

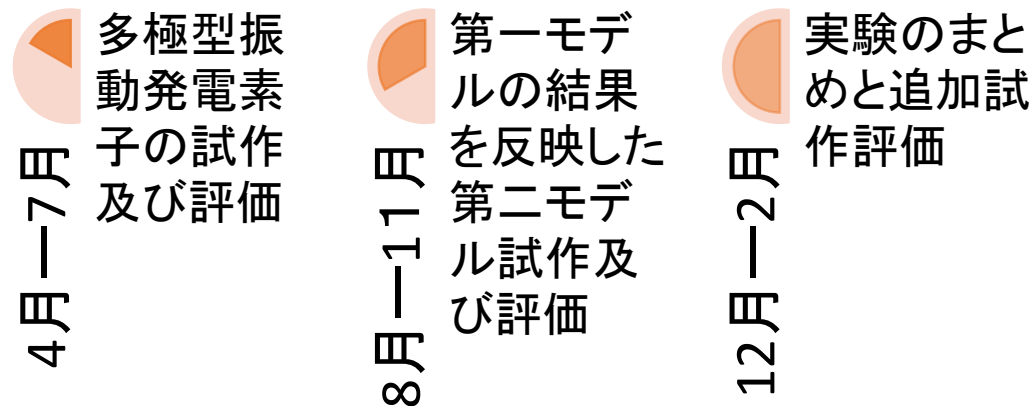
エネルギー・環境新技術先導プログラム／ トリリオンセンサ社会を支える高効率MEMS振動発電 デバイスの研究

平成26年6月15日(月)
14:00 ～ 18:30

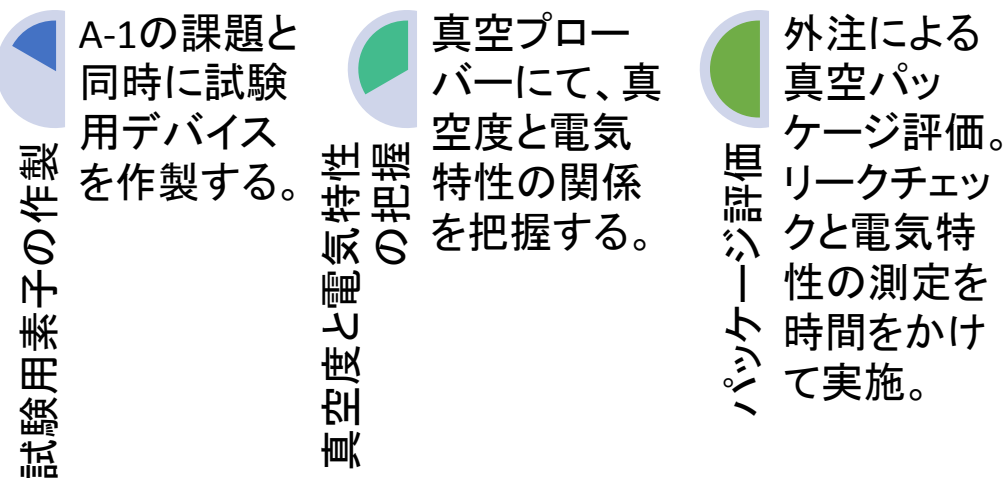
技術研究組合NMEMS技術研究機構(MEH)

報告：静岡大学

A-1. 高電荷密度シリコンエレクトレットの形成法の開発

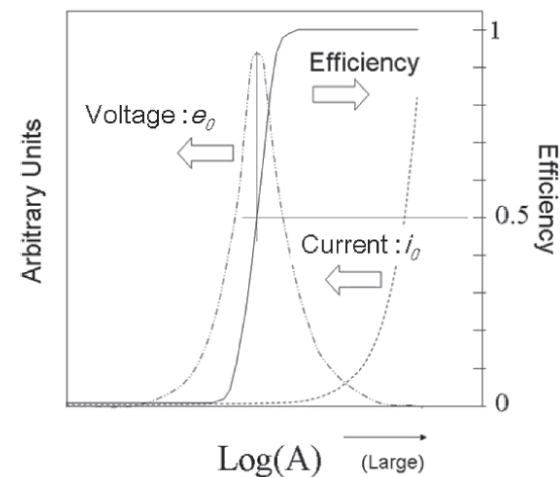


A-2. エレクトレット振動発電素子のパッケージ技術と信頼性評価



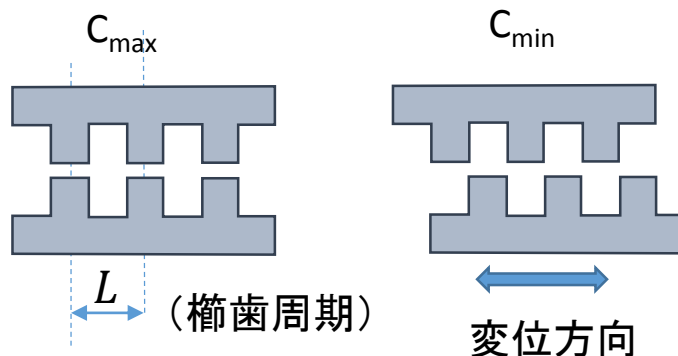
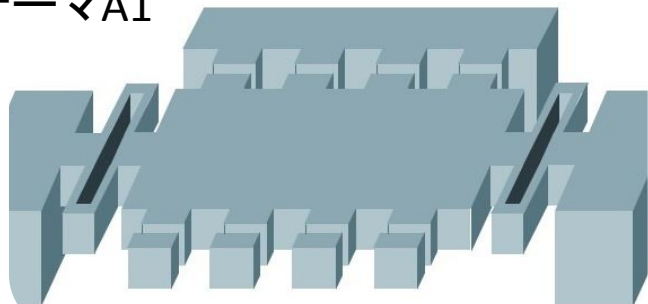
年度末目標

大きな変位が可能で(電極間ギャップが支配)、かつ効率を100%にするために十分な大きさの力係数(帯電電圧が支配)を得ることのできる最適な構造を見出す。



真空度と電気特性の関係=ダンピングパラメータを実験的に求め、パッケージの真空度と電気特性の関係を理論、実験の両面で把握する。

テーマA1



容量変化を三角関数で近似

$$C(x) = \frac{C_{max} - C_{min}}{2} \sin\left(\frac{2\pi}{L}x\right) + \frac{C_{max} + C_{min}}{2}$$

$$\begin{cases} -\frac{e}{R} = \left\{ \frac{C_{max} - C_{min}}{2} \sin\left(\frac{2\pi}{L}x\right) + \frac{C_{max} + C_{min}}{2} \right\} \frac{de}{dt} + A \cos\left(\frac{2\pi}{L}x\right) \frac{dx}{dt} \\ ma = m \frac{d^2x}{dt^2} + kx + r \frac{dx}{dt} - A \cos\left(\frac{2\pi}{L}x\right) e \end{cases}$$

力係数 $A = \frac{2\pi}{L} \frac{C_{max} - C_{min}}{2} E$

(e :発生電圧、 R : 負荷抵抗、 a : 加速度、 m, k, r :機械パラメータ)

実効値150μW@0.056G
振動振幅約410μm

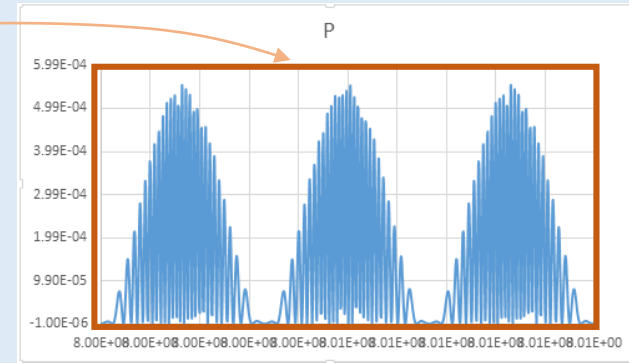
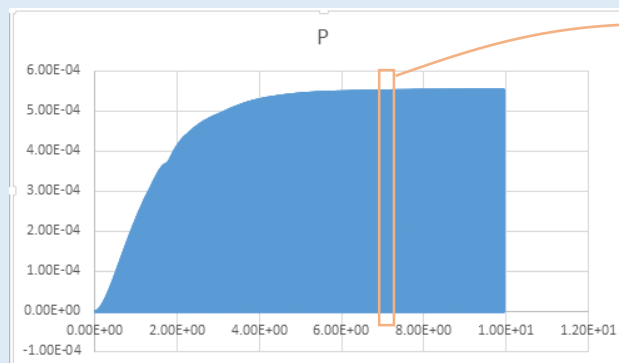
最大電力の理論値

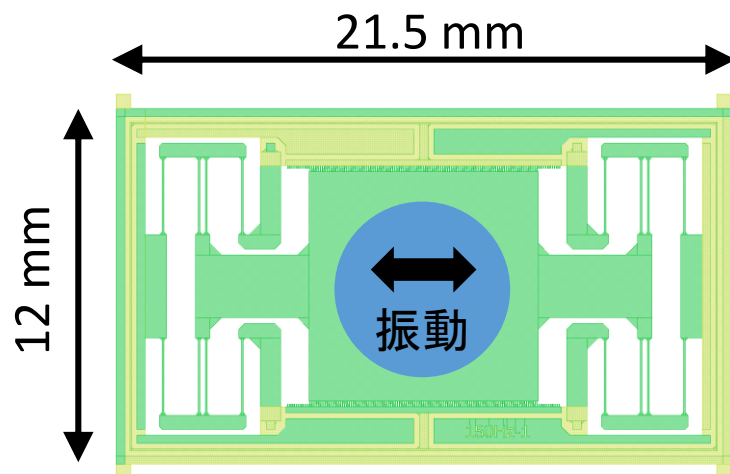
$$P = \frac{mx^2\omega_0^3Q}{4}$$

にほぼ一致。

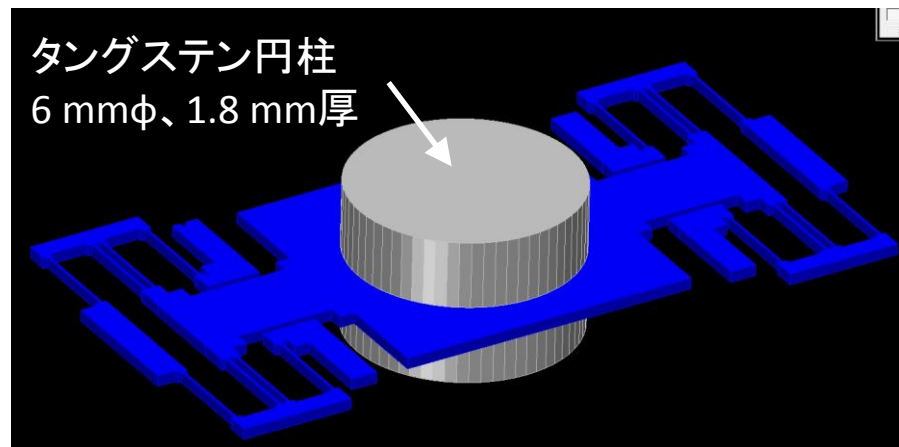
$$A = 5 \times 10^{-5} @ E = 300[V]$$

差分方程式によるシミュレーション結果

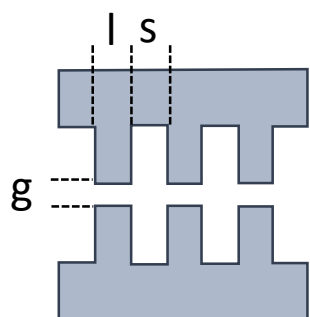




おもり: 2g 共振周波数: 150Hz



デバイス層 300 μm のSOI使用

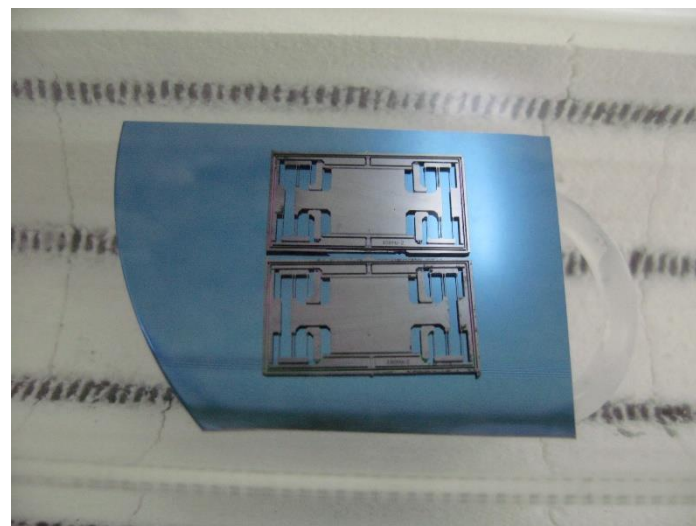


電極幅 l とスペース s : 20 μm
($l:s = 1:1$)

間隔 g : 10 μm

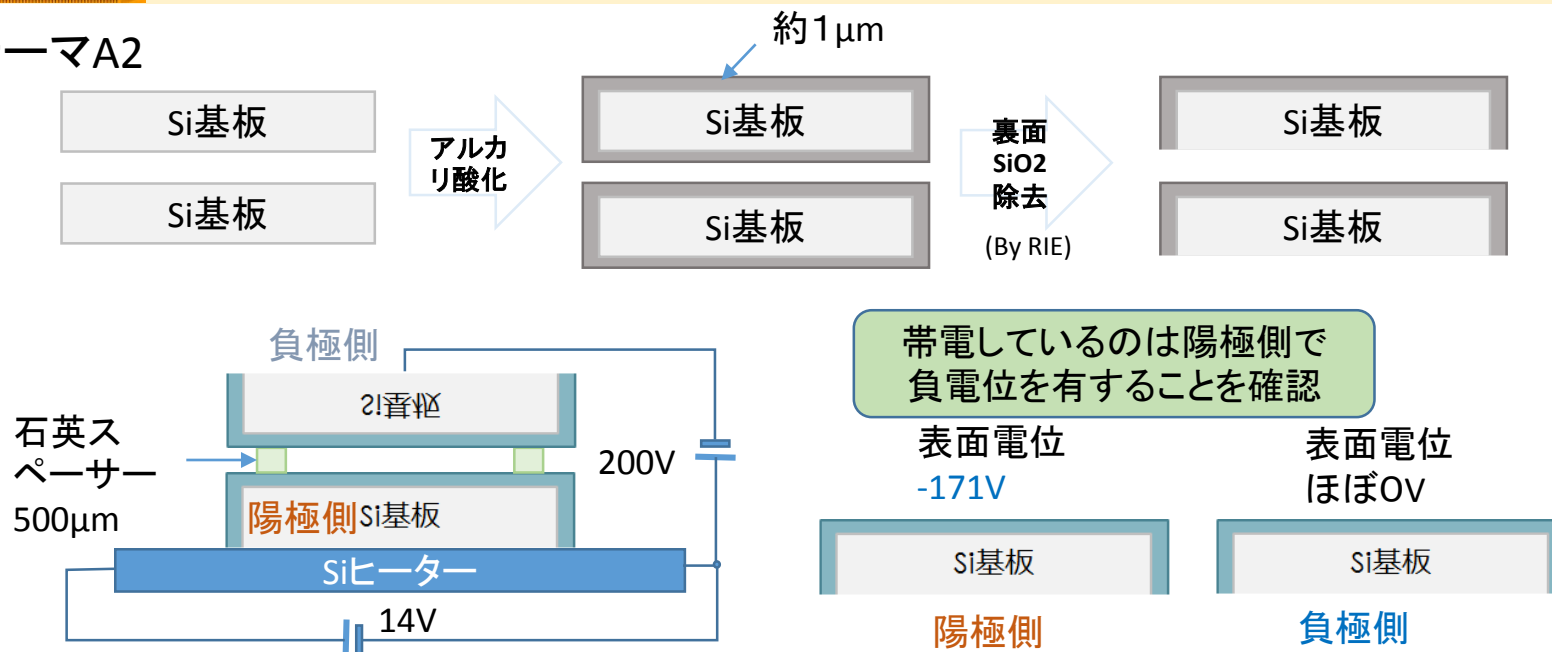
本数 : 398 本

試作デバイス(酸化膜形成前)



所望のSOIウェハの早期入手が困難であった為、自作張り合わせウェハで代用

テーマA2



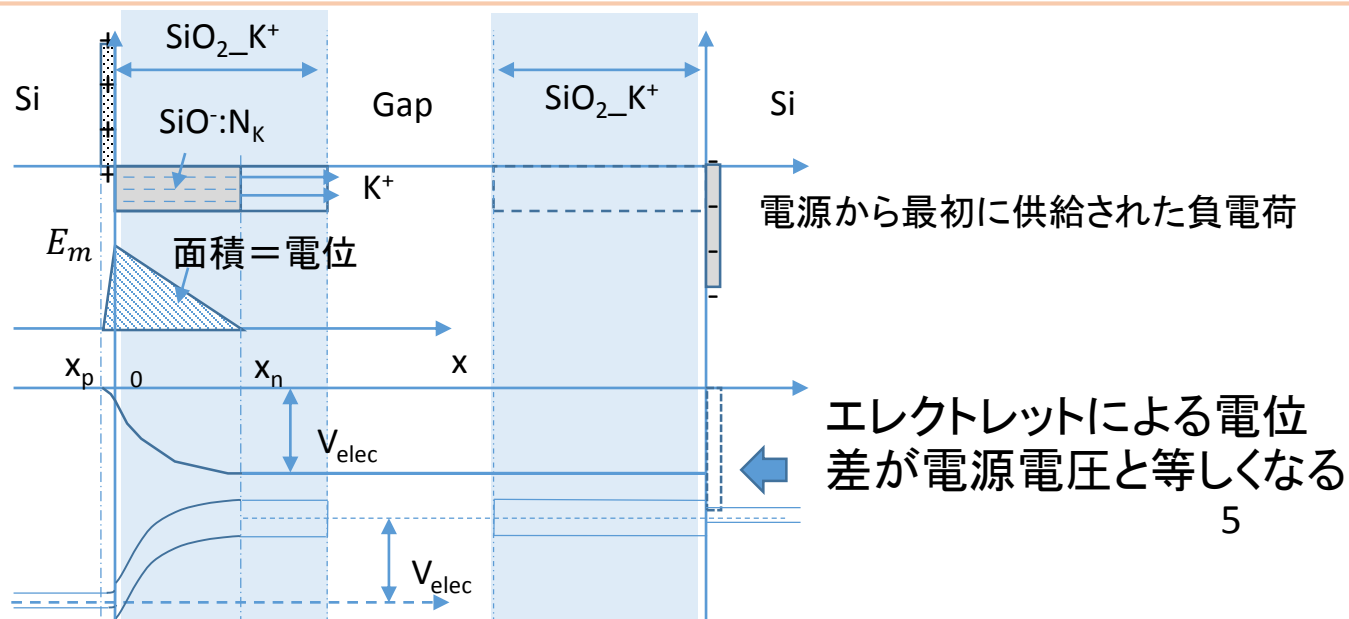
帯電モデル

(a)空間電荷分布

(b)電界分布

(c)電位変化

(d)エネルギーバンド



ここまでの成果

A-1:

- ・多極型のモデリングによる設計指針の導出が可能となった。
- ・MEMS-ONEによる構造設計と、構造の安定性評価を行った。
- ・自作SOIによる試作を実施し、300 μ m深堀り構造による多極型振動発電素子の構造が作製できるようになった。

A-2:

- ・帯電機構の確認実験を実施し、陽極側が負に帯電していることを確認した。

今後の予定

- ・市販SOI基板による2回目のデバイス作製を6月中に実施。7月中には目標出力達成のための指針を得る。
- ・第一モデルの結果を踏まえ、第二モデルの設計を実施。
- ・7月中に評価用発電素子を複数作製し、真空チャンバ内にて真空度と電気特性の評価を実施する。
- ・外注による真空パッケージを評価する。