

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- 実施機関：住友重機械工業株式会社（一者のみで実施）
- 研究開発期間：平成24年度から平成28年度(5年間)
- 研究開発費：70 百万円

2. 研究開発の目標：

2015年3月までに小型2K膨張機と圧縮機の設計手法を完成し、目標冷凍能力、消費電力、体積を達成する要素技術を確立し、2017年3月までに、要素技術の組合せによって、光・量子情報通信用超伝導単一光子検出システムのための小型2K冷凍システム完成させるとともに、超伝導光子検出ブロックを実装された小型クライオスタットを用いて実証実験を行う。

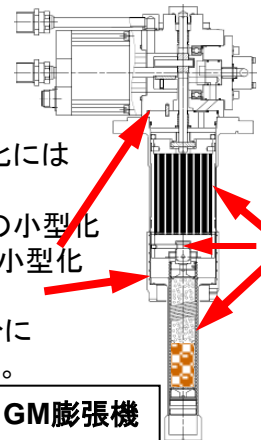
3. 研究開発の成果

①小型2KGM膨張機の要素技術

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

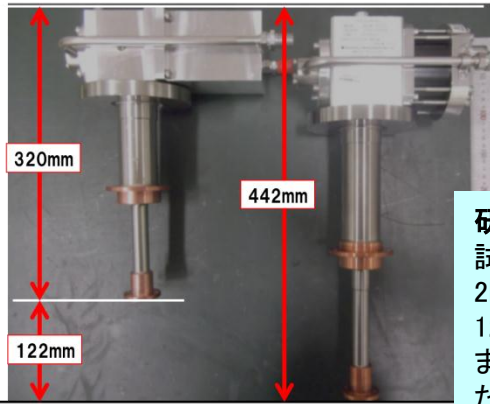
との二つの部分に分けて取り組む。



膨張機を小型化すると、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。

蓄冷器の最適化、新連結機構の開発及びシリンダー肉厚を行う。

研究開発成果



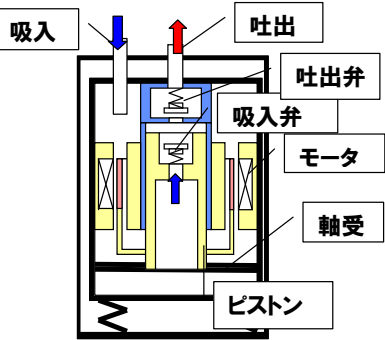
要素試験機 現行機

320mm 442mm 122mm

- 要素技術開発：
- ・新蓄冷材の開発
 - ・蓄冷材配合比の最適化
 - ・シリンダ肉厚の最適化
 - ・新連結機構の開発
 - ・駆動機構の最適化設計

研究成果：以上の要素技術に基づき試作した要素試験機は、世界最小の2KGM膨張機（現行機）の長ささらには122 mm（28%）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小型リア圧縮機の要素技術



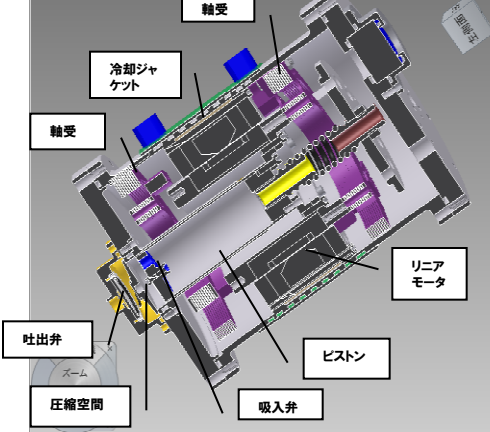
吸入 吐出 吐出弁 吸入弁 モータ 軸受 ピストン

リア圧縮機

リ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



軸受 冷却ジャケット 軸受 リアモータ 吐出弁 圧縮空間 吸入弁 ピストン

要素技術開発：弁付き無潤滑リア圧縮機の個々の要素部品についてシミュレータによる解析を行い、具体的な設計を行った。左図のような弁付き無潤滑リア圧縮機の要素試験機を設計製作した。

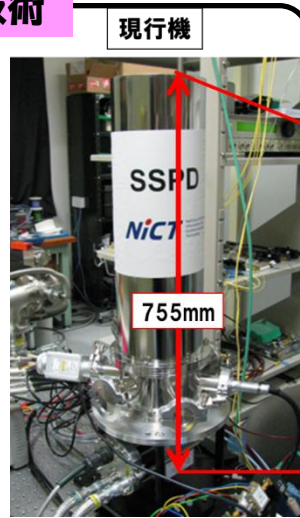
研究成果：要素試験機の製作組み立てを完了し、圧縮機単体評価試験の準備を整った。

③小型2Kクライオスタット要素技術

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ですが、クライオスタット自身の要素技術開発は決して不要ではない。



実際、いくら小型化しても、室温から2Kまでの温度勾配がクライオスタットにおいて必ず存在し、しかも小型化にする分だけ、温度勾配がきつくなるため、熱侵入量の増加が懸念される。



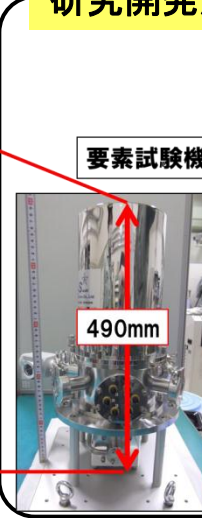
研究開発成果

要素技術開発:

- ・H24年度の概念設計に基づき、詳細設計を行い、小型2Kクライオスタット要素試験機を設計製作した。
- ・クライオスタットの各部温度勾配を数値化。
- ・温度勾配のない部分及び温度勾配の緩やかな部分の短尺化設計を極力追求した。

研究成果:

- ①小型クライオスタット要素試験機製作完了。
- ②要素試験機高さ490mmで～35%(従来機比)の小型化が可能。
- ③要素試験機最低到達温度～2.10Kで、目標性能を達成。



4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と()内の当該年度件数です。

	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	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	6 (6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

5. 研究成果発表会等の開催について

主催及び共催した研究成果発表会、国際会議は一つもない。

6. 今後の研究開発計画

この成果により、今後、どのような研究を行うのかを例示を上げながら、具体的、かつ簡潔に記載して下さい。

平成25年度に設計製作した、小型2KGM膨張機、小型リニア圧縮機、小型2Kクライオスタットの要素試験機を用いて、平成26年度は引き続き要素技術開発を行い、小型化技術の要素技術開発を完了させる。H27年度には前記膨張機、圧縮機、クライオスタットを組み合わせた2K冷凍システムの試作機を製作する。H28年度には、それまでの研究成果を盛り込んだ、2K冷凍システム評価機を仕上げ、実証試験を行う。他方、国内外の特許出願や、研究論文の発表についても今後の研究開発進捗に合わせて積極的に行う。