Au-Si イオン照射で形成される SiO_2 表面のナノ構造を利用した Au ナノ粒子の形成

Formation of Au nano-particles using nano structures on SiO_2 surface by Au-Si ion irradiation

滋賀県立大院工[1]，滋賀県立大工[2]　○内田 真裕人[1]，一宮 正義[2]，番 貴彦[2]，柳澤 淳一[2]

Grad. of Sch. of Univ. of Shiga Pref. [1], Univ. of Shiga Pref. [2],

○Mayuto Uchida[1], Masayoshi Ichimiya[2], Takahiko Ban[2], and Junichi Yanagisawa[2]

E-mail: ov23muchida@ec.usp.ac.jp

【背景と目的】金ナノ粒子(Au NPs)は，バルクの金と比べ表面原子の占有率が大きくなることから自由電子のふるまいもバルクと異なり，局在表面プラズモン共鳴による非線形光学特性や電場増強効果など特異な性質を示す．これらの応用として，センシングや光エレクトロニクスの分野や微細構造化に伴うナノデバイスなどが期待される．金ナノ粒子の作製は，分散溶液中での金化合物の還元反応を用いたウェットプロセスが多く研究されている一方で，固体内で直接形成するイオン注入や熱処理などのドライプロセス[1]では，粒子の分散性や形状制御の自由度が課題となる．我々はこれまでに金シリコン共晶合金（Au-Si）液体金属イオン源を用いた 2 keV 以下の低エネルギーイオン照射による基板表面の数 10 nm サイズの不規則な突起群（以下，ナノ突起構造）の形成と，SiO_2 膜中への注入エネルギー 4 keV の Au-Si イオン注入と大気中熱処理による金ナノ粒子の形成およびその特異な光学特性を確認した[2]．本研究では，Fig.1 に示すように上述のナノ突起構造という閉じた狭い領域を利用した金ナノ粒子の形成を試みた．

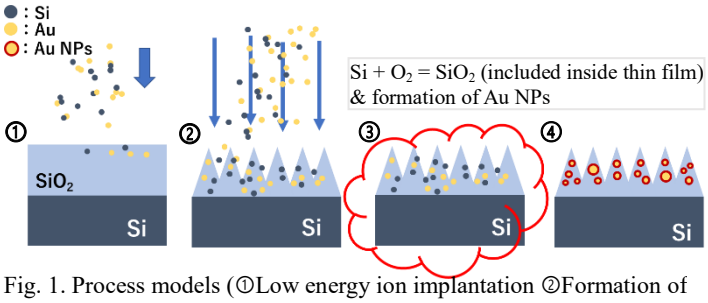

Fig. 1. Process models (①Low energy ion implantation ②Formation of nano-structures ③Annealing in air ④Formation of Au NPs)

【結果と考察】表面に 50 nm の熱酸化膜を有する SiO_2/Si 基板に注入エネルギー1 keV（照射量：1×10^{15} ions/cm^2）で Au-Si イオンを照射し，酸化膜内での金ナノ粒子の形成を試みた．大気中での熱処理（800℃，45 分 ＋ 1000℃，45 分）により，X 線回折では Au(111)面，(200)面，(220)面の回折ピーク(Fig. 2)，光反射スペクトルでは波長 525 nm 付近において吸収ディップが確認された(Fig. 3)．これまでに報告されている金ナノ粒子の吸収スペクトルの結果から，約 30 nm のサイズの金ナノ粒子の形成が示唆される．講演ではイオン照射で表面に形成されたナノ突起構造との関係についても言及する．

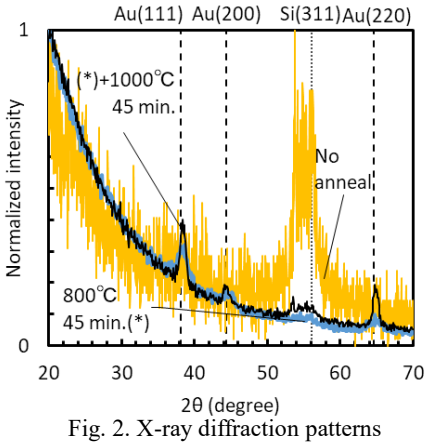

Fig. 2. X-ray diffraction patterns of Au NPs in SiO_2

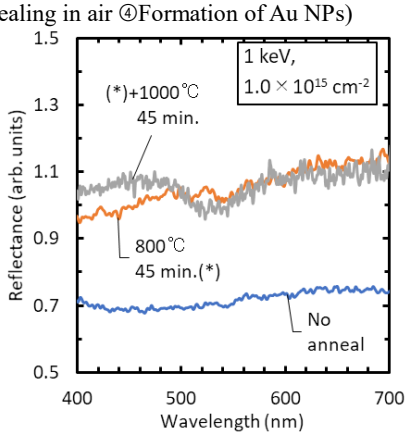

Fig. 3. Reflection spectra of Au NPs in SiO_2

[1]N. Arai et. al. :Sharp Technical Journal. 91 (2005) 31-35. [2]岡西他，第 66 回応用物理学会春季学術講演会 (2019) 10a-S224-3.