

仕 様 書

機 器 名：高温熱膨張計（水平式熱膨張計）

数 量：一式

納入場所：地方独立行政法人京都市産業技術研究所 4階 403 窯業機器分析室
（京都市下京区中堂寺栗田町9-1 京都リサーチパーク9号館南棟）

納入期限：令和9年3月31日（水）

1 機器の概要

高温熱膨張計（水平式熱膨張計）は、1600℃対応の炉と、2000℃対応の炉を組み合わせたシステムである。本システムは、材料の膨張率を調べることができる。また、ナノメートル級分解能と、微小荷重を一定に保つアクティブ荷重制御機能に加えて応範囲の変位を測定することができ、超高温下でも試料に変形を与えずに収縮挙動を捉える機能を有することから、セラミックス材料及び金属材料において、焼結プロセスの最適化用途に活用することができる。測定データから焼結挙動の最適化解析が可能なシミュレーション機能も有している。

2 機器の構成

- （１）検出部
- （２）ヒーター部
- （３）高温ヒーター部
- （４）制御・解析部
- （５）その他機能部

3 必要とする規格及び性能条件

（１）検出部

- ア 測定方式 : 水平式（横型）の押し棒式熱膨張計であること。
- イ 検出機構 : 光電子式（光学式）エンコーダーを用いた高精度変位検出システム（NanoEye等）を有すること。
- ウ 変位測定範囲 : $\pm 10,000 \mu\text{m}$ （ $\pm 10\text{mm}$ ）以上であること。
- エ 変位分解能 : 1nm以下であること。
- オ 荷重制御 : 試料に対する接触荷重（測定圧）は、10mN～3Nの範囲で設定可能であること。
- カ 測定雰囲気 : 真空密閉構造を有し、真空、不活性ガス、大気（酸化性）の各雰囲気での測定が可能であること。

（２）ヒーター部

- ア 加熱炉方式 : 強制空冷式のSiC炉であること。
- イ 測定温度範囲 : 室温～1600℃の範囲で測定可能であること。
- ウ 測定雰囲気 : 1600℃までの大気（酸化性雰囲気）及び不活性雰囲気での測定に対応すること。
- エ 構造 : (3)の高温ヒーター部とともにダブルファーネスシステムを構成し、容易に切り替えて使用できること。

(3) 高温ヒーター部

- ア 加熱炉方式 : 水冷式のGraphite（黒鉛）炉であること。
- イ 測定温度範囲 : 室温～2000℃の範囲で測定可能であること。
- ウ 測定雰囲気 : 2000℃までの不活性ガス雰囲気、還元性雰囲気及び真空での測定に対応すること。

(4) 制御・解析部

- ア ハードウェア : 装置の制御、データ収集、解析を行うための専用PC及びモニターを有すること。専用PCは、Windows 11 Pro、CPU Core i5（14コア、最大5.0GHz）以上、メモリ16GB以上、ストレージ1TB SSD、DVD±RWドライブ等を有する十分なスペックであること。また、遠隔での解析に対応するために、必要なスペックを有するノートパソコンを有すること。
- イ 基本ソフトウェア : 測定結果からガラス転移点、軟化点、焼結ステップなどを自動的に評価する機能（AutoEvaluation等）や、データベースのデータと比較して未知試料の特定や品質管理をサポートするソフトウェア（Identifyソフトウェア等）を有すること。
- ウ 速度制御焼結機能 : 測定中の試料の収縮速度が一定になるように加熱速度を動的かつ自動的に制御し、焼結プロセスを最適化できるソフトウェア（RCSソフトウェア等）を有すること。
- エ 反応速度論解析 : 測定データから反応速度論（カインेटクス）解析を行い、ユーザーが指定した任意の温度プロファイルにおける焼結挙動や収縮率のシミュレーション・予測計算が可能な専用解析ソフトウェア（Kinetics NEOソフトウェア等）を有すること。

(5) その他機能部

- ア 真空・雰囲気制御 : 手動タイプの真空置換ユニット、装置内蔵型のマスフローコントローラー及び酸素除去システム（OTS等）を有すること。
- イ サンプルホルダー : Al2O3製及びGraphite製のサンプルサポートを有すること。
- ウ 標準試料 : Al2O3標準試料一式及びGraphite標準試料一式を有すること。
- エ 融着防止板 : Al2O3製及びGraphite製の融着防止板を有すること。
- オ SiC炉用ヒーターエレメント、SiC炉用熱電対（TypeS等）、Graphiteプロテクティブチュー

ブ及び熱電対保護キャップを有すること。

カ 試料加工 : 膨張測定用の試料を加工する簡易切断機を有すること。

キ 冷却設備 : 試料冷却用の冷却水の安全機構（漏水センサー）を有すること。

4 契約条件

（１）保証期間・研修等

ア 搬入、設置及び調整等に係る費用は、全額納品者の負担とする。

イ 搬入時は、当所内の床、壁等の破損を防ぐこと。必要に応じて養生等を行うこと。

当所の建物、設備などに損傷を与えた場合は、納品者の責任において、原状に復すること。

ウ 本設備が正常に作動するように検収後１年間は無償保証期間とし、無償で点検・調整を行うこと。（各種消耗部材を除く）。

エ 検収後６年間（上記ウ期間含む）は、無償で高温度熱膨張計の保守点検（年１回の頻度）を行うこと。

オ 検収は設置場所で職員立会いの下で行うこと。

カ 本機器の操作等に関する関係職員に対する研修内容、方法、期間等については納品者と協議のうえ決定するものとする。

（２）補償等

ア 設置後に仕様書に違反していることが判明した場合には、速やかに対応することとし、違反が修正できない場合は契約完了後でもこれを解除する。

イ 設置・撤収・建造物回復などに要する費用は全て納品者が負担するものとし、既存装置については下取りすること。その他、地方独立行政法人京都市産業技術研究所への補償については別途協議して決定するものとする。

5 参考機種

ネッチ（NETZSCH） 水平式熱膨張計DIL502Expedis Select（Single）と同等品若しくはそれ以上。