

1. 研究課題・実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆課題名 : 光・量子情報通信用超伝導単一光子検出システムの小型化技術の研究開発
- ◆個別課題名 : 課題ア-3 小型2K冷凍システムに関する実証実験
- ◆副題 : 小型2K冷凍システム
- ◆実施機関 : 住友重機械工業 (株)
- ◆研究開発期間 : 平成24年度から平成28年度(5年間)
- ◆研究開発予算 : 58百万円

2. 研究開発の目標 : 平成27年度に開発設計製作した、小型膨張機、圧縮機及びクライオスタットの試作機を基に、小型2K冷凍システムの実証試験用評価機を試作し、情報通信研究機構殿のご指導とご協力の下で、実装された超伝導単一光子検出器を用いた小型2K冷凍機システムの性能実証試験を行ない、目標の性能が達成できるか否かを確認検証する。

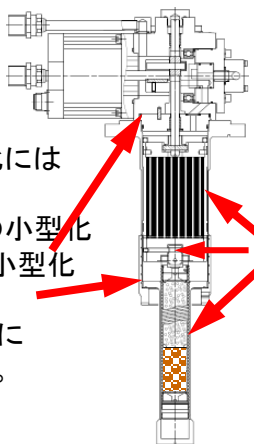
3. 研究開発の成果 :

①小型2K膨張機の冷凍能力

冷凍機の小型化には

- ①駆動機構部の小型化
- ②シリンダ部の小型化

との二つの部分に分けて取り組む。

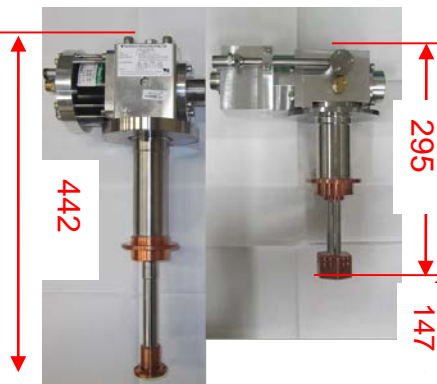


膨張機の小型化につれ、シリンダーが短くなり、

シリンダーの壁による侵入熱が増加し、冷凍性能の低下につながる。

新型蓄冷材、新型連結機構の開発、シリンダー肉厚の最適化及び駆動機構の最適化設計を行う。

研究開発成果



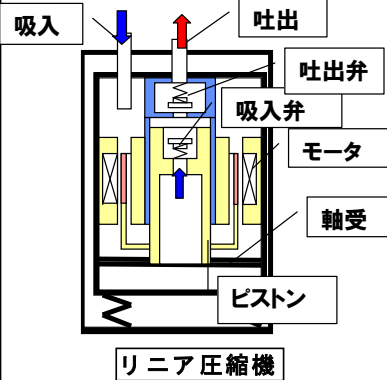
実証機開発:
平成28年度は、平成27年度の試作機開発成果を基に、小型2KGM型膨張機の実証機開発を行った。

研究成果: 以上の要素技術に基づき試作した実証機は、世界最小の2KGM膨張機(現行機)よりも長さをさらに147mm(33%)の短尺化を実現した。またその冷凍性能も目標値をクリアしたことが確認された。

②小型リニア圧縮機の要素技術

リニア方式の圧縮機では、従来の圧縮機に必須なオイル潤滑を無くすことが出来る可能性があり、セパレータ、アドゾバ等の補機類が不要となり、システムの小型化を図ることが可能となる。

GM膨張機用の弁付き無潤滑リニア圧縮機実用化は、世界的にも例がなく、効率ならびに信頼性を現行の圧縮機と同等とするためには非常に多くの技術課題が存在し、そのための要素技術開発は不可欠。



研究開発成果



実証機開発:

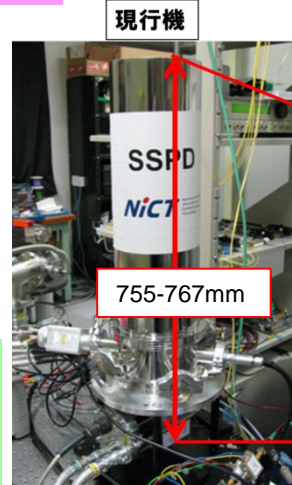
平成28年度は、平成27年度の試作機開発成果を基に、小型リニア圧縮機の実証機開発を行った。

研究成果:リニア圧縮機と膨張機との組合せ試験では、消費電力1.05kWで、従来の圧縮機を使用した場合と同等の冷凍性能が得られた。さらに、音振動についても同等レベルまで低減された。全容積は、目標35Lに対し、37Lが得られた。

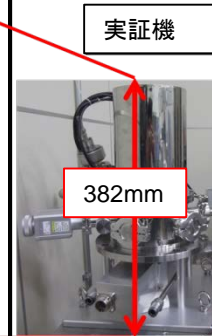
③クライオスタットの小型化

本課題におけるクライオスタットの小型化は、構造的に膨張機の小型化に影響される部分が極めて大きい。膨張機の小型化につれて、2K冷却ステージへの熱侵入量が増えるため、クライオスタット側の最適化開発により、膨張機の小型化成果を生かしつつ、熱侵入量を最小限に抑えた熱設計技術の向上が不可欠である。

実際、小型化になればなるほど、室温から2Kステージまでの温度勾配が大きくなるため、2Kステージへの熱侵入量増加するので、各部品の配置及び取り付け方法の工夫と見直しを行った。



研究開発成果



実証機の開発:

要素試験機を基に、着実に進んだ膨張機の小型化成果を生かして、2K小型クライオスタットの最適化を図り、最大限の小型化を目指した実証機を完成させた。

研究成果:

実証機の全長は382mmとなり、開発着手前のクライオスタットの全長は755~767mmに対し、全長で約50%の小型化を実現し、サイズ的には半減という大きな前進を成し遂げた。また、初期的な冷却試験においても連続約1ヶ月最低温度が2.3K以下に維持されていることが確認された。

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース 報道	展示会	標準化提案
光・量子情報通信用超伝導単一光子検出システムの小型化技術の研究開発	15 (0)	25 (1)	0	17 (2)	0	1 (0)	0

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望:

今後の通信分野における超伝導デバイスの応用と普及に向けて、本研究開発の成果を生かした、小型2K膨張機の商品開発は、2017年度にも開始される見込みである。本研究開発の成果が十分に活用されれば、商品開発の期間も従来より大幅に短縮される見込みで、いち早く商品の上市が実現できれば、超伝導エレクトロニクス応用分野におけるデファクト・スタンダードの地位を確保するのにも十分可能だと思われる。