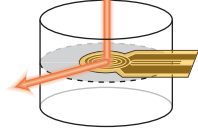
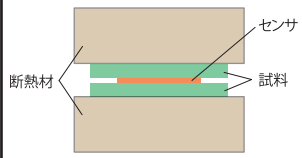
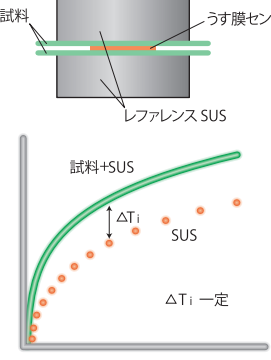




測定モジュール

品名	異方性測定キット（ソフト付）	スラブ測定キット（ソフト付）	うす膜測定キット（ソフト付）	比熱容量測定キット（ソフト付）
品目コード	12-00979-01 ～ 12-00979-15	12-00994	12-00975-01 ～ 12-00975-03	12-00983
対応機種	TPS 2500 S TPS 1500	TPS 2500 S TPS 500 S	TPS 2500 S	TPS 2500 S TPS 1500 TPS 500 S
測定範囲 ^{注11}	熱伝導率(W/mK)： 0.05～500 (TPS 2500 S) 0.1～150 (TPS 1500) 熱拡散率(mm²/s)： 0.1～150 (TPS 2500 S) 0.1～75 (TPS 1500)	熱伝導率(W/mK)： 10～500 ^{注12} (TPS 2500 S) 5～200 (TPS 500 S)	熱伝導率(W/mK)：0.05～2	
再現性	熱伝導率：6%以内 ^{注13} 熱拡散率：15%以内 ^{注13}	熱伝導率：2%以内 ^{注13} (TPS 2500 S) 熱拡散率：5%以内 ^{注13} (TPS 2500 S)	熱伝導率：3%以内	
試料サイズ	厚さ： 2mm以上 (TPS 2500 S) 3mm以上 (TPS 1500) 直径： 2mm以上 (TPS 2500 S) 13mm以上 (TPS 1500)	厚さ： 0.1～10mm 直径： 50mm (TPS 2500 S) 12mm以上 (TPS 500 S)	厚さ：0.02～0.5mm 直径：30mm以上	厚さ： 5mm (TPS 2500 S / TPS 1500) 直径： 20mm (TPS 2500 S / TPS 1500)
測定条件 ^{注11}	試料の比熱容量のインプットが必要	試料厚さと使用するセンサ半径が 次の関係式を満たす必要あり 0.03125<h/a<0.79836 (h：試料厚さ、a：センサ半径)		
備考	センサ面に対して法線方向 λ_y, α_y  センサ面に対して平行方向 λ_x, α_x $\rho C_p \dots$ 既知 $\lambda_m = \sqrt{\lambda_x \lambda_y} \quad (1)$ $\alpha_m = \alpha_x$ なので $\rho C_p = \frac{\lambda_x}{\alpha_x} = \frac{\lambda_y}{\alpha_y} \quad (2)$ $\rho C_p, \lambda_m, \alpha_m$ から $\alpha_x, \lambda_x, \alpha_y, \lambda_y$ を求める	断熱材  上下面を断熱材で絶縁している 熱は主として、平面方向に伝播する 測定条件 0.03125 < h/a < 0.79836 試料厚さ 使用センサの半径	試料 うす膜センサ レファレンス SUS  試料+SUS SUS ΔT_i 一定 $Q = qA = \frac{\Delta T_i}{\delta} \lambda A \quad \text{—— 加熱面積}$ 試料厚さ 試料の熱伝導率	均圧板 断熱材 センサ付試料ホルダ (試料を入れる) ホルダのみ $P_h = \{ (mc_p)_h + Q \} \times \left(\frac{\Delta T}{\Delta t} \right)$ ホルダ+試料 $P_{(s+h)} = \{ (mc_p)_h + (mc_p)_s + Q \} \times \left(\frac{\Delta T}{\Delta t} \right)'$ ホルダの熱容量は既知で熱損失が等しいと仮定すると $Q = Q'$ $(mc_p)_s = \frac{P_{(h+s)}}{\left(\frac{\Delta T}{\Delta t} \right)'} - \frac{P_h}{\left(\frac{\Delta T}{\Delta t} \right)}$

注11：試料特性・形状、使用センサ等により異なります。
注12：一定の条件を満たせば1～10 W/mKも可
注13：センサRTK50 φ13使用時

ホットディスク法
熱物性測定装置



TPS 2500 S



TPS 1500



TPS 500 S



TPS 500

KEM 京都電子工業株式会社

東 京 支 店 〒162-0842 東京都新宿区市谷砂土原町2-7-1 (03)5227-3151 FAX (03)3268-5591
仙 台 営 業 所 〒983-0852 仙台市宮城野区榴岡4-12-12 (022)207-3800 FAX (022)207-3802
大 阪 支 店 〒540-0008 大阪市中央区大手前1-7-31 (06)6942-7373 FAX (06)6942-9898
名古屋営業所 〒460-0008 名古屋市中区栄2-2-17 (052)209-5862 FAX (052)209-5863
九 州 支 店 〒812-0012 福岡市博多区博多駅中央街4-8 (092)473-4001 FAX (092)473-4003
北九州営業所 〒804-0003 北九州市戸畑区中原新町1-2 (093)861-2525 FAX (093)861-2250
本 社 ・ 工 場 〒601-8317 京都市南区吉祥院新田二の段町68 (075)691-4121 FAX (075)691-4127
第 二 工 場 〒601-8317 京都市南区吉祥院新田二の段町56-2 (075)691-4122 FAX (075)691-9961
第 三 工 場 〒601-8317 京都市南区吉祥院新田二の段町74 (075)691-4121 FAX (075)691-4127
九 州 研 究 所 〒804-0003 北九州市戸畑区中原新町1-2 (093)861-2131 FAX (093)873-1790

■修理・点検のお問い合わせは… 東日本カスタマーサポート（東京）(03)5227-3154 FAX (03)3268-5592
東日本カスタマーサポート（仙台）(022)207-3801 FAX (022)207-3802
西日本カスタマーサポート（名古屋）(052)209-6875 FAX (052)209-5863
西日本カスタマーサポート（京都）(075)691-4125 FAX (075)691-9536
西日本カスタマーサポート（大阪）(06)6942-7474 FAX (06)6942-9898
西日本カスタマーサポート（周南）(0834)34-5373 FAX (0834)34-5374
九州カスタマーサポート（北九州）(093)861-2990 FAX (093)861-2250
九州カスタマーサポート（福岡）(092)473-4002 FAX (092)473-4003

 安全にお使いいただくために
●ご使用前に取扱説明書をよくお読みの上、正しくお使いください。
表示された正しい電源・電圧でお使いください。



●製品の定格及びデザインは改善のため予告なく変更することがあります。 1901-13-YI

KYOTO ELECTRONICS
MANUFACTURING CO.,LTD.
<http://www.kyoto-kem.com>

製造元 Hot Disk AB

KYOTO ELECTRONICS
MANUFACTURING CO.,LTD.

熱伝導率 熱拡散率 比熱容量 を迅速測定！

TPS 2500 S / 1500 / 500 S / 500 ホットディスク法熱物性測定装置は、固体または液体の熱伝導率および熱拡散率を直接測定し、これらの測定値から体積あたりの比熱容量を算出できます。熱伝導率および熱拡散率の測定は、新素材の研究や開発、各種材料の応用や用途開発、製品の性能評価や品質管理などに広く用いられています。また、オプションの測定モジュールを用いることにより、異方性のある材料、高熱伝導率の薄板材料（スラブ）およびフィルム状のうす膜材料の測定ができます。

特 長

1) 高熱伝導率の測定

今まで高価なレーザーフラッシュ法でしか測定できなかった金属、合金、セラミックスなどの高熱伝導率材料の熱伝導率を簡単に測定できます。

2) 熱拡散率の測定

熱伝導率と同時に熱物性値の1つである熱拡散率を測定し、さらに単位体積あたりの比熱容量を算出することができます。

3) 絶対値測定

厳密な非定常面熱源法の理論に基づき、熱伝導率と熱拡散率の絶対値を測定します。

4) 高精度

測定の再現性は 熱伝導率：2%以内
熱拡散率：5%以内
(TPS 2500 S / 1500 使用時)

5) ワイドな測定レンジ

各種サイズのセンサを用いることにより熱伝導率は 0.005W/mK(断熱材など) から500W/mK程度（金属など）まで測定できます。（TPS 2500 S 使用時）

6) ワイドな測定温度域

豊富なセンサ群により種々の温度域での測定ができます。

7) 豊富なオプション測定モジュール

異方性、スラブ、うす膜および比熱容量などの測定モジュールがあります。

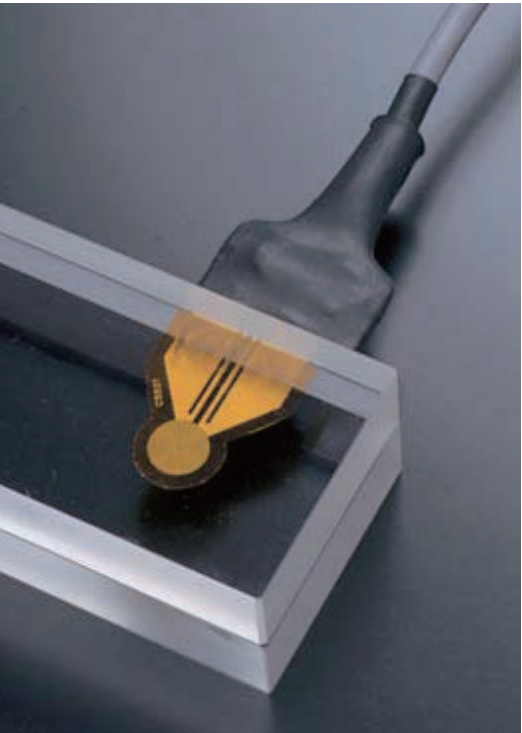
8) ISO 22007-2に準拠

TPS 2500 Sおよび1500は、ISO 22007-2
“Plastics - Determination of thermal conductivity and thermal diffusivity - Part2 : Transient plane heat source (hot disc) method”
に準拠しています。

用 途

- 均質な固体（試料は2個必要）、液体、粉体
- 金属、合金、ファインセラミックス、耐火物、プラスチックなど
- 工業用、建材などの幅広い材料

上記材料の熱伝導率 (W/mK)、熱拡散率 (mm²/s)、単位体積あたりの比熱容量 (MJ/m³K) などを測定または算出します。



▲石英ガラスの熱伝導率と熱拡散率を測定

ステンレス・スチール試料の測定結果

回 数	熱伝導率λ (W/mK)	熱拡散率α (mm ² /s)
1	13.94	3.67
2	13.89	3.64
3	13.93	3.61
4	13.88	3.75
5	13.96	3.63
平 均	13.92	3.66
標準偏差	0.03	0.06
変動係数	0.2%	1.5%

アルミニウムのテスト試料の測定結果

回 数	熱伝導率λ (W/mK)	熱拡散率α (mm ² /s)
1	159.1	63.8
2	154.6	67.2
3	154.8	70.5
4	158.0	66.1
5	160.2	60.6
平 均	157.3	65.6
標準偏差	2.5	3.7
変動係数	1.6%	5.7%

No	試 料			使用 センサ	条 件			結 果		
	名 前	サイズ (mm ²)	厚さ (mm)		締付け N・cm	Power (W)	Time (sec)	λ (W/mK)	α (mm ² /s)	ρcp (MJ/m ³ K)
1	シリコーンゴム	70×60	20	φ13	20	0.150	320	0.240	0.160	1.50
2	石英ガラス	150×60	20	φ13	40	0.6870	80	1.320	0.914	1.44
3	ジルコニア	150×60	20	φ13	50	1.1296	40	2.989	1.195	2.50
4	SUS304	150×120	70	φ13	50	2.2429	10	14.72	4.46	3.30
5	6-4黄銅	150×120	60	φ30	50	8.2172	10	124.3	46.04	2.70

ホットディスク法の測定原理

ホットディスク法（非定常面熱源法）により試料の熱物性値（熱伝導率λ、熱拡散率α、単位体積あたりの比熱容量ρcp）を測定する方法は、Fig.1のようにセンサを2個の試料で挟み込みセンサに一定の電流を流し発熱させて、センサの温度上昇から熱特性を解析します。

センサは、ニッケルが2重スパイラル構造になっていて温度変化をセンサの電気抵抗変化として捉えることができます。センサに定電流を印加した時に得られるセンサからの信号は、Fig.2のようになります。

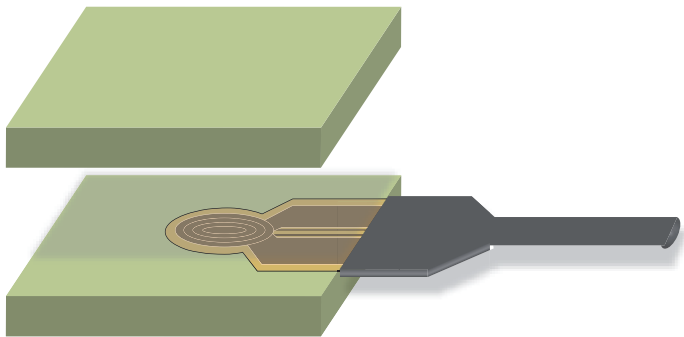


Fig.1 ホットディスク法による試料のセットアップ

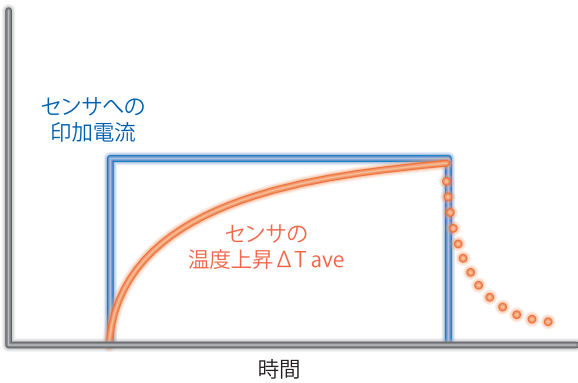


Fig.2 印加電流とセンサ信号の時間変化

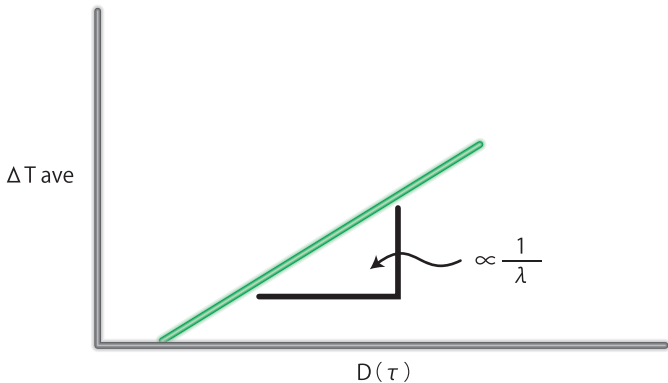


Fig.3 昇温カーブとD(τ)の関係

センサの温度上昇ΔT_aveは、理論的に次式のように表わされます。

$$\Delta T_{ave}(\tau) = \frac{P_o}{\pi^2 r \lambda} \cdot D(\tau) \cdots (1)$$

- ここで、Po：センサに加えられる一定電力〔W〕
r：センサの半径〔m〕
λ：試料の熱伝導率〔W/mK〕
τ：√α・t/r²で定義される無次元パラメータ
α：試料の熱拡散率〔mm²/s〕
t：測定時間〔sec〕
D(τ)：無次元化されたτの関数

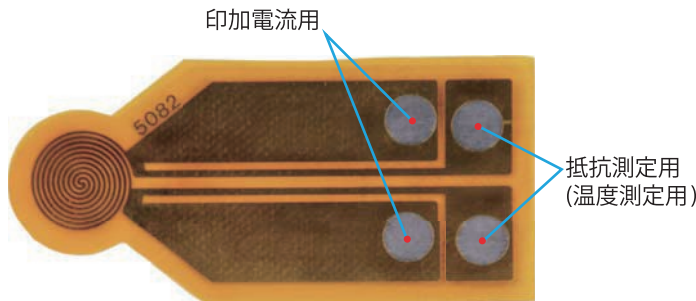


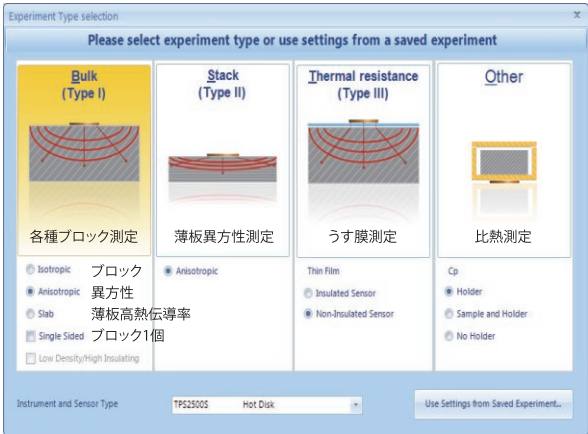
Fig.2の昇温グラフの横軸のスケールをD(τ)「時間と試料の熱拡散率αの関数」にすると、Fig.3のようになります。この直線の勾配が試料の熱伝導率λに反比例することが式(1)より分かります。このようにして試料のαとλを求めることができます。

センサはニッケルの2重スパイラル構造になっています。ここでニッケルを使用しているのは、温度変化に対する抵抗変化(TCR)が大きいからです。すなわち感度が一番良いからです。センサに4つの電極があり、そのうち2つは印加電流を通電するためのものであり、他の2つの電極はスパイラル両端の抵抗を測定するものです。

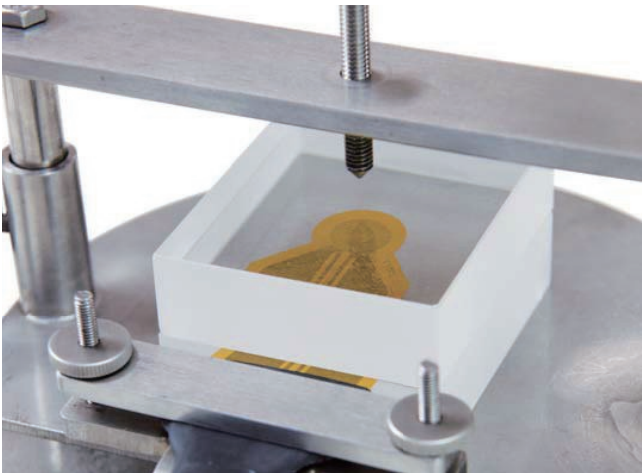
ホットディスク法熱物性測定装置は、スウェーデンのチャルマース工科大学のDr.Gustafssonによる15年の研究成果を取り入れ、同国の熱物性値測定分野を専門にするHot Disk社で商品化された製品です。

熱物性測定装置のモニタ画面例

測定手法の選択 (例:TPS 2500 S)



各部の名称



シリーズ最上位機種

建築材料、断熱材等の測定に

品質管理の用途に

シリーズ低コスト版

基本仕様

型式		TPS 2500 S	TPS 1500	TPS 500 S	TPS 500
測定方法		非定常面熱源法に基づくホットディスク法(TPS)			
測定対象		固体、液体、粉体、ペースト類、グelled試料、発泡体等	固体、粉体、ペースト類、発泡体等	固体、粉体、ペースト類、グelled試料、高粘性液体等	固体、粉体、ペースト類、グelled試料等
測定項目		熱伝導率、熱拡散率、単位体積あたりの比熱容量 (比熱容量は熱伝導率と熱拡散率より算出)			
測定モジュール ^{注1}	標準等方性	○	○	○	○
	異方性	△	△	×	×
	スラブ	△	×	○	×
	うす膜	△	×	×	×
	1-dimensional	○	○	○	×
	比熱容量	△	△	○ ^{注2}	×
	Structural Probe	○	×	×	×
測定範囲 ^{注3}	熱伝導率 ^{注4}	0.005~500 W/mK	0.01~50 W/mK	0.03~100 W/mK	0.03~100 W/mK
	熱拡散率 ^{注4}	0.1~100 mm ² /s	0.1~20 mm ² /s	0.02~40 mm ² /s	0.02~40 mm ² /s
	比熱容量 ^{注5}	最大5 MJ/m ³ K	最大5 MJ/m ³ K	0.1~4.5 MJ/m ³ K	0.1~4.5 MJ/m ³ K
測定時間	試料温度安定後1~1280秒		試料温度安定後20~1280秒	試料温度安定後2.5~2560秒	試料温度安定後2.5~2560秒
再現性 ^{注3}	熱伝導率	2%以内 ^{注4・注6}	2%以内 ^{注4・注6}	2%以内 ^{注4・注6}	2%以内 ^{注4・注6}
	熱拡散率	5%以内 ^{注4・注6}	5%以内 ^{注4・注6}	10%以内 ^{注4・注6}	10%以内 ^{注4・注6}
Accuracy (精確さ) ^{注3}	熱伝導率	5%以内			
温度範囲 ^{注7}		-20℃~750℃	-20℃~750℃	-100℃~300℃	-100℃~200℃
試料サイズ ^{注3・注4}	厚さ	2mm以上	3mm以上	3mm以上	3mm以上
	直径	2mm以上	13mm以上	8mm以上	13mm以上
対応センサ	センサー一覧をご参照ください				
電源	AC100~240V、50/60Hz				
寸法 (本体のみ)	約470(W)×490(D)×330(H)mm	約470(W)×490(D)×290(H)mm	約470(W)×490(D)×190(H)mm	約470(W)×490(D)×190(H)mm	
質量 (本体のみ)	約27kg	約27kg	約15kg	約15kg	

注1：表中の記号の意味は次のとおりです。

○：基本構成に含まれます。 △：オプション対応によりお使いいただけます。 ×：お使いいただくことができません。(オプション対応も不可)

注2：一部機能に限定されます。

注3：試料特性・形状、測定モジュール、使用センサ等により異なります。

注4：標準等方性測定によるものです。他の測定モジュールについては、測定モジュールの項をご参照ください。

注5：熱伝導率と熱拡散率より算出します。

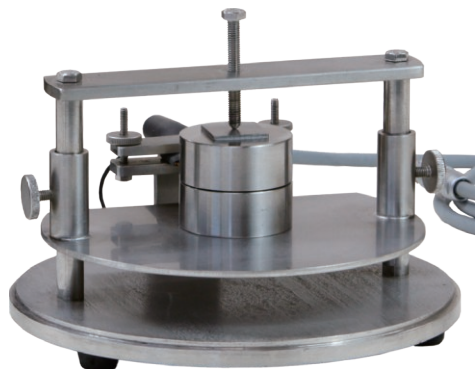
注6：センサーRTK50 の13使用時のデータです。

注7：室温以外の測定には別途恒温器・電気炉等が必要です。

仕様は改良のため予告なく変更になることがあります。

標準構成品

型式	TPS 2500 S	TPS 1500	TPS 500 S	TPS 500
本体	1台	1台	1台	1台
ノートパソコン (TPSシリーズ制御用ソフトウェアインストール済)	1台	1台	1台	1台
USBケーブル	1本	1本	1本	1本
電源ケーブル	1本	1本	1本	1本
室温用標準試料ホルダ	1式	1式	1式	1式
保護カバー			－	－
スラブ試料ホルダ			1式	－
検証用試料(SUS)	1組(2個組)	1組(2個組)	1組(2個組)	1組(2個組)
センサ	センサRTKシリーズから任意の1本 (指定なき場合はセンサRTK50 φ13が付属)	センサRTKシリーズから任意の1本 (指定なき場合はセンサRTK50 φ13が付属)	センサRTK50 φ4、φ7、φ13 各1本	センサRTK50 φ7、φ13 各1本



▲室温用標準試料ホルダに試料とセンサをセット

センサ一覧

品名	品目コード	センサ仕様		型式／測定モジュール												
				TPS 2500 S					TPS 1500			TPS 500 S			TPS 500	
		被膜材質	使用温度範囲	標準等方性	異方性	スラブ	うす膜	比熱容量	標準等方性	異方性	比熱容量	標準等方性	スラブ	比熱容量	標準等方性	
センサRTK50 φ4	64-00448	ポリイミド	0～50℃	○	×	○	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×
センサRTK50 φ7	64-00448-01			○	○	○	×	×	×	○	○	×	○	○	○	○
センサRTK50 φ13	64-00448-02			○	○	○	×	×	×	○	○	×	○	○	○	○
センサRTK50 φ20	64-00448-03			○	○	○	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×
センサRTK50 φ30	64-00448-04			○	○	○	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×
センサRTK50 φ60	64-00448-05			○	○	○	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×
センサRTK180 φ4 ^{注8}	64-00446	ポリイミド	0～180℃	○	×	○	×	×	×	×	×	○	○	○	×	
センサRTK180 φ7 ^{注8}	64-00446-01			○	○	○	×	×	×	○	○	×	○	○	○	○
センサRTK180 φ13 ^{注8}	64-00446-02			○	○	○	×	×	×	○	○	×	○	○	○	○
センサRTK180 φ20 ^{注8}	64-00446-03			○	○	○	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×
センサRTK180 φ30 ^{注8}	64-00446-04			○	○	○	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×
センサRTK180 φ60 ^{注8}	64-00446-05			○	○	○	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×
センサHTK φ4 ^{注9}	12-00980	ポリイミド	230℃以下	○	×	△	×	×	×	×	×	○	△	△	×	
センサHTK φ7 ^{注9}	12-00980-01			○	△	△	×	×	×	○	△	×	○	△	△	○
センサHTK φ13 ^{注9}	12-00980-02			○	△	△	×	×	×	○	△	×	○	△	△	○
センサHTK φ20 ^{注9}	12-00980-03			○	△	△	×	×	×	○	△	×	×	×	×	×
センサHTK φ30 ^{注9}	12-00980-04			○	△	△	×	×	×	○	△	×	×	×	×	×
センサHTK φ60 ^{注9}	12-00980-05			○	△	△	×	×	×	○	△	×	×	×	×	×
センサHTM φ7 ^{注9}	12-00951	マイカ	730℃以下	○	△	△	×	×	○	△	×	×	×	×	×	
センサHTM φ13 ^{注9}	12-00951-01			○	△	△	×	×	×	○	△	×	×	×	×	×
センサHTM φ20 ^{注9}	12-00951-02			○	△	△	×	×	×	○	△	×	×	×	×	×
センサHTM φ30 ^{注9}	12-00951-03			○	△	△	×	×	×	○	△	×	×	×	×	×
センサHTM φ60 ^{注9}	12-00951-04			○	△	△	×	×	×	○	△	×	×	×	×	×
うす膜センサTFS50	64-00442	熱電素子		×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	
うす膜センサTFS180	64-00442-02			×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	
比熱センサ	64-00478			×	×	×	×	○	×	×	×	○	×	×	×	×

○：使用可 ×：使用不可 △：ご購入前にデモ又は受託試験により確認必要

注8：センサRTK180シリーズのご使用に際しては、別途アダプタケーブルが必要です。

注9：センサHTKシリーズ及びセンサHTMシリーズには、ケーブルが付きません。別途センサホルダ又は高温用試料ホルダが必要です。

その他のオプション

品名	品目コード	内容
保護カバー	63-00601	・TPS 500 S及びTPS 500用オプション (これらの機種には保護カバーは標準付属されませんが、オプションとしてご購入いただけます)
LEMO-to-LEMO-FPアダプタケーブル	64-01245	・センサRTK180シリーズ使用の際、TPS本体との接続に必要
LEMO-to-LEMO延長ケーブル	64-01246	・センサケーブルの延長ケーブル
電気炉 ^{注10}	-	・高温域での測定(～300℃) ・温度上限：300℃ ・加熱時間(室温→300℃)：Ca 25分 ・寸法：高さ300mm、幅292mm、奥行320mm ・制御器：Eurotherm 2416 ・TPSシリーズ制御用ソフトウェアからの制御可 ・推奨センサ：HTKシリーズ又はRTK180シリーズ
PEEKセンサホルダ ^{注10}	-	・センサHTKシリーズを電気炉にて使用する際に必要なセンサホルダ(温度上限300℃)
PEEK+センサホルダ ^{注10}	-	・センサHTKシリーズを電気炉にて使用する際に必要なセンサホルダ(温度上限400℃)
MACOR [®] センサホルダ ^{注10}	-	・センサHTKシリーズを電気炉にて使用する際に必要なセンサホルダ(温度上限750℃)
低温用試料ホルダ ^{注10}	-	・液体窒素浸漬用に設計された試料ホルダ ・-196℃までの対応可 ・内部ヒーター、温度センサ付 ・粉体・固体用試料ホルダを使用 ・最大試料サイズ：φ60mm

注10：ご用命の際はご相談ください。

MACOR®はCorning Incorporated, Corning, NY 14831の登録商標です。