

Ion flow Bonding

C-SAB : Chemical surface activation bonding

D-PAB : Dry plasma activation bonding
(Dry fusion bonding and hybrid bonding)

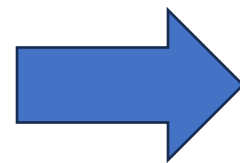
Bonding and Inspection Solution Partners
SHW Technologies

“Quad Bond”

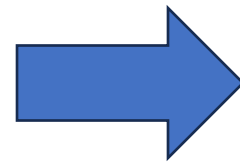
接合プロセス 4種類のbonding技法を1つの装置で実現

- fusion bonding → IFB, プロセスチャンバー内での真空ボンディング
- SAB 常温活性化接合 → RFプラズマを用いた自然酸化膜制御による、
低ダメージ平坦化維持ボンディング (IFB特許、酸化膜制御特許)
- Atomic Diffusion Bonding, ADB : Siスパッタにより中間バインダーを介して 接合

- IFB Bonding
 - SiC-SiC Bonding
 - Si酸化膜 Bonding
- Hybrid Bonding への breakthrough



VUV+H₂plasma chemical process bonding
SiO₂ → Si + O₂ H₂、C → + CH₄



酸化膜貼り合わせと金属表面還元
(活性化) 同時貼り合わせ

IFB Zero-Ready Bonding Technology

技術概要・コンセプト / Overview & Concept

- 真空プラズマ中で、同時処理即貼り合わせを行う
- ダングリーボンドが活性な状態で貼り合わせを行う

- **真空中のプラズマ化学反応のみで表面改質～接合を一貫処理**
- **ゼロレディー：洗浄レス・乾燥レス・大気曝露レス**
- **酸化膜・金属・SiCなど異種材料を常温直接接合**
- **スパッタレス／パーティクルレスで超クリーン界面を実現**

- End-to-end activation and bonding via plasma chemistry in vacuum
- Zero-ready: no wet clean, no drying, no air exposure
- Directly bond oxides, metals, and SiC at RT–300°C
- No sputter, no particles — ultra-clean interfaces

“Quad Bond”の優位性と強み

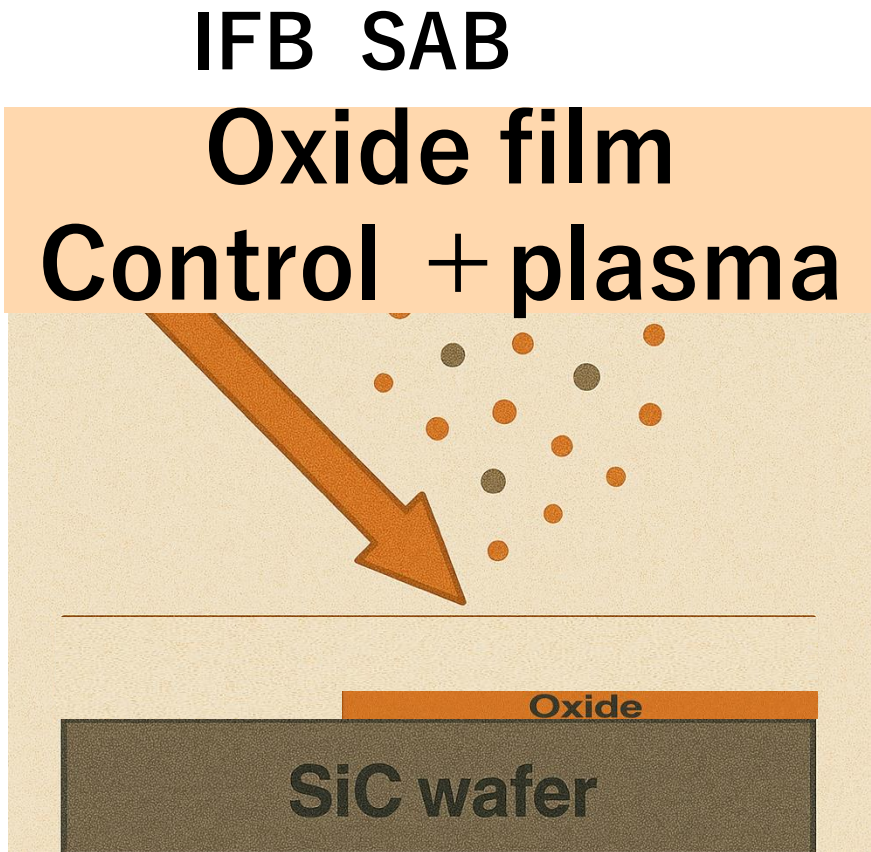
ArビームSAB

アルゴンビーム除去（約 300Å）では、スパッタフレーク発生と表面粗さ 32Å、ボイド発生リスク残存（高圧力10000Nプレスボンディング）

SHW patent

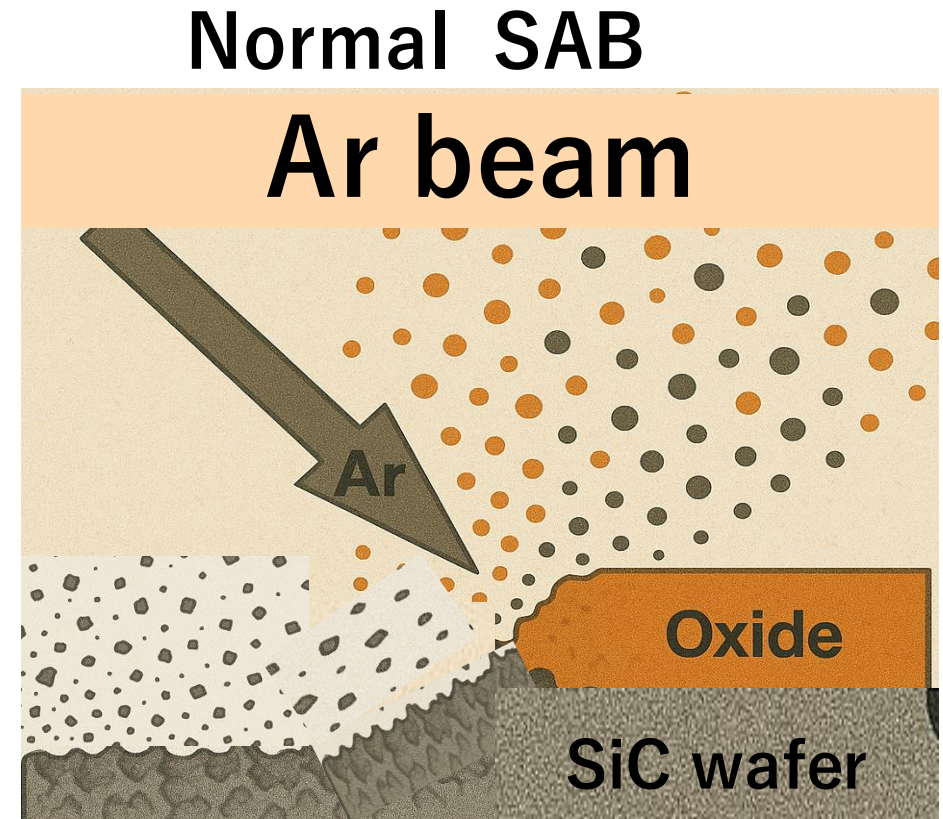
- Quad Bondの酸化膜制御技術は、薄膜剥離5Åを実現しパーティクルを1/60に削減
- 低エネルギープラズマ活性化技術で、SiC基材に損傷なし
- プラズマ活性化による表面粗さは1Å以下と極めて微小、接合面の高品質を確保
- Quick bonding IFB技術により無加圧（軽100N）でのボンディング
- **Zero-Ready Bonding Technology** 技術と高周波振動拡散接合により、ダングリングボンドが閉じる前に高速で強固な接合を完了

Native Oxide film Control Low energy Activation



- Sputtering 5 Å

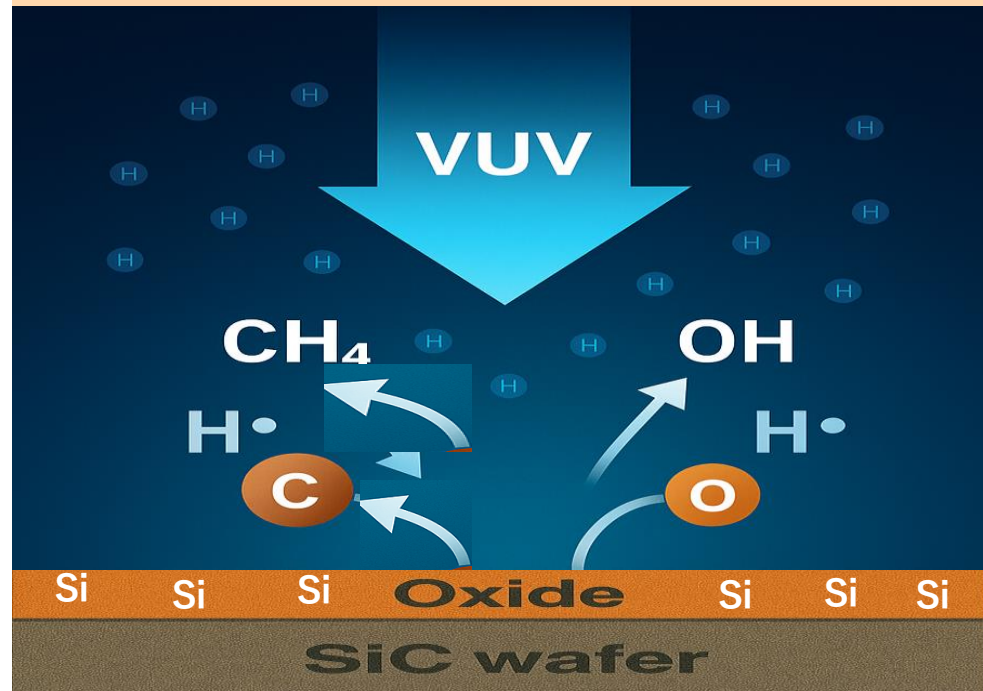
Particle 1/60
 Non damage
 Good surface roughness
 Bonding Press 1/100



- Sputtering 300 Å

C-SAB : Chemical Surface Activated Bonding

Oxide film Control C-SAB

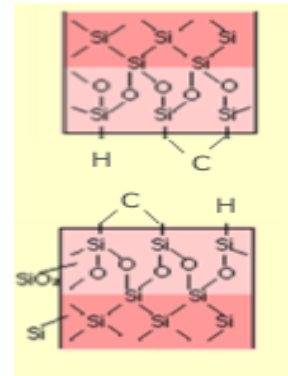
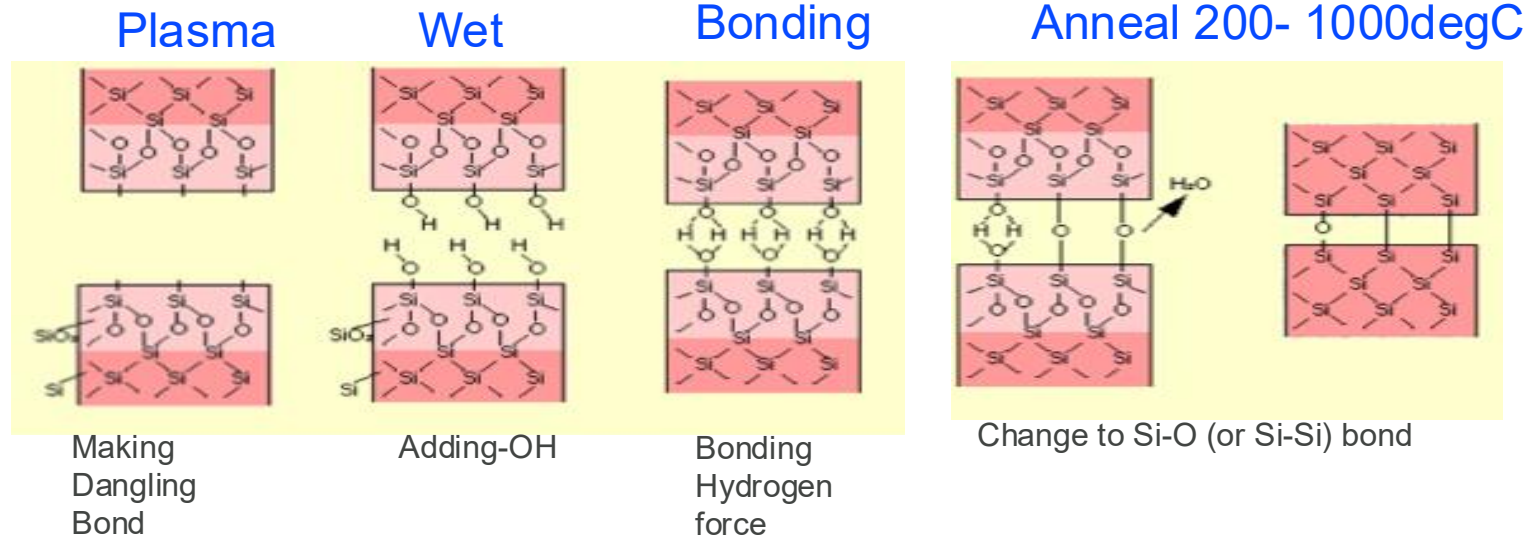


- Non Sputtering

Particle Zero
Non damage
Good surface roughness
Bonding Press 1/100

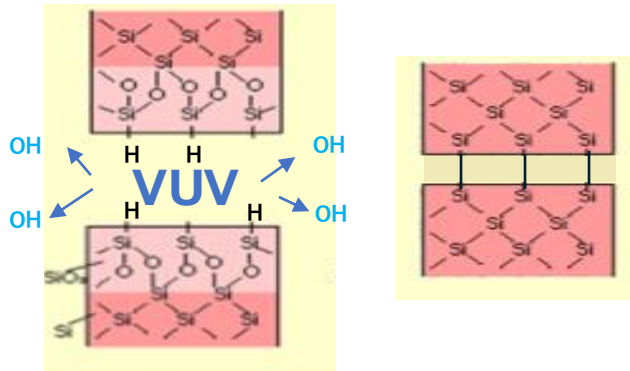
D-PAB Dry fusion bonding

Normal PAB Bonding



Zero-Ready Bonding

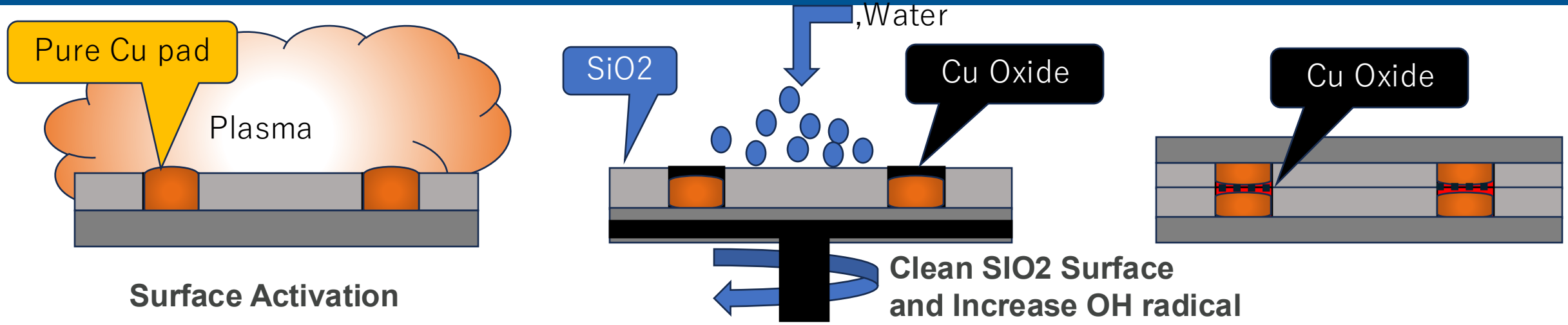
Plasma



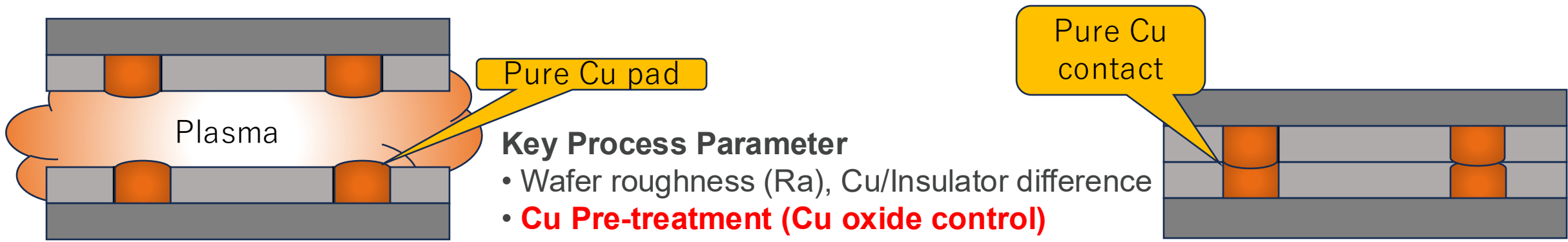
Dry-PAB Zero-Ready Bonding

Vacuum Bonding
No Wet
No Dry
Low Anneal

D-PAB Hybrid Bonding



Zero Ready Bonding

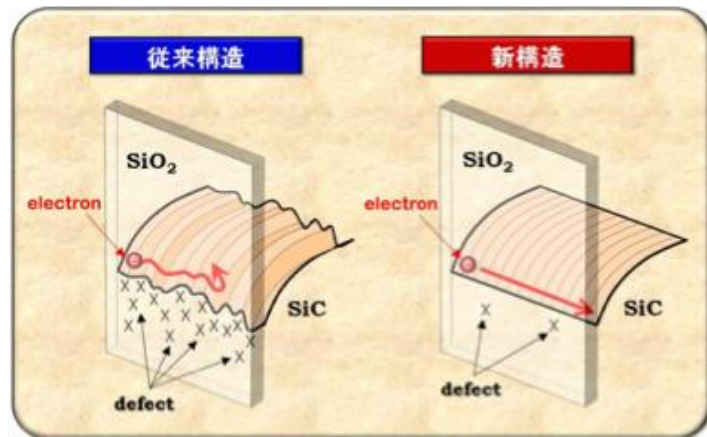


Key Process Parameter

- Wafer roughness (Ra), Cu/Insulator difference
- **Cu Pre-treatment (Cu oxide control)**
- Insulator material
- Plasma Conditions (Void, Bonding Strength)

SHW Quad Bond IFB Benefit

- 酸化膜を測定し、ウェットエッチング（等方性エッチング）で平坦化を維持
- プラズマ活性化による表面粗さは1 Å以下（イオンビームは32 Å以上）
 - 大幅な平坦性改善
 - 物理的な平坦度を可能な限り平坦化したまま貼り合わせる事で界面の欠陥を大幅に低減する酸化膜制御技術とIFB技術でトランジスタ性能を何倍にも向上させる可能性がある。
 - 界面の高品質化と平坦性向上により SiC 半導体の性能を 6~80 倍向上？
- 光電融合、光素子（レーザ、フォトダイオード、導波路など）と電子素子（CMOSトランジスタ、アンプ、ADC/DACなど） Bonding界面平坦度は非常に重要



参考資料

<https://www.kyoto-u.ac.jp/sites/default/files/2021-10/20211027-kimoto-d4665a806a38baebe223d0a6ecb645da.pdf>