

〈新製品紹介〉

半導体・FPD製造装置向け配管ヒータ  
TOMBO No.4500-PH-P「エネサーモ®-PH プレノヒータ®」

高機能製品事業本部 無機断熱材技術開発部

## 1. はじめに

半導体やFPDを製造する前工程において、CVDなどの製膜工程、エッチング工程などでは、副生成物や排ガスが配管内部で凝結し、析出することが知られています。析出物により配管が閉塞すると、配管を取り外して洗浄するなどのメンテナンスを実施する必要があるため、生産性が著しく低下します。析出物の発生を抑制するために、配管の周りをヒータにより加熱する方法が一般的にとられています。半導体やFPDはクリーンルーム内で製造されるため、使用するヒータについても、低パーティクル、低アウトガスなどのクリーン性が求められています。

弊社では、200℃加熱まで対応可能な配管加熱ヒータとしてTOMBO No.4500-PH「エネサーモ®-PH」を上市していますが、今回、250℃加熱まで対応でき、メンテナンス性も向上したTOMBO No.4500-PH-P「エネサーモ®-PH プレノヒータ®」（以後プレノヒータと略する）を製品化しましたので、ご紹介します。

## 2. 製品概要

### 2.1 外観

プレノヒータ®の外観を図1に、留め具を図2に示します。外観は白色で、なめらかな肌触りをしています。

### 2.2 構成材料

プレノヒータ®は、発熱体であるニクロム線を

配管側に、断熱材（ガラスマット）をその外側に配置し、その全体を外皮材である多孔質ふっ素樹脂シートで縫製加工した製品です。



図1 プレノヒータ外観



図2 留め具（Oリング）

### 2.3 特長

- (1) 250℃加熱が可能  
シリコンラバーヒータでは対応できない250℃の高温まで加熱することができます。
- (2) 良好な均熱性  
立体成形かつ外皮材に柔軟性のあるシートを使用しているため、従来製品に比べフィット

ティング性が向上し、優れた均熱性が得られます。

(3) 低パーティクル

外皮材は従来品のガラスクロス製外皮材に比べ低発塵性です。

(4) 低アウトガス

アウトガスの少ない素材を選定し、かつエージングすることにより、250℃の高温でもアウトガスの発生量は少量です。

(5) 良好なメンテナンス性

O型リングを使用した独自の留め具構造により、取り付け・取り外しが容易にでき、メンテナンス性を向上させています。

2.4 基本仕様

(1) ヒータ仕様

- ①電源電圧：AC100V～200Vで供給電圧に合わせて設計します。
- ②出力：配管の形状、使用環境に合わせて、個別に設計します。
- ③絶縁特性：10 MΩ以上／DC500V
- ④耐電圧特性：1min 短絡なし／AC1500V
- ⑤制御：熱電対により制御します。
- ⑥寸法：配管の形状に合わせて個別に設計します。

(2) 安全仕様

- ①温度異常検知：温度の異常を熱電対にて検知します。
  - ②過昇温防止：過昇温防止用のセンサーとして、熱電対を設置します。
- \*その他、温度ヒューズ、サーモスタット内蔵などご要望に応じて設計します。

2.5 主な用途

- (1) 半導体・FPD 製造装置内の排気系配管の加熱
- (2) 半導体・FPD 製造装置～ドライポンプ～除害装置の排気系配管の加熱
- (3) 除害装置内の配管の加熱

3. 評価試験

3.1 昇温特性

(1) 測定方法

SUS304 の 80A 配管にプレノヒータを取り付

け、常温から 250℃まで昇温しました。

(2) 測定結果

昇温カーブを図3に示します。約40分で250℃まで到達しています。フランジ部は熱容量が大きいため、昇温カーブは緩やかになりますが、加熱し始めてから約100分で安定した温度になります。

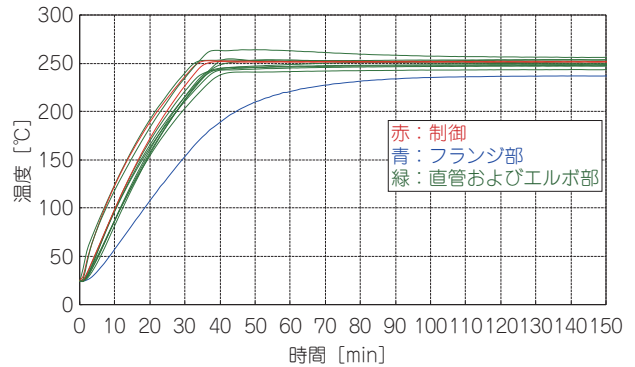


図3 昇温特性測定結果

3.2 均熱特性

プレノヒータは、配管の直管およびエルボなどに施工しますが、配管をつなぐフランジ部分には保温材を施工します。フランジ部分は加熱しませんが、配管の部分からの熱伝導により配管内面で良好な均熱性になるように設計しています。

(1) 測定方法

均熱性評価モデルの測温点を図4に、図5に

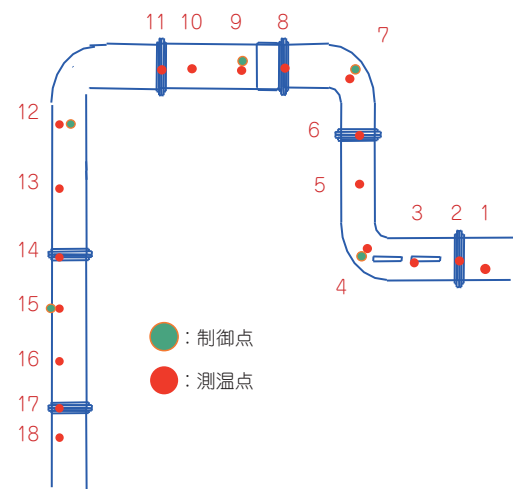


図4 均熱性評価モデルおよび測温点

100℃から250℃までの均熱性測定結果を示します。

(2) 測定結果

加熱をしていないフランジ部を含めても、100℃では±10℃、250℃±20℃程度の均熱性となります。

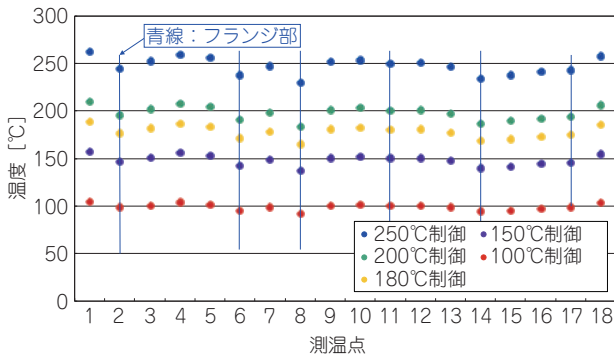


図5 配管内面測定温結果 (参考値)

3.3 パーティクル特性

(1) 測定方法

使用する機器の運動機構からの発塵量測定方法 (JISB9926) に準じ、クリーンチャンバー内の試料の粒子発生量を測定しました。HEPA フィルタ (捕集効率 99.97% 0.3 μm 以上粒子にて) で粒子をろ過した清浄エアを供給できる風洞 (図6 参照) に試験体を入れ、その試験体を10回折り曲げ、下流側で各粒子の発生粒子個数を測定しました。試験体はサイズ 200 × 200 × 18mm, N = 5 としました。各試験体について折り曲げ前、折り曲げ時、折り曲げ後について粒子数を測定しました。

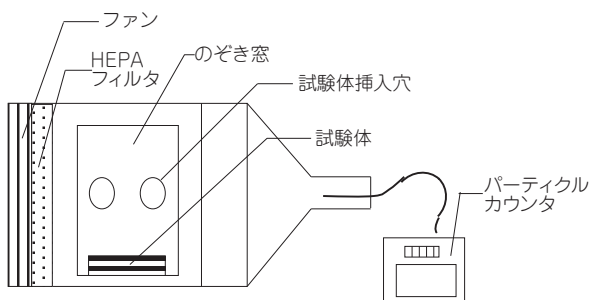


図6 発塵試験装置

(2) 測定結果

0.5 μm 以上の粒子測定結果を表1に示します。ヒーターの折り曲げ時(取り付け作業時)にはわずかに発塵しますが、折り曲げ後(設置後)はほぼ無発塵となります。

表1 0.5 μm以上の粒子の発塵個数 (個/cft)

	N=1	N=2	N=3	N=4	N=5	平均
折り曲げ前	0	0	0	0	0	0
折り曲げ時	51	221	270	317	189	210
折り曲げ後	1	1	0	0	1	1

3.4 アウトガス特性

(1) 測定方法

パージ&トラップーガスクロマトグラフ質量分析法 (P & T-GC/MS) を用いて 200, 250℃にて行いました。

サンプルは、各構成材料を個別に測定し、発生アウトガスを推定しました。

(2) 測定条件

- ・パージガス: He (50ml/min)
- ・吸着剤: TENAX TA
- ・トラップ温度: -40℃
- ・熱脱着条件: 358℃ 20sec  
(キュリーポイント加熱<sup>※</sup>)
- ・カラム: Ultra ALLOY-1
- ・GC 昇温条件: 40℃ (5min 保持) - 300℃ (4min ~ 10min 保持) 10℃ /min

※ GC/MS の加熱方式の1つであり、キュリーポイントとは、強磁性体が常磁性体に変化する転移温度、もしくは強誘電体が常誘電体に変化する転移温度である。

〈定量条件〉

- ・標準物質: デカン
- ・溶媒: アセトン
- ・濃度: 10 ~ 100ppm (ng/μl)
- ・注入量: 2μl

表2 アウトガス発生量

(ppmw)

試験体		プレノヒータ	エネサーモ-PH	エネサーモ CR	エネサーモ	シリコンラバーヒータ
		ヒータ	ヒータ	保温材	保温材	ヒータ
最高使用温度仕様		250℃	150℃	250℃	250℃	—
使用される主な場所		クリーンルーム内	クリーンルーム内	クリーンルーム内	汎用	—
発生量	200℃	119	105	101	259	2104
	250℃	154	232	210	1263	3093
検出成分		脂肪族アミド フッ素系化合物 ベンゼン	脂肪族アミド フッ素系化合物 ベンゼン	脂肪族アルデヒド 酢酸 フルフラール ブチロラクトン ベンゼン	脂肪族アルデヒド 酢酸 トリメチルシラノール 鎖状ジメチルシロキサン フルフラール ブチロラクトン ジヒドロフラン ベンズアルデヒド アセトフェノン	トリメチルシラノール シロキサンまたは 有機シリコン ノナン酸 ブチルヒドロキシトルエン フタル酸ジエチル フタル酸ジブチル アミン系化合物(推定) 芳香族系化合物(推定)

### (3) 測定結果

弊社クリーンルーム仕様の「プレノヒータ」, 「エネサーモ®-PH」, 「エネサーモ® CR」, ならびに汎用の「エネサーモ®」と、他社製の「シリコンラバーヒータ」のアウトガス発生量を表2に示します。

プレノヒータは250℃でも発生量は少量です。

### 4. おわりに

半導体やFPDの製造環境のクリーン度の要求はさらに厳しくなると思われます。今後も、ユーザー各位のご意見をいただき、製品の開発・改良に努めていきたいと考えます。

本製品に関するお問い合わせは、高機能製品事業本部 無機断熱材技術開発部までお願いいたします。

\* TOMBO はニチアス(株)の登録商標です。

\* エネサーモ, プレノヒータはニチアス(株)の登録商標です。

\* プレノヒータは特許登録されています。(特許第3752583号)

\* 本稿の規格値以外の数値は参考値であり、保証値ではありません。