

ウェーハボンディングで形成した接合界面の結晶特性

Crystal Characteristic of Junction Interface Fabricated by Wafer Bonding

神戸研究室 1070326 廣瀬 真美

1. はじめに

ウェーハボンディングは、任意の物質どうしを接触させ原子レベルで結合させる手法であり、一般に結晶成長で作製するのが難しい場合に用いられる^[1]。われわれは Ge/Si ヘテロ接合フォトダイオードの実現を目指して、ウェーハボンディングにより Ge/Si 接合形成を進めている^[2]。Ge/Si ヘテロ界面の特性はデバイス特性にとって重要であり、界面を直接観察できる透過型電子顕微鏡 (TEM) で調べることを目的とした。ここではまずウェーハボンディングにより作製した Si/Si 接合の観察を行い、さらに Ge/Si ヘテロ接合の観察を試みた。

2. 実験方法

Ge と Si の表面の超音波洗浄、自然酸化膜除去、親水化処理を行い、純水中でウェーハボンディングし乾燥させた後、一定の荷重を加え水素雰囲気中でアニールを行い Ge/Si 接合を形成した。結晶はともに面方位(100)である。さらに、TEM 観察用サンプルにするため、一般的な加工法を用いて作製を行った。

FE-TEM により、接合面の明・暗視野、高分解能像、制限視野回折像を観察し、これを通常 TEM フィルムに記録した。また、EDX 元素マッピングも行った。

3. 結果

Fig.1 に Ge/Si ヘテロ接合界面を TEM 観察した時の明視野像と高分解能像を示す。この観察面は (110) である。

明視野像では、Ge と Si との境界に幅 40nm 程度の、変成層 (黒く見える部分) を観察することができた。このような変成層は、Si/Si 接合界面においても見られる (別途観察)。この変成層では、接合界面部の原子間隔が [100] 方向に歪んでいることが示唆される。

これは、接合部を拡大した高分解能像の、Si の格子像からも確認することができる。解析により、この部分の Si の格子定数は 6.91 Å であった。Si 基板の格子定数は 5.43 Å であり、Ge/Si 接合界面付近の格子定数は約 27.3% 広がっていると分かる。また、Si/Si 接合の試料でも、界面部の格子定数が 5.79 Å と、[100] 方向に約 7% 広がっていることが確認された。これは、酸素が残留しているためと考えられる。

また、この試料では、Ge(110)面が、Si(110)面から 10 度以上傾いているため、Fig.1 では Ge の格子像は見えていない。

4. まとめ

ウェーハボンディングによる Si/Si 接合、Ge/Si ヘテロ接合に成功し、FE-TEM により、接合界面に変成層が形成されることが分かった。

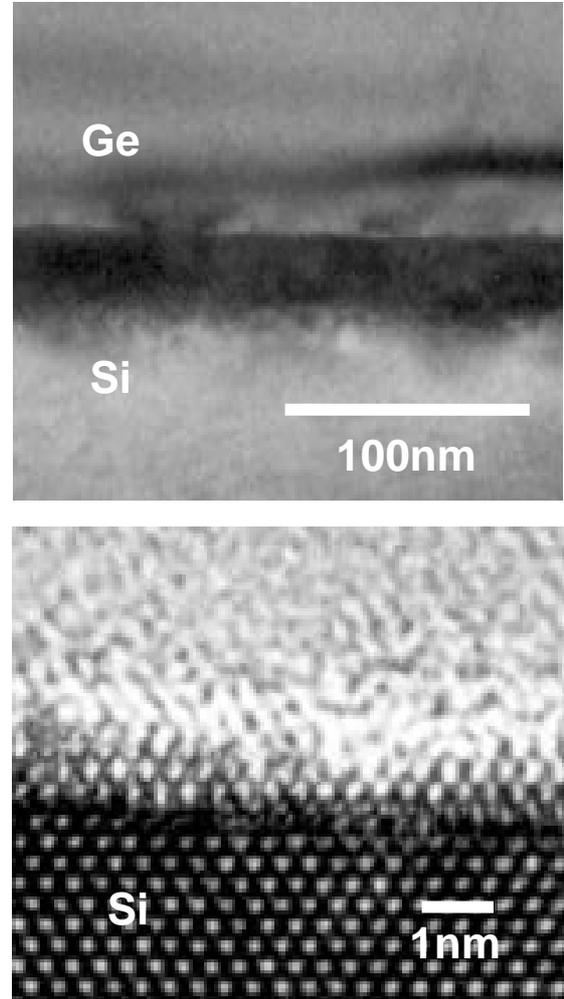


Fig1. Bright Field and High Resolution images of Ge/Si heterojunction interface

高分解能像では、接合界面を確認でき、ボンディングによる界面での原子間隔の変化を観察することができた。

今後、素子性能との関連性を明らかにする必要がある。

本研究は、物質環境システム工学科 谷脇研究室の協力を得て進めた。

【参考文献】

[1] Q.-Y.Tong and U.Gosele, "Semiconductor Wafer Bonding: Science and Technology," John Wiley & Sons, Inc., New York, 1999

[2]宮地他 2006 年秋季第 67 回応物講演会 31a-ZT-6