

(様式11)

論文審査の要旨 (課程博士)

生物システム応用科学府長 殿

審査委員	主査	秋澤 淳	印
	副査	斎藤隆文	印
	副査	岩井俊昭	印
	副査	石田 寛	印
	副査	上田祐樹	印

学位申請者	生体機構情報システム学専修 平成23年度入学 学籍番号11701291
	氏名 I Gusti Agung Bagus Wirajati
申請学位	博士 (工学)
論文題目	リヒート吸着冷凍サイクルに関する研究 Development of Re-Heat Adsorption Refrigeration Cycles
論文審査要旨 (2000字程度)	
<p>吸着冷凍システムは低温排熱利用に向いていると同時にCFCやHCFC等のフロン系冷媒を用いない環境性, さらに安全性やメンテナンス性に優れるという点から近年注目が集まっている. これまで単段型サイクルや多段型サイクルに関する解析的あるいは実験的な研究が行われてきた. 吸着冷凍機については装置の小型化が課題であり, 吸着材熱交換器を減らすことが求められる. また, 60°Cを下回る温度の排熱を利用するために駆動熱源温度の低温化が取り組まれてきた.</p> <p>過去に研究された4ベッド2段型吸着冷凍サイクルは単段型サイクルよりも低温熱源で動作できるが, 60°Cより低い熱源温度では9°Cの冷水を製造することは難しい. それに対し, 4ベッドリヒート吸着冷凍サイクルが提案された. 2ベッドリヒートサイクルは単段型サイクルと同じような構成であるが, ベッド間を連結する配管がある点が異なる. 単段型と同じく2ベッドでありながら, 4ベッド2段型に準じるサイクル挙動を持ち, 熱源温度を低くできる. 4ベッドリヒート型は2ベッドリヒート型を2組並列に運転するサイクルである.</p> <p>そこで, 本研究ではリヒート型の2種類の4ベッド吸着冷凍サイクルについて実験およびサイクルシミュレーションによって性能を実証し, 従来型サイクルと比較して優位性を明らかにすることを目的とした. さらに, リヒートサイクルに基づき60°C以下の低温熱源においても動作可能な3段型サイクルを, 従来のベッド数の半分である3ベッドで実現する構成法を示す. 各章の概略は以下の通りである.</p> <p>第1章では, 吸着冷凍システムに関する背景と本研究の目的を示した.</p>	

第2章では、吸着現象および吸着冷凍サイクルの基本メカニズムについて述べるとともに、アドバンスト型吸着冷凍システムの文献レビューを行った。吸着冷凍機（吸着ヒートポンプ）で使用される吸着材・冷媒の組合せについて説明した。

第3章では、本研究の方法論として、実験装置および吸着冷凍サイクルシミュレーションの手法について述べた。

第4章ではリヒート2段型吸着冷凍サイクルの性能を実験的に計測した結果について述べた。実験では熱源温度によらず冷水出口温度を9°Cに固定する条件で行われた。リヒートサイクルでは吸脱着プロセスが終わった2つのベッドを連結し、圧力差によって吸脱着をさらに進める点に特徴がある。このプロセス（蒸気再生プロセス）の時間と吸脱着プロセスの時間の様々な組合せを実験した結果、冷凍出力を最大化させる最適な時間配分があることを実験的に明らかにした。

第5章ではリヒート吸着冷凍サイクルの最適運転方法についてシミュレーションによって解析した。実験と同様に冷水出口温度を9°Cに固定する条件の下で、サイクルタイムを構成する吸脱着時間、蒸気再生時間、予熱・予冷時間を変数として、冷凍出力を最大化する最適時間配分を導出した。また、従来型の4ベッド2段型サイクルと性能を比較し、リヒートサイクルの優位性を示した。

第6章では吸着材熱交換器を削減した3ベッドリヒートサイクルについて提案した。2ベッドリヒートサイクルは蒸気再生プロセスの間は冷熱出力を取り出せない。従来の吸着冷凍サイクルは常時蒸発器が動作することを前提としていたが、ここでは不連続運転になることを許容した。新たなサイクル構成として、2ベッドリヒートサイクルを3段型サイクルの低圧段および中圧段に相当する動作を担わせ、さらに高圧段として1ベッドを直列に接続することによって3段型サイクルを実現する方法についてシミュレーションによって性能を解析した。その結果、従来の6ベッド3段型サイクルと同様に45~50°Cの熱源温度でも冷凍出力が得られること、吸着材熱交換器が3ベッドに減少したことから吸着冷凍機に不可避な顕熱ロスが減少してCOP（成績係数）が向上すること、使用する吸着材が半減するため吸着材充填量あたり冷凍出力が大幅に改善されることを明らかにした。

第7章では本研究の総括と本研究で得られた吸着冷凍サイクルの更なる開発についての展望を述べた。

以上を要するに、本研究は吸着冷凍機の小型化・低温熱源化を同時に実現する方法を見出し工学的発展に貢献する価値があり、博士（工学）の学位にふさわしいものと認められた。