

# 省エネ型精密空調装置

オリオン機械株式会社  
代表取締役社長 太田 哲郎

常務取締役技術開発本部長 吉岡 万寿男  
新事業開発部グループ長 小林 正一

## はじめに

電子デバイスや精密加工機械ではより高精度に制御された温度下での加工生産が要求されている。しかし従来の冷凍機とヒータを用いた温度制御では、消費電力が大きくなるという問題があった。この問題を解決するために、ヒートポンプバランス制御（「ヒートポンプバランス」は登録商標）による省エネ型精密空調装置を開発した。ヒートポンプバランス制御とは、1台の空調機で冷房と暖房を同時に運転・制御しているイメージである。冷凍サイクル装置において、冷媒圧縮機の吐出側に配した制御自在バルブを備えた分配手段によって、加熱流路と冷却流路とを流れる熱媒体の分配比率を変更することより、流体の加熱量と冷却量とを調整できるため、温度調整が可能になる。これにより、電気ヒータを用いることなく精度の高い温度調整ができ、従来の冷凍機とヒータを用いた温度制御方式より、73%の省エネルギー化を実現した。

## 開発のねらい

電子デバイス、機械加工分野では技術革新の

方向性が微細化、高精度化されつつあり、精密温度調整のための空調装置が求められていた。

特に、半導体、FPD (Flat Panel Display) 産業等では全消費電力の50%近くをクリーンルーム空調をはじめ生産プロセスの温度調整に消費している場合もあり、省エネ化の要求が増えていた。その一つの方法として、生産プロセス全体の空調を改め、必要部分のみ精密空調を行う局所空調の流れも加速し、省エネ対策として注目されていた。このような省エネ要求、局所空調の要求から省エネ化を図れる精密空調装置を開発した。

## 装置の概要

図1に従来の冷凍機とヒータを用いた温度制御方式を示す。例えば、温度A (25℃) の空気を温度C (23℃) にする場合は、蒸発器で温度B (18℃) に冷やし、その後電気ヒータで温度C (23℃) に加温し調整する。その際、電気ヒータは吸込空気温度より高い設定温度の場合を想定し、装置が保有する冷却能力の約1.5倍の容量のものを搭載しなくてはならないため、消費電力が大きくなるという問題があった。

この問題を解決するために、図2に示すヒー

タレスのヒートポンプバランス制御による省エネ型精密空調装置を開発した。

冷凍機連続運転+電気ヒータ制御

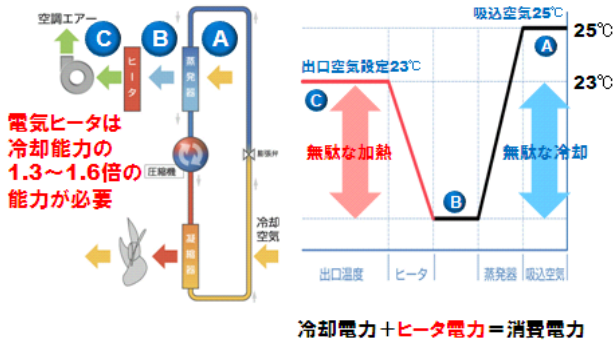


図1 従来の冷凍機とヒータを用いた温度制御方式

精密空調エア

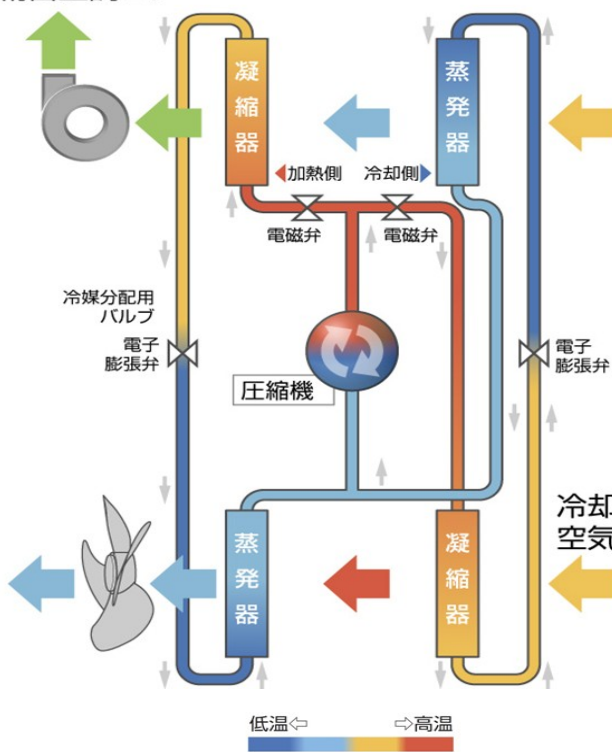


図2 ヒートポンプバランス制御による温度制御方式

技術上の特徴

一般にヒートポンプは図1に示すように、圧

縮機-凝縮器-熱膨張弁-蒸発器とこれらを結ぶ配管から成り、この配管の中を冷媒が循環している。冷媒は、蒸発器で空気などの熱源から熱を吸収して蒸発し、圧縮機に吸い込まれ、高温・高圧のガスに圧縮され、凝縮器に送られる。ここで冷媒は熱を放出して液体になり、さらに膨張弁で減圧されて蒸発器に戻る。このようにして熱を移動させることにより、温度を制御している。

これに対して図2に示すように、ヒートポンプバランス制御は、1台の空調機で冷房と暖房を同時に運転・制御しているイメージであり、1台の装置の中に冷却用と加熱用の2つの独立した冷凍回路を内蔵している。

図2の冷凍サイクルにおいて、圧縮機の吐出側に配した電子制御バルブ（電磁弁）によって、加熱流路と冷却流路とを流れる熱媒体（冷媒）の分配比率を変更する（分流制御を行う）ことにより、加熱手段と冷却手段とを通過する温度調整対象の流体に対する加熱量と冷却量を調整することができるため、精度の高い温度調整が可能となる。

冷却流路の凝縮器で放熱した熱エネルギーを加熱流路のヒートポンプ手段（蒸発器）で吸熱して圧縮機に戻すため、冷凍サイクルの能力が高くなる。この分を加熱流路に供給できるため、広範囲の温度調整が可能となった。また、電気ヒータを用いることなく温度調整を行うことが可能となり、従来の冷凍機とヒータを用いた温度制御方式より、省エネルギー化を実現した(図3)。

以下では、設定温度が吸込温度よりも高い場合と低い場合の冷媒の分流制御について説明する。

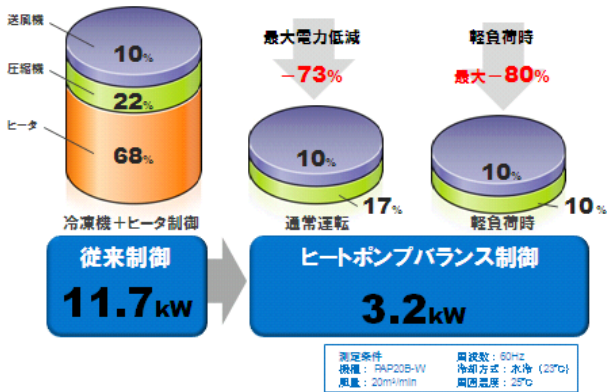


図3 ヒートポンプバランス制御による省エネルギー化

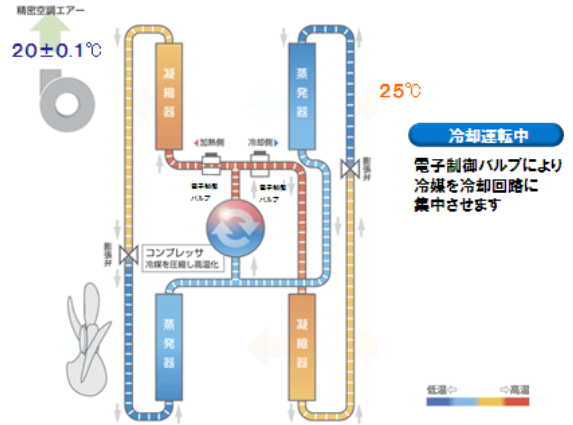


図5 設定温度が吸い込み温度よりも低い場合の分流制御

<設定温度が吸込温度よりも高い場合>

図4に設定温度が吸込温度よりも高い場合の分流制御を示す。圧縮機で吐出された冷媒は冷却、加熱回路双方にある電子制御バルブで分流される。設定温度が高い場合は、加熱回路側により多くの冷媒が循環される。

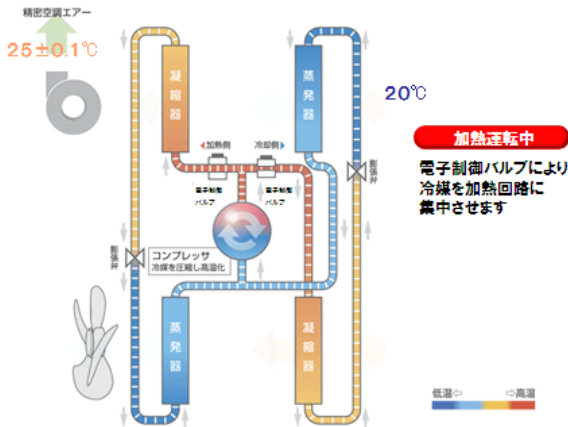


図4 設定温度が吸い込み温度よりも高い場合の分流制御

<設定温度が吸込温度よりも低い場合>

図5に設定温度が吸込温度よりも低い場合の分流制御を示す。図4とは逆に、冷却回路側により多くの冷媒が循環される。

図6に開発した精密空調機 (PAP10A-FW)

の外観と機器構成を示す。精密空調機PAPシリーズでは、18~30°Cの広範囲温度設定域と±0.1°Cを性能保証した高精度制御と、更に設定温度に対して±7°Cまでの吸込空気温度に対処できる高機能精密空調機が実現できた。

精密空調機の外観と機器構成(PAP10A-FW)



図6 精密空調機 (PAP10A-FW)の外観と機器構成

実用上の効果

(1) 省エネによる効果

図3に示した、従来の冷凍機とヒータを用いた温調制御方式と比較すると、小型精密空調機

の2馬力クラス（処理風量：20m<sup>3</sup>/min）に於いて、11.7KWの消費電力に対し3.2KWに抑えることに成功し、73%の省エネ効果を得た。また、軽負荷時には最大80%の省エネルギー化を実現した。

その経済効果は、以下のように見積もられる。

24時間運転／日、300日／年、従来機負荷率：85%、電力料：12円<sup>※</sup>/kwhとすると、  

$$\left( (11.7_{kw} \times 0.85_{kw}) - 3.2_{kw} \right) \times 24_{時間} \times 300_{日}$$

$$= 48,564 \text{ (kwh/年間)}$$

$$\Rightarrow 582,768 \text{ 円/年間の節電が見込まれる。}$$

また、CO<sub>2</sub>（温室効果ガス）の削減は、以下のように見積もられる。

$$48,564_{kwh/年間} \times 0.410_{kg/kwh}^{\text{※}}$$

$$= 19,911 \text{ (kgCO}_2\text{/年間) 削減}$$

※電力会社8社の概算及び平均値

## （2）生産性向上への寄与

加熱回路に電気ヒータを必要としないため大幅な省エネルギーを実現したばかりか、制御温度範囲を拡大でき、また、局所空調等の多様なニーズにも柔軟に対応できるという効果を生んだ。

## 知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである（平成23年11月末現在）。

### ① 日本国特許第4435278号

名称：精密温度調整装置及び精密温度調整方法

概要：温度調整対象の流体に対する加熱能力を向上できると共に、省エネルギーを図ることができる精密温度調整装置及び精密温度調整方法

### ② 中国特許第ZL200780046483.7号

名称：精密温度調整装置

③その他、主な知的財産権の状況を以下に示す。

特許出願：50件（内、外国出願6件）

意匠登録：6件

登録商標：5件

## むすび

環境保全は国際的にも大きな課題となっており、海外の半導体、液晶等の電子機器の生産工場にも本技術を実施した装置が数多く導入されている。本開発では、従来のヒータを用いた温調制御に於ける課題を解決し、省エネ性と生産性向上を実現したが、高精度の温度調整が求められる「ナノ技術」への本格的波及や医薬分野での研究開発や医療機械への転用をも視野に入れて、ヒートポンプバランスの更なる確立を行っていきたいと考えている。