課題番号：GR046
助成額：146百万円

グリーン・イノベーション

理工系

平成23年2月10日
～平成26年3月31日

窒化物半導体との融合を目指したエピタキシャルニホウ化物薄膜の表面・界面研究

高村 由起子（山田由起子） 北陸先端科学技術大学院大学マテリアルサイエンス研究科　准教授
Yukiko Yamada-Takamura

専門分野
材料科学

キーワード
薄膜プロセス／表面・界面制御／エピタキシャル成長／走査プローブ顕微鏡／ソリッドステートライティング／ナノサイエンス

WEBページ
http://www.jaist.ac.jp/ms/labs/yukikoyt

研究背景

電圧をかけると光がでる半導体を使用した発光ダイオード（LED）は、白熱灯や蛍光灯に比べて高効率、長寿命、かつ水銀等の有毒物質を使用しないことから、環境負荷の小さい照明として普及が期待されている。その実現には、LEDのさらなる性能の向上、製造コストの削減が必要である。

研究目的／研究の特色

発光材料である窒化物を成長する基板にはサファイアが使われているが、電気が通じにくく除熱も難しい。LED性能向上のために基板として導電性、除熱に優れたニホウ化物を被覆したシリコンを使用する目的で、性能に影響する発光材料と基板の表面・界面の構造を最先端顕微鏡技術を駆使して原子・元素レベルで明らかにする。

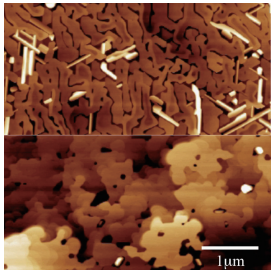
実績

代表論文：Phys. Rev. Lett., 108(24), 245501(1-5), (2012)
新聞：共同通信「ケイ素の極薄シート作製に新手法　電子材料に応用期待」(2012年5月30日)
一般雑誌：Discover誌（アメリカ合衆国）, “Silicon’s Next Wave”,（2012年1-2月号、Year in Science特集、“Top 100 stories of 2011” の#86に選ばれる。）、Nature誌（英国）,“Sticky problem snares wonder material”, 495, 152-153, (2013)

研究成果

シリコン基板上ニホウ化物薄膜の高品質化

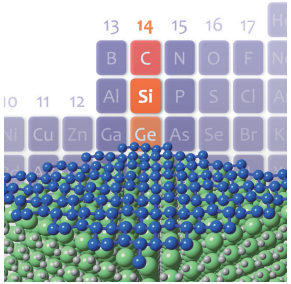
走査トンネル顕微鏡を用いた微細構造から得られた知見に基づき、シリコン基板上において、異配向結晶粒の成長が抑制された、より単結晶配向かつ平坦なニホウ化ジルコニウム薄膜の成長に成功した。欠陥の少ない導電性基板として高品質窒化物薄膜の成長に寄与することが期待される。



原料圧力の増大が異配向結晶粒の成長抑制に効果的なことを示す薄膜試料の原子間力顕微鏡像。上段：原料圧力小、下段：原料圧力大。(Applied Surface Science, 284, 432-437, (2013)掲載)

ニホウ化物薄膜上の「シリセン」の発見

シリコン基板上ニホウ化ジルコニウム薄膜表面の構造と組成、結合状態と電子状態を実験と計算から詳細に調べた結果、ケイ素版グラフェンといえる「シリセン」が自己組織的に形成されているのを発見した。この究極的に薄いシリコンは全く新しい二次元材料として期待されている。



ニホウ化物上シリセンについて第一原理電子状態計算を行った結果得られた安定構造。(日本物理学会誌2013年5月号表紙掲載)

2030年の応用展開

窒化物用導電性基板が実現することで固体照明がさらに普及し、照明が場所をとる「真空管」から「固体素子」になることで、エネルギーや有毒物質の削減の他、家屋のデザインに大きな変化が起きる。また、シリセン等の二次元材料の研究が進むことで、微細化が進む従来の電子素子を超越した全く新しい素子の実現が期待される。