

## 平成15年度 国立天文台ALMA共同開発研究 研究成果報告書

1. 研究課題名 小型低振動冷凍機の開発

2. 区分 A・B

3. 研究代表者 氏名 春山 富義所属 高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所

4. 研究成果の概要(1000字程度で、ALMA計画に関連して重要であると思われる成果を重点的に記入して下さい。必要に応じて図表等は別紙として添付してください。また、主要な購入物品との関係についても記載して下さい。)

本研究は、小型冷凍機において寒冷発生に不可欠なガスの圧力振動に伴う低温端の振動を低減する方法に関するものである。低振動といわれる既存のパルス管冷凍機においても、管の伸縮に伴う約  $10\mu\text{m}$  オーダーの低温端の振動が存在する(図1)。本方式は、2組以上の冷凍管を共通の低温端に固定し、駆動圧力に適当な位相差を持たせることにより冷凍管の伸縮を相殺し、総和を時間的に一定に保つ事による振動低減をはかるもので、原理的には無振動点が存在する(図2)。本研究はこの方式に基づくプロトタイプ製作と、振動低減の原理実証を目指した。

#### <装置の製作・実験>

##### (1) 1本管と4本管試験装置

本方式の効果を見るために1本管と4本管による装置を作成した。ステンレス薄肉管(直径20mm、肉厚0.25mm、長さ300mm)をステンレスフランジに溶接した。熱歪みを避けるため、水素炉で金鑑(金ロー)付けを行った。4本管では対向する2本をセットとした。

##### (2) 逆位相ガス発生装置および駆動電気回路

ヘリウムガス圧縮機が発生する高低圧(1.7MPa/1.0MPa)を、電磁弁によって切り替える。4本管テストの場合には、 $180^\circ$ 位相がずれた矩形圧力波を発生することができる。この電磁弁を駆動するための電気回路を設計、製作した。図3に1本管および4本管の場合の高圧、低圧ガスラインと電磁弁の構成を示す。また図4には、1本管および4本管の場合における電磁弁開閉信号を示した。

##### (3) 測定系および測定結果

低温端フランジの振動をキーエンス製触針式変位計(AT2-52:分解能 $\sim 0.1\mu\text{m}$ 、周波数応答20Hz以下)で測定した。出力信号はケースレー社の2182型DVMで読み取り、PCによって処理をした。図5に、駆動圧力波形(青)と低温端(赤)の振動の測定結果を示す。1本管の場合と4本管の場合において縦軸が1桁異なることに注意。振動の最小点で測定した結果ではないが、振幅が1桁以上低減されているのが分かる。

#### <結論>

圧力差0.7MPaの時、1本管の軸方向振動( $\pm 5\mu\text{m}$ )に対し、2組4本の冷却管で振動が $\pm 0.2\mu\text{m}$ に低減することを実験によって確認した。

#### <今後の計画>

今回の研究では、本方式による振動の相殺が原理的に可能であることを実験的に明らかにした。しかし冷凍機に応用するので、実際に冷却可能な装置によって、冷却時の熱変形が起きた状態における振動相殺効果を確認する必要がある。このため、今後、管の長さや肉厚等が同一な構造を持ったパルス管冷凍機を試作し、冷却時における本相殺方式の効果を実験によって確認する予定である。

なお、本研究は特許申請中(特願2003-165908)であるため、期間内における成果発表は行なわなかった。今回の研究成果および今後の実験の一部は、今年秋(11月)の低温工学超電導学会等で発表する予定。

5. 成果発表（学会発表、研究会集録などを含みます。印刷中、投稿中なども可。）

著 者 名	論 文 標 題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

著 者 名	論 文 標 題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

著 者 名	論 文 標 題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

著 者 名	論 文 標 題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

著 者 名	論 文 標 題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

著 者 名	論 文 標 題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

著 者 名	論 文 標 題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

6. 別刷り（各1部を添付してください。コピーも可。）

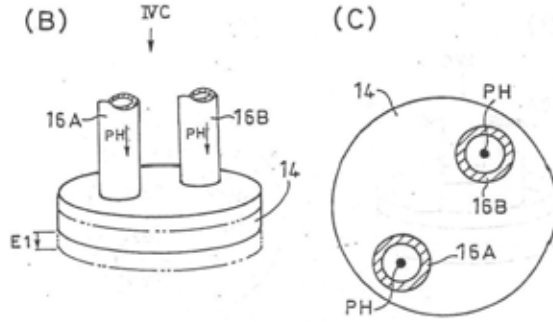
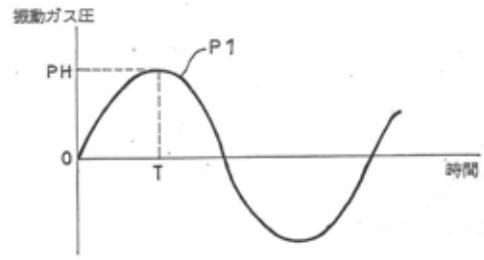
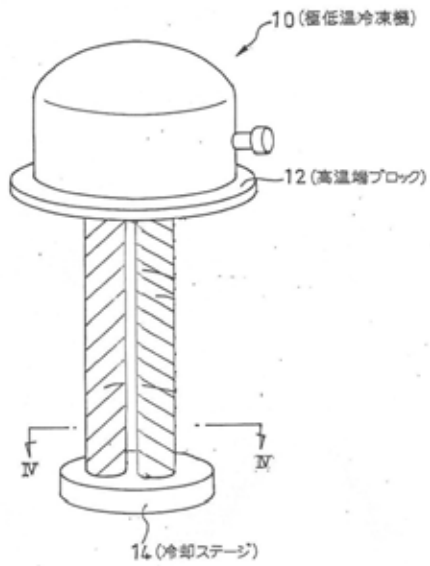


図1. 通常のパルス管冷凍機低温端の振動

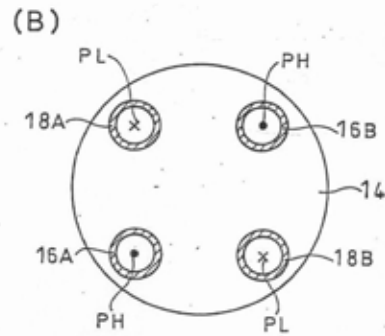
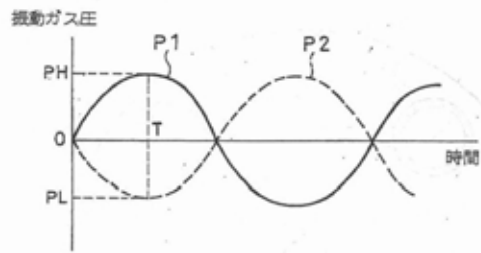
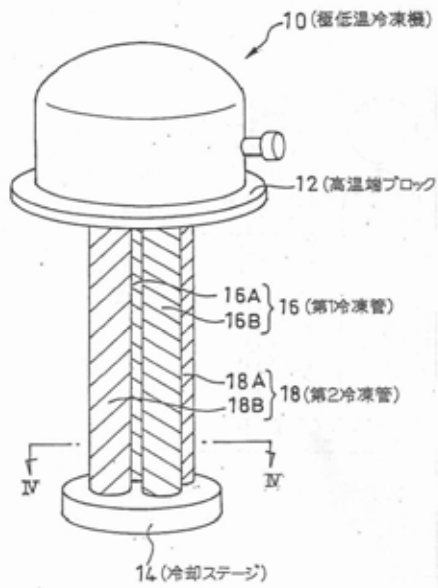


図2. 振動相殺型4本管パルス管冷凍機低温端

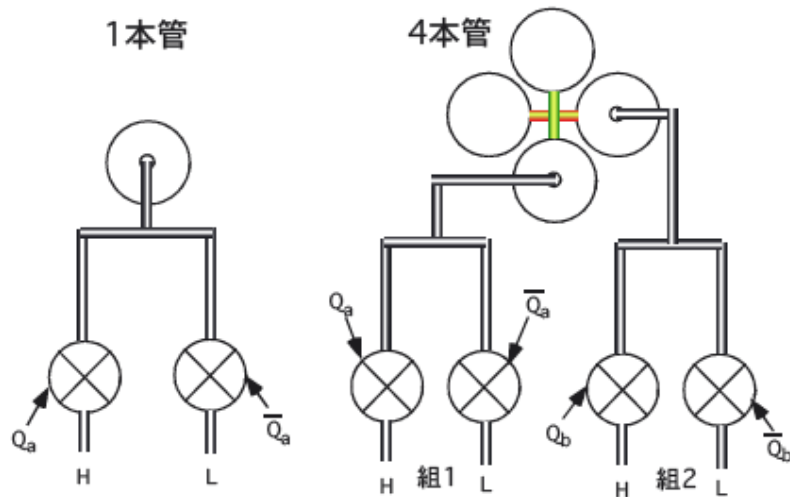


図3. 1本管および4本管の場合の高圧、低圧ガスラインと電磁弁の構成

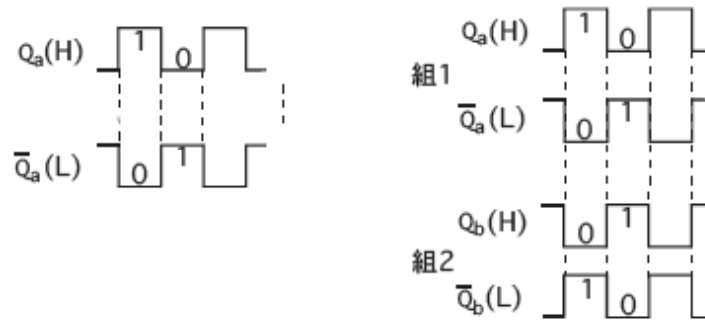


図4. 1本管および4本管の場合における電磁弁開閉信号

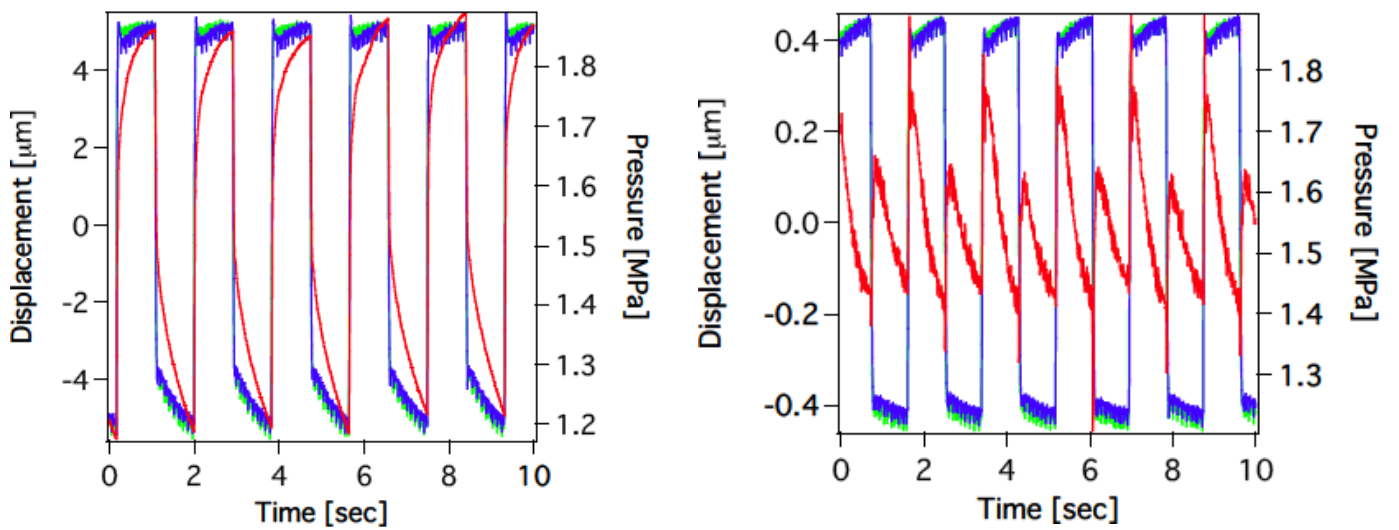


図5. 駆動圧力波形(青)と低温端フランジ(赤)の振動  
左: 1本管の場合 右: 4本管の場合 (縦軸が1桁異なることに注意)