

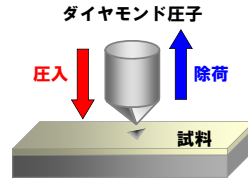
③ ナノインデンテーション (NI)



ナノ力学物性の高精度計測技術

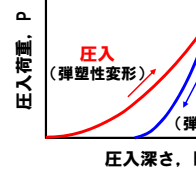


微小領域の力学物性評価：ナノインデンテーション (NI) 法



極微小な制御&同時計測
変位：nm オーダ
荷重：μN オーダ

荷重-変位曲線



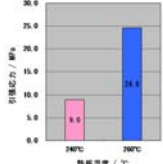
解析

- 硬さ
- ※ 外部から力を加えた時の材料のもつ抵抗力
- 弾性率
- ※ 弾性変形のしにくさの物性値

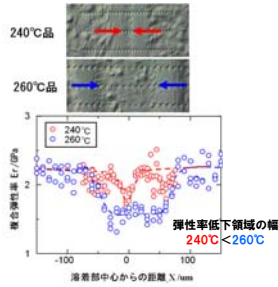


ナノインデンテーション法の計測事例 (PA6熱溶着界面)

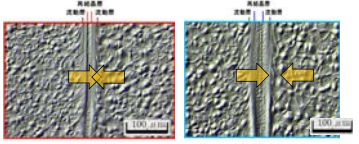
熱板溶着品の引張強度



NI法による弾性率の分布測定



N-ARC法による溶着部の形態 (マクロ像)



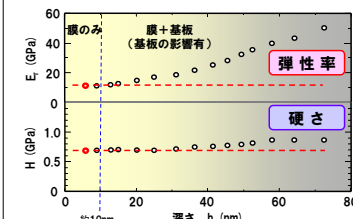
再結晶層幅：240°C溶着品 < 260°C溶着品

弾性率低下領域の幅が小さい
界面に応力が集中
240°C溶着品の引張強度が低下

ナノインデンテーション法の高精度計測技術

・超薄試料の計測事例

試料：low-k 膜 (100nm) / Si ウエハ

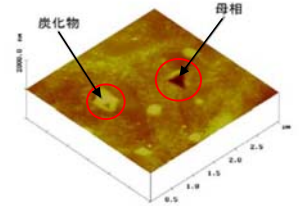


膜厚の1/10以下の深さでの計測が必要

最薄試料厚さ (Z) : 50 nm

・局所領域の計測事例

試料：マルテンサイト鋼板



インデント後 (圧痕) の AFM 像

位置指定精度 (XY) : 30 nm

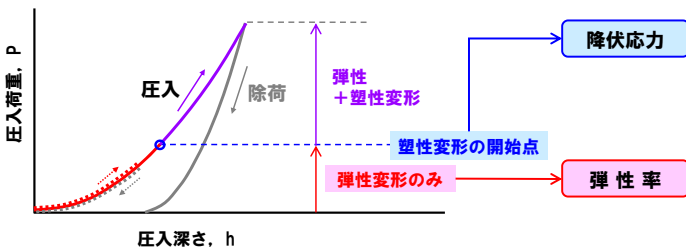


球形圧子を用いたNI：球形ナノインデンテーション法

球形NI法

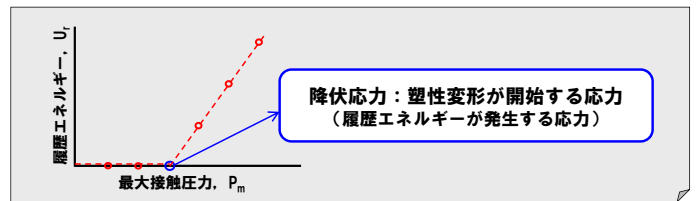
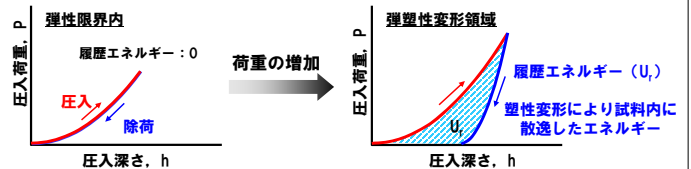
弾性変形と弾塑性変形を分離
→ 降伏応力を評価可能

荷重-変位曲線

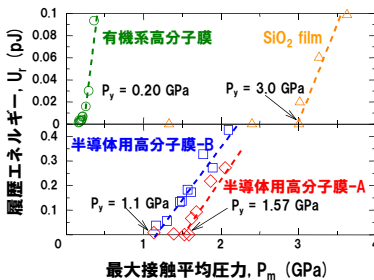


降伏応力の算出手法

塑性変形の開始点ってどこ？



球形ナノインデンテーション法の計測事例 (半導体用高分子膜)



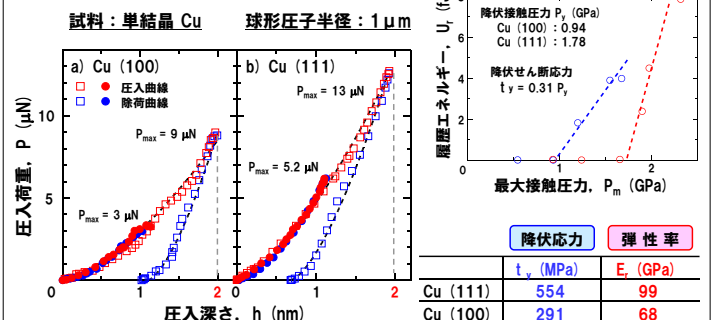
	降伏応力 (MPa)	硬さ* (GPa)
SiO ₂	929	10.2
有機系	61	0.59
半導体用-A	486	3.65
半導体用-B	340	3.69

※ NI法により求めた硬さ

硬さでは有意差なし
降伏応力では有意差あり

球形NI法による降伏応力測定
塑性変形の高感度評価が可能

球形ナノインデンテーション法の高精度計測技術



	降伏接触圧力 P _y (GPa)	降伏せん断応力 τ _y (MPa)	E _c (GPa)
Cu (100)	0.94	0.31	99
Cu (111)	1.78		68

最薄試料厚さ (Z) : 20 nm
位置指定精度 (XY) : 30 nm

