

簡便な方法によるチタン膜の破壊強度評価

Convenient Evaluation of Fracture Strength of Titanium Film

○石塚典男, 佐久間憲之 (日立研開)

N.Ishitsuka, N.Sakuma (Hitachi R & D Group)

E-mail: norio.ishitsuka.dd@hitachi.com

1. 目的

MEMS 技術を用いて高信頼な微細構造を設計するには、使用する薄膜材料の機械強度を知る必要がある。しかし、その強度を計測するには試験片を単層膜にしなければならず、これまで特殊な試験片及び荷重印加装置が必要であった¹⁾。本研究では多層膜を用いることで薄膜材料の機械強度を計測できる簡便な試験片及び荷重印加装置を構築し、チタン膜の破壊強度を評価した。

2. チタン膜破壊強度評価方法

図 1 にチタン膜強度評価方法の概要を示す。Si 基板上に SiN 膜と SiO₂ 膜を交互に堆積させた 5 層の薄膜上にチタン膜を堆積する。下面より Si 基を部分的に除去して 2.1mm 幅のダイヤフラム構造を作製する。その後、このダイヤフラム上面より制御された空気圧を印加してダイヤフラムを破壊させ、応力解析によりチタン膜の破壊強度を評価する。

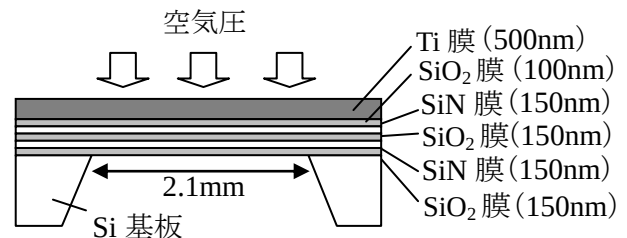


図 1 チタン膜強度評価方法の概要

3. チタン膜の破壊強度

ダイヤフラムの破壊試験を実施した結果、チタン膜を堆積しないものは 3 回平均で 415 kPa の圧力でダイヤフラムが破壊し、チタン膜を堆積したものは 115 kPa で破壊した。チタン膜を堆積して破壊圧力が小さくなったことから破壊はチタン膜で発生した可能性が高い。図 2 にチタン膜を堆積し、ダイヤフラムが破壊した際の最大主応力分布を示す。チタン膜の応力は 2.3 GPa であった。チタンを堆積しない場合、これまでの検討結果²⁾ から最上層より 1 番目の SiN 膜で破壊が起こり、その破壊強度は 11.7 GPa である。図 2 より最上層より 1 番目の SiN 膜の応力は 2.7 GPa であり、SiN 膜を起点とした破壊ではない。そのため、ダイヤフラムはチタン膜の破壊により破断したと言える。この結果、チタン膜の破壊強度は 2.3 GPa と推定される。

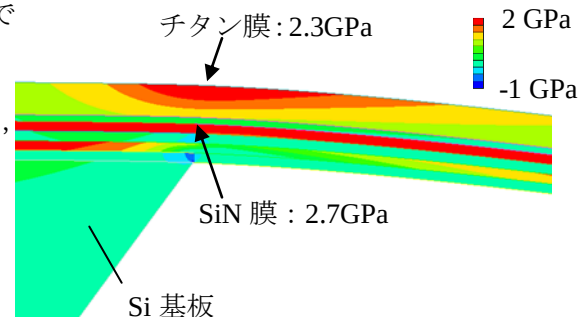


図 2 最大主応力分布

4. まとめ

簡便なサンプル及び荷重印加装置を組み合わせることにより薄膜材料の機械強度を計測できる評価方法を構築し、チタンの破壊強度を評価した結果、2.3 GPa となった。

1) 小川 (産業技術総合研究所), 日本 AEM 学会誌, Vol.14, No.4 (2006), p371~378

2) 石塚 (日立研開), 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 講演番号 14p-1C-1