

所属: 名古屋大学 工学研究科 電子工学専攻

氏名: 大田 晃生



2020年度 助成

研究 経過 ・ 終了 報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	ゲルマニウム濃縮による二次元結晶の創製と電子物性の解明
研究の結果	<p>シリセン(Si)、ゲルマネン(Ge)、スタネン(Sn)、プランベン(Pb)などポストグラフェン物質と呼ばれる IV 族元素の中で C よりも重い原子で構成される二次元結晶は、グラフェンと同様のハニカム格子を有する。これらの物質は、グラフェンよりもスピン軌道相互作用が大きく、空間対称性が低いため、高いキャリア移動度と、バンドギャップ制御やトポジカル絶縁などの特性を示すことが理論予測されている。このような二次元物質を現実的に形成するために、単結晶金属上への蒸着、層状物質の剥離や、元素拡散と表面偏析など、様々な形成手法が取り組まれている。</p> <p>本研究では Ag/Ge(100)と Ag/Ge(111)構造の基板面方位が違う試料において、熱処理による表面平坦化と極薄 Ge 結晶層の析出を比較し、極薄 Ge 結晶層形成の知見を深めることを目的とした。具体的には、p 型 Ge(111)と p 型 Ge(100)基板を希釈 HF 溶液により浸漬した後、真空チャンバー内で熱処理を行い、基板表面の自然酸化膜と吸着炭素を除去した。Ge 基板上に、真空蒸着により厚さ~100nm の Ag を堆積した。その後、希釈 HF 溶液により Ag 表面の洗浄し、窒素雰囲気中大気圧の熱処理による、表面平坦化と Ge 原子の偏析を行った。</p> <p>大気圧の窒素雰囲気中熱処理前後における Ag/Ge(100)および Ag/Ge(111)構造の表面形状と化学構造を AFM とラマン散乱分光法により評価した。Ag/Ge(100)および Ag/Ge(111)構造のどちらにおいても、熱処理温度を最適化することにより、四回もしくは三回回転対称構造を持つ非常に平坦な表面を形成することができた。Ag 表面の結晶構造をテンプレートとして、Ge 原子が表面偏析することを考慮すると、表面偏析する Ge 結晶の結晶構造を基板の面方位で制御できることが示唆される。300 °C の熱処理により Ag/Ge(100)構造の表面平坦化が進行し、その温度は Al/Ge(111)の場合に比べて、~150 °C ほど低いことが分かった。さらに、Ag/Ge(111)では、熱処理により表面平坦化することにより、安定性が向上する。熱処理により表面平坦化した Ag/Ge(100)および Ag/Ge(111)では、高結晶性の Ge 薄膜が形成することを明らかにした。</p>
研究発表 (実績)	<p>査読付き学術論文: 1 篇</p> <p>[1] A. Ohta, K. Yamada, H. Sugawa, N. Taoka, M. Ikeda, K. Makihara, S. Miyazaki, "Surface flattening and Ge crystalline segregation of Ag/Ge structure by thermal anneal," Japanese Journal of Applied Physics, vol. 60, no. SB, 2021, SBBK05 (6pages) (doi.org/10.35848/1347-4065/abdad0)</p> <p>国際会議発表: 2 件</p> <p>[2] A. Ohta, M. Kobayashi, N. Taoka, M. Ikeda, K. Makihara, and S. Miyazaki, "Control of Ultrathin Segregated Ge Layer Thickness on Al/Ge(111) Structure," 13th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2021)/14th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (IC-PLANTS2021), 10aC020 (Virtual Symposium, March 7-11, 2021) : Oral Presentation</p> <p>[3] A. Ohta, K. Yamada, H. Sugawa, N. Taoka, M. Ikeda, K. Makihara, S. Miyazaki, "Growth of Ultrathin Ge Crystal Layer by Surface Segregation and Flattening of Ag/Ge Structure," 2020 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2020), K-2-03, pp.711-712 (All-VIRTUAL Conference Zoom, Sept. 27-30, 2020) : Oral Presentation</p> <p>国内会議発表: 2 件</p> <p>[4] 大田 晃生、山田 憲蔵、須川 響、田岡 紀之、池田 弥央、牧原 克典、宮崎 誠一、 「Ag/Ge 構造の表面偏析制御と平坦化による極薄 Ge 結晶形成、」電子デバイス界面テクノロジー研究会—材料・プロセス・デバイス特性の物理— (第 26 回), P-5, pp.115-120 (オンライン開催 WebEX/Zoom, 2021 年 1 月 22 日-23 日) : ポスター講演</p> <p>[5] 須川 響、大田 晃生、田岡 紀之、池田 弥央、牧原 克典、宮崎 誠一、 「Sapphire(0001)上アモルファス Ge 薄膜の固相結晶化、」電子デバイス界面テクノロジー研究会—材料・プロセス・デバイス特性の物理— (第 26 回), P-6, pp.121-125 (オンライン開催 WebEX/Zoom, 2021 年 1 月 22 日-23 日) : ポスター講演</p>

提出期限 : 研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。
 年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。