

SiO₂ 膜の破壊強度Fracture Strength of SiO₂ Film

○石塚典男, 佐久間憲之 (日立研開)

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

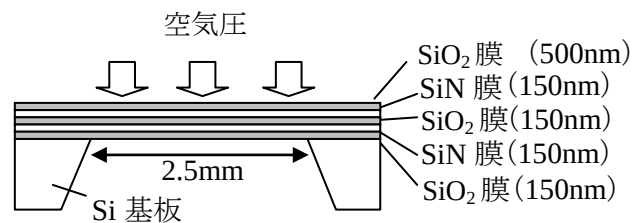
E-mail: norio.ishitsuka.dd@hitachi.com

1. 目的

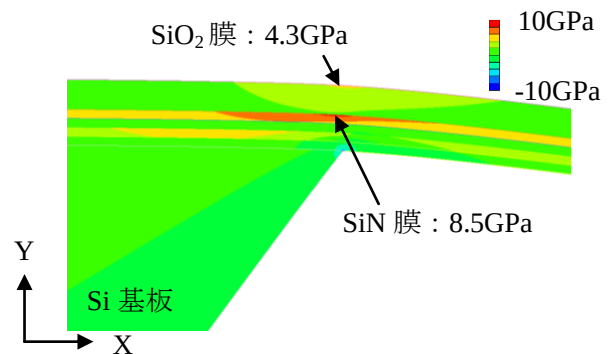
稼動部を有する構造や圧力を受ける構造を MEMS 技術を用いて設計するには、使用する薄膜材料の機械強度を知る必要がある。しかし、その強度を計測するにはこれまで特殊なサンプル及び荷重印加装置が必要であった。本研究では比較的簡便なサンプル及び荷重印加装置を組合せることにより薄膜材料の機械強度を計測できる評価方法を構築し、SiO₂ 膜の破壊強度を評価した。

2. SiO₂ 膜破壊強度評価方法

図 1 に SiO₂ 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 層の薄膜を形成し、下面より Si 基を部分的に除去して 2.5mm 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電氣的に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 SiO₂ 膜の破壊強度を評価する。

図 1 SiO₂ 膜強度評価方法の概要3. SiO₂ 膜の破壊強度

最上層の SiO₂ 膜厚をその他の膜とほぼ同一にした場合、これまでの検討結果¹⁾ から最上層より 2 層目の SiN 膜で破壊が起こり、その破壊強度は 11.7GPa であることが分かっている。上記 SiN 膜で破壊をさせないように発生応力を抑制するには、最上層の SiO₂ 膜厚を増加させることが有効である。これは SiN 膜が中立軸に近くなり、発生応力が小さくなるためである。本報告では最上層 SiO₂ 膜厚を其他膜の 150nm から 500nm と増加させたサンプルを作製し、破壊試験を実施した。その結果、ダイヤフラムは約 500kPa の空気圧で破壊した。図 2 にダイヤフラムが破壊した際の σ_x 応力分布を示す。最上層 SiO₂ 膜、最上層より 2 層目の SiN 膜で応力が集中し、その発生応力はそれぞれ 4.3GPa, 8.5GPa となり、さらに SiN 膜の発生応力は破壊強度 11.7GPa を下回った。そのため、破壊は SiN 膜で生じず、SiO₂ 膜で破壊したと推定される。以上より SiO₂ 膜の破壊強度は 4.3GPa と推定される。

図 2 σ_x 応力分布

4. 結論

簡便なサンプル及び荷重印加装置を組合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開発し、SiO₂ の破壊強度を計測したところ 4.3GPa となった。

1) 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会，講演番号 14p-1C-1