

平成 28 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 : 16301

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

(1) 研究開発の目的: 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。

(2) 研究開発期間

平成 24 年度から平成 28 年度 (5 年間)

(3) 実施機関:

住友重機械工業株式会社<代表研究者>

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 333 百万円 (平成 28 年度 58 百万円)

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

課題ア-1: 小型 2K 冷凍システムの要素開発 (担当: 住友重機械工業株式会社)

課題ア-2: 小型 2K 冷凍システムの試作機開発 (担当: 住友重機械工業株式会社)

課題ア-3: 小型 2K 冷凍システムに関する実証実験 (担当: 住友重機械工業株式会社)

- ・ 課題ア-3-1 小型 2K 膨張機の評価機 (担当: 住友重機械工業株式会社)
- ・ 課題ア-3-2 小型圧縮機の評価機 (担当: 住友重機械工業株式会社)
- ・ 課題ア-3-3 クライオスタット実証 (担当: 住友重機械工業株式会社)

(6) これまで得られた成果 (特許出願や論文発表等)

| | | 累計 (件) | 当該年度 (件) |
|------|------------|--------|----------|
| 特許出願 | 国内出願 | 15 | 0 |
| | 外国出願 | 25 | 1 |
| 外部発表 | 研究論文 | 0 | 0 |
| | その他研究発表 | 17 | 2 |
| | プレスリリース・報道 | 0 | 0 |
| | 展示会 | 1 | 0 |
| | 標準化提案 | 0 | 0 |

(28-1)

(7) 具体的な実施内容と成果

課題ア-3：小型2K冷凍システムに関する実証実験

・課題ア-3-1 小型 2K 膨張機の評価機

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。完成した小型膨張機の実証機は、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、開発当初の目標をクリアした。またその冷凍性能も目標値(20mW at 2.3K)をクリアしたことが確認された。この結果は、後述の2Kクライオスタットの開発（課題ア-3-3）にも良い影響を及ぼした。

・課題ア-3-2 小型圧縮機の評価機

リニア圧縮機の実証機開発では、膨張機との組合せ試験において、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、音振動に関し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、ほぼ開発当初の目標(35L)を達成した。

・課題ア-3-3 クライオスタット実証

平成28年度開発したクライオスタット実証機の全長は382mm（従来機に比べ全長が約半減）で試作機と変わらないが、冷却試験においては連続約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。ただし、SSPDの送受信による実証実験においては、インバーターから発生した電磁ノイズの問題が明確になりSSPD送受信の障害が生じて、大きな課題として今後に残った。