

室温磁気冷凍機の開発

永久磁石を用いた磁気冷凍システム

Development of magnetic refrigerator for room temperature application

New magnetic refrigerator system using permanent magnets

(電力技術研究所 電力ネットワークG 超電導・新素材T)

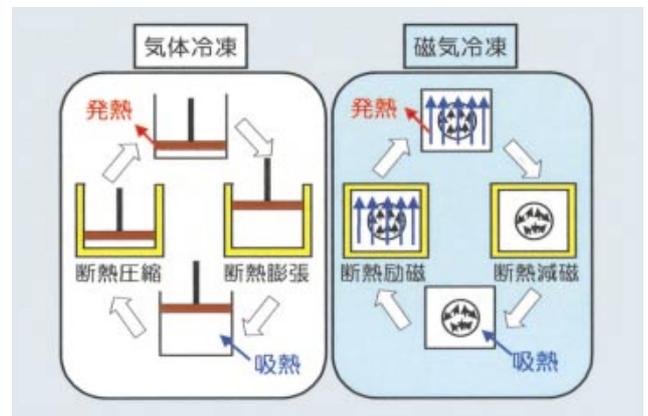
次世代の冷凍技術として期待される磁気冷凍による省エネ・コンパクトな冷凍機の開発を進めている。平成12年度には超電導マグネットによる強力な磁界を用いて、室温付近で動作する磁気冷凍システムを開発しているが、今回、装置の小型化と高効率化を目指し、永久磁石を用いた磁気冷凍機の開発に成功した。

(Superconductivity・New materials Team, Power Network Group, Electric Power Research and Development Center)

The development of a conservation of energy and compact refrigerator by the magnetic refrigeration expected as next generation's refrigeration technology is advanced. We have already developed the magnetic refrigerator using a strong magnetic field with a superconducting magnet in 2000 fiscal year. At this time, magnetic refrigerator with permanent magnets which functions in a room temperature environment was developed in order to reduce size and increase efficiency.

1 開発の背景

地球温暖化を防止するため、従来のフロンや代替フロンガスを利用した気体冷凍機に変わる冷凍機の開発が期待されている。また、エアコンや冷蔵庫といった冷凍機を用いた電気機器は、使用時間が長いため省エネルギー型の機器開発が進められている。ここで、ある種の磁性体に磁界の変化を与えると、その温度が変化する現象(磁気熱量効果)がある。この現象を利用した磁気冷凍技術は、環境にやさしく高効率で省エネが期待できる技術であり、当社はその実用化に向けた開発を進めており、平成12年に室温付近で動作する磁気冷凍システムを開発し、その動作を検証した。この装置には、磁場を発生させるために超電導マグネットを用いており、装置の小型化が課題あった。今回、超電導マグネットの代わりに永久磁石を用いた磁気冷凍機の開発に成功したので報告する。



第2図 気体冷凍機と磁気冷凍の比較

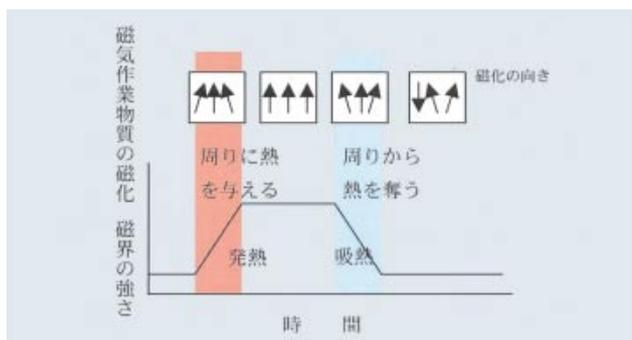
気体冷凍と比べ

- ・環境にやさしい
- ・エネルギー変換効率が高く省エネが可能
- ・コンプレッサが不要であり低騒音・低振動機器の開発が可能

という特徴が挙げられる。

2 磁気冷凍について

磁気冷凍は、ある種の磁性体(以下磁気作業物質と呼ぶ)に磁界をかけていくとその磁気作業物質が発熱し、磁界を取り去るとその温度が下がる現象(磁気熱量効果)を利用した冷凍方法である。(第1図・第2図)

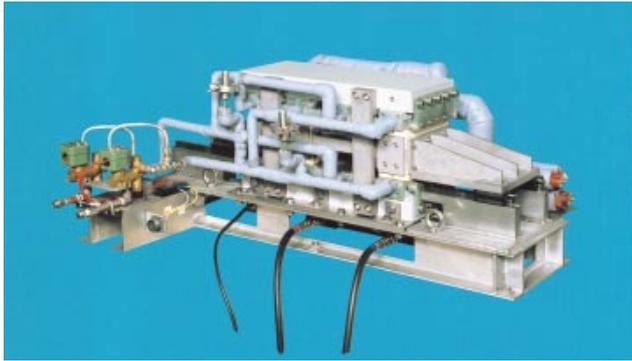


第1図 磁気冷凍の概念

3 開発した装置の概要

今回開発した装置は、磁界発生源に永久磁石を用いることで、平成12年に開発した超電導マグネットを用いた室温付近で磁気冷凍が実現できるシステムに比べて約1/10の大きさにコンパクト化することができた。(第3図・第1表)

永久磁石を用いることで、利用できる磁界はせいぜい0.5T程度である。磁気熱量効果は磁界の大きさに依存するため、磁界の変化幅が小さくなると温度変化幅も小さくなる。このため、より効率的に熱交換する必要がある。今回開発した装置は、4組の磁気作業物質を充填した容器の間を永久磁石が水平方向に往復運動することで、磁気作業物質に磁界変化を繰り返し与え



第3図 永久磁石磁気冷凍機の外観

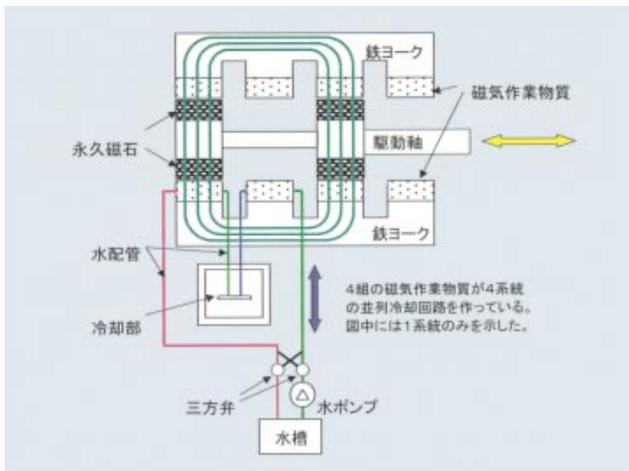
第1表 永久磁石磁気冷凍機的主要な諸元

磁界発生源	ネオジウム系永久磁石
磁界の強さ	0.6 テスラ
磁気作業物質	ガドリニウム系合金
熱交換媒体	水+アルコール
運転周期	4秒
寸法	H416mm × W1040mm × D310mm
重量	200kg

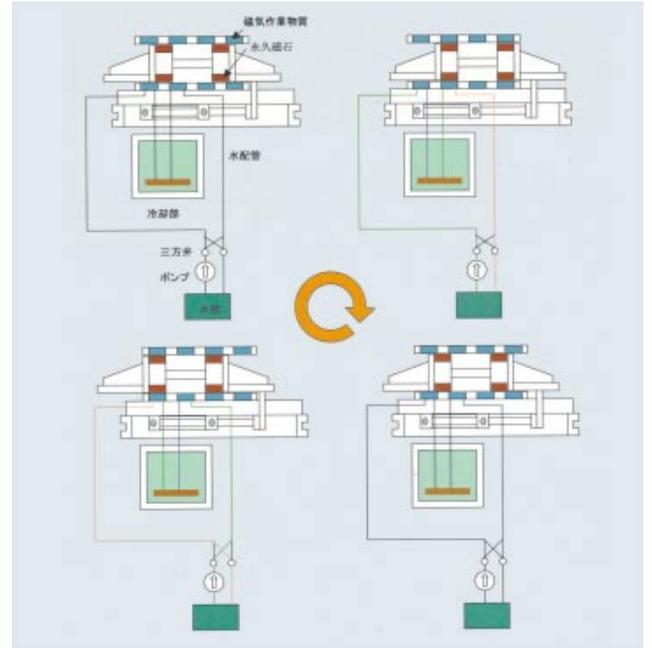
る構造とした。(第4図・第5図) 一度の磁界変化による温度変化が小さい分、その磁界変化の周期を早くするとともに、熱交換する流路を4組接続することで効率よく熱を取り出すことができた。

磁気作業物質には、直径0.3～0.7mmの球形に加工したガドリニウム系合金を3.6kg使用した。(第6図) 磁気作業物質には、物質固有の磁気熱量効果が生じる温度範囲と磁界条件があり、今回使用したガドリニウム系合金に永久磁石程度の磁界変化を与えた場合には、室温付近にその最適動作温度範囲がある。(第7図) 今回開発した装置では、3種類のガドリニウム系合金を組み合わせることで、26度から14度に温度を下げる事ができた。

磁気作業物質には、さらに低温で磁気熱量効果を発揮するものもあり、今回の開発で永久磁石を用いた磁気冷凍によるエアコンや冷蔵庫の実用化の技術面での目処がついた。



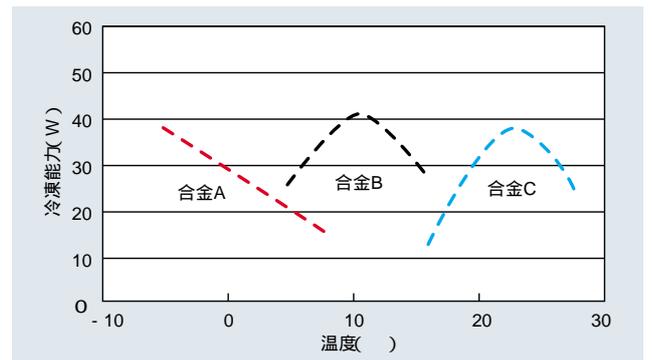
第4図 永久磁石磁気冷凍機構成



第5図 永久磁石磁気冷凍機の動作フロー



第6図 磁気作業物質 (ガドリニウム系合金)



第7図 ガドリニウム系合金の磁気熱量効果

4 今後の進め方

今後は、フロン等を使用しない高効率で省エネが可能な磁気冷凍技術の実用化を目指し、磁界変化を与える駆動部分や熱交換部分の改良により、さらにコンパクトで高効率な装置の開発と、冷凍能力を引き出した温度で高い磁気熱量効果を持つ磁気作業物質の開発を進める予定である。



執筆者 / 平野直樹
Hirano.Naoki@chuden.co.jp