

730a2D2

Ga 溶液 Si LPE における基板面方位の効果  
Effect of Substrate Orientation on SiLPE form Ga Solutions

佐賀大学 電子工学科 小川博司、福島浩人、郭其新、西尾光弘

Department of Electronic Engineering, Saga University H.Ogawa, H.Fukushima, Q.Guo, and M.Nishio

【序】

シリコンの液相エピタキシャル成長法に関する研究報告例は、あまり多くはないが、成長装置がシンプルで、成長方法が簡便であるだけでなく、成長温度を低く選べる事から魅力ある成長方法である。我々は、これまで低温でのSi原子の飽和濃度の大きい金属Gaを溶媒としてSi(111) 基板上に成長を行い、成長特性や成長層の電気的性質を明かにしてきた<sup>1)</sup>。その結果、 $\sim 10^{20}/\text{cm}^3$ 程度もの大量のGa原子が成長層に取り込まれる事が判り、それは基板表面のカイネチクスと深い関係にあるものと考えられた。

そこで、本報告では基板面方位に注目し、Si(100) 基板上への成長を試み、(111)基板を用いた場合と比較検討した。

【実験方法】

成長方法は、既報<sup>1)</sup>と同様、スライドボードを利用した平衡冷却法である。成長条件は表1に示したが、ソースには成長基板と同様のSiウエーハを用いた。また、不純物の種類の違いによるドーピングが、面方位によって異なるかを調べる為に、n形不純物である磷を取り上げた。磷のGa溶液中への仕込みは、予めソースとなるSiウエーハに磷をドーピングして用いた。電気的特性の測定は、パウ法を用いて室温にて行った。

【実験結果及び検討】

成長開始温度を450 °C一定とし、Si(100)及びSi(111)基板上に成長したエピタキシャル層の成長速度の冷却速度依存性を図1に示した。

(100)面上での成長速度は(111)面上のそれよりも約1.7倍ほど大きかった。また、同図には、よく知られた理論式<sup>2)</sup>を用い、Si原子の拡散定数をそれぞれの場合について $2.7 \times 10^{-4}$ 及び $1.1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$ において計算し、理論値を実線及び点線にて示したが、それらは実験結果の傾向をよく説明づけている。この理論式は、拡散のみを考慮したものであり、面方位の違いによる拡散定数の違いは、表面カイネチクスの効果の重要性を示すものである。

図2は、磷を含まないソースを用いて Si(100)基板上に得られた成長層のキャリア濃度及び移動度と冷却速度との関係を示したものであるが、これらは冷却速度にほとんど依存せず、ほぼ一定である。伝導形は(111)基板の場合と同様、p形であり、この傾向も同じであるが、キャリア濃度は約1/1000ほど小さくなっている。(100)面を基板面を用いることによって、Gaドーピング濃度を $10^{17}/\text{cm}^3$ 程度に抑制出来たが、より成長速度の大きい基板面を選ぶことによって、Gaドーピング濃度をより小さくできるものと考えられる。

次に、種々の量の磷をGa溶液中にSiと共に溶かし込み成長を試みた。成長層のキャリア濃度とGa溶液中への磷の仕込量との関係を求め、図3に示した。(100)基板の場合には、殆ど仕込量に影響を受けないが、(111)基板では、仕込量の増大と共に若干減少する傾向にあった。この面では磷が取り込まれ易い事を示唆している。

【結言】

基板面方位は成長速度や不純物原子のドーピングにも大きな影響を与えることが判った。

【文献】

- 1) H. Ogawa et al.: J. Crystal Growth 155 (1995) 193.
- 2) J. J. Hsieh: J. Crystal Growth 27 81974) 49.

成長開始温度	450 °C
冷却速度	0.1~1.0 (°C/min)
成長用基板及びソース	n-Si(111), (100) 約 $1\text{K}\Omega \cdot \text{cm}$

表1 成長条件

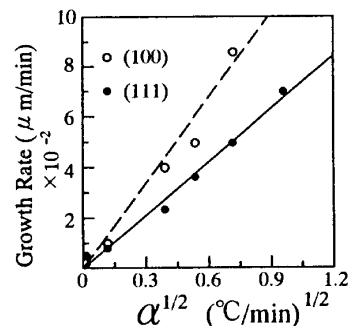


図1 成長速度の冷却速度依存性

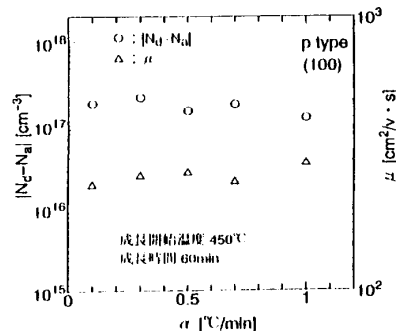


図2 キャリア濃度の冷却速度依存性

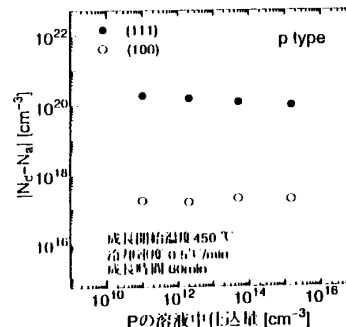


図3 キャリア濃度の磷仕込量依存性