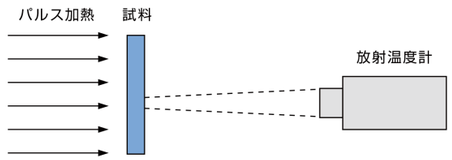
■測定原理

断熱保持された試料の表面に、エネルギー密度が均一なレーザビームをパルス状に照射加熱し、試料裏面の温度上昇曲線を解析することにより熱拡散率を求めることが出来ます。
また、参照試料と測定試料を同時に均一照射加熱し、両試料裏面の温度上昇を比較することから比熱を求めることができます。
この時の温度変化は赤外放射温度計により高速かつ高精度に計測し、これをコンピュータで記録解析します。

●熱拡散率

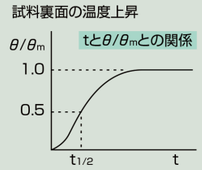
レーザフラッシュ法による測定の理想条件を仮定すると、試料面の温度応答と熱拡散率の関係が得られます。



右図より$\theta/\theta_m=1/2$に達するまでの時間を$t_{1/2}$とすれば、熱拡散率αは、

$$\alpha=0.1388L^2/t_{1/2}$$

で算出されます。



θ ：試料の温度上昇幅
θ_m ：試料の温度上昇最大値
α ：試料の熱拡散率
$t_{1/2}$ ：θが$1/2\theta_m$に達するまでの時間
t ：レーザ照射してからの時間
L ：試料の厚さ

●比 熱

断熱保持された試料表面をレーザビームで照射加熱した場合の試料への入射エネルギーと試料の温度上昇の関係は、比熱の定義より右記のように表されます。

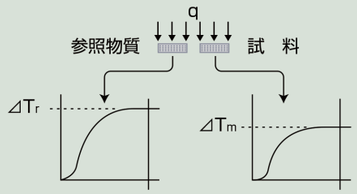
$$Aq=mC_p\Delta T$$

Cp ：比 熱
A ：表面積
q ：パルスレーザのエネルギー密度
m ：質 量
ΔT ：温度上昇

レーザフラッシュ示差熱量法では、表面および裏面が黒化された比熱既知の参照物質と試料に均一なパルスレーザビームを照射加熱します。その際の温度上昇は赤外放射温度計により非接触で測定されます。両試料が断熱保持されているとき、エネルギー密度qのレーザビームが均一に照射された場合の参照物質の温度上昇ΔT_rおよび試料の温度上昇ΔT_mは、両試料の照射面の吸収率が共通ならばそれぞれ右記のように表されます。

$$\Delta T_r=\left(\frac{A}{mC_p}\right)_r q \ , \ \Delta T_m=\left(\frac{A}{mC_p}\right)_m q$$

添字の r, mはそれぞれ、参照物質及び試料を表しています。



従って、試料の比熱C_{pm}は、参照物質のC_{pr}が既知で温度上昇比が測定されれば次式より求まります。

$$C_{pm}=\frac{A_m\ m_r\ \Delta T_r}{A_r\ m_m\ \Delta T_m}C_{pr}$$

●熱伝導率

熱伝導率λは、試料の密度ρが既知であれば、熱拡散率の定義式に基づいて次式で算出されます。

$$\lambda=\rho C_p\alpha$$

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)5227-3153	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

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

安全にお使いいただくために
●ご使用の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。

Laser Flash Thermophysical Properties Analyzer

レーザフラッシュ法熱物性測定装置

LFA-502

- ●レーザビームのエネルギー分布の均一化を実現
- ●高速・高精度の温度目盛付放射温度計を装備
- ●熱拡散率と比熱の同時測定を実現
- ●室温から高温までの熱伝導率を手軽に測定

LFA-502

京都電子工業株式会社

■ 概 要

材料の熱特性評価や熱設計などに必要な熱物性値には、熱拡散率や比熱や熱伝導率などがあります。 これらの熱物性値を精度よく測定するために、有効な一つの方法として、レーザフラッシュ法があります。
レーザフラッシュ法により熱拡散率と比熱を同時に測定する技術は、フラッシュ法が創始された1961年以来試みられてきましたが、種々の装置を設備しなければならないこと、同一条件での測定が困難であること、測定に時間が掛かることなどがあって、世界的に普及するまでには至りませんでした。
このたび開発したレーザフラッシュ法の装置は、熱拡散率と比熱を同時に非常に精度よく測定することを目的に、独立行政法人・産業技術総合研究所・計測標準研究部門の技術指導を受けて設計製作したものです。
この目的に対して、レーザフラッシュ法の原理に起因する誤差を軽減するために、
① 光ファイバーによるレーザビームのエネルギーを均一化する。
② 温度目盛を備えた高速度赤外放射温度計によって、試料裏面の温度変化を測定する。
③ カーブフィッティング法を用いて熱拡散率を算出する。
④ レーザフラッシュ示差熱量法を用いて比熱を測定する。
などの各要素技術が開発されました。
LFA-502レーザフラッシュ法熱物性測定装置は、これら全ての技術を基に熱拡散率と比熱を同時に測定し、さらに熱伝導率を算出することにより、一台の装置で3つの熱物性値の測定が可能です。

■ 用 途

JIS R1611-1997「ファインセラミックのレーザフラッシュ法による、熱拡散率・比熱容量・熱伝導率試験方法」の熱拡散率試験方法、JIS H7801-2005「金属のレーザフラッシュ法による熱拡散率測定方法」に準拠した装置です。熱伝導率の値は、比熱をレーザフラッシュ示差熱量法により測定して、計算により求めます。

●高熱伝導率セラミックスの開発・性能評価・品質管理等における熱物性値の測定。
●金属・セラミックス・半導体・炭素系素材等の熱拡散率や熱伝導率の高精度測定。

■ 性 能

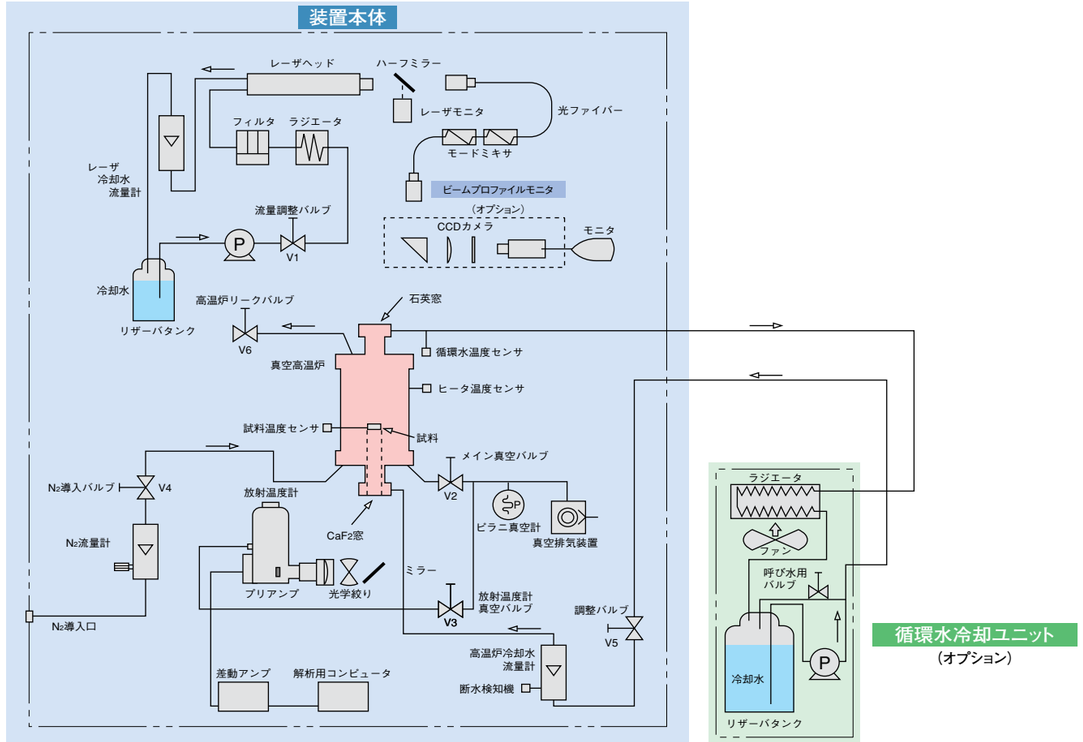
標準試料としては、(財)ファインセラミックスセンターが標準試料として領布しているTD-AL多結晶アルミナ、及び産業技術総合研究所が標準物質候補として評価中のGC・1Cグラッシーカーボンなどがあります。本装置の性能は、これらの標準試料を用いて評価試験を行っています。

■ 特 徴

1.産業技術総合研究所の標準熱拡散率測定装置と同等の基本性能が確認されています。*1
2.産業技術総合研究所において開発された種々の要素技術*2を実現し、信頼性が向上しました。
3.パルス加熱用レーザビームのエネルギー分布を均一化し*3、精度が向上しました。
均一化の状態はコンピュータ画像で確認出来るため、調整が容易です。
4.非線形的に変化する(プランクの放射則)放射輝度を温度変化に変換することを実現し*4、その結果として低温度域(室温～200℃)の温度精度0.5K以上が実現されています。
5.データ解析には、カーブフィッティング法が採用されています*5。このことにより熱損失補正等の高度な解析が可能となりました。
6.参照物質と試料を同時に均一照射加熱することにより、熱拡散率と比熱を同時に測定することが可能になりました*6。

REFERENCES
*1 M.Ogawa, K.Mukai, T.Baba; in Proc.19th Netsu Bussei Symposium(Fukuoka, 1998).
*2 T.Baba, A.Ono; in Proc. 4th Asian Thermophysical Properties Conference(Tokyo, 1995) 581.
*3 T.Baba, J.H.Hong, A.Ono; in Pro 2nd Asian Thermophysical Properties Conference (Sapporo, 1989)127
*4 T.Baba, M.Kobayashi, A.Ono; Netsu Bussei 7 (1993)156.
*5 A.Cezairliyan, T.Baba, R.Taylor; Int. Journal of Thermophysics, 15 (1994)317.
*6 特公平7-18828

■ 装置構成図



■ 基本仕様

項　目	仕　様
測定方式	レーザフラッシュ法による熱拡散率測定
	レーザフラッシュ示差熱量法(*1)による比熱測定
測定対象	セラミックス，金属
試料サイズ	φ10，φ5，厚さ：3mm～1mm(試料によって異なる)
測定項目	熱拡散率，比熱，熱伝導率(計算による)
測定範囲	熱拡散率：0.5～120mm^2 / s
	比　熱：0.1～2kJ / kgK
	熱伝導率：α，Cp，ρより算出
測定精度(繰返し精度)	熱拡散率：CV値で2%以内
	比　熱：CV値で3%以内
	熱伝導率：CV値で5%以内
測定精度(正確さ)	熱拡散率：±5%以内 (但し付属の試料を室温～700℃の範囲内で測定した場合)
	比　熱：±5%以内 (但し付属の試料を室温～700℃の範囲内で測定した場合)
	熱伝導率：－－－
測定温度範囲	室温～1500℃
ヒータ	C/Cコンポジット
到達真空度	0.1Pa以下
放射計の応答性	70kHz(-3dB)，遅延時間：3.5μs /パルス
放射計の受光素子	InSb
パルスレーザ	Nd-YAG1.06νm
レーザの出力/幅	3J/300μs，5J / 500νs
レーザビームの均一化	モードミキサ(*2)
データ解析ソフト	カーブフィッティング(CFP32 for Windows)(*3)
外形寸法	1250(W)×710(D)×2060(H)mm
重　量	約300kg
ユーティリティ	φ1/AC200V / 4kW，φ1/AC100V /1kW
	冷却水：3L / min以上

(*1)(*2)は独立行政法人 産業技術総合研究所 計測標準研究部門の特許です。
(*3)は独立行政法人 産業技術総合研究所 計測標準研究部門で開発されたものです。

■ オプション仕様

名　称	仕　様
循環水冷却ユニット LFA-CWCU	ユーティリティ：φ1/AC100V / 250W
	循環水流量：3L / min (標準配管長)
	貯水タンク容量：30L
	外形寸法：570(W)×450(D)×1140(H)mm
	重　量：約40kg (冷却水を除く)
ビームプロファイルモニタ LFA-BPM	CCD：モノクロ
	画像ソフトウェア：CCD Menu
	電源：ACアダプタ (各1)