

# 高効率MEMS融合製造技術

## - 話題提供: 低ダメージ接合技術 -

独立行政法人 産業技術総合研究所

集積マイクロシステム研究センター

高木 秀樹、Youn Sung-Won、栗原 一真

松本 壮平、高橋 正春

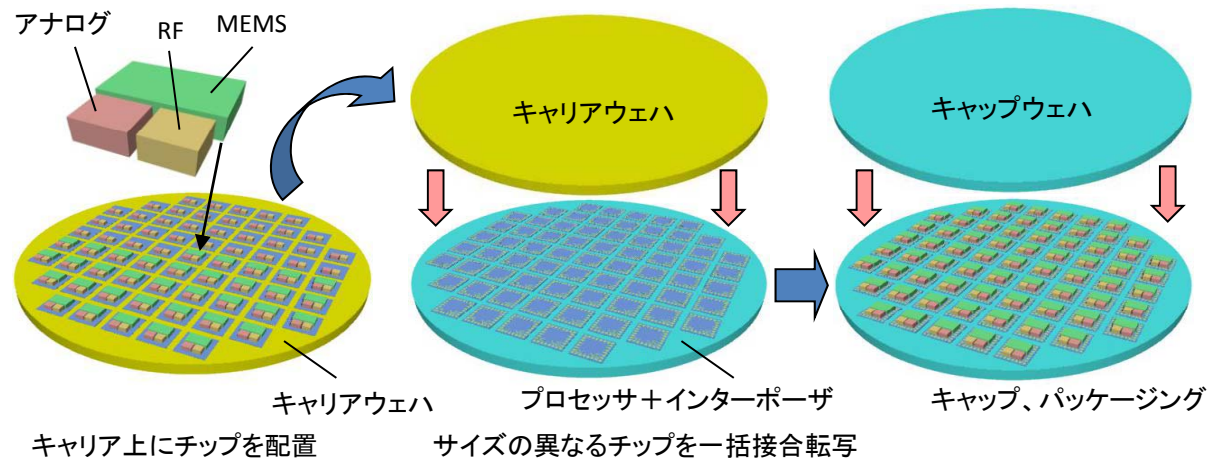
2010/05/14 マイクロシステム融合研究会@東北大学

# 融合MEMSデバイスを効率良く作る

- 異種デバイス融合プロセスの高効率化
  - サイズフリー集積化技術
    - 接合技術
    - 高精度・高速・一括アセンブリ技術
    - デバイスごとの最適化(SoC,WLP,SIP,サイズフリー)
  - 大面積貫通配線基板製造技術
    - 大口径ウェハ貫通エッチング技術
- 成型技術を用いた高効率製造技術
  - インプリント成型による配線パターン作製技術
  - 微細成形MEMS製造技術
    - 射出成型によるMEMSの作製

# サイズフリー集積化

## 大面積一括集積化技術・常温接合技術

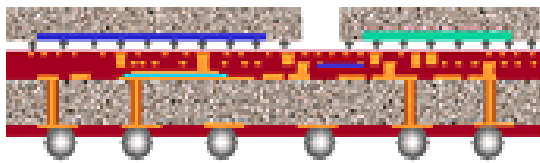


- ・ウエハサイズ/チップサイズの制限がない、MEMS、プロセッサ、アナログ、ect. デバイス作製ウエハプロセスの個別最適化
- ・TSVインターポーザによる多層積層構造、パッケージング・封止構造
- ・キャリア基板への仮接合／剥離
- ・デバイス/仮接合部への影響が無い常温/低温接合技術

# 大口徑貫通配線基板作製技術

## 大口徑(12インチ)基板への貫通配線作製

- 大口徑ウェハ深堀エッチング技術
- メッキとCMPによる配線埋め込み技術



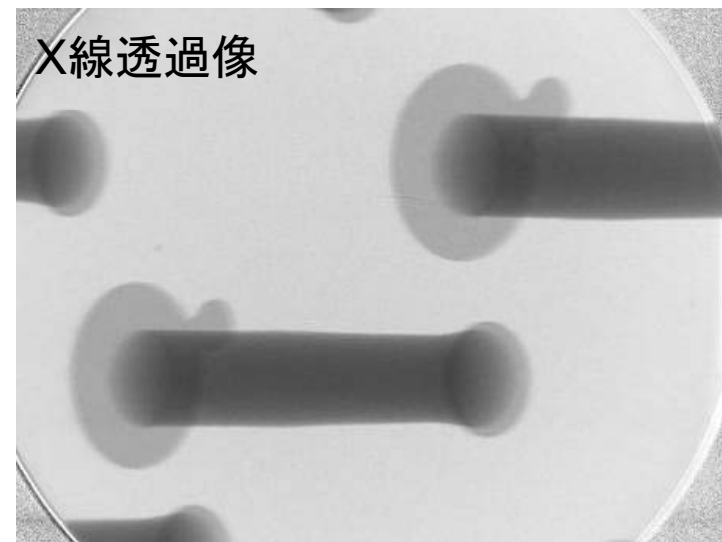
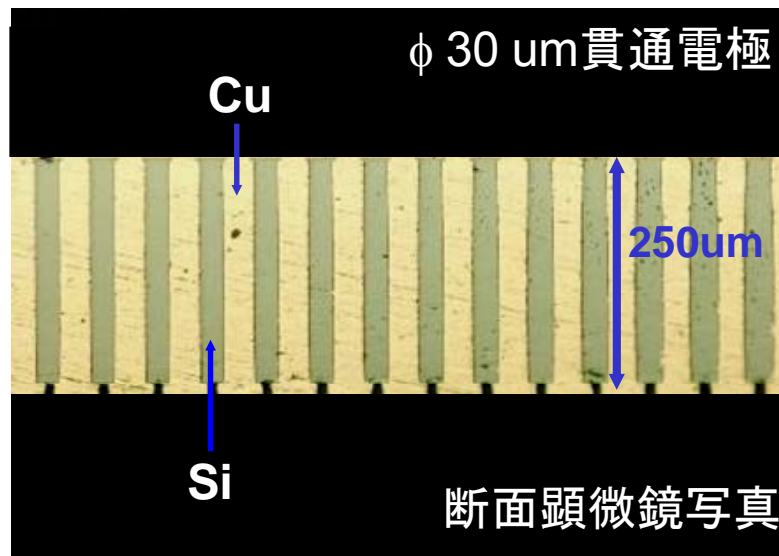
システムインパッケージ



スタックIC

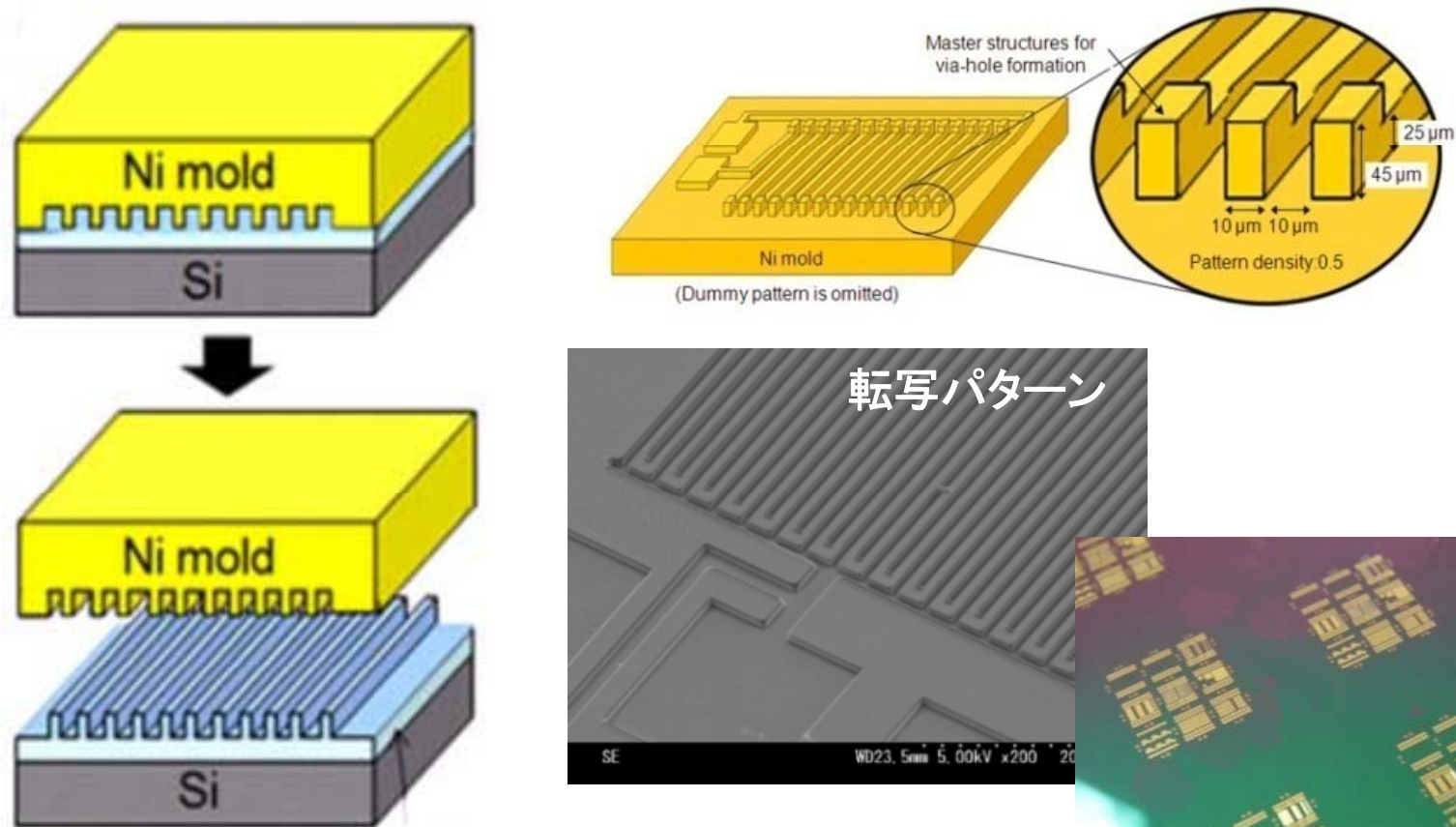


MEMSパッケージ



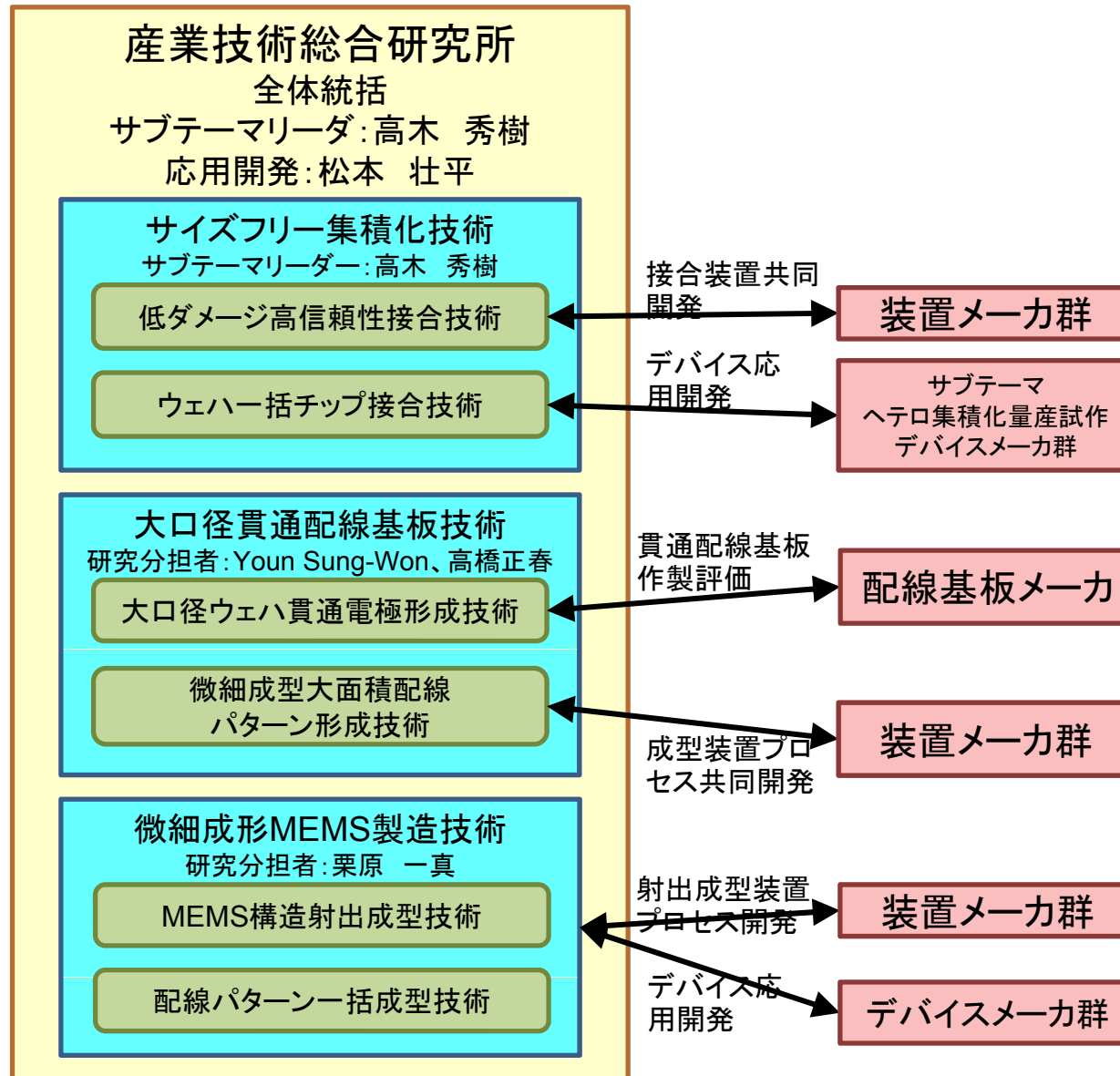
提供:大日本印刷(株)様

# 大口径貫通配線基板作製技術 インプリント成型による配線パターン形成



メッキ配線パターン

# 研究開発体制：高効率MEMS融合製造技術

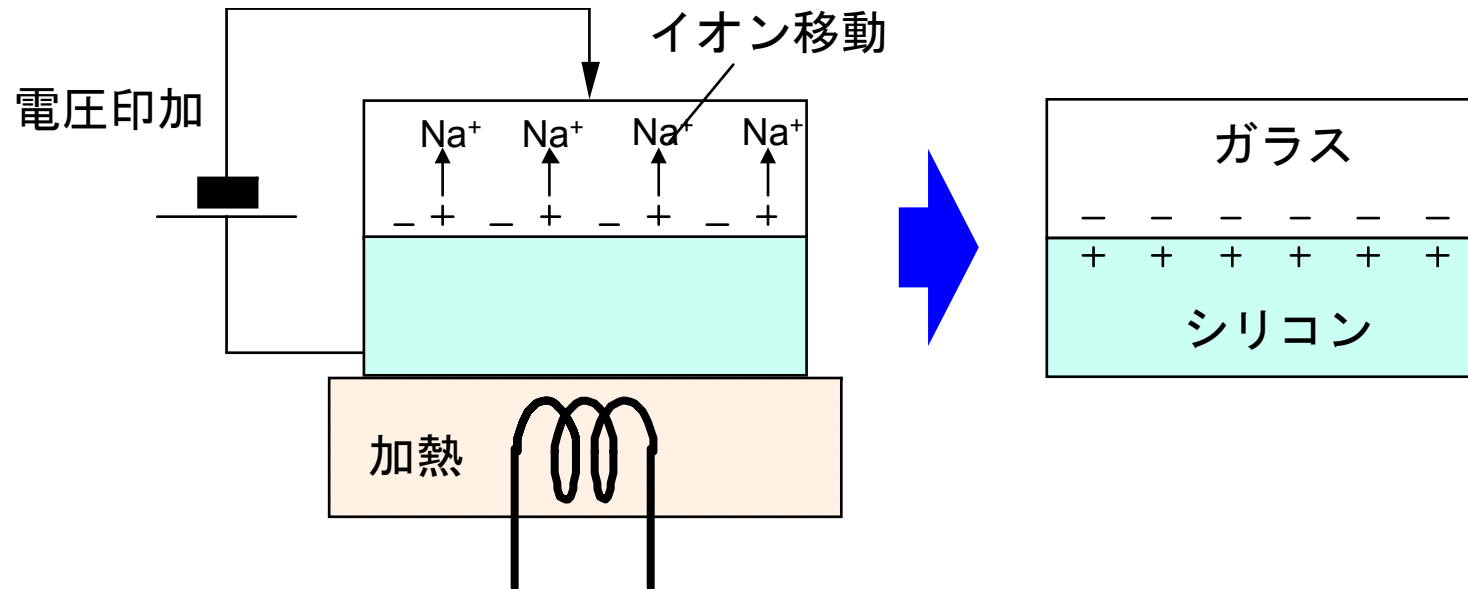


話題提供:

# ウェハ常温接合技術の開発と展開

- 各種接合技術
- 常温接合法の原理
- 常温接合の接合特性
- デバイスへの応用と実用化

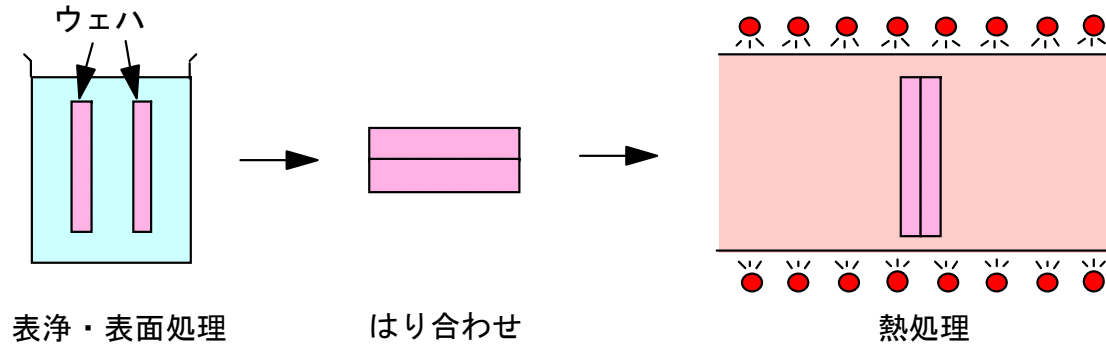
# 陽極接合法



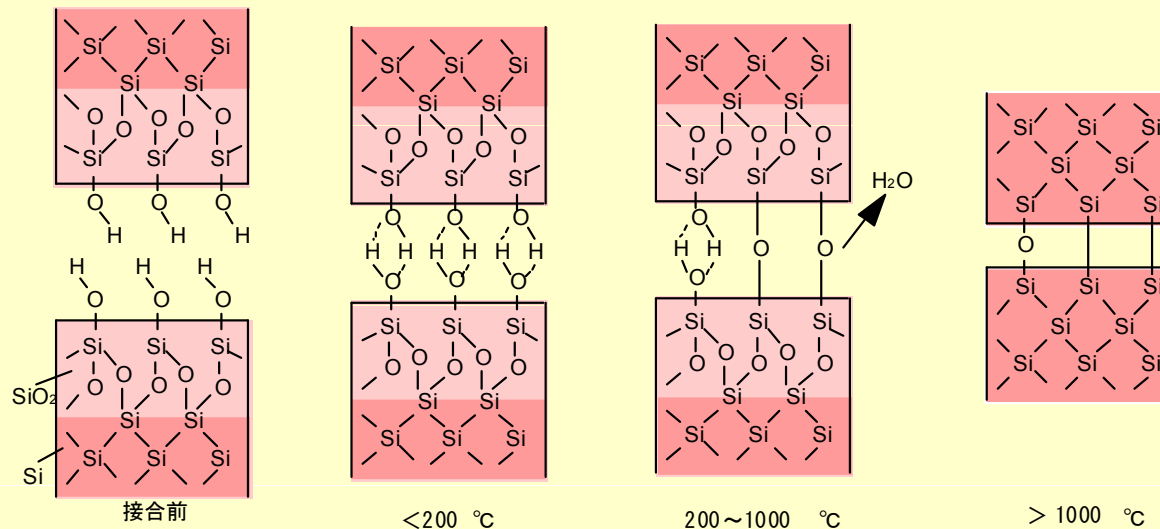
加熱温度  $\sim 450^{\circ}\text{C}$       印加電圧  $\sim 1\text{kV}$   
静電引力により無加圧で接合が可能



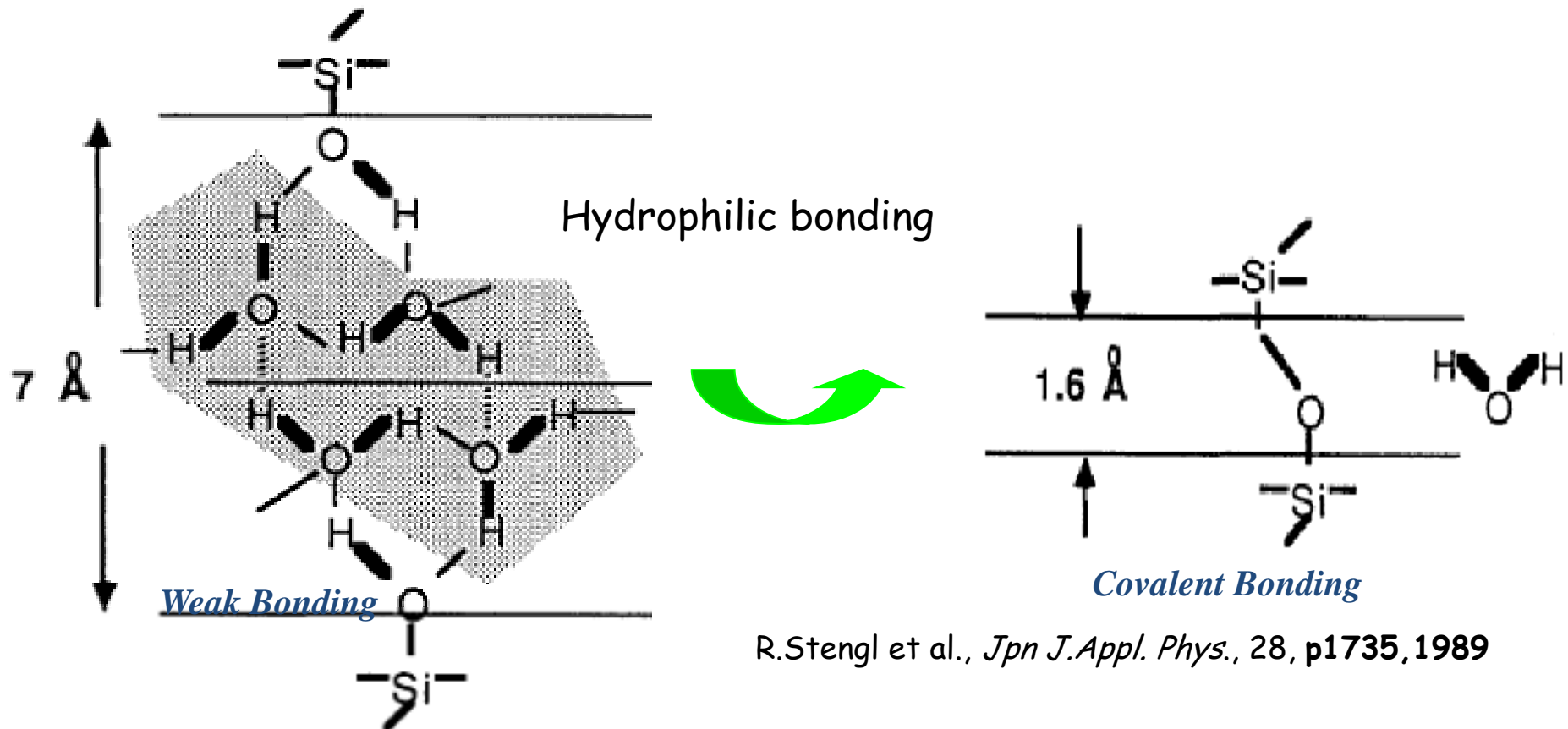
# 化学薬品による(洗浄)処理による (水素結合を利用した)ウェハ直接接合法



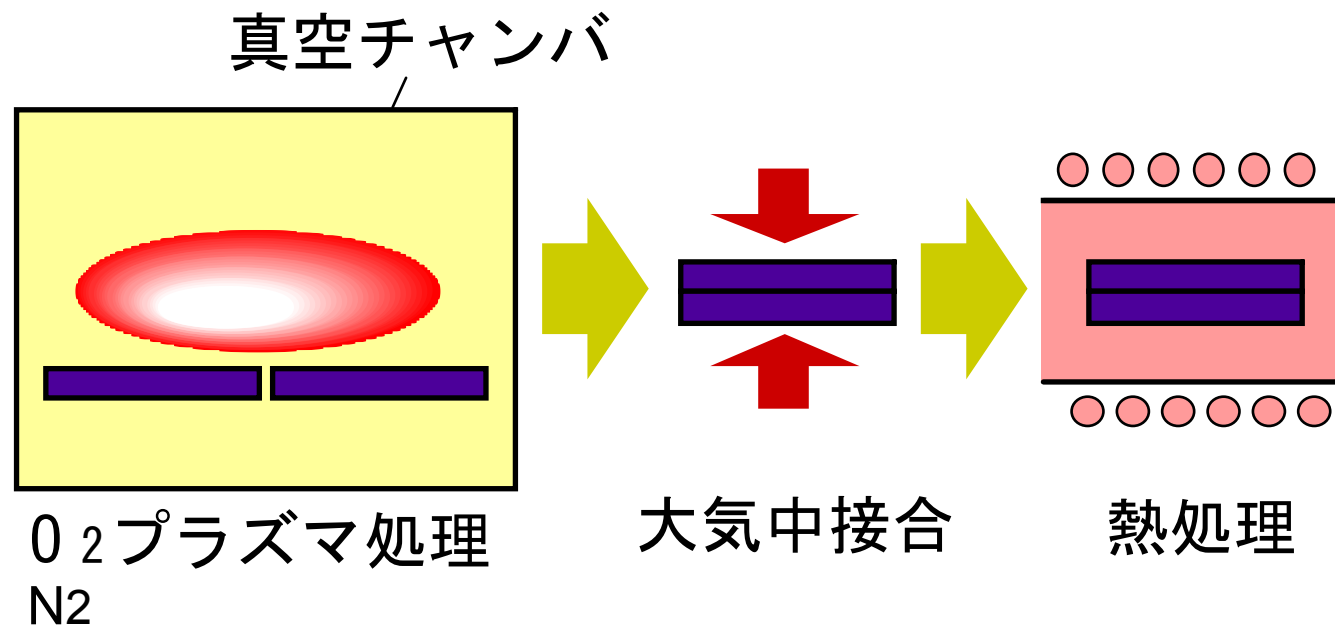
## 接合の原理



# 水素結合によるウェハ貼り合わせのモデル

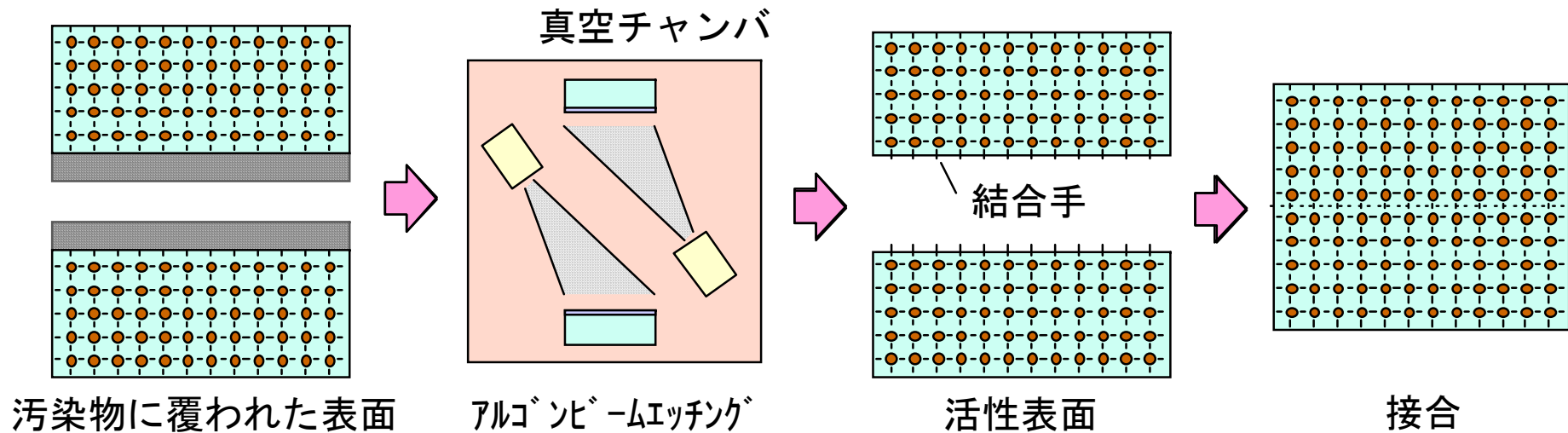


# プラズマ処理による表面活性化



100~200°C程度の熱処理で接合が可能  
表面への水酸基導入と水素結合で接合: SiO<sub>2</sub>など

# Arビームエッチングを用いた常温接合



真空中で表面の反応層や吸着物を除去

- ・ エネルギー的に不安定な状態を作る
- ・ 接合界面の介在物を除去する

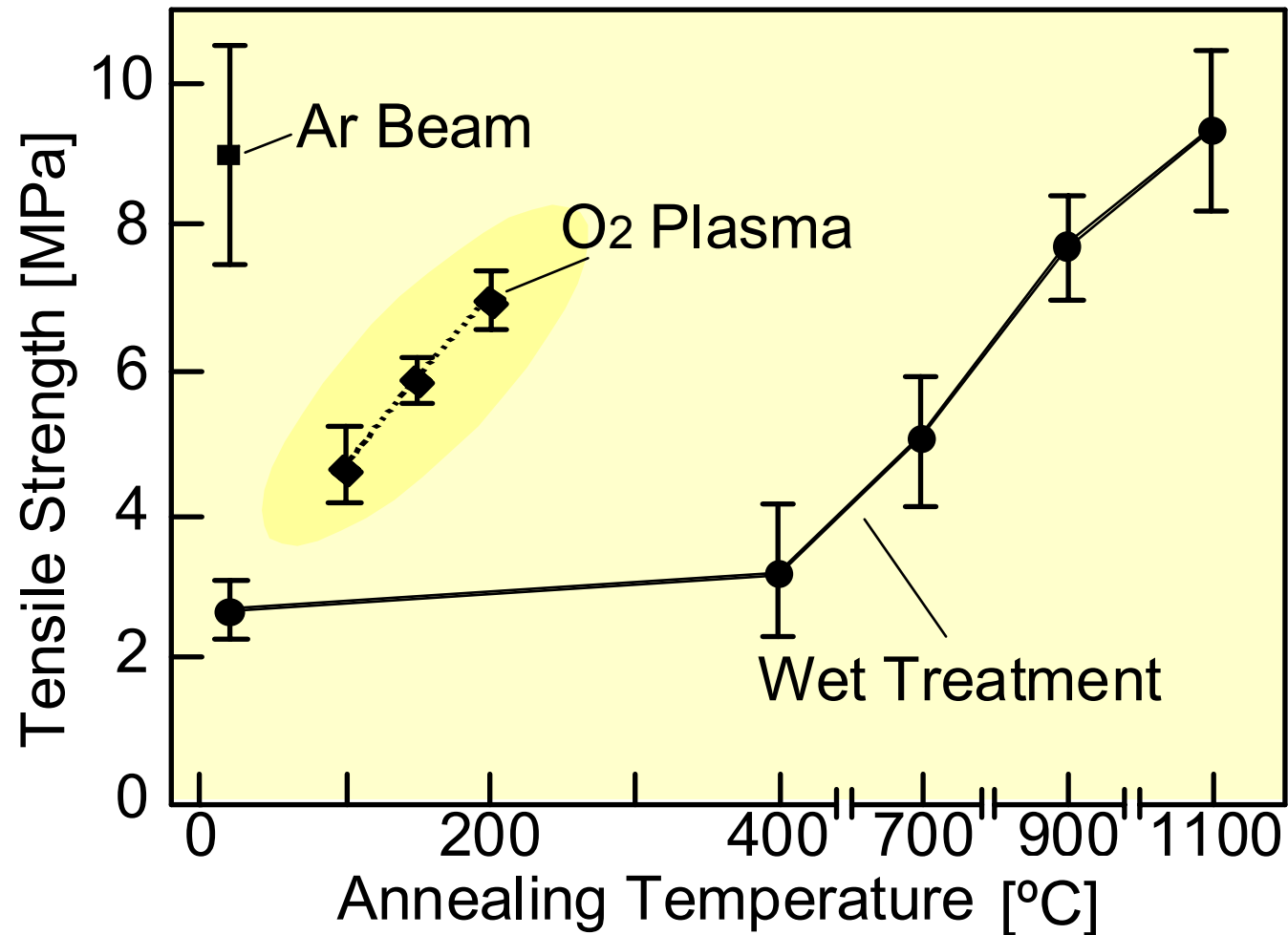
接合界面での結合形成を促進

- ・ 熱処理の低温化
- ・ **常温接合**

# Si常温接合体の破断面



## 各種表面処理によるSiウェハの接合強度



# 表面活性化常温接合の貼り合わせ実績

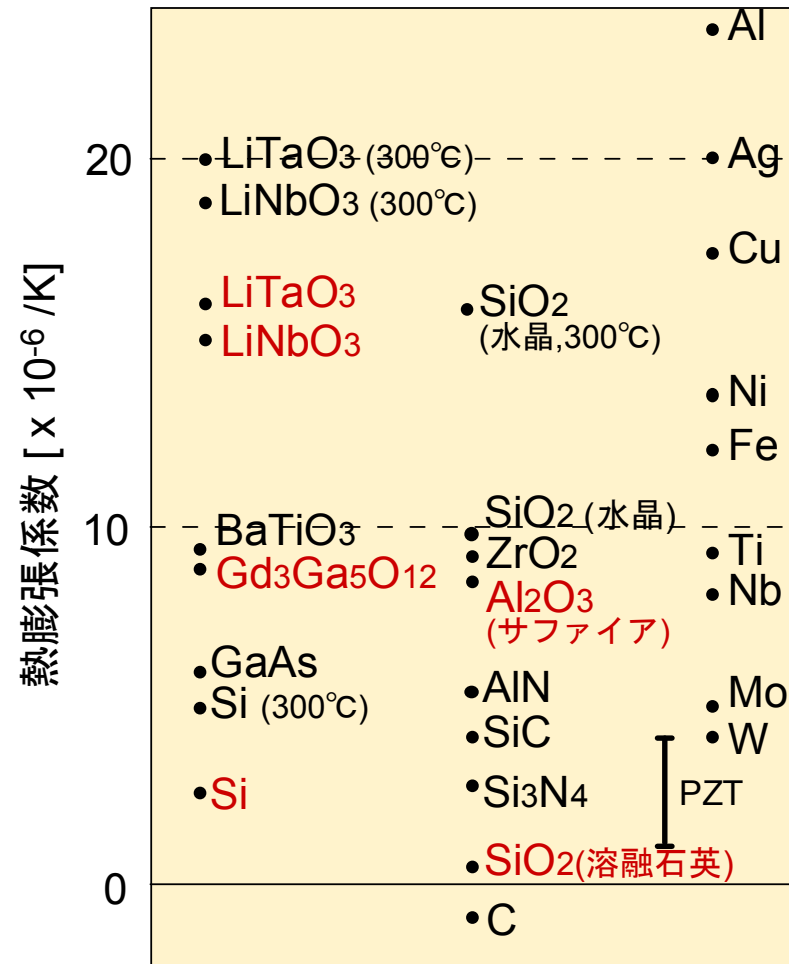
- シリコン系材料
  - Si,  $\times$  SiO<sub>2</sub>, (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, ガラス, )
- 化合物半導体
  - GaAs, InP, GaP, InGaAsP, (SiC, GaN)
- 酸化物(若干の熱処理が必要な場合有り)
  - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, LiNbO<sub>3</sub>, LiTaO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>
  - (ITO, )
- その他
  - Au, Ag, Al, (SUS)

# 異種材料接合と熱膨張係数

異種材料の接合  
熱膨張の違いによる応力

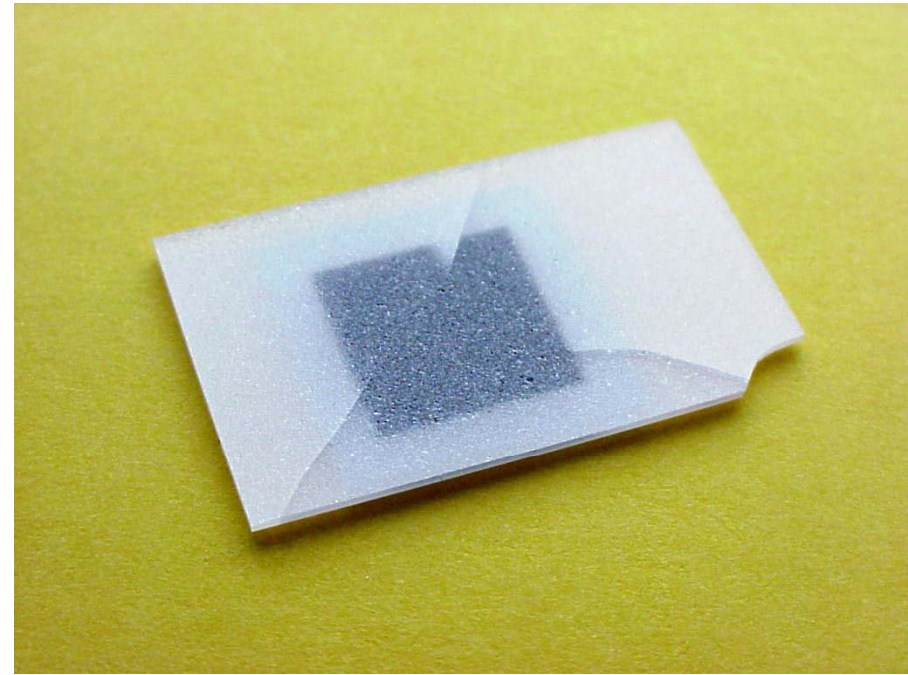
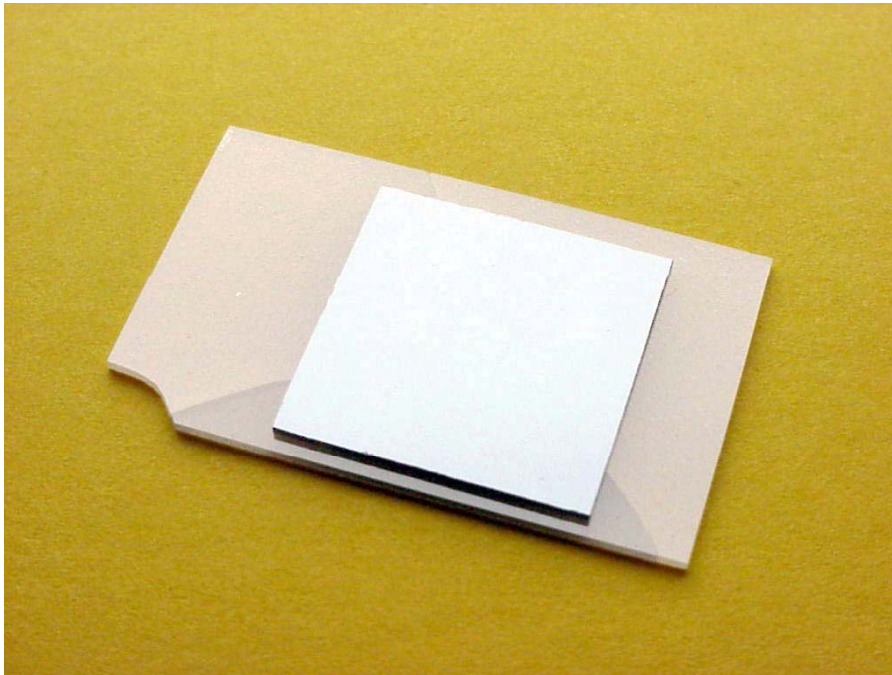


表面活性化法が有効  
常温or低温熱処理での接合



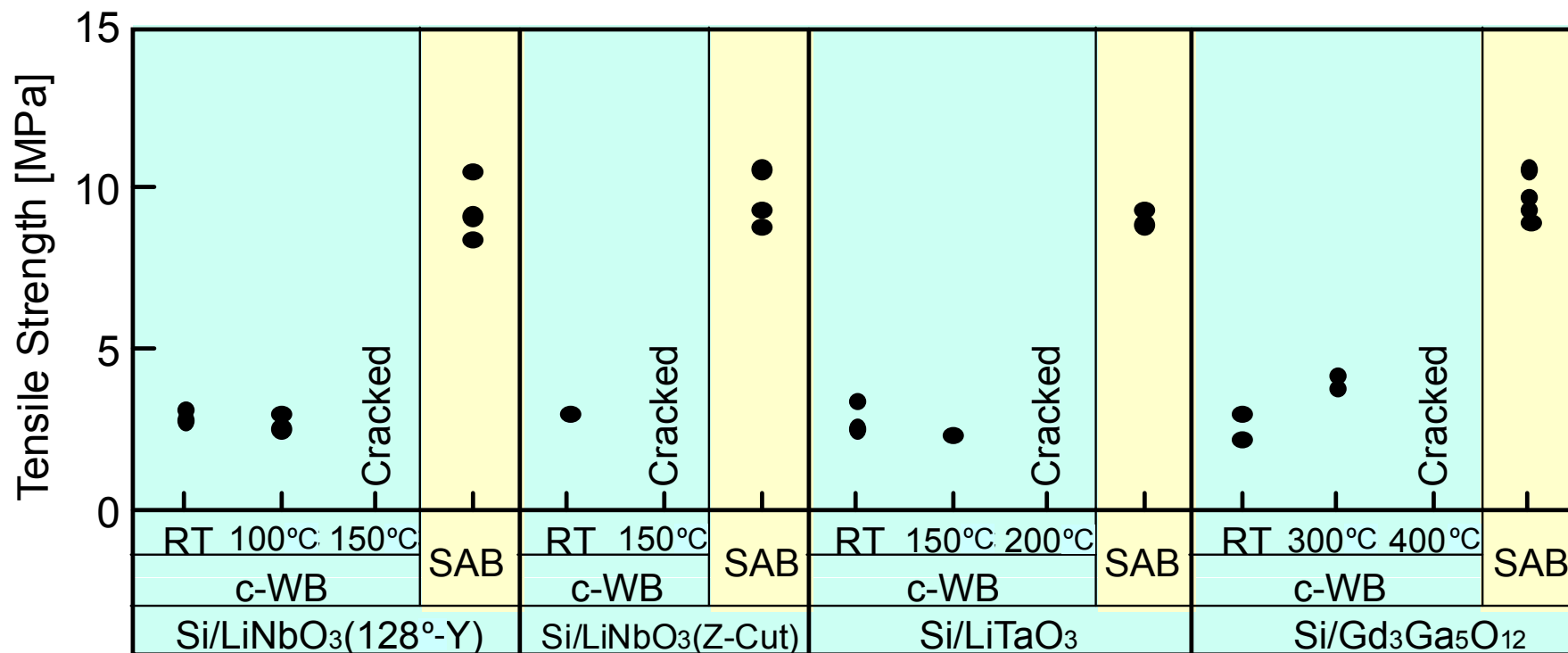


## 従来のウェハ直接接合によるSiとLiNbO<sub>3</sub>の接合 (熱処理後)



150°Cの熱処理でクラック発生

# LiNbO<sub>3</sub>, LiTaO<sub>3</sub>, Gd<sub>3</sub>Ga<sub>5</sub>O<sub>12</sub>とSiの接合



c-WB: 従来のウエハ直接接合    SAB: 表面活性化常温接合

# SiとLiNbO<sub>3</sub>ウェハ接合体の破断面



表面活性化法は異種材料の接合法として有効である  
Siと酸化物は常温で接合が可能である。

LiNbO<sub>3</sub>, LiTaO<sub>3</sub>, Gd<sub>3</sub>Ga<sub>5</sub>O<sub>12</sub>, サファイア

# ウェハ常温接合の応用分野

