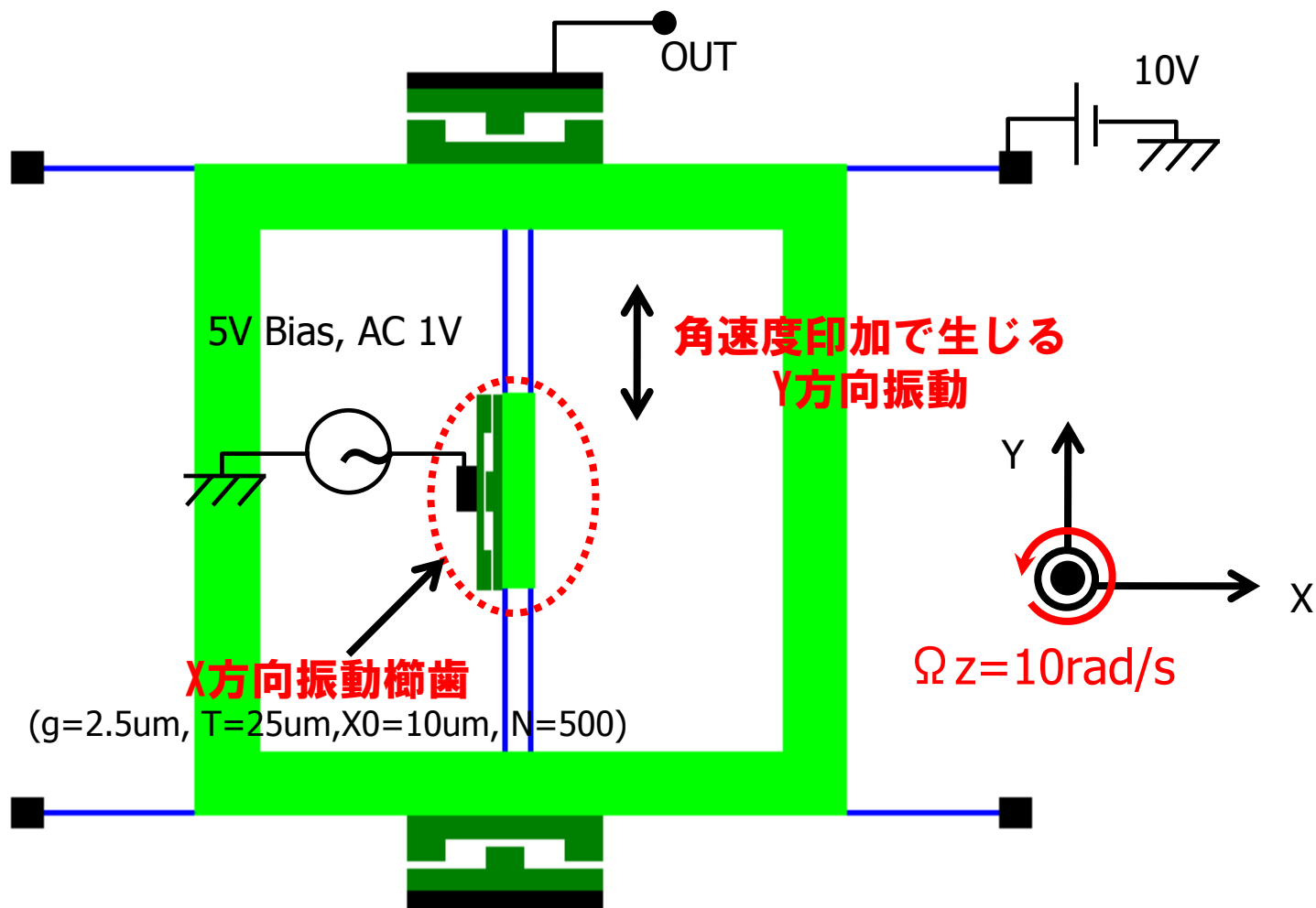
計装アンプ

軽装アンプの出力



加速度に比例した
振幅の出力信号

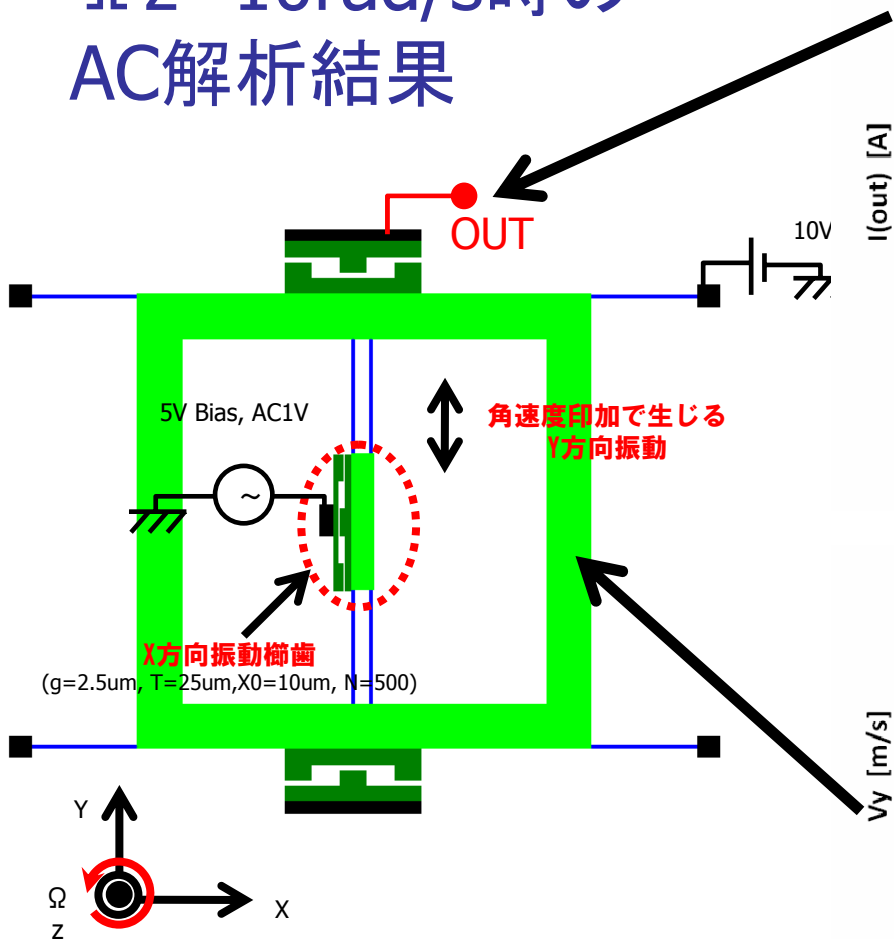
振動型1軸ジャイロセンサ[モデル]



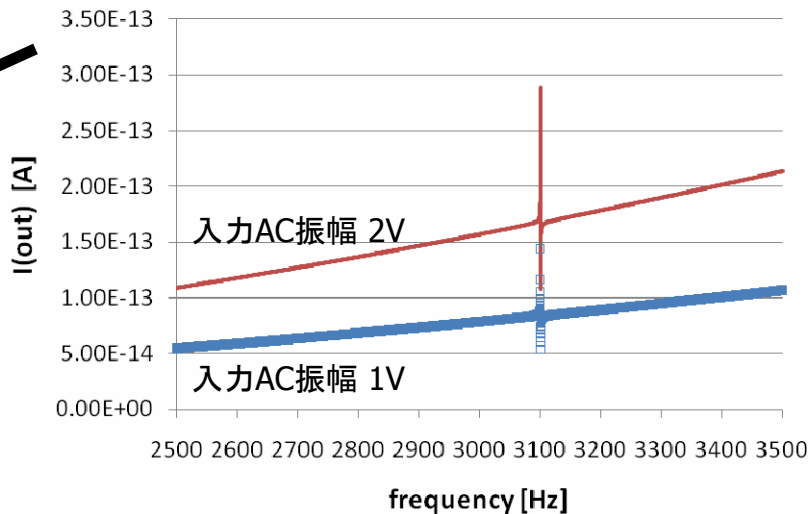
(3) センサの解析

振動型1軸ジャイロセンサ[結果]

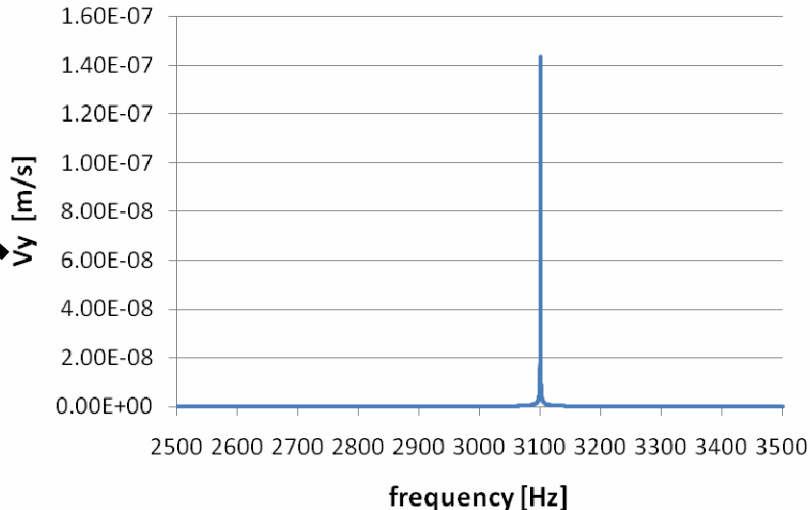
$\Omega_z = 10 \text{ rad/s}$ 時の
AC解析結果



出力電流（振幅）の周波数依存性



フレームのY方向速度（振幅）の周波数依存性



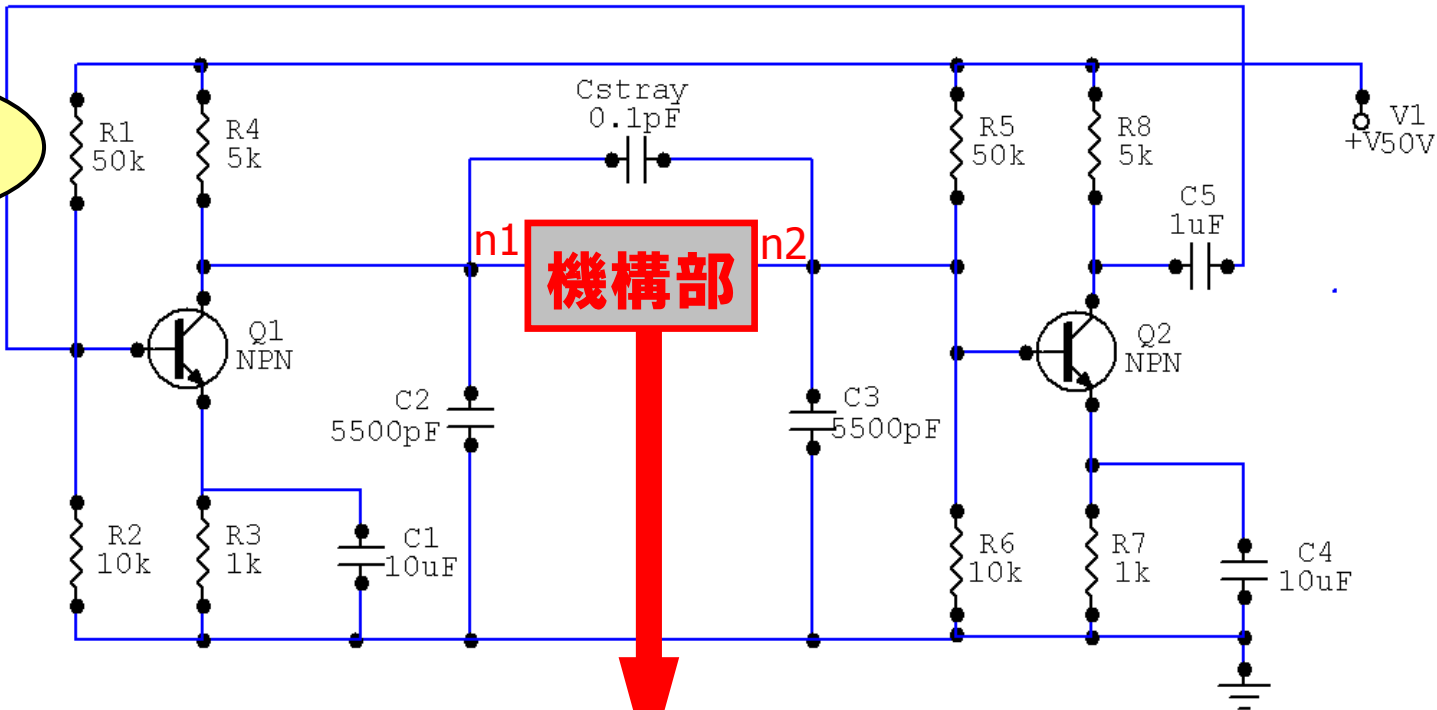


(4) フィードバック系の解析

- 自励発振櫛歯デバイス

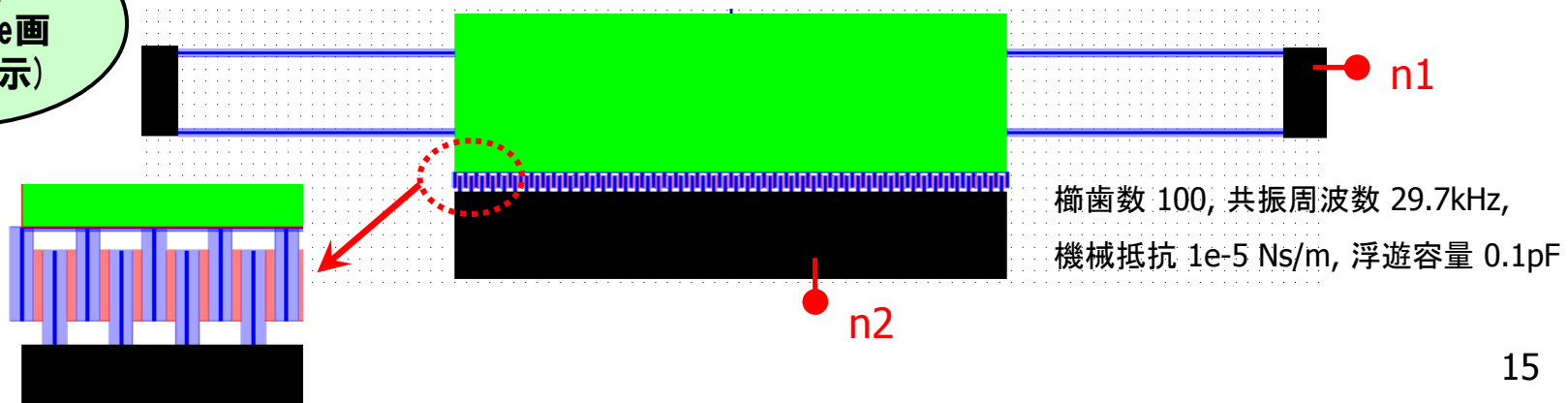
自励発振櫛歯デバイス[モデル]

電子回路



機構部

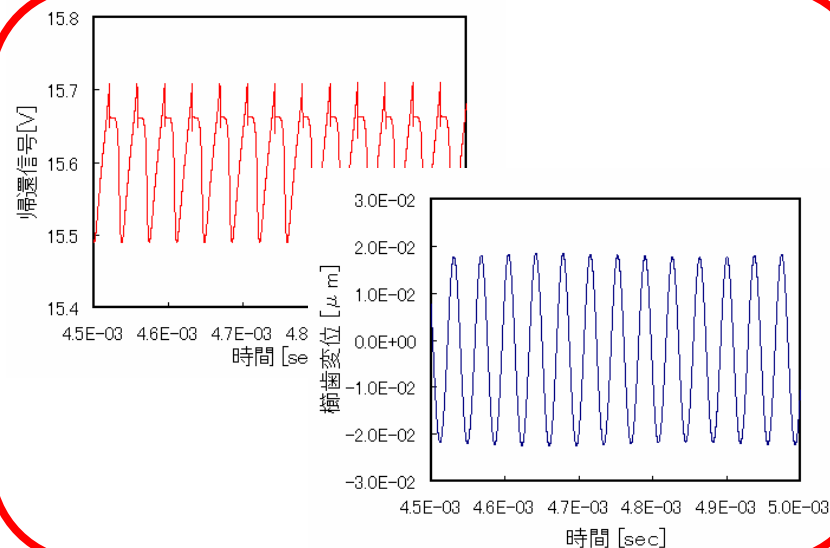
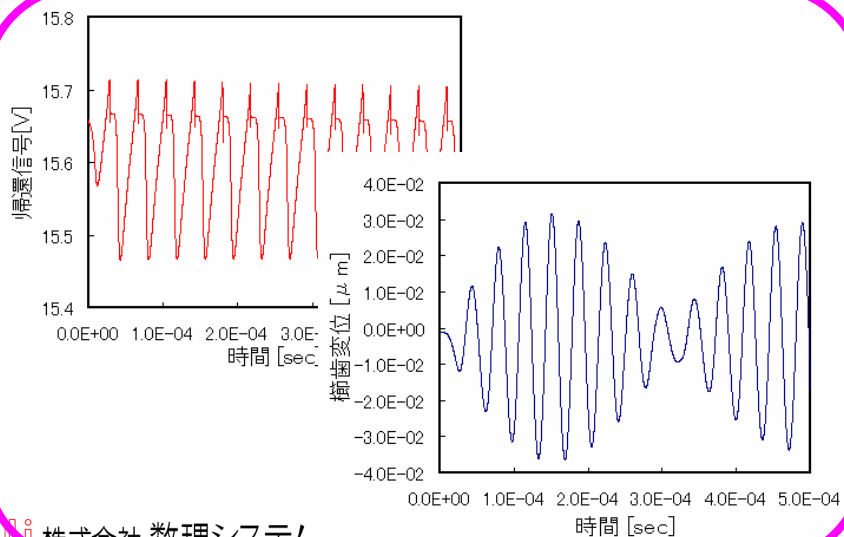
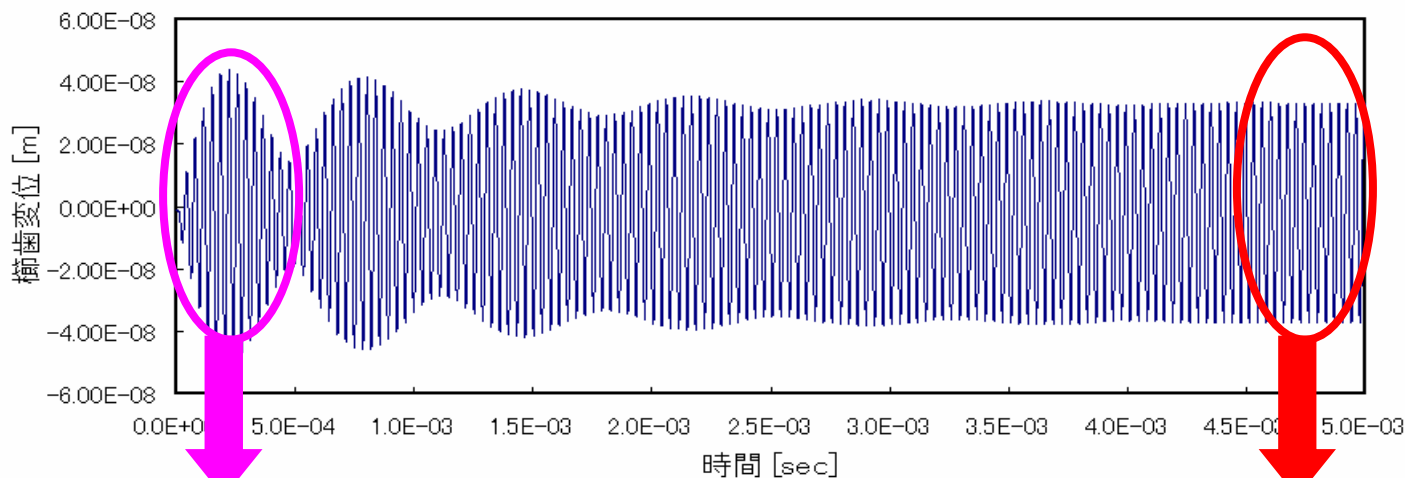
機械部
(MEMSpice画面での表示)



(4) フィードバック系の解析

自励発振櫛歯デバイス[結果]

帰還信号と櫛歯変位の過渡応答





(5) その他の解析

- ピエゾ抵抗ゲージ付きカンチレバー

(5) その他の解析

piezo抵抗ゲージ付カンチレバー[モデル]

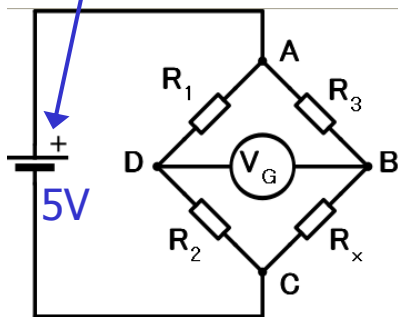
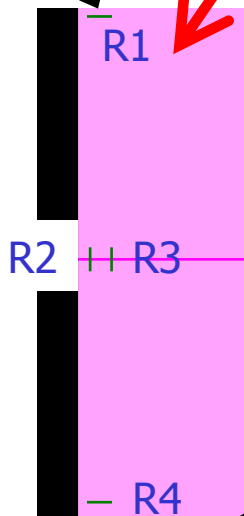
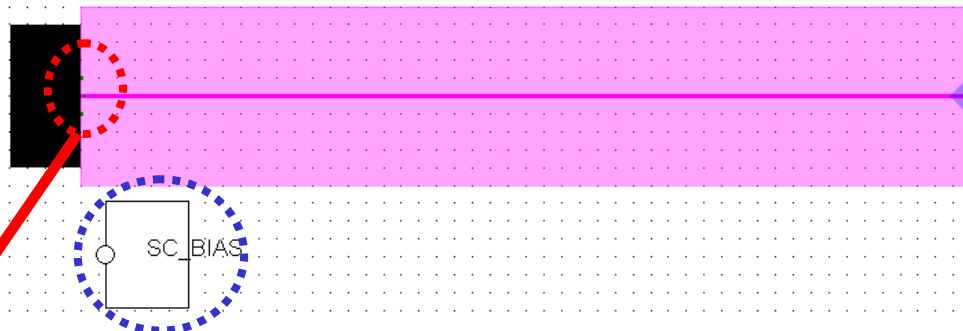
解析モデル

長さ 500um、幅 100um、厚み 5um

力源

(紙面に垂直な方向)

piezo抵抗
(緑の線)



ブリッジ回路をなす様、
piezo抵抗を4本配置

piezo抵抗梁 プロパティ

名前: brbeam0
始点: 0 0 0
終点: 500 0 0
 結晶軸方向の指定

piezo抵抗梁のプロパティ画面

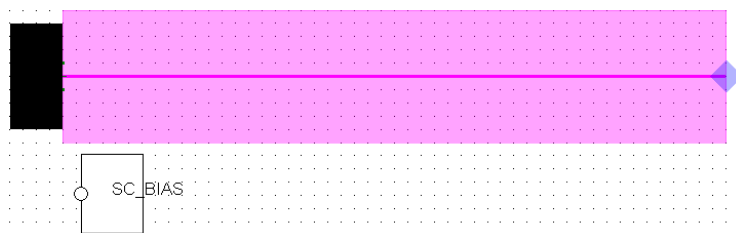
No.	方向	位置 X	位置 Y	幅	厚み	長さ	比抵抗	PI_11	PI_12	PI_44	PI_L	PI_T
1	平行	0.4	40	1	1	1	7.8	6.6e-011	-1.1e-011	1.381e-0...	7.18e-010	-6.63e-0...
2	平行	0.4	60	1	1	1	7.8	6.6e-011	-1.1e-011	1.381e-0...	7.18e-010	-6.63e-0...
3	垂直	0.51	49.5	1	1	1	7.8	6.6e-011	-1.1e-011	1.381e-0...	7.18e-010	-6.63e-0...
4	垂直	1.4	49.5	1	1	1	7.8	6.6e-011	-1.1e-011	1.381e-0...	7.18e-010	-6.63e-0...

piezo抵抗のパラメータ定義

(5) その他の解析

ピエゾ抵抗ゲージ付カンチレバー[結果]

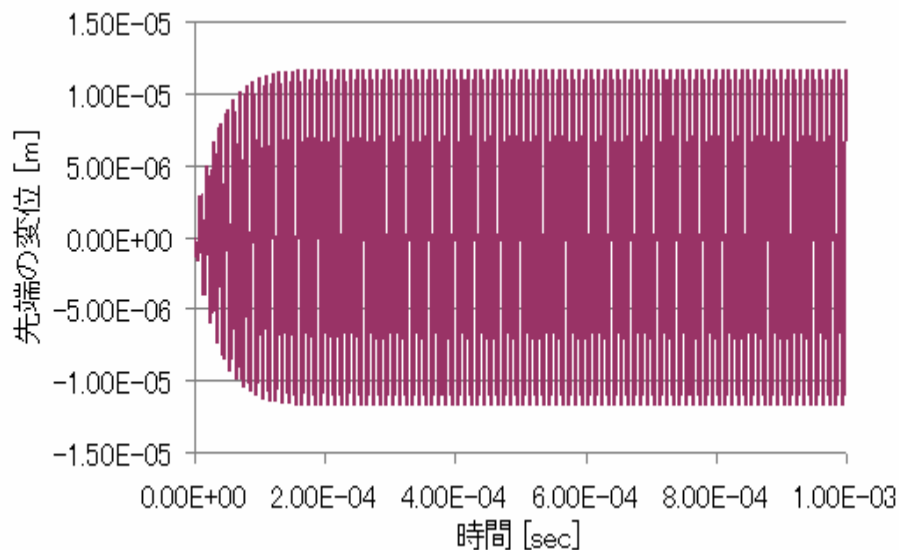
梁の先端に紙面垂直な方向の正弦波状の力を加えた場合



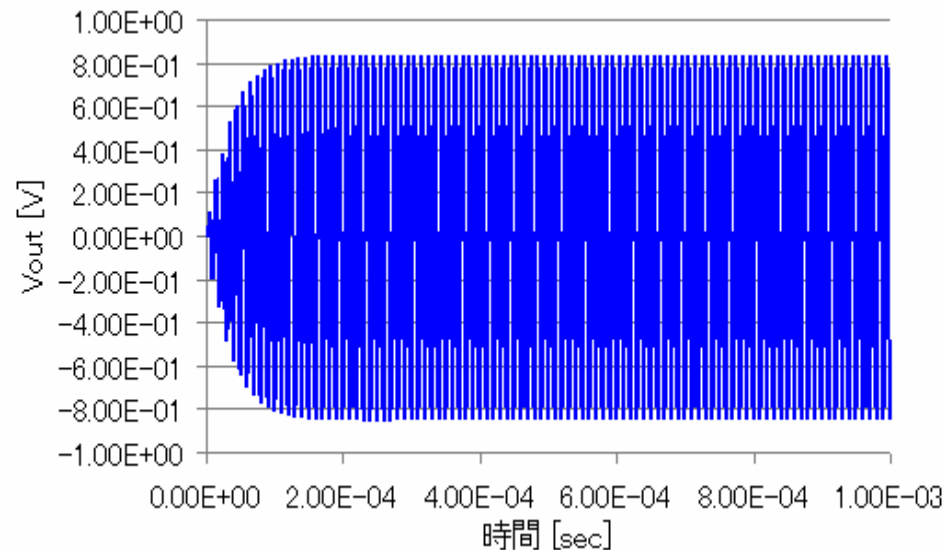
力(振幅: 3.417×10^{-4} N, 周波数 100kHz)

ピエゾ抵抗ブリッジ印加のバイアス電圧 5V

カンチレバー先端の変位



出力電圧





お問い合わせ



MemsONE担当

〒160-0022 東京都新宿区2-4-3 フォーシーズンビル10階

TEL : 03-3358-1701 FAX: 03-3358-1727

E-mail : mems-info@msi.co.jp

URL: <http://www.msi.co.jp/eda/mems-one/>