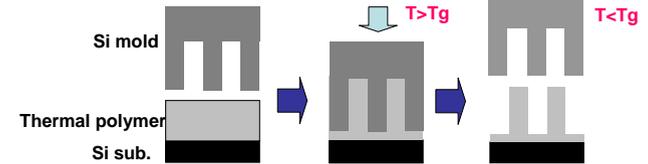


ナノインプリントにおける 応用事例

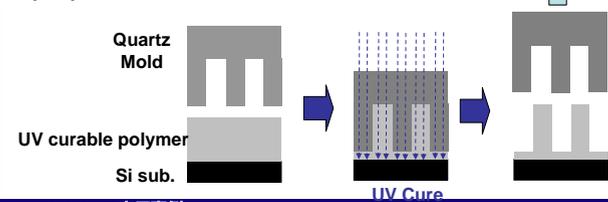
みずほ情報総研 大西有希,
産業技術総合研究所 浅海和雄, 入江康郎
大阪府立大学 高木秀樹, 高橋正春,
前田龍太郎
平井義彦

ナノインプリント法(プロセス)

熱インプリント



光(UV)インプリント

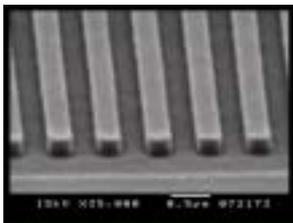


解析モデル概要

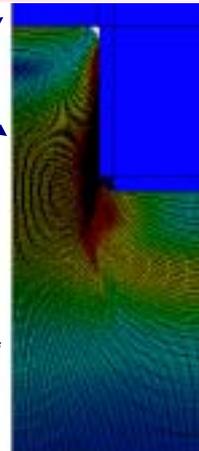
- 有限要素法を用いる
 - 幾何学非線形(大変形)
 - 材料非線形
 - 接触非線形
 - 準静的解析(歪み速度依存)
- 金型は剛体, 樹脂は粘弾性体

金型
(剛体)

樹脂
(粘弾性体)



大西, 平井他,
応用物理学会講演会
(2007)

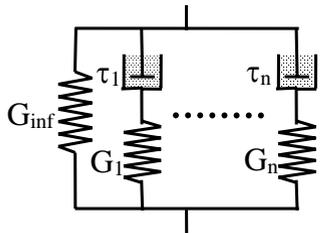


インプリント樹脂材料モデル(概要)

- 熱ナノインプリント用樹脂の材料モデルとして,
粘弾性体(viscoelastic body)を仮定
 - せん断方向の歪み速度依存性
一般化マクスウェルモデルで表現
 - 体積方向変形
体積弾性率一定を仮定
(非歪み速度依存, かつ非温度依存)
 - 温度依存性
WLF則で温度 - 時間換算

インプリント樹脂材料モデル(偏差成分)

■ 一般化マクスウェルモデル



このモデルに温度 θ の状態
 $x(t)=\sin(\omega t)$ の強制変位を与え
 と荷重 $f(t)$ は次式に落ち着く.

$$f(t) = G'(\omega, \theta) \sin(\omega t) + G''(\omega, \theta) \cos(\omega t)$$

G_{inf} : 長期横弾性率

$G_0 = G_{inf} + G_i$: 即時横弾性率

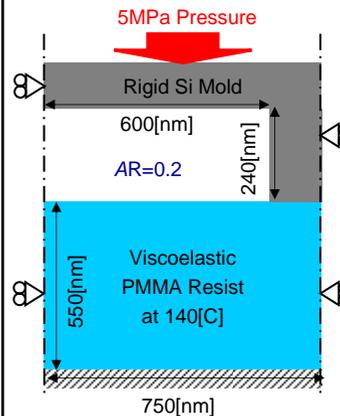
$\tau_i \sim \tau_n$: 緩和時間

G' : 貯蔵弾性率(同位相成分)

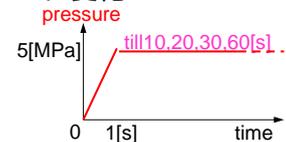
G'' : 損失弾性率(90度ずれ成分)

解析用物性値 ← 変換 → 実験データ

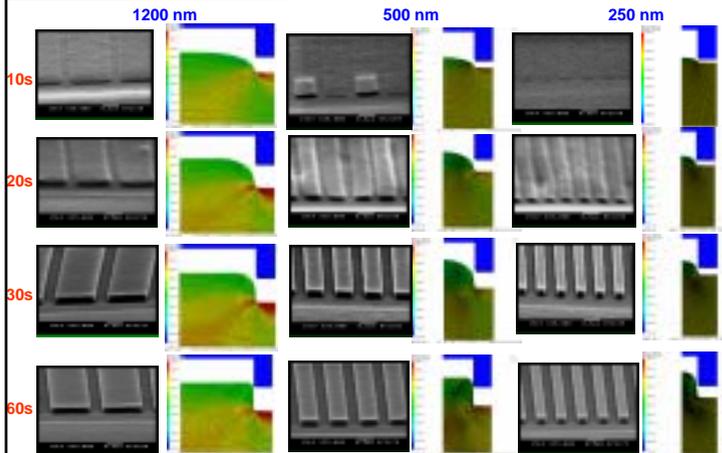
ライン&スペース解析概要



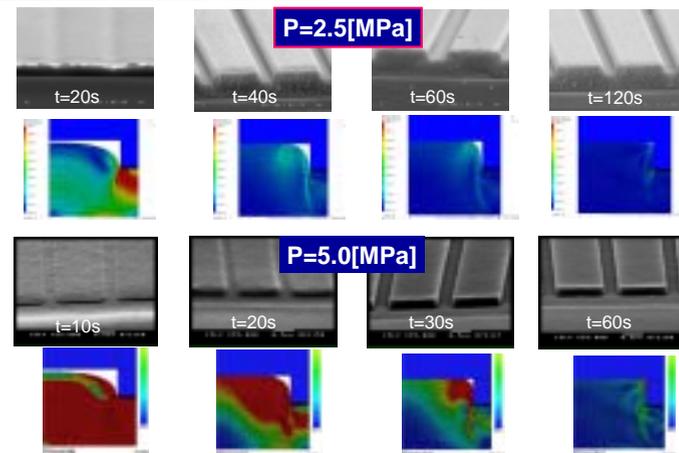
- 平面歪みを仮定
- 準静的解析
- 底辺は固定
- 側辺は左右高速
- 金型上辺に一定圧力
- 圧力保持時間を様々に変化

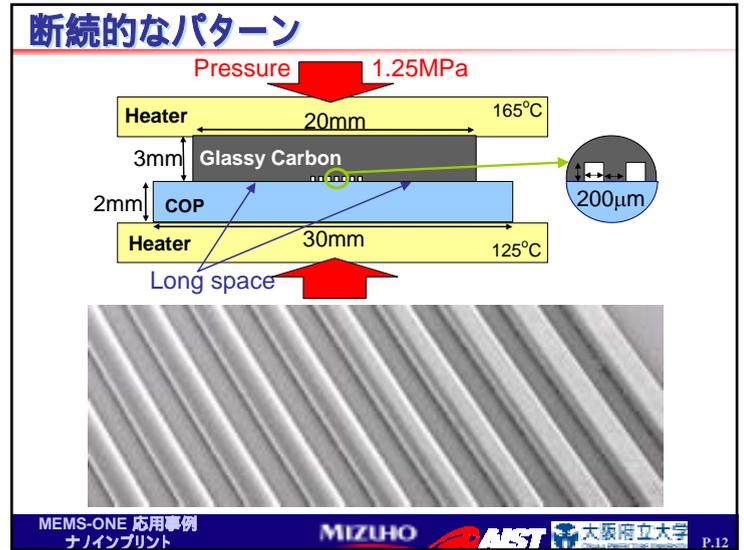
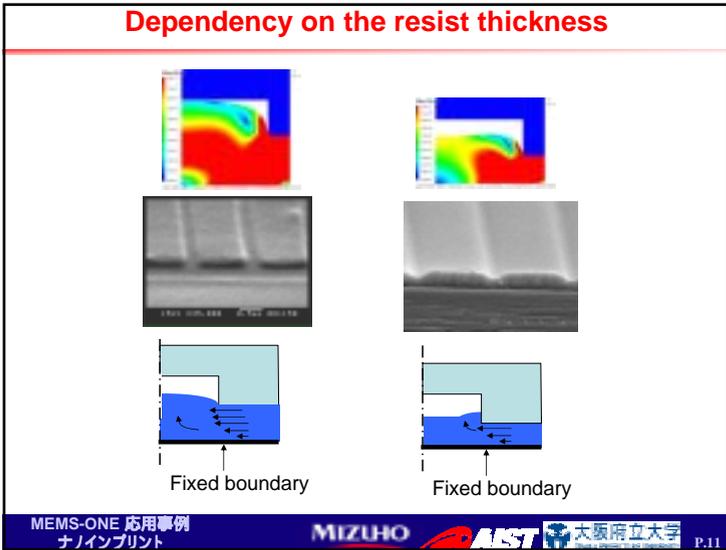
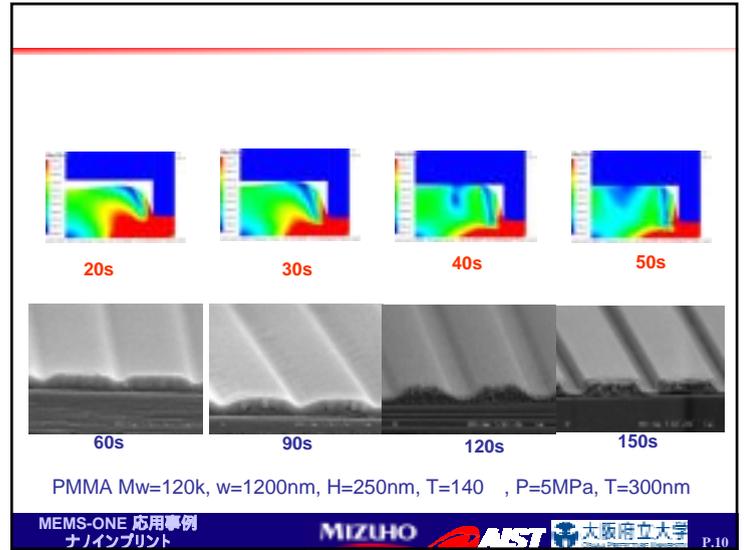
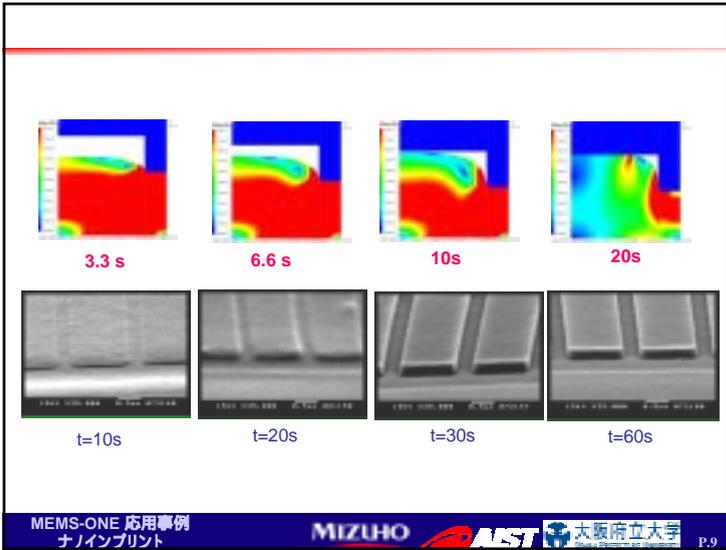


線幅依存性

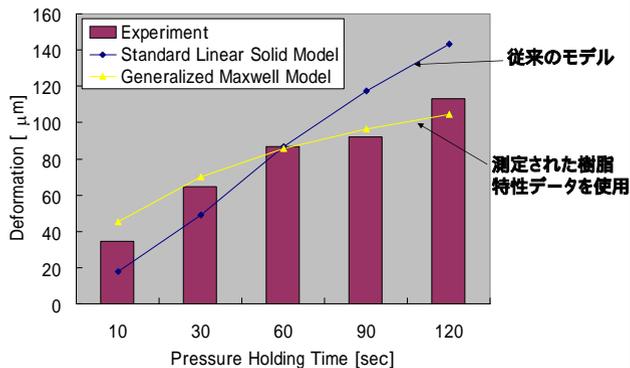


圧力依存性





インプリント実験結果と計算結果の比較 (加圧時間の変形量への影響)



Pressure Distribution



$$P_{\text{contact}} = 2P$$

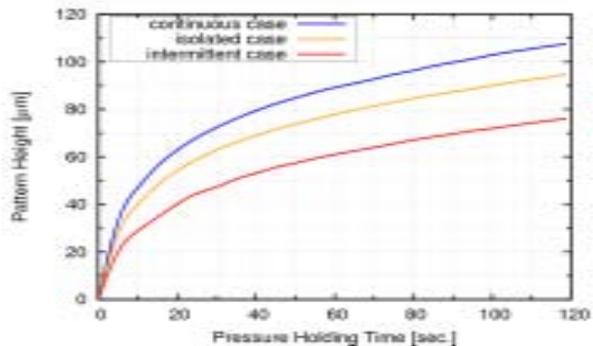


$$P_{\text{contact}} = P (L \ll S)$$

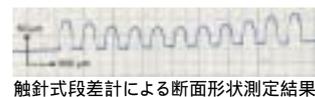
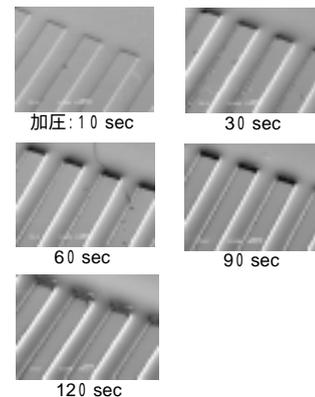
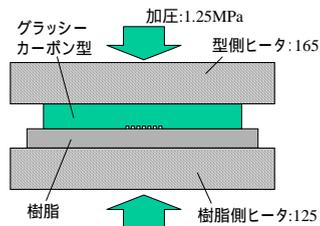


$$P_{\text{contact}} \text{ depends on } L/S$$

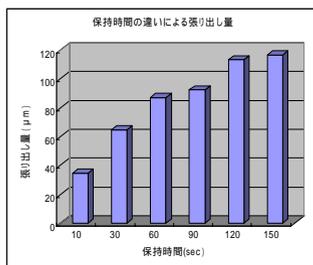
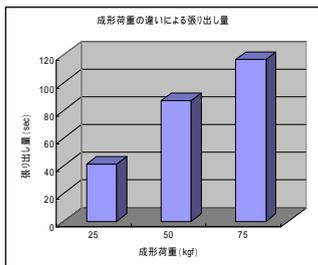
Filling Speed Comparison



COPの成形結果



COPの成形結果



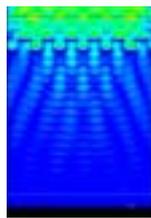
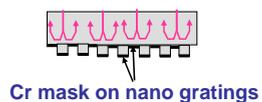
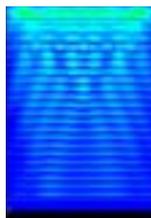
金型温度: 165 、 樹脂温度: 125 、
離型温度: 125 、 荷重保持時間: 60秒

金型温度: 165 、 樹脂温度: 125 、
離型温度: 125 、 成形荷重: 50 kgf

熱・UVハイブリッドナノインプリント

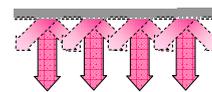


Optical diffraction by nano gratings

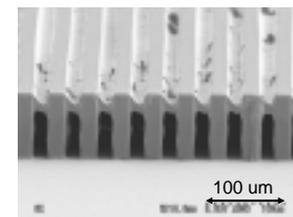


=365 nm

Bridged and Tunnel structure using the hybrid mask



a) High dose
2 min exposure



b) Extra dose
5 min exposure

