

還元ナノシリコン焼成多結晶体の紫外光励起による可視光発光特性

Property on emission in visible regime for sintered Si nano-polycrystalline with reduced Si nanoparticles by violet light excitation

○佐伯 拓¹、飯田 幸雄¹ (1. 関西大学システム理工)

○Taku Saiki¹, Yukio Iida¹ (Faculty of Engineering Science, Kansai Univ.)

E-mail: tsaiki@kansai-u.ac.jp

はじめに

現在、情報処理のための演算は主に半導体を用いて行われている。インフォメーションテクノロジー (IT) 技術の普及でその演算量が莫大となりさらなる高速な演算が要求されている。シリコンを材料とする光制御素子で光信号により全ての情報を演算処理するシリコン (Si) フォトニクスが提案されており、光コンピューティングの提案も古くから行われている。我々は、世界に先駆け自由キャリア効果^{1,2)}を用いた Si 光スイッチの提案をすでに発表³⁾、その後、情報通信機構から実際の素子を試作し動作したとの報告⁴⁾があった。

我々は、光コンピュータの実現を目指し、各種 Si を用いた光スイッチ等に関する研究を進めている。今回、Si ナノ粒子⁵⁾を酸化 Si から高繰返しパルスレーザーで液相還元法により調製し、ペースト化したものを焼成することで多結晶体を作成することに成功した。その光励起による可視光発光特性、EDX による構造解析、さらに、シリコンフォトニクスの可能性について報告する。

実験

酸化 Si 微粒子 (高純度化学、平均粒径 4 μm) から液相レーザーアブレーションを用いて Si ナノ粒子を得た。ガラス瓶に純水と酸化 Si 微粒子を封入・攪拌し、高繰返しパルスレーザー (繰返し周波数 20kHz、波長 1064nm) を側面から照射して多量の Si ナノ粒子を調製した。その還元 Si ナノ粒子をペースト化したものを焼成することで多結晶体 (厚み 50 μm) の作成に成功した。その紫外線光 (404nm) 励起による発光を Fig.1,2 に、スペクトロメータでそれらの発光スペクトルを観測した結果を Fig.3 に示す。XRD で評価された粒子平均径は 10nm であったが、Fig.3 の発光スペクトルピークから判断される Si のバンドギャップエネルギーは 2.25eV、ナノ粒子直径は数 nm であった。この結果は、液相レーザーアブレーション法で得られた Si ナノ粒子が数 nm の結晶からなる 2 次粒子であると考えられる。詳細は発表にて報告する。今回初めて作成したシリコン焼成多結晶体は、光導波路、もしくは、自由キャリア効果を用いた超高速光スイッチとしての利用が期待されると共に、レーザー光の発生・検出を含む全ての光回路をシリコン上で形成できるという意味を持つ。

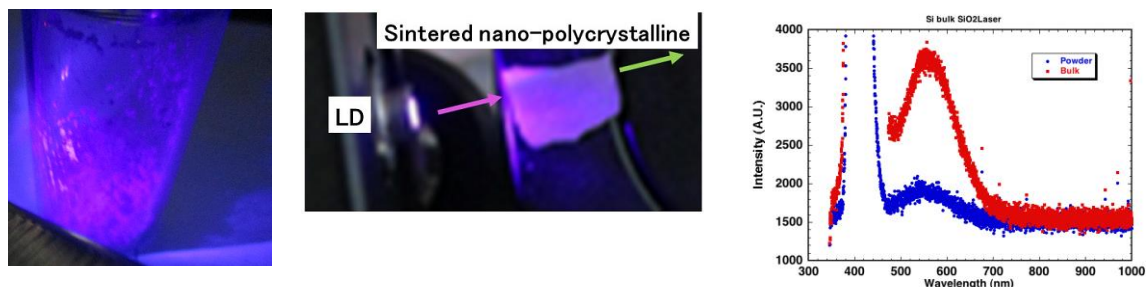


Fig.1. Reduced Si nanopowder. Fig.2. Sintered Si nano-polycrystalline. Fig.3. Emission spectra (Blue: Reduced Si nanopowder, Red: Sintered Si nano-polycrystalline. Observed emission from opposite side of pump surface.)

参考文献

1. D. K. Schroder, R. N. Thomas, and J. C. Swartz, "Free Carrier Absorption in Silicon", IEEE J. of Solid-state Circuits, **SC-13**, 1978, pp.180-187.
2. P. D. Hewitt, and G. T. Reed, "Improving the Response of Optical Phase Modulators in SOI by Computer Simulation", J. of Lightwave Technology, **18**, 2000, pp.443-450.
3. H. Kobayashi, Y. Iida and Y. Omura, "Single-Mode Silicon Optical Switch with T-Shaped SiO₂ Optical Waveguide as a Control Gate", Jpn. J. Appl. Phys., **41**, 2002, pp.2563-2565.
4. L. R. Nuenes, T. K. Liang, K. S. Abedin, D. V. Thourhout, P. Dumon, R. Baets, H. K. Tsang, T. Miyazaki, and M. Tsuchiya, "Low Energy Ultrafast Switching in Silicon Wire Waveguide", ECOC 2005, 25-29 Sep. Glasgow, Scotland, Proceedings, **6**, Paper Th 4.2.3.
5. M. Hirasawa, T. Orii, and T. Seto, "Synthesis of Visible-Light Emitting Si Nanoparticles by Laser Nano-prototyping", J. of Aerosol Res., **20**, 2005, pp.103-107.