

SiC エピタキシャルウェハの生産技術開発

Development of production technology for SiC epitaxial wafers

昭和電工株式会社 事業開発センター パワー半導体プロジェクト °佐藤 貴幸

Power Semiconductor Project, Business Development Center, Showa Denko K.K. °Takayuki Sato

E-mail: Takayuki_Sato@sdk.co.jp

1. 概要

近年における高性能 SiC パワーデバイスの実用化実証には、低欠陥大口径基板の実用化とともに、特性の制御されたエピタキシャル層の成膜技術の進展が大きな役割を果たしている。本講演では今後のデバイス量産化に寄与するエピタキシャルウェハの生産技術に関し、その開発状況と課題について報告する。

2. 内容

1) 欠陥制御技術

単結晶基板中の各種転位欠陥は、エピ層に伝播しデバイスの収率や特性に悪影響を与えることから、エピタキシャル成長によりマイクロパイプを閉塞する技術[1]や基底面転位を貫通刃状転位変換する技術[2]が開発され、現在においては製品製造技術に適用されている。

また、エピタキシャル工程に起因した各種の欠陥があり、その代表的なものに、成長装置内の堆積物落下によるダウンフォールや、Si 面 4 度オフ基板上で特徴的に発生する三角欠陥がデバイスキラー欠陥とされている。これらの欠陥に対しては、装置の運転管理技術の高度化や成長条件の適正化による低減への取組みが進められている。

2) モフォロジー制御技術

従来 4H 構造単結晶の {0001} 面より 8 度傾けた基板が用いることでポリタイプが制御された平滑な表面を有するエピウェハが作成されていたが、現在では Si 面 4 度オフ基板が主流となり、MOSFET 用酸化膜信頼性向上のためにステップバンチングの低減が課題となっている[3]。

4 インチ径 Si 面 4 度オフ基板を用いたエピタキシャル成長において、モフォロジー評価技術の適正化と、CMP（化学的機械研磨）条件及びエピ条件のマッチングにより、ウェハレベルで実効的にステップバンチングの無いスムーズな表面が得られ[4]市販されている。

3) カーボン面成長技術

現在は Si 面を用いたデバイス開発、生産が主流であるが、MOSFET のチャネル移動度向上を狙いとしたカーボン面の使用も検討されている。カーボン面成長で得られるエピタキシャル層はドナー濃度が比較的高く、均一性制御が困難である一方、1 度以下の低オフ角でも良好な表面状態が得られることから、ウェハの低コスト化技術として注目されている。カーボン面成長においてもエピ条件の適正化により Si 面基板上エピと同等のキャリア濃度均一性達成への取組みが進められている。

4) 量産技術

SiC デバイスの普及には、材料コストの低減が不可欠であり、エピタキシャル成長においても成膜装置のスループットを向上させる事が重要である。そのためには、大口径ウェハの均一性、再現性に優れた多数枚同時成長可能が装置を用いた技術開発が有効である。最近では 150mm 径 6 枚同時成長が可能な大型装置を用いた技術開発が進められており[5,6]、比較的良好な特性均一性や市販品最高レベルの表面平滑性が既に達成されていることから、今後の 150mm 径ウェハの実用化とデバイスの普及に寄与する事が期待されている。

[1] I. Kamata et al., Jpn. J. Appl. Phys., 39(2000)6406-

[2] S. Ha et al., J. Cryst. Growth, 244(2002)257-

[3] J. Sameshima et al., ECSCRM2012(Saint-Petersburg, Russia), MoP-15

[4] K. Momose et al., Mat. Sci. Forum, 645-648(2010)115-

[5] A. A. Burk et al., Mat. Sci. Forum, 717-729(2012)75-

[6] A. Miyasaka et al., ECSCRM2012(Saint-Petersburg, Russia), TuP-85LN