

1 GHz 級 NMR 用加圧超流動クライオスタットの開発 - 計測と制御 -

Development of Superfluid-Cooled Cryostat for 1 GHz-class NMR - Measurement and Control -

神鋼 電子技術研究所, 物質・材料研究機構^A, 池上技術^B, クライオバック^C

○三木 孝史, 吉川 正敏, 伊藤 聡, 濱田 衛, 林 征治, 川手 剛雄,

佐藤 明男^A, 木吉 司^A, 永井 秀雄^A, 松本 文明^A, 和田 仁^A, 野口 隆志^B, 福居 滋夫^C

○Takashi Miki, Masatoshi Yoshikawa, Satoshi Ito, Mamoru Hamada, Seiji Hayashi, Yoshio Kawate,

Akio Sato^A, Tsukasa Kiyoshi^A, Hideo Nagai^A, Fumiaki Matsumoto^A, Hitoshi Wada^A, Takashi Noguchi^B, Shigeo Fukui^C

Kobe Steel Ltd., National Institute for Materials Science^A, Ikegami Technology^B, Cryovac Inc.^C

E-mail : t-miki@rd.kcril.kobelco.co.jp

はじめに

物質・材料研究機構(NIMS)と(株)神戸製鋼所は 1 GHz 級 NMR マグネット用システムの開発を行ってきた[1]。本マグネットは、昨年末NIMSに移設され、本年4/11、無事昨年達成した 920 MHz を再現した。

本システムは数年以上連続して運転することが予定されている。その間マグネットは 1.6 K 以下に冷却し続けなくてはならない。昨年、920 MHz を達成後、システムが安全に 4ヶ月間稼動したことを報告した。移設にあたり信頼性をさらに向上させるため、いくつかの対策を施した。

本報では、ここでの対策を含む計測・制御系に関して紹介する。

計測制御盤

計測には従来、Windows NT Server を OS とするパーソナルコンピュータを用い、各種計測機器を GP-IB で結んで制御していた。計測点数が膨大であるため、通信の負荷が大きくなり、プログラミングも煩雑となった。またパーソナルコンピュータによる制御では、十分な信頼性を確保できなかった。

これらの問題点を少しでも解消し、異常が発生した時でも最低限の対処ができるように、シーケンサー制御による計測制御盤を設置した。この改造により、制御コンピュータ側からみた機器構成は単純になった。

停電対策

1 GHz 級 NMR マグネットが移設された NIMS 強磁場研究センターでは、定期点検のため年に最低一度の停電が予定されている。この間に冷却用のロータリーポンプが停止するとマグネット温度が上昇し、最悪の場合、クエンチに至る。通常、高磁場 NMR での実験は長時間に及ぶため、本来の NMR 計測が中断されることは極力避けねばならない。そこで今回、停電中のポンプおよび計測制御システムの電力を確保する目的で非常用発電機を設置し、さらに瞬間停電も想定して計測・制御システムに無停電電源装置(UPS)を追加した。

自動冷却システム

4.2 K から常用の運転温度に冷やす過程の一部を Fig. 1 に示す。パーソナルコンピュータ上の JT 弁開度自動制御システムにより、Spiral tube 式熱交換器の入口と出口の温度差が He II 温度に応じてコントロールされる。マ

グネットを定常運転温度まで冷やしこむ時は冷凍能力が最大となるように制御される。自動運転システムの確立により、励磁中の AC ロス等によって加圧超流動槽温度が上昇しても、夜間の自動運転により翌朝までに所定の点まで温度を下げる事が可能となった。このため、今回は比較的短期間で励磁を完了することができた。励磁期間中の超流動槽温度の変化の一例を Fig. 2 に示す。

このマグネットは6月中にシム調整を終え、夏には共用設備として本格運用に移る予定である。

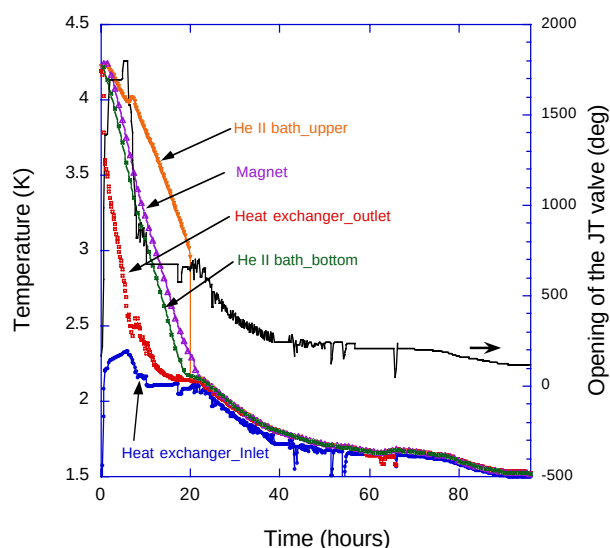


Fig. 1 Cooling Curve of the 1 GHz-class Magnet.

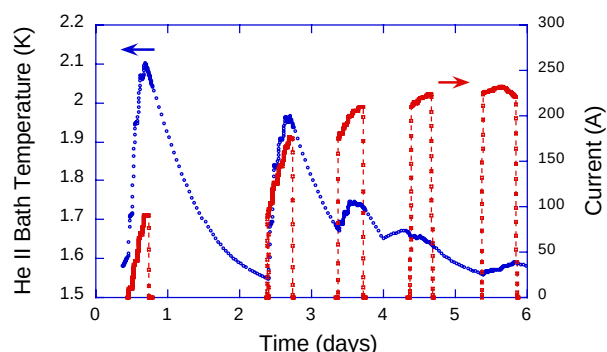


Fig. 2 An Example of the Automatic Cooling during Magnet Energization

参考文献

- 1) T. Kiyoshi et al., ÅgPersistent Mode Operation of 920MHz High-Resolution NMR MagnetÅh, 17th International Conference on Magnet Technology, Sep. 2001 (Switzerland)