

AM-FPD22 に参加して

伊藤 良

Ryo ITO

電子情報学専攻修士課程 2年

1. はじめに

7月5日～8日に、龍谷大学アバンティ響都ホールで行われた The 29th International Workshop on Active-Matrix Flat panel Displays and Devices (AM-FPD22) に参加し、「Dependence of conversion properties in GTO thin film thermoelectric devices on hydrochloric acid concentration in mist CVD method」という題目で発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

近年、熱電デバイスはIoT (Internet of Things) センサー用の電源として需要が高まっている。Bi₂Te₃は、熱電材料の中で最も優れた性能を有している。しかし、実用化を考えると、埋蔵量の少なさ、コストの高さ、毒性などが課題となっている。そこで私たちは、酸化物材料である Ga-Sn-O (GTO) に着目した。Ga と Sn は Bi や Te よりも埋蔵量が多く、コストが安いという利点がある。さらに、Ga と Sn は毒性も低い。これらの理由から、GTO 薄膜は熱電変換素子として応用可能であると考えた。

一般的に、酸化物材料はスパッタリングプロセスによって成膜される。このプロセスは、真空成膜が可能である。しかし、装置が高価であるという問題がある。そこで、非真空で低コストであるミスト CVD 法を採用した。ミスト CVD 法と GTO 薄膜熱電変換素子を組み合わせることで、低コストで大量生産が可能になると考える。これらのことから、ミスト CVD 法で成膜した GTO 熱電変換素子は、IoT センサー用電源として適していると考えた。

2.2 作成条件

溶液はガリウムアセチルアセトナート Ga (acac)、Tin アセチルアセトナート Tin (acac)、塩酸 (20%)、純水の順で調製した。Ga (acac) は 0.392mmol、Sn (acac) は 0.807mmol、純水は 40ml であった。塩酸の量は 43.8mmol から 109mmol まで変化させた。成膜を行う前に、石英基板を純水、アセトン、エタノール、純水の順に用いて洗浄した。ミスト CVD 法の成膜条件は、キャリアガス 0.5L/min、希釈ガス 10L/min、成膜温度 400℃、成膜時間 20 分とした。図 1 にミスト CVD 法の模式図を示す。次に、Ti と Au をそれぞれ 5 分間真空蒸着した。図 2 に GTO 薄膜熱電変換素子の構造を示す。この処理した熱電変換素子の電圧と温度差を自作のゼーバック測定装置で測定した。

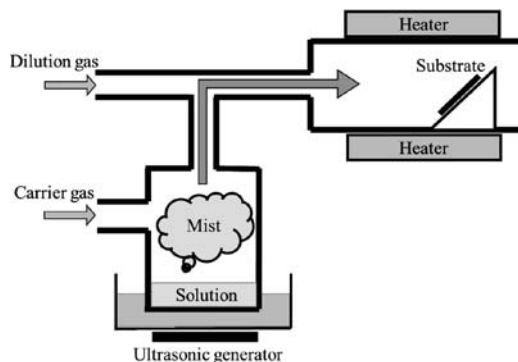


図 1 ミスト CVD 法の概要図

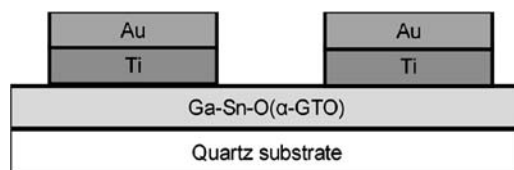


図 2 作製した素子の概略図

2.3 実験結果

以下の図 3, 4, 5 は、溶液中の塩酸の量を 43.8 mmol から 109mmol まで変化させたときの結果である。塩酸の量が 87.7mmol のとき、ゼーバック係数は 17.5 μ V/K、導電率は 122S/cm に達し、パワーファクタ (PF) は 3.74 μ W/mK² となった。

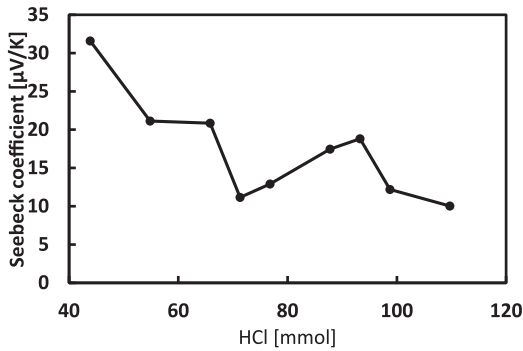


図3 塩酸の量を変化させた時のゼーベック係数

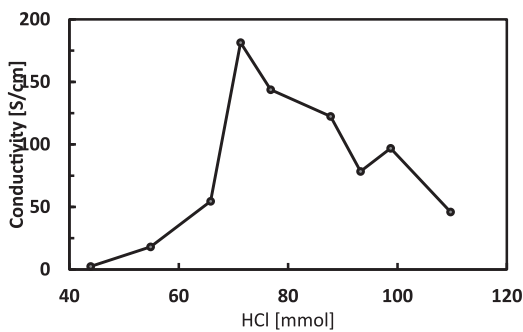


図4 塩酸の量を変化させた時の導電率

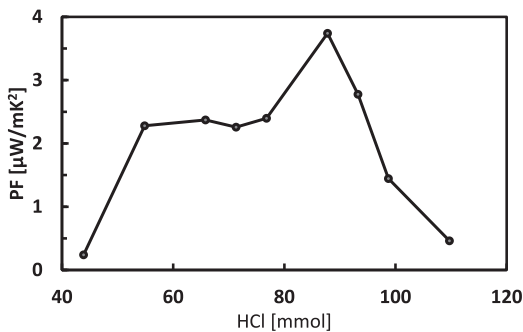


図5 塩酸の量を変化させた時の Power Factor

2.4 まとめ

ミスト CVD 法を用いて GTO 薄膜熱電変換素子を作製した。この GTO 薄膜熱電素子は低コストで作製可能であり、IoT センサーの電源として有望である。今回の結果は、ミスト CVD 法で成膜した GTO 薄膜熱電変換素子の大きな可能性を示した。

3. おわりに

本研究の一部は龍谷大学理工学部特別研究設備費の支援によるものであり、ここに深く感謝いたします。本研究に協力して頂いた科学研究費補助金基盤研究 (C) 19K11876, 科学技術振興機構 (JST) 日本-台湾研究交流「AI システム構成に資するナノエレクトロニクス技術」, 人工知能研究振興財団, KDDI 財団, 龍谷大学ハイテクリサーチセンター, 東京工業大学科学技術創成研究院フロンティア材料研究所共同利用研究, 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト, 進工業の方々に深く感謝します。また、今回の発表で国内外から多くの人と議論することができ、とても有意義な時間であり、多くの助言をいただくことができました。今後の研究に大きく活かしたいと考えております。