



日本冷凍空調学会
技術賞

日本冷凍空調学会賞 技術賞

省エネ型精密温調空気供給装置

Energy Saving Type Precision Air Processor

1. はじめに

半導体・液晶を軸とする電子デバイスや精密金型を代表とした金属加工分野では、微細化対応、高精度加工の流れを背景に、製造工程における高精度な空気温度制御（以下「精密温調」と記す）が不可欠となっている。

これらの精密温調は一般空調と異なり、設定温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以下の温度精度を要求される。この制御手段として、従来は「冷凍機連続運転+電気ヒータ」による制御方式の精密温調空気供給装置が多く用いられてきた。しかしながら、この方式は電気ヒータにより多くの電力を消費するといわれている。

当社は長年、電子デバイス業界を主に精密温調空気供給装置を製造販売してきたが、前述の市場要求に応えるため、精密温調と省エネ化の両立を実現した冷凍サイクルの研究開発を進めてきた。その成果として、飛躍的な省エネ性を持つヒートポンプサイクルと当社冷凍技術を融合した「ヒートポンプバランス制御[®]」を開発した。

2. システム概要

本システムは、冷凍回路のみで電気ヒータが無くても、従来の「冷凍機連続運転+電気ヒータ」制御以上の精密温調を実現するとともに、省エネ率70~80%の達成を実現した。当社が開発した精密温調空気供給装置の外観図を図1に示す。



図1 精密温調空気供給装置概観



吉岡万寿男*
Masuo YOSHIOKA



小林正一*
Shoichi KOBAYASHI



寺島雅俊*
Masatoshi TERASHIMA



五明輝久*
Teruhisa GOMYO



清水 明*
Akira SHIMIZU

3. 技術の特長

3.1 ヒートポンプバランス制御（図2）

本方式は、1台の空調機で冷房と暖房を同時に運転しているイメージであり、装置の中に冷却用と加熱用の二つの独立した冷凍回路を内蔵して、1台の圧縮機の循環冷媒を2系統に分流制御させる。これにより加熱用の電気ヒータが不要となり、大幅な省エネとなる回路を実現した。

本方式の特長を下記に示す。

- ① 完全なヒータレスによる省エネ
- ② 冷凍回路のみによる精密温調の実現
- ③ 幅広い温調範囲

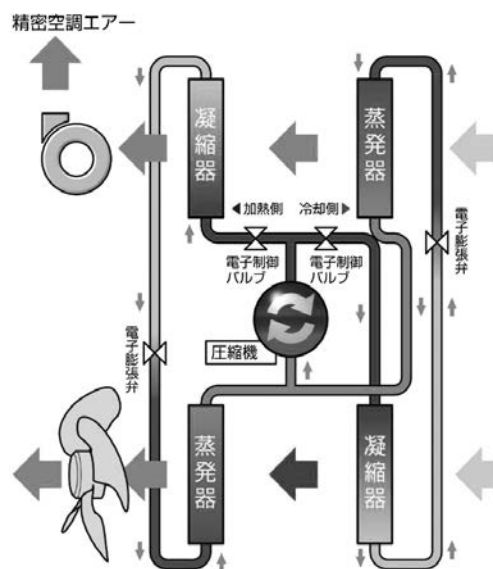


図2 ヒートポンプバランス制御

* オリオン機械㈱

Orion Machinery Co., Ltd.

原稿受理 2014年2月12日

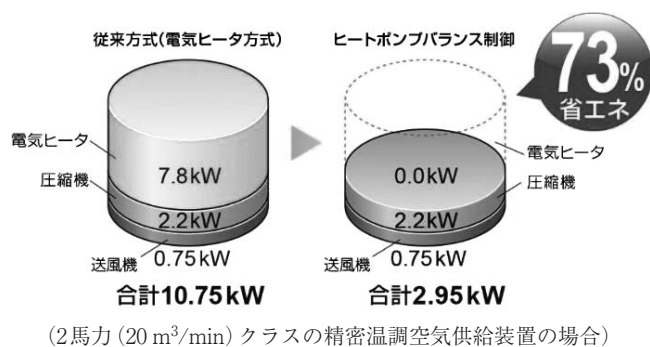


図3 消費電力比較

3.1.1 完全ヒータレスによる省エネ効果

従来技術の「冷凍機連続運転+電気ヒータ」制御の場合、加熱用電気ヒータについては、冷却能力以上の容量を搭載せざるを得なかった。ヒートポンプバランス制御を搭載した精密温調空気供給装置の場合、従来の電気ヒータ式とは異なり、冷却はもちろんのこと、加熱も冷凍回路のみで行う。そのため、加熱源としての電気ヒータが不要となり、大幅な省エネ効果を達成することができた。2馬力クラス (20 m³/min) の消費電力比較の一例を図3に示す。完全ヒータレスにより、従来技術の「冷凍機連続運転+電気ヒータ」と比較し、70%以上の省エネを実現した。

3.1.2 冷凍回路のみによる精密温調の実現

ヒータを使用せず精密温調を実現するためには、冷媒分流通路を設けることで冷却側および加熱側へ最適な冷媒循環を行うことと合わせ、各々の冷媒蒸発回路の電子膨張弁を使用した制御システムが必要となる。本装置では、冷凍サイクル全体の運転状況を常時監視しながら、最適な冷媒分流通路により精密温調を行うシステムを完成させた。図4は実測における温調時のデータである。吸い込み空気 (周囲温度) の変動があっても精密温調を実行していることがわかる。

3.1.3 幅広い温度範囲

ヒートポンプの加熱能力と冷却能力をバランスさせながら、温度上昇、下降を能力最大限まで可能としていることから、幅広い温度設定が可能となっており、設定温度範囲全域で±0.1℃以下の精密温調が可能である。図5に温調範囲を示す。

3.2 DCインバータ圧縮機搭載と回転数制御による省エネ

圧縮機はDCモータ搭載のインバータタイプを採用し

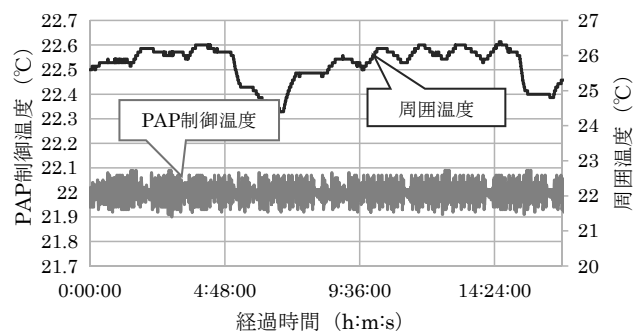


図4 温度測定データ

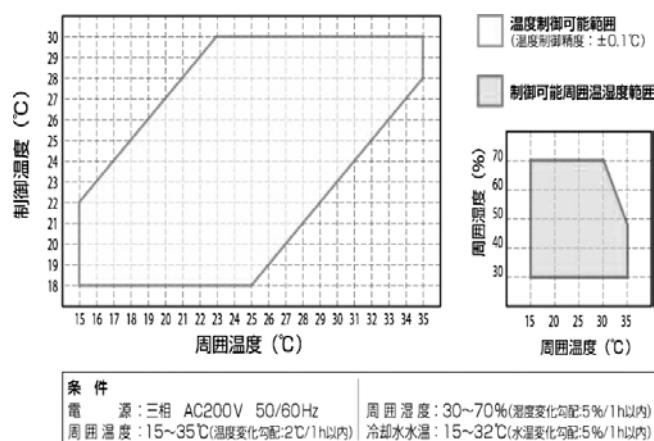


図5 温調範囲

ている。DCモータはACモータより単体で5%の省エネ効果がある。また、並行して回転数制御を組み込むことにより、さらなる省エネ効果を実現した。

4. おわりに

地球温暖化はじめ環境保全は国内外の大きな課題となっており、海外の半導体、液晶などの電子機器生産工場にも、本技術を搭載した省エネ型精密空気供給装置が数多く導入されている。

従来の電気ヒータを用いた温調における課題を解決し、省エネ性と生産性向上を実現したが、精密温調が求められる新分野への波及促進や、新たに医療分野での研究開発・医療機械などへの転用も視野に入れ、ヒートポンプバランス制御のさらなる進化、普及に貢献していきたい。