

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28年度

第1回高効率MEH推進委員会・
第1回高効率MEH知的財産権分科会

研究項目：①高密度固体イオンエレクトレットの
エネルギーハーベスタ応用

平成28年4月14日(木)
14:00 ~ 18:30

①高密度固体イオンエレクトレットのエネルギーハーベスタ応用

(1) 高電荷密度シリコンエレクトレットの形成法の開発

力係数を $5 \times 10^{-4} \text{ C/m}$ に高め、1 mW 級の振動発電素子を開発

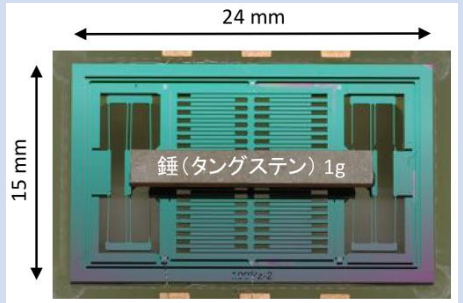
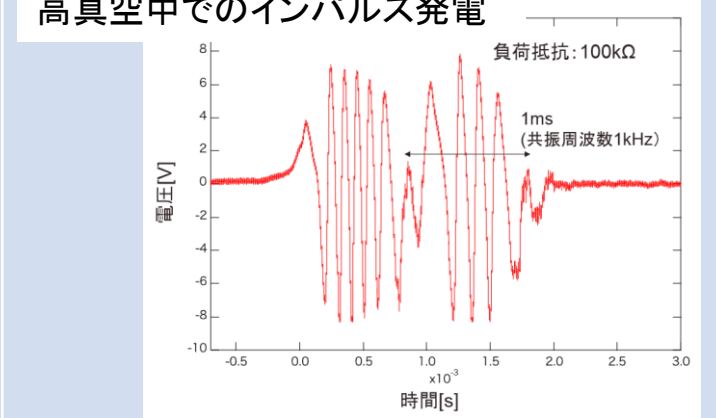
(2) エレクトレット振動発電素子のパッケージ技術と信頼性評価

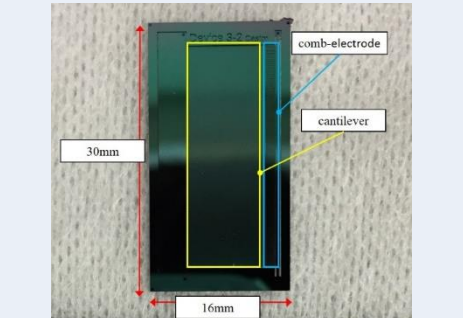
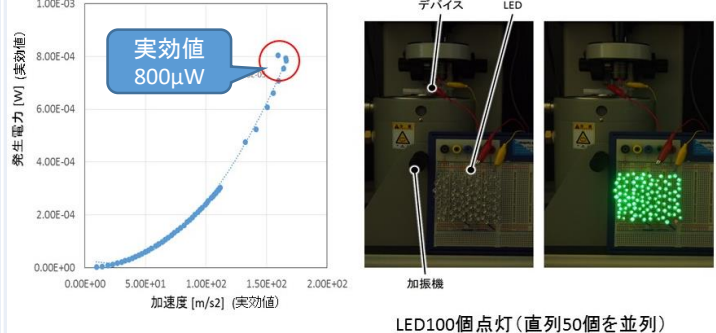
真空パッケージによる信頼性評価

①高密度固体イオンエレクトレットのエネルギーハーベスタ応用

	H28 4月	H28 5月	H28 6月	H28 7月	H28 8月	H28 9月	H28 10月	H28 11月	H28 12月	H29 1月	H29 2月
①-(1) 高電荷密度シリコンエレクトレットの形成法の開発	1mW級振動発電素子の試作及び評価			前モデルの結果を反映した振動発電素子の試作及び評価				実験のまとめと追加試作評価			
	当初計画			当初計画				当初計画			
①-(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	真空パッケージ振動発電素子の作製			真空パッケージ振動発電素子の評価				真空パッケージ振動発電素子の信頼性評価			
	当初計画			当初計画				当初計画			

試作素子	現状	実験データ	本年度の課題
------	----	-------	--------

<p>A:多極型</p>  <p>24 mm 15 mm 錘(タングステン) 1g</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・力係数 1.5×10^{-4} ・発電出力: $300 \mu\text{W}$以上 (負荷抵抗 $100 \text{k}\Omega$) ・短絡電流 $100 \mu\text{A}$以上 ・帯電電圧 200V以上 ・0.004G(実効値)でのLED2個同時点灯 (低加速度発電の実証) 	<p>高真空中でのインパルス発電</p>  <p>電圧[V] 時間[s] $\times 10^{-3}$ 負荷抵抗: $100 \text{k}\Omega$ 1ms (共振周波数 1kHz)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・力係数を目標の 5×10^{-4}まで大きくする。 (エネルギー変換部の増大、帯電電圧の増大による) ・1mW級の振動発電素子の開発
--	---	--	---

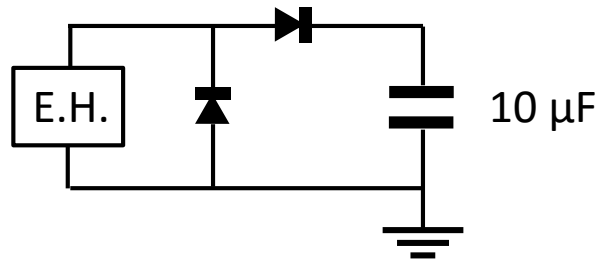
<p>B:カンチレバー型</p>  <p>30mm 16mm comb-electrode cantilever</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・力係数: 1×10^{-4} ・発電電力 $800 \mu\text{W}$以上 (実効値、錘 3g) ・短絡電流 $15 \mu\text{A}$以上 ・帯電電圧: 300V ・100個のLEDを連続点灯 	 <p>発生電力 [W] (実効値) 加速度 [m/s^2] (実効値) 実効値 $800 \mu\text{W}$ 加振機 LED LED100個点灯 (直列50個を並列)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・現状最大理論出力電力 (最適負荷時)に対する効率率が8%と低いため、その改善を図る。(真空パッケージ化、力係数の増大) ・エネルギー変換部の構成を見直し、$20 \text{mm} \times 20 \text{mm}$ (1円玉の直径程度)の大きさに小型化する。 ・力係数 5×10^{-4}の素子を実現する
--	--	---	--

キャパシタンスへの充電

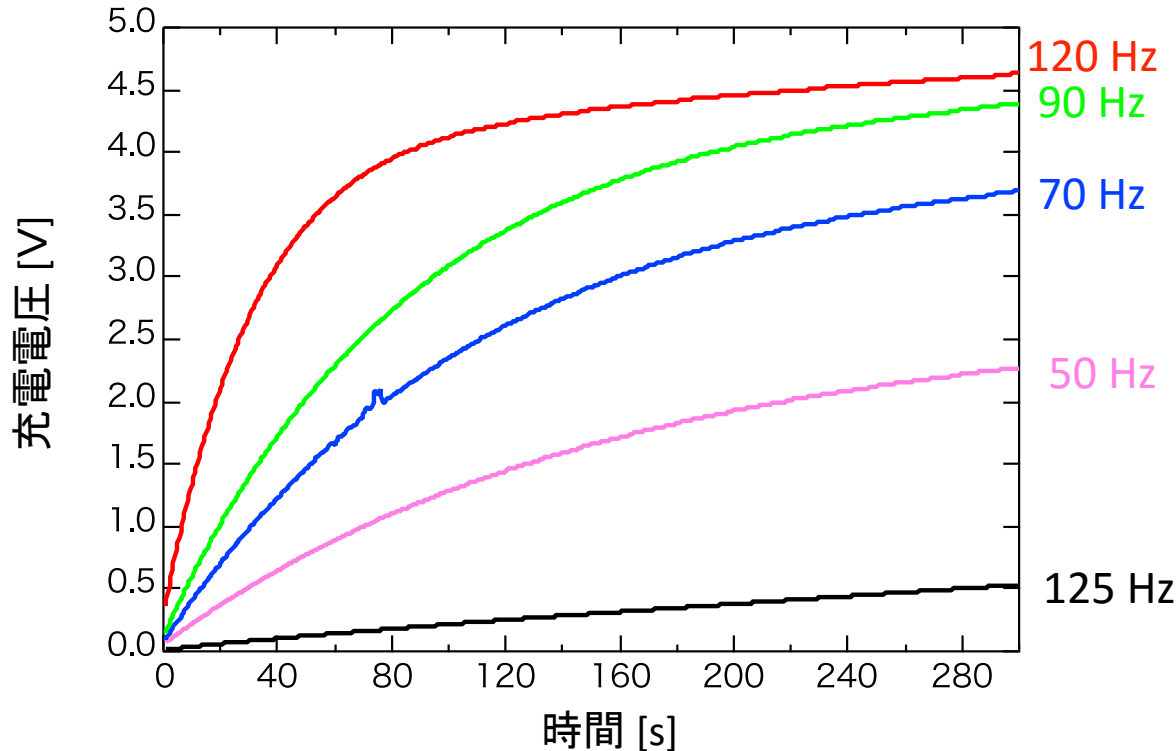
整流回路

多極型素子

励振加速度:
0.1 G



励振周波数



短時間で高い電圧を充電
出来るように改良



力係数を大きくする

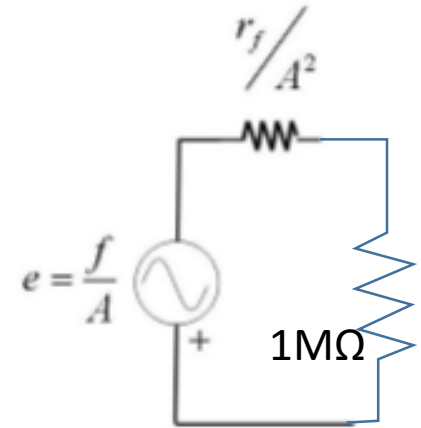


真空パッケージの有用性の実証

NMEMS Confidential

バネの初期変位とバネ定数から、バネの有するエネルギーは、5.67[nJ]程度

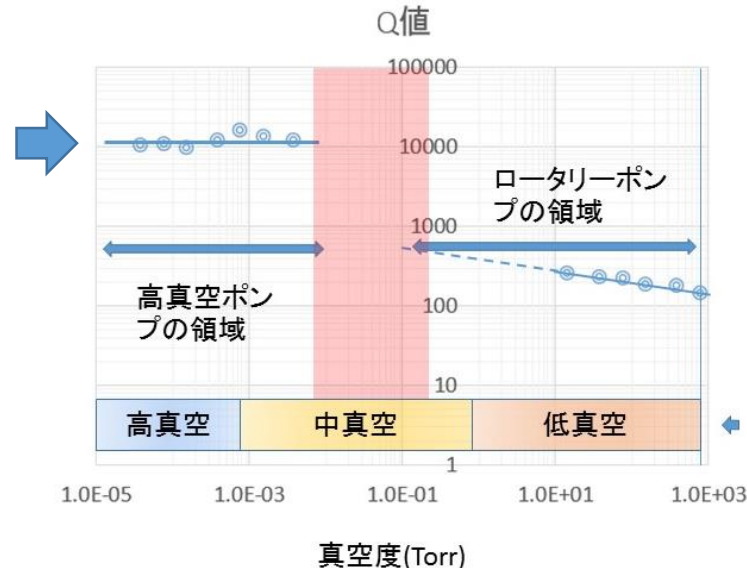
	QT	発生エネルギー(nJ)	Qによる最適負荷	効率(バネのエネルギーに対する)
大気	45(0.70)	4.03	404kΩ	71%
ロータリー	55(0.86)	4.91	216kΩ	87%
ターボ	64(1)	5.66	20kΩ	≒100%



等価回路と負荷抵抗

真空パッケージにすることで、機械系のエネルギーを100%近く電気エネルギーに変換できることを実証。

5 × 10⁻²Torr程度以下の真空であれば、Q値は一定。真空パッケージに必要な真空度を実験的に明らかにした。



JIS Z 8126による真空区分

真空パッケージの外注はパッケージ温度(400°C以上)の問題のため、未達成。



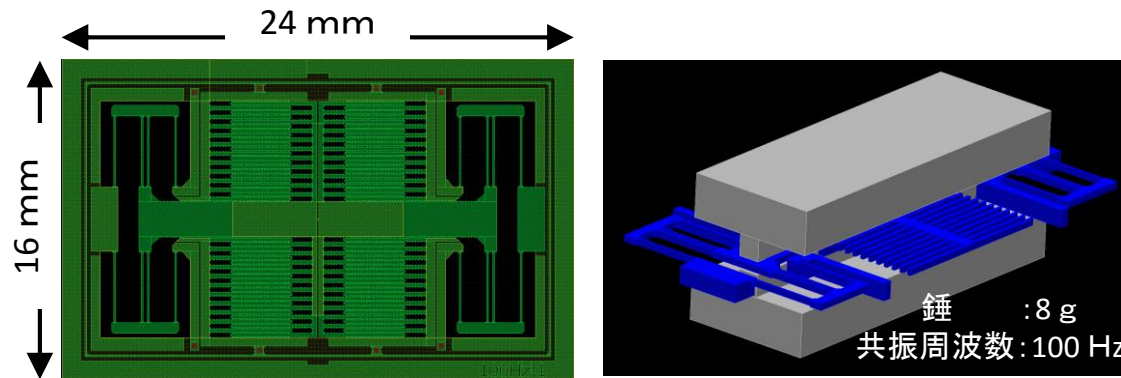
蛍光表示管メーカーに依頼し、真空パッケージを外注する段取りまで終了

< 蛍光表示管の例 >



今後の予定

- 1 mW級の振動発電素子の試作(～5月)



- 蛍光表示管式真空パッケージは6月エンド～7月初旬に第1回の試作品を受け取る予定。
- 真空パッケージ用MEMSデバイスを5月中旬まで完成させる。(多極モデルをパッケージする予定)