

低温用トムソン係数測定クライオスタットの開発

高精度温度制御・電気測定技術を活用し材料のトムソン係数を測定

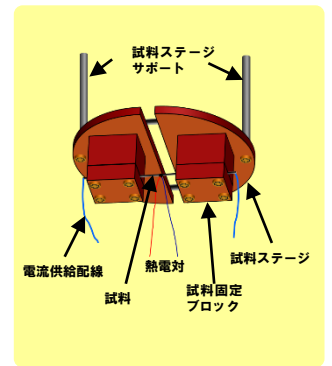
- 多重温度制御ステージを設け試料温度を高い安定度で制御
- 液体寒剤を使用した冷却により、温度擾乱を抑制し温度安定度を向上
- AC/DC法を用い材料の熱伝導率を用いずトムソン係数を算出

研究のねらい

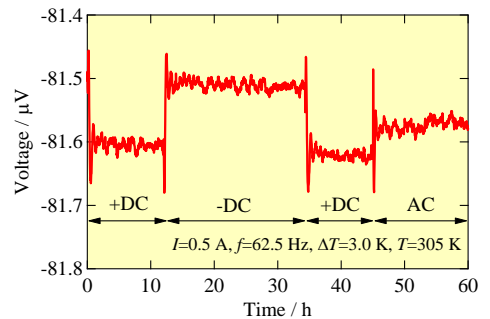
熱電効果の一つであるゼーベック効果は、熱エネルギー（温度差）を電気エネルギーに直接変換する物理現象で、機器のエネルギー利用効率を向上させる技術としての応用が期待されています。現在、高い効率で熱・電気エネルギー変換を行うための熱電材料開発が活発に進められています。熱電材料の性能評価では、材料のゼーベック係数を正確に測定し特性を把握することが重要となります。通常、ゼーベック係数は参照物質に対する相対値として計測されます。産総研では、参照物質を含む材料のゼーベック係数を正確に測定するために、材料のトムソン係数を精密に測定する手法と装置の開発を行っています。

研究内容

トムソン効果は、温度勾配を与えられた単一の材料に電流を流した際、材料に発熱あるいは吸熱が起こる現象です。その現象の程度を表すのがトムソン係数です。トムソン係数の温度依存性を極低温領域から精密に測定し積分することで、材料のゼーベック係数を算出できることが知られています。但し、トムソン効果による発熱、吸熱は、ジュール効果による発熱よりも二桁以上小さい熱現象であり、その測定には高精度の温度制御・電気計測技術が不可欠です。多重温度制御ステージを備え更に材料に直流と交流の電流を印加する新たな計測法を活用したトムソン係数測定クライオスタットを開発しています。装置の冷却には液体寒剤を使用します。



クライオスタット全景と試料装着部模式図



試料に印加する電流を変化させ試料中心の温度変化を観測。縦軸は試料中心に取り付けた熱電対の出力電圧、横軸は時間。

連携可能な技術・知財

- ・ バルク材料のトムソン係数測定及びゼーベック係数測定
- ・ 液体寒剤又は機械式冷凍機を利用した高精度温度制御技術
- ・ Y. Amagai et al., IEEE Transaction I & M Vol. 64, p. 1576 (2015)
- ・ 本研究の一部は、埼玉県「先端産業創造プロジェクト（平成28年度～平成30年度）」により行われたものです。