

岡山大学 惑星物質研究所 共同利用・共同研究 成果報告書

受入年度：2021 年度 後期

提出日： 2022 年 5 月 31 日

共同利用の種類： 一般共同利用

課題名： 高温 GHz-DAC 音速測定法の開発

共同研究員氏名： 加藤拓人

所属・職名： 大阪大学理学研究科 博士前期課程 1 年

分担者氏名： 山崎大輔

分担者所属・職名： 岡山大学惑星物質研究所 准教授

分担者氏名： 米田明

分担者所属・職名： 大阪大学理学研究所 招聘教員

分担者氏名： 鶴岡椋

分担者所属・職名： 大阪大学理学研究科 博士後期課程 3 年

分担者氏名： 近藤忠

分担者所属・職名： 大阪大学理学研究科 教授

研究報告・ワークショップ実施報告：

地球内部は地震波の観測から、深部方向に対する音速・密度分布が明らかにされている。そこから地球構成物質分布を明らかにするには、地球深部温度圧力条件での弾性波速度測定が重要である。貴研究所で開発され、大阪大学で開発継続中の GHz 音速法は DAC 中の試料の弾性波速度測定を可能にする。この課題では、GHz 法を外熱式ダイヤモンドアンビルセル(EHDAC)と組み合わせることで、高温・高圧下での GHz 音速測定を可能にする装置の開発を目指す。GHz 法による音速測定は大阪大学にて実施した。貴研究所では GHz 法で使用するロッドの作成のために、バッファロッド(遅延材)として用いる YAG 単結晶への ZnO 圧電素子のスパッタ成膜を行った。

スパッタ成膜を行う前に YAG は王水などでよく洗浄した。スパッタ成膜には貴研究所が所有するスパッタリング装置(芝浦メカトロニクス, CFS-4ES-II)を使用した。ZnO の成膜前に電極として Pt と Cr を成膜した。その後、高温酸化雰囲気(基盤を 300 °C, Ar と O₂ ガスは等流量)で ZnO を成膜した。厚さ制御は印加電力と時間で行い、Pt 電極は 300 W, 2 分、Cr 電極は 300 W, 10 分、ZnO は 300 W, 150 分であった。それぞれの条件で YAG 単結晶の端面上に三つのターゲットを Pt, Cr, ZnO の順番で成膜した。(Fig.1) 圧電素子をスパッタ成膜した YAG 結晶は大阪大学に持ち帰り、オシロスコープ、発振器などからなる GHz 測定用の装置を用いて、圧電素子の発振を確認した。(Fig.2)

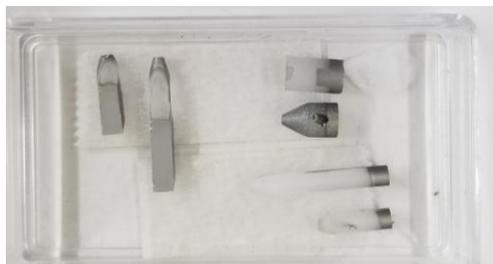


Fig.1 スパッタ成膜をした YAG 単結晶
(左 2 つは S 波測定用、右 4 つは P 波測定用)

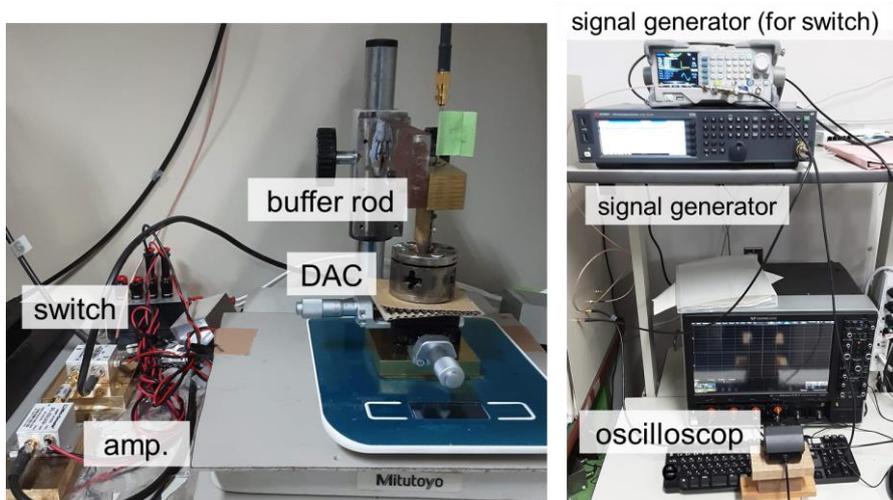


Fig.2 GHz-DAC 音速測定法の測定装置(大阪大学)

続いて作成したロッドを用いて、高温 GHz-DAC 音速測定の一歩目として GHz 法を用いた常温下でのテスト測定を行った。試料は粉末 MgO（和光純薬工業株式会社製，純度 98 %）を用いた。MgO は高圧下における音速測定実験が多く行われており、先行研究との比較ができる。今回のテスト測定では試料をくじら式 DAC で 0.6 GPa まで加圧し、GHz 法により試料中を伝搬する P 波と S 波のトラベルタイムを測定した。オシロスコープで得られた波形データを解析し、得られたトラベルタイムの値から P 波と S 波速度の比を計算すると先行研究と比較的近い値が得られた。（Table.1）

Table.1 MgO 試料中の P 波速度と S 波速度の比と圧力

	V_P / V_S	圧力 [GPa]
This study	1.628	0.6
V. Sinogeikin et al. 2000	1.608	0
Kono et al. 2010	1.621	2.7

その後、DAC から試料を回収し、その試料厚みを電子走査顕微鏡（SEM）による観察から計算することで音速を計測する。

今回、MgO 試料を用いて常温での測定を行った。今後、GHz 法と EHDAC を用いた高温・高圧での測定、および下部マントルに含まれると考えられる FeO といった含鉄鉱物の音速測定を目指す。

- 1) 以下、研究報告を自由形式で記入して下さい。ただし、研究目的、実施内容、研究成果を含むように記述して下さい。足りない場合は 2 ページ以降を追加して下さい。
- 2) ワークショップについては、ワークショップ実施報告を記入して下さい。また、プログラム、要旨、参加者リスト等の内容が分かるものを添付して下さい。
- 3) 分担者氏名および分担者所属・職名欄は必要に応じて追加して下さい。