

P-47

## シリコンナノ p n 接合とその光応答

### [1] 組織

代表者：水田 博

(北陸先端科学技術大学院大学／サザンプトン大学)

対応者：田部 道晴

(静岡大学 電子工学研究所)

分担者：

小野 行徳 (国立大学法人 富山大学)

堀 匡寛 (国立大学法人 富山大学)

品田 賢宏 (東北大学)

谷井 孝至 (早稲田大学)

Manoharan Muruganathan

(北陸先端科学技術大学院大学)

Le The Anh

(北陸先端科学技術大学院大学)

田部 道晴 (静岡大学)

池田 浩也 (静岡大学)

モラル ダニエル (静岡大学)

### [2] 研究経過

近年、集積回路、太陽電池、センサーなどの幅広い分野で、シリコンナノワイヤなどの微小な構造中の p n 接合を利用する試みが盛んである。このようなナノ p n 接合はマクロな p n 接合とは異なり、関与するドーパントの個数が少なくなることによる異質な振る舞いが予想されるが、これまでその基本的性質についてはほとんど調べられてはいない。

本研究では、超高感度イメージングデバイスへの応用を目指して、横型のシリコンナノ p n 接合および p i n 接合を作製するとともに、ドーパント原子の個別性が電氣的、物理的特性に与える効果を明らかにすることを第一の目的とする。さらに、その次の段階で、光照射の効果、特にフォトン感受性を明らかにする。

以下、研究活動状況の概要を記す。

平成 27 年度静岡大学電子工学研究所共同研究プロジェクト合同研究会」

P-47 「シリコンナノ p n 接合とその光応答」

P-48 「シリコンナノデバイスにおける複合欠陥の物理と応用」

開催日：平成 28 年 1 月 8 日 (金)

開催場所：静岡大学電子工学研究所 (第 1 研修室)

出席者：島根大学 土屋 敏章 (研究代表者)

影島 博之

早稲田大学 谷井 孝至

富山大学 小野 行徳

堀 匡寛

渡邊 時暢

静岡大学 田部 道晴

池田 浩也

Daniel Moraru

開催の趣旨：

本研究会は、ドーパント原子の個別性に基づく物性を中心に、関連する少数個のチャンネル中の欠陥、およびさらに広範なナノデバイスの研究状況などについて最新の成果を持ち寄り、発表・討論することを目的として開催した。次の 2 つのプロジェクト：P-47 「シリコンナノ p n 接合とその光応答」および P-48 「シリコンナノデバイスにおける複合欠陥の物理と応用」は、お互いの物理原理に重なる点が多いことから合同研究会として開催し、討論を行った。

研究会の成果：

土屋 (島根大) からは単一界面トラップの DOS とトラップ間相互作用について、検出法とその物理の詳細な報告があった。影島 (島根大) は、ナノデバイスの基本構造である Si ナノピラーの表面酸化機構を原子レベルの動きを基に理論的な考察を行った。谷井 (早稲田大) からは、ナノホールレジストマスクを用いた N<sub>2</sub> 分子イオン注入による NV センター配列の作製について報告があった。小野 (富山大) は、SiO<sub>2</sub>/Si 界面欠陥の低温チャージポンピング解析について、堀 (富山大) は、電子スピン共鳴を利用した高感度チャージポンピング



[4] 成果資料

- (1) "Electrical activation and electron spin resonance measurements of arsenic implanted in silicon"  
M. Hori, M. Uematsu, A. Fujiwara, Y. Ono  
Appl. Phys. Lett. Vol. 106, No. 14, 142105\_1 – 4.(2015)
- (2) "Electric-Field-Assisted Formation of an Interfacial Double-Donor Molecule in Silicon Nano-Transistors"  
Arup Samanta, Daniel Moraru, Takeshi Mizuno, Michiharu Tabe  
Scientific Reports, vol. 5, pp. 17377-1~10 (2015)
- (3) "Tunneling in Systems of Coupled Dopant-Atoms in Silicon Nanodevices"  
Daniel Moraru, Arup Samanta, Krzysztof Tyszka, Le The Anh, Manoharan Muruganathan, Takeshi Mizuno, Ryszard Jablonski, Hiroshi Mizuta, Michiharu Tabe  
Nanoscale Research Letters, vol 10 :372 ,pp. 1-10 (2015)
- (4) "Effect of selective doping on the spatial dispersion of donor-induced quantum dots in Si nanoscale transistors"  
Krzysztof Tyszka, Daniel Moraru, Arup Samanta, Takashi Mizuno, Ryszard Jablonski, Michiharu Tabe  
Applied Physics Express, vol.,8 ,pp. 094202-1~094202-4(2015)
- (5) "Comparative study of donor-induced quantum dots in Si nano-channels by single-electron transport characterization and Kelvin probe force microscopy"  
Krzysztof Tyszka, Daniel Moraru, Arup Samanta, Takashi Mizuno, Ryszard Jablonski, Michiharu Tabe  
Journal of Applied Physics, vol.117, pp.244307-1~244307-6(2015)
- (6) "First-principles study of hydrogen-enhanced phosphorus diffusion in silicon"  
Le The Anh, Nguyen Tien Cuong, Pham Tien Lam, Muruganathan Manoharan, Hiroshi Mizuta, Hideki Matsumura, Nobuo Otsuka and Dam Hieu Chi  
Journal of Applied Physics, vol.119, 045703, (2016)
- (7) "Atomistic nature in band-to-band tunneling in two-dimensional silicon pn tunnel diodes"  
Michiharu Tabe, Hoang Nhat Tan, Takeshi Mizuno, Manoharan Muruganathan, Le The Anh, Hiroshi Mizuta, Ratno Nuryadi, Daniel Moraru  
Applied Physics Letters, vol.108, issue9, pp093502-1~093502-5 (2016)

## 出張報告

氏名：谷井 孝至  
所属：早稲田大学  
期間：2016年1月8日－1月9日  
用務先：静岡大学 電子工学研究所  
用務内容：共同研究プロジェクトに関する研究会を行い、成果の発表及び討論を行った。  
主たる対応者：田部 道晴

氏名：小野 行徳  
所属：国立大学法人 富山大学  
期間：2016年1月8日－1月9日  
用務先：静岡大学 電子工学研究所  
用務内容：共同研究プロジェクトに関する研究会を行い、成果の発表及び討論を行った。  
主たる対応者：田部 道晴

氏名：堀 匡寛  
所属：国立大学法人 富山大学  
期間：2016年1月8日－1月9日  
用務先：静岡大学 電子工学研究所  
用務内容：共同研究プロジェクトに関する研究会を行い、成果の発表及び討論を行った。  
主たる対応者：田部 道晴

氏名：渡邊 時暢  
所属：国立大学法人 富山大学  
期間：2016年1月8日－1月9日  
用務先：静岡大学 電子工学研究所  
用務内容：共同研究プロジェクトに関する研究会を行い、情報収集を行った。  
主たる対応者：田部 道晴

氏名：水田 博  
所属：北陸先端科学技術大学院大学  
期間：2016年1月25日－1月26日  
用務先：静岡大学 電子工学研究所  
用務内容：共同研究プロジェクトに関する個別討論会を行った。  
主たる対応者：田部 道晴

氏名：Manoharan Muruganathan  
所属：北陸先端科学技術大学院大学  
期間：2016年1月25日－1月26日  
用務先：静岡大学 電子工学研究所  
用務内容：共同研究プロジェクトに関する個別討論会を行った。  
主たる対応者：田部 道晴

氏名：Le The Anh  
所属：北陸先端科学技術大学院大学  
期間：2016年1月25日－1月26日  
用務先：静岡大学 電子工学研究所  
用務内容：共同研究プロジェクトに関する個別討論会を行った。主たる対応者：田部 道晴