

# ゾーンコントロール誘導加熱（ZCIH）の液晶および半導体分野への適用

内田 直喜（うちだ なおき） 三井造船(株) 機械・システム事業本部 機械工場 技術開発部 技師長  
 尾崎 一博（おさき かずひろ） 三井造船(株) 事業開発部 主任

## 1. まえがき

半導体等の熱処理工程では、高温かつ急速昇降温の性能が要求されている。半導体ウェハーの熱処理では、1,350℃の高温まで100℃/Sで昇温する必要がある。また、大型液晶ガラス基板の熱処理でも10℃/Sの急速昇降温が必要となる。産業用として鍛造前ピレット加熱等に用いられる高周波誘導加熱は、急速、高温、高発熱密度、高効率などの特長を有しており、これらの急速昇降温を必要とする用途への適用が模索されていた。

しかし、半導体ウェハーの熱処理の場合、熱ひずみの問題からウェハー表面の温度差を±1℃以内に抑制する必要がある。従来の誘導加熱装置では、発熱分布に不均一を生じるため、急速な昇温を行った場合には表面温度差を要求される範囲内に抑制することは困難である。これに対して、加熱コイルを複数に分割し、それぞれに高周波電源を接続して電力制御することが考えられる。この場合、コイル間に相互誘導を生じるため、高周波電源の間で電力の授受を生じることがある。また、コイルの境界付近では発熱量が低下するなどの問題がある。

「ゾーンコントロール誘導加熱（ZCIH：Zone Controlled Induction Heating）」では、複数コイル間に相互誘導が生じる状況でも誘導加熱電力の制御が可能である。これは、加熱コイルを複数のゾーンに分割し、各コイルの電流を同期することにより、ゾーン間の電力授受を抑制し、コイル境界付近の発熱量低下も生じない。ZCIHの基礎研究として被加熱物上の発熱分布を任意に制御可能であることを明らかにした<sup>1)</sup>。

液晶ガラス基板および半導体ウェハーの高速熱処理装置用システムを開発した。これは、発熱体としてグラファイトを用い、高周波誘導加熱して輻射熱によ

りガラス基板あるいは半導体ウェハーを間接的に加熱する装置である。グラファイトおよび複数台の共振形高周波インバータユニットと共振コイルを用いてZCIHシステムを構成し、各ゾーンの発熱量を制御する点に特長がある。本文では、ZCIH用共振形高周波インバータ技術と液晶ガラス基板高速熱処理装置および半導体ウェハー高速熱処理装置への適用を紹介する。

## 2. 従来の誘導加熱技術の問題点

高周波誘導加熱は、加熱コイルに発生する高周波磁界により被加熱物にうず電流を発生して加熱を行う。一般に、加熱コイルは低力率であるので、高周波電源として共振コンデンサを接続した共振型インバータが用いられる。その周波数は、被加熱物への効率的な投入電力を得るために、数百Hz～数百kHzに選定する。

一般的な誘導加熱の場合、被加熱物とコイルの形状により被加熱物上の発熱分布が決まり、温度分布は制御できない。これに対して、(図1)のように加熱コイルを複数に分割してそれぞれのコイルに高周波イン

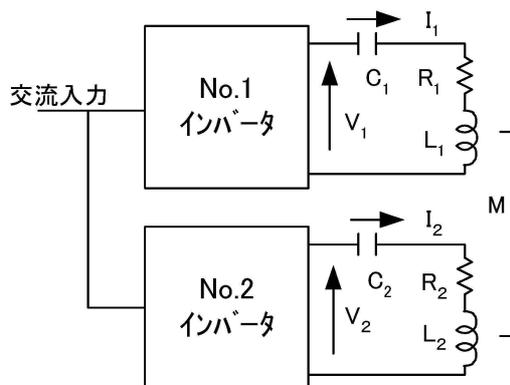


図1 相互誘導環境のインバータシステム