

＊課題番号 : F-12-NM-0008
 ＊支援課題名 (日本語) : MEMS ラインを利用した新規試作プロセスの構築
 ＊Program Title (in English) : Building up of the new trial process using MEMS fabrication line
 ＊利用者名 (日本語) : 加藤 一郎
 ＊Username (in English) : Ichiro Kato
 ＊所属名 (日本語) : 宇宙航空研究開発機構
 ＊Affiliation (in English) : Japan Aerospace Exploration Agency

＊概要 (Summary) :

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) は現在までに、圧力や加速度センサーをはじめ、様々なデバイスが開発、実用化されている。それら各種のMEMSデバイスは宇宙用衛星技術にも応用可能なものが多く含まれていることから、我々は商用のMEMSデバイスの衛星技術への応用 (主に信頼性評価) に加え宇宙分野への応用を視野に独自のMEMSデバイスの研究開発を行っている。

本研究ではMEMS構造と共に今後複雑になることが予想されるプロセスに対応するため、露光・現像やSi深堀といった技術の他に、メタル蒸着装置の操作を習得して試作を進めた。具体的デバイスとしては衛星機器への応用を想定してスイッチTEGの試作を行った。

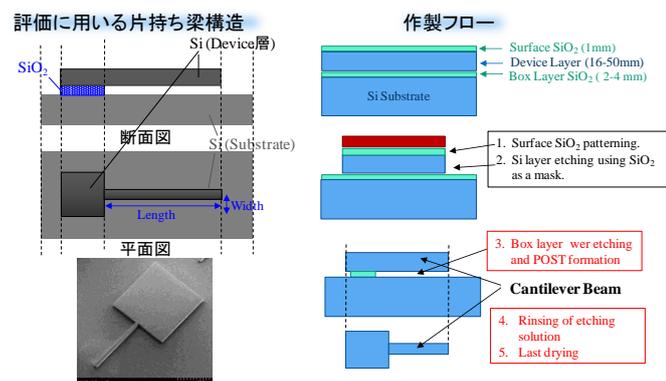
＊実験 (Experimental) :

【利用した主な装置名】

- ・マスクアライナー
- ・シリコン深堀エッチング装置
- ・12連電子銃型蒸着装置

【実験方法】

実験 - 1 「片持ち梁形状のスティクション解析」
 ウェットエッチング後に浮き構造が表面張力などにより固着する現象を解析した。



従来モデルでは梁の各部寸法のうち、ビーム長 L 、高さ h 、デバイス層厚み t によって貼り付き長 s が決ま

る。貼り付くメカニズムに依存して貼り付き形状も異なる。

＊結果と考察 (Results and Discussion) :

今回の実験結果は同じビーム長でありながら異なる幅のビームにおいて貼り付き形状が違ふという従来モデルとは異なる現象を確認した。

従来モデル

$$U_T = U_E + U_S = \frac{6EIh^2}{s^3} - \gamma_s w (l - s)$$

U_T : 全エネルギー
 U_E : 変形した梁の弾性エネルギー
 U_S : 表面エネルギー

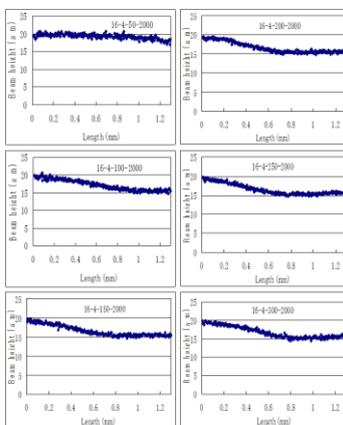
エネルギーが最小値をとる条件から安定状態の s の長さ、 s^* は

$$\frac{dU_T}{ds} = 0 \Rightarrow s^* = \left(\frac{3Et^3h^2}{2\gamma_s} \right)^{\frac{1}{4}}$$

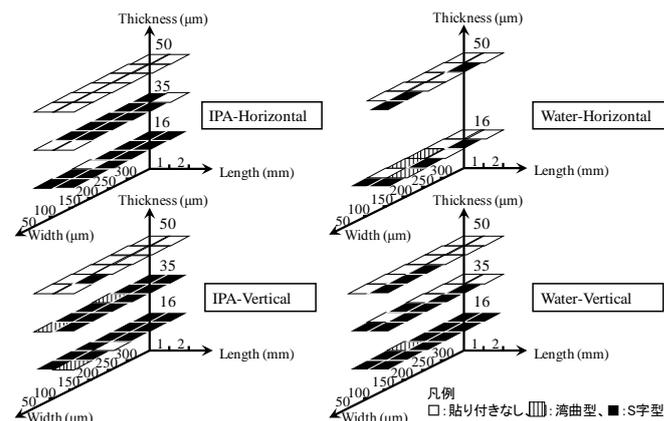
E : ヤング率
 w : 幅
 l : モーメント(幅の幅のパラメータを持つ)

原因についてはリリース中の振動を想定しモードを解析中。

張り付き形状観察結果



レーザ顕微鏡による観察結果



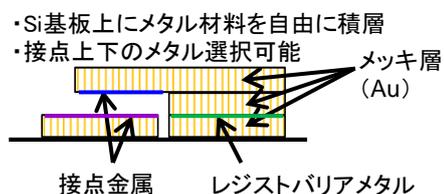
本試作により将来の基本的プロセス確立が単緒を開いた。今後はアイデアを各種 TEG に盛り込み、新規デバイスを実現していく。

上図はデバイス層厚みが各々 16、35、50 μm の SOI 基板を用いて作製した厚みが異なる梁の貼り付き現象を一枚にまとめたものである。BOX 層 SiO_2 をバッファフッ酸でエッチングした後、水でリンスするか IPA

でリンスするかによっても、あるいはそのリンス後の乾燥が基板水平か垂直かによっても、梁長さや幅の観点で見たときの貼り付きの境界が異なることが分る。研究分野としてはあまり掘り下げられておらず、オリジナリティある結果という評価あり。

実験 - 2 「メタル工程を含む新プロセス」

金属接点の信頼性評価のため、接点上下のメタルの材料選択が可能になるように、メタル積層プロセスを工夫した。特にメッキのための下地蒸着膜(Cr+Au)をレジスト間バリア膜として利用する点が今回の工夫内容で工程省略に貢献。今後のスイッチ特性評価の進展、



さらには新規デバイスの試作につながっていく。

ビーム長100 μ m,
幅20 μ m,
厚5 μ m



謝辞 (Acknowledgements) :

本試作に当たり、多大なるご指導を頂きました NIMS 微細加工プラットフォーム池田様、浜田様、大里様に感謝致します。

共同研究者等 (Coauthor) :

内田 修、 加藤 真耶、 土屋 佑太 (宇宙航空研究開発機構/JAXA)

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

土屋 佑太, 加藤 真耶, 加藤 一郎, 内田 修: "宇宙用 MEMS デバイスの研究開発", 第 56 回宇宙科学技術連合講演会, 別府国際コンベンションセンター, 2012 年 11 月 20 日