微小ポリシリコン構造体における強度と表面粗さの関係

濱田　繁*　堀川牧夫***
谷　周一*　大谷　浩***
番　政広**

Relation between Strength and Surface Roughness of Micro Polycrystalline Silicon Structure

Shigeru Hamada, Shuichi Tani, Masahiro Tsugai, Makio Horikawa, Hiroshi Otani

要　旨

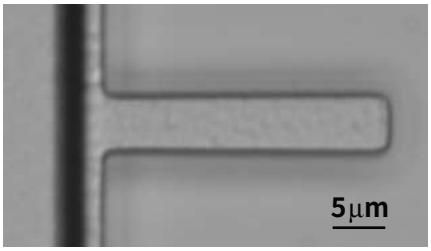
近年，市場における電子機器の小型化・高密度化の要求に伴い，MEMS(Micro Electro Mechanical System)[1]と呼ばれる，微細な機械的構造を持つ電子部品の適用が拡大されつつある。

MEMSに用いられる構造材料の一つとして，多結晶シリコン(poly−Si)が挙げられる。前報[2]で，微小poly−Siの強度試験を行い，強度データを取得することにより，poly−Siを用いた構造における強度設計の指針を示した。しかし，量産を行う際には強度のばらつきを考慮する必要がある。強度をばらつかせる要因は種々考えられるが，この研究ではpoly−Siの表面粗さに着目し，強度に及ぼす表面粗さの影響を調査した。ウェーハプロセスによって成膜されるpoly−Siの表面状態はウェーハ面内又はロット内でもばらつきが生じる。そのため，量産に際してのプロセス管理の意味においても，表面状態(粗さ)と強度の関係を明確にする必要がある。

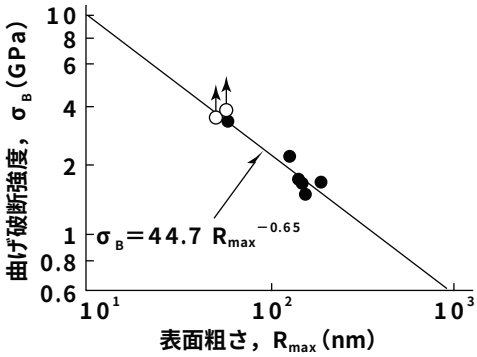
そこで，強度に及ぼす表面粗さの影響を明らかにするため，微小片持ち梁(ばり)の曲げ試験及びAFM(原子間力顕微鏡)による表面粗さ測定を行った。その結果，以下の点を明らかにした。

(1)　poly−Siの曲げ破断強度と表面粗さには相関がある。

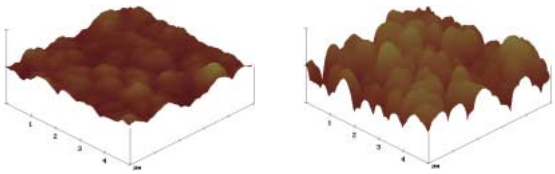
(2)　表面粗さの影響は，粗さ測定によって得られる最大高さ(R_{max})をpoly−Si表面に入った欠陥とみなして，$\sqrt{area}$を用いた評価を行うことによって定量化されると考えられる。なお，$\sqrt{area}$は，欠陥を主応力方向に投影した面積の平方根である。



試験片

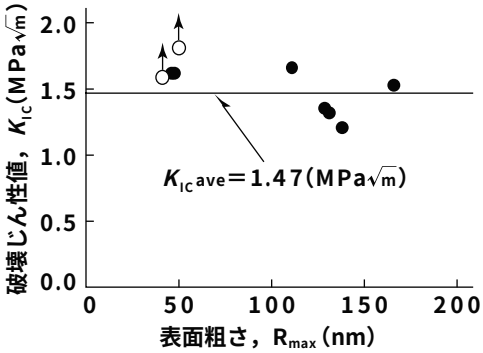


poly−Siの強度と表面粗さの関係



(a)　通常表面状態試験片 (R_{max}＝53.0nm)　(b)　表面状態悪化試験片 (R_{max}＝173.7nm)

試験片の表面粗さ



poly−Siの破壊じん性値

微小ポリシリコン構造体の強度特性評価用試験片と試験結果

前報[2]に引き続き，微小ポリシリコン構造体の強度特性に及ぼす粗さの影響を評価するため，片持ち梁試験片を作製し，曲げ試験及びAFMによる粗さ測定を行った。図は試験片の形状及び試験・測定結果を示すものである。

*先端技術総合研究所(工博)　**同研究所　***パワーデバイス製作所