

# 超音波モータを用いた強磁場用 NMR クライオスタットの設計と製作

後藤研究室 A9674034 恩田 勝久

【はじめに】 近年、研究が進んでいる高温超伝導体や、低次元量子スピン磁性体はどちらもスピンの基底状態にエネルギーギャップが存在していることが大きな特徴である。ギャップ状態に磁場をかけるとゼーマン効果によってギャップが小さくなり、 $\mu\text{H}$  がギャップエネルギーと等しくなるところでギャップは消失する。

本研究の目的は、これらのスピンギャップを強磁場で埋めた場合どのような新しい基底状態が現れるかを NMR をつかって調べるということである。

【強磁場での測定】 現在、国内で実現可能な磁場は東北大学金属材料研究所強磁場センターハイブリッドマグネット(ハイブリッドマグネットは超伝導コイル(外側)と、水冷常伝導コイル(内側)の二本構造で超伝導マグネットでは実現できない強磁場を発生することができる)であり、30 テスラ超の強磁場を発生できる。卒研ではそのためのクライオスタットの設計と製作をおこなった。

【設計したクライオスタットの特徴】

- ①リモートコントロール ハイブリッドマグネットは運転中は安全のため実験室に入室できないため、全ての設定を室外からリモートで制御する必要がある。本クライオスタットも、NMR のチューニングを外部から制御できるようにしてある。
- ②高 Q 値の検出回路 強磁場での NMR 測定では、共鳴周波数( $\omega = \gamma H$ )が極めて高くなるため、微弱な信号電圧の損失をできるだけ小さくすることが重要である。よって、検出の LC タンク回路の Q 値を高くするために超小型、高耐圧、非磁性のトリマコンデンサを検出コイルの近くに配置する構成とした。
- ③超音波モータ ステータと呼ばれる振動体に進行振動波を励振すると、ロータと接触しているステータのある点の振動軌跡は楕円を描く。この楕円振動のある部分のみを利用して摩擦力を介してステータを移動させるものを超音波モータという。通常のステッピングモータは磁場中では全く動作しなくなってしまうのに対し、超音波モータは基本的に磁性を利用しない為、強磁場下でも使用でき、低速、高トルクでギアなどを介さずトリマコンデンサを駆動できるため今回の目的に適する

発表では低磁場下におけるクライオスタットの動作テストについて述べる予定。

