

イオンビームミキシングを併用したイオンビーム誘起結晶成長法による 水素終端上非晶質 Si 層のエピタキシャル成長

The epitaxial growth of deposited amorphous Si layer on hydrogen-terminated surfaces
using ion beam induced epitaxial crystallization with ion beam mixing

神奈川大院理, °谷地田 剛介, 星野 靖, 中田 穰治

Kanagawa Univ., °Gosuke Yachida, Yasushi Hoshino, and Jyoji Nakata

E-mail:r201670149ta@jindai.jp

【はじめに】我々は、イオンビーム誘起結晶成長法(Ion Beam Induced Epitaxial Crystallization: IBIEC)を用いた水素終端 Si 表面上の非晶質 Si の単結晶化過程について研究している。非晶質 Si 層の効率的な結晶化には非晶質/単結晶界面の不純物制御が重要である。一般に、界面の不純物を除去した清浄界面構造であれば単結晶化は容易であるが、自然酸化膜等の不純物を除去するためには超高真空中で 850°C 以上の高温処理が必要である。不純物を容易に除去する方法として、フッ酸処理による水素終端化が有効であるが、水素終端上の非晶質層も熱誘起による単結晶化は困難である。そこで本研究ではイオンビームミキシング(Ion Beam Mixing: IBMX)を用いた IBIEC に着目した。予め界面をミキシングすると、通常の熱処理や IBIEC においても単結晶化を誘起させやすく、単結晶化が困難な構造であっても単結晶化することが期待できる。しかし、水素終端化基板に対する IBMX を用いた IBIEC レートは未だ明確ではない。本研究では、水素終端化基板に対する IBMX の効果を調査した。

【実験方法】我々はまず表面上に水素が全くない清浄 Si(001)試料と HF 処理後(dihydride)および HF 処理後超高真空中で 350°C, 30 分間加熱した(monohydride)試料をそれぞれ用意した。その後 3 種類の試料に対し室温下で、電子衝突蒸着法を用いて非晶質 Si 層を 10 nm 程度形成した。非晶質 Si 蒸着後、10 keV の Si⁺を室温で 1.0×10^{15} ions cm⁻² 照射して蒸着 Si / 単結晶 Si 界面をミキシングした。さらにこの試料に対して、180 keV Ar⁺を 300 および 500°C で 1×10^{16} ions cm⁻² 照射することで蒸着 Si 層の単結晶化を試みた。作製した試料構造は、2.56 MeV, ¹⁰B²⁺による RBS チャネリング法により評価した。

【結果】図 1(a), (b)に dihydride, monohydride 表面にそれぞれ 10 nm 程度 Si を蒸着した試料に対して、10 keV の Si⁺を室温下で 1.0×10^{15} ions cm⁻² 照射した後、300°C および 500°C で 180 keV の Ar⁺を 1×10^{16} ions cm⁻² 照射した際の RBS スペクトルを示す。図 1(a), (b)より、500°C の Ar 照射により初期界面を超えて蒸着 Si 層が単結晶化していることが確認できた。昨年度 IBMX を行わずに IBIEC を行った際、dihydride 構造では 500°C でも結晶化は確認できなかった[1]。一方予め IBMX を行った試料では、dihydride 構造においても蒸着 Si 層の単結晶化が確認できた。これらの結果から、初期構造に関わらず水素終端上の非晶質 Si 層の単結晶化には、IBMX を用いた IBIEC が効果的であることが明らかとなった。

[1] G. Yachida, K. Inoue, Y. Hoshino, J. Nakata, NIMB (2018) in press.

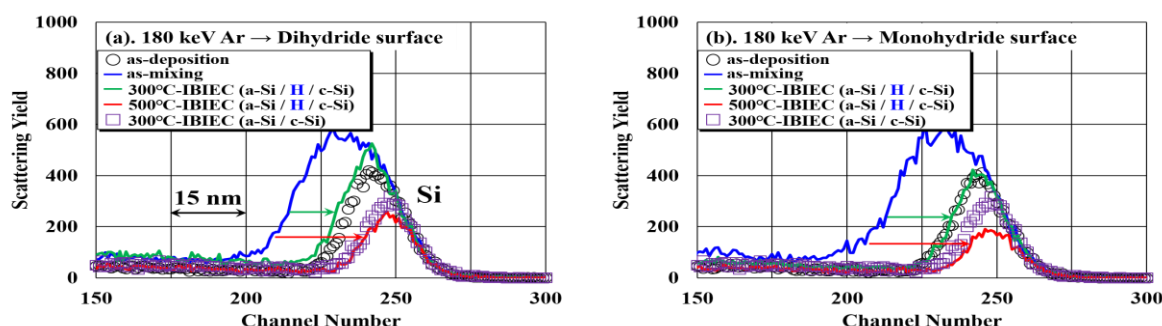


Figure 1: RBS spectra using 2.56 MeV ¹⁰B²⁺ ions for the Si-deposited samples on the dihydride (a) and monohydride (b) before and after the Si⁺ irradiation at RT and the Ar⁺ irradiation at 300 and 500°C.