暗黒物質探索用 LEKID の作製に関する研究

LEKID fabrication for dark matter search

埼玉大院 [1], 理研 [2] 東北大学 [3], ○(M1C) 河村 優貴 [1], 美馬 覚 [2], 大谷 知行 [2],
石徹白 晃治 [3], 細川佳志 [3], Z.Mohamad[3], 成瀬 雅人 [1], 明連 広昭 [1], 田井野 徹 [1]
Saitama Univ. [1], RIKEN [2], Tohoku Univ[3] ○(M1C) H. Kawamura[1], S. Mima[2], C. Otani[2]
K. Ishidoshiro[3], K. Hosokawa[3], Z.Mohamado[3], M. Naruse[1], H. Myoren[1], and T. Taino[1]
E-mail: h.kawamura.165@ms.saitama-u.ac.jp

背景：宇宙で直接観測が可能な物質は物質全体の約 5%に過ぎず、約 27%は暗黒物質(Dark Matter:DM)が占めると考えられている。DM 候補の 1 つである WIMPs(Weekly Interactive Massive Particles) [1]探索では原子核反跳に基づいて実験が行われている。そのターゲット原子核には様々な候補があるが、中でも ^{19}F はスピン依存する相互作用で軽い DM を探索する有力な原子核である[2]。このような軽い DM が生じる信号の検出では、低エネルギー域（~1 keV）に感度を有する検出器が必要となる。また、低エネルギー域に感度を有する場合には、宇宙線や環境放射線などのバックグラウンドとの弁別が必要である。このような背景のもと、我々は超伝導力学インダクタンス検出器(Kinetic Inductance Detector:KID) [3]に着目し、低エネルギー域に感度を有し、バックグラウンドとの分離が可能なフォノン検出器の開発を行っている。超伝導体のエネルギーギャップはミリ電子ボルト(meV)程度のため、DM の吸収により生じるフォノンの検出が可能である。実際の検出器では、図 1 のように Li^{19}F 基板の両面に面被覆率の高い KID（Lumped Element KID:LEKID）を配置し、それらの信号同時読み出しにより吸収位置を特定する。また、その位置や信号同期の有無を用いてバックグラウンドも弁別可能である。

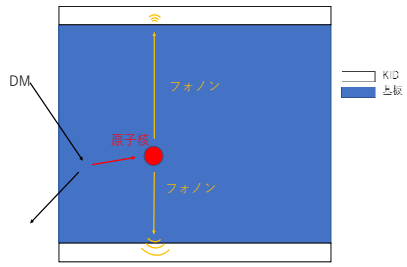

図 1 KID 断面図

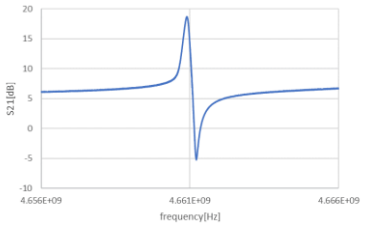

図 2 表面 LEKID 共振波形

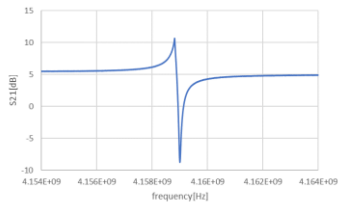

図 2 裏面 LEKID 共振波形

実験：まず、Li^{19}F 基板への素子作製の前段階として、基板両面への素子作製技術の開発を目的として Si 基板両面に LEKID を作製して基本特性評価を行った。片面にはマイクロ波信号読み出しラインを挟んで上下に 7 個ずつ計 14 個 LEKID を配置し、これを基板の表裏両面に作製して希釈冷凍機（0.15 K）で共振特性を測定した。図 2,3 のように両面の LEKID でマイクロ波共振ピークを確認し、両面作製が実現していることを示した。

参考文献：[1]L. Roszkowski et al., Reports on Progress in Physics,81(6), 066201, 2018.
[2]C. Amole et al., PhysRevD100, 022001, 2019.
[3]J. Baselmans, J. Low Temp. Phys., 167, pp.292-304, 2012.