

# 鉄・非鉄金属製造分野での電気加熱の利用

小山 修 (こやま おさむ) 東芝三菱電機産業システム(株) 産業第二システム事業部 システム技術第二部  
産業システム系統課 課長

## はじめに

電気エネルギーの汎用化は、1880年代からの交流による発電と電気事業の創生以来急速に進み、その応用分野も多岐にわたっていったが、その中で、鉄・非鉄金属分野への電気加熱の利用、普及も進み、それぞれの目的に適した加熱方式が適用されていった。

## 1. 鉄・非鉄金属の電気加熱利用について

鉄・非鉄金属製造における電気加熱利用としては、素材を製造する製錬と精錬のための溶解、あるいは、溶接のための溶解、そして、塑性加工や、鍛造、焼入れなどの熱処理のための加熱に大きく分けられる。

これらは、燃焼加熱にはない、電気加熱としての以下の4つの特徴を活かして利用されている。

電気加熱の4つの特徴；－

- ・加熱エネルギー量の高精度制御が容易。
- ・高エネルギー密度の熱源を急速に発生可能。
- ・直接酸素を使用しない。
- ・被加熱材内部に直接熱が発生する。

## 2. 鉄・非鉄金属製造領域での電気加熱分野

電気加熱の方法には、主に、抵抗加熱、誘導加熱、アーク加熱、プラズマ加熱などがあげられるが、加熱の用途により、それぞれが適宜採用されている。

主なその用途は、以下の通りである。

鉄・非鉄金属製造分野での加熱方式と主な用途；－

- ・抵抗加熱：溶解、加熱、熱処理
- ・誘導加熱：溶解、加熱、熱処理
- ・アーク加熱：溶解、溶接
- ・プラズマ加熱：溶解、切断、溶接、表面処理

以下に、各々の加熱方式について述べる。

### 2.1 抵抗加熱

抵抗加熱は、被加熱材を間接的に加熱する間接抵抗加熱方式と、被加熱材自身に通電し、直接加熱する直接抵抗加熱方式の二種類に分けられる。

#### 2.1.1 間接抵抗加熱

間接抵抗加熱方式は、発熱体に通電して発生したジュール熱を伝熱によって被加熱材へ加熱するもので、この炉は、一般的に抵抗炉と呼ばれ、炉内ガス成分の調整や、加圧、真空など炉内の雰囲気を制御することが比較的容易である。

炉の種類としては、その加熱プロセスと構造から、箱形炉、ベル形炉やるつぼ形炉などのバッチ処理式炉と、トンネル炉、ローラーハース炉やウォーキングビーム炉などの連続処理式炉に分けられる。

用途としては、浸炭焼入れ炉、窒化/窒化炉、光輝熱処理炉など熱処理を目的にしたものと、その他、塩浴炉や、流動床炉などの特殊な発熱体を使用したものや、加熱加圧成形するホットプレスなどがある。

溶解への応用としては、発熱体に黒鉛管を使用し高温加熱できるタンマン炉がある。

また、半導体のシリコン単結晶引上げ装置や、酸化被膜形成拡散炉などの加熱源としても用いられる。

#### 2.1.2 直接抵抗加熱

直接抵抗加熱方式は、被加熱材に電極を設けて通電し、これにより被加熱材自身が、自らの抵抗で発生するジュール熱によって加熱するものである。

この方式を用いた加熱への応用としては、次のものがある。

##### (1) 焼成炉

黒鉛電極や電池用炭素電極材料などと、特殊炭素製品を製造するため、炭素原材料を直接通電で約3000℃まで昇温し黒鉛を焼結させる黒鉛化炉や、珪素とコークスなどの主原料に直接通電により1900℃程度の温度で発熱体として用いられる炭化珪素を製造する炭化珪素(SiC)炉などがあげられる。