



レーザフラッシュ放熱定数測定装置

レーザフラッシュ法熱定数測定装置：TC-7000H

(アドバンス理工株式会社)

本装置は、固体試料の熱拡散率、比熱容量、熱伝導率のいわゆる熱三定数を、レーザフラッシュ法により測定する装置です。

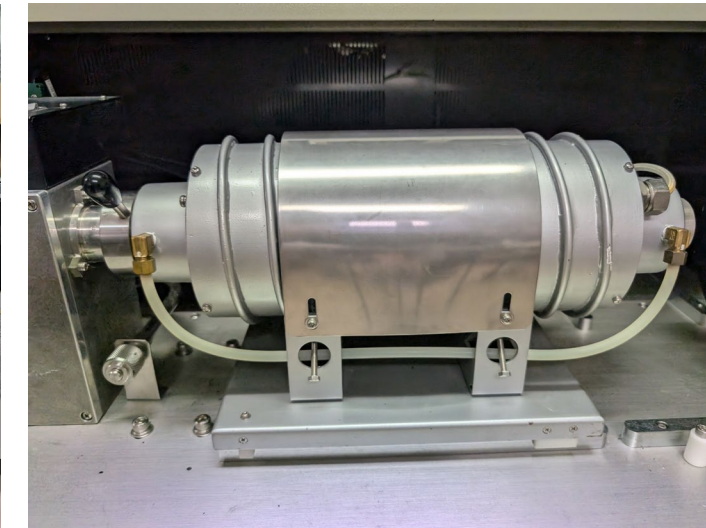
物質の比熱容量を C_p (J/g · K)、熱拡散率を α (cm² / sec.)、熱伝導率を λ (w/cm·k)、密度を ρ (g/cm³) とすると、 $\lambda = \alpha \cdot C_p \cdot \rho$ の関係があります。

本装置では、熱拡散率と、比熱容量を直接測定し、別途計測した密度と併せて、上式より熱伝導率を導きます。

- ✓ 金属、セラミックス、ガラス、カーボン、プラスチックなどの固形材料の熱定数が測定可能。
- ✓ 非定常法による測定で、装置制御が大幅に自動化されているため、従来の手法と比較し簡便かつ短時間で測定が見込める。
- ✓ レーザ照射による試料表面の温度上昇を高速信号記憶変換器により記憶するため、時間軸と温度軸の精度及び分解能が高く高精度の測定が可能。
- ✓ レーザ発振の瞬間検出機構が内蔵されているため、レーザ発振の瞬間を正確に測定でき、高熱伝導性試料でも精度よく熱拡散率を求められる。



装置全体外観



装置内測定部外観

測定可能温度域：1300 °C 程度

試料準備

- 標準的な試料寸法は 10 mm Φ × 1~3 mm
- 厚み 1~3 mm は熱拡散率により選択
熱拡散率が高い試料 (Al, Cu等) : 1.5 mm ~ 2.0 mm
熱拡散率が低い試料 (Zn, Sn等) : 1.0 mm 程度
- 試料の両端の平行度が高いほど望ましい
- 0.1mm Φ のR熱電対4~5cmを中心から3mmずらした位置にスポット溶接する



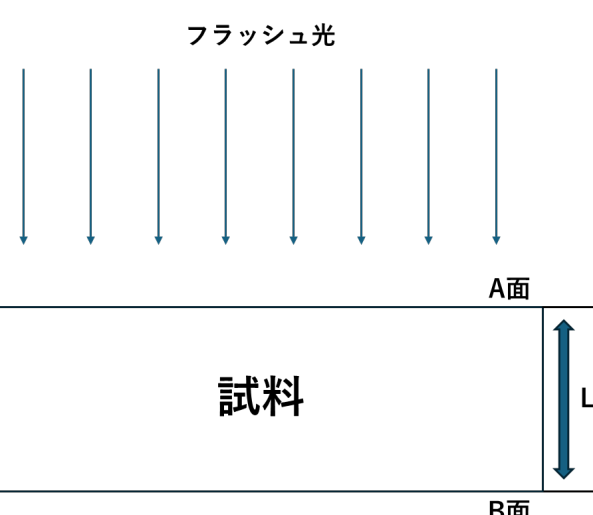
左：試料作成イメージ図 右：Ni試料

各種測定原理

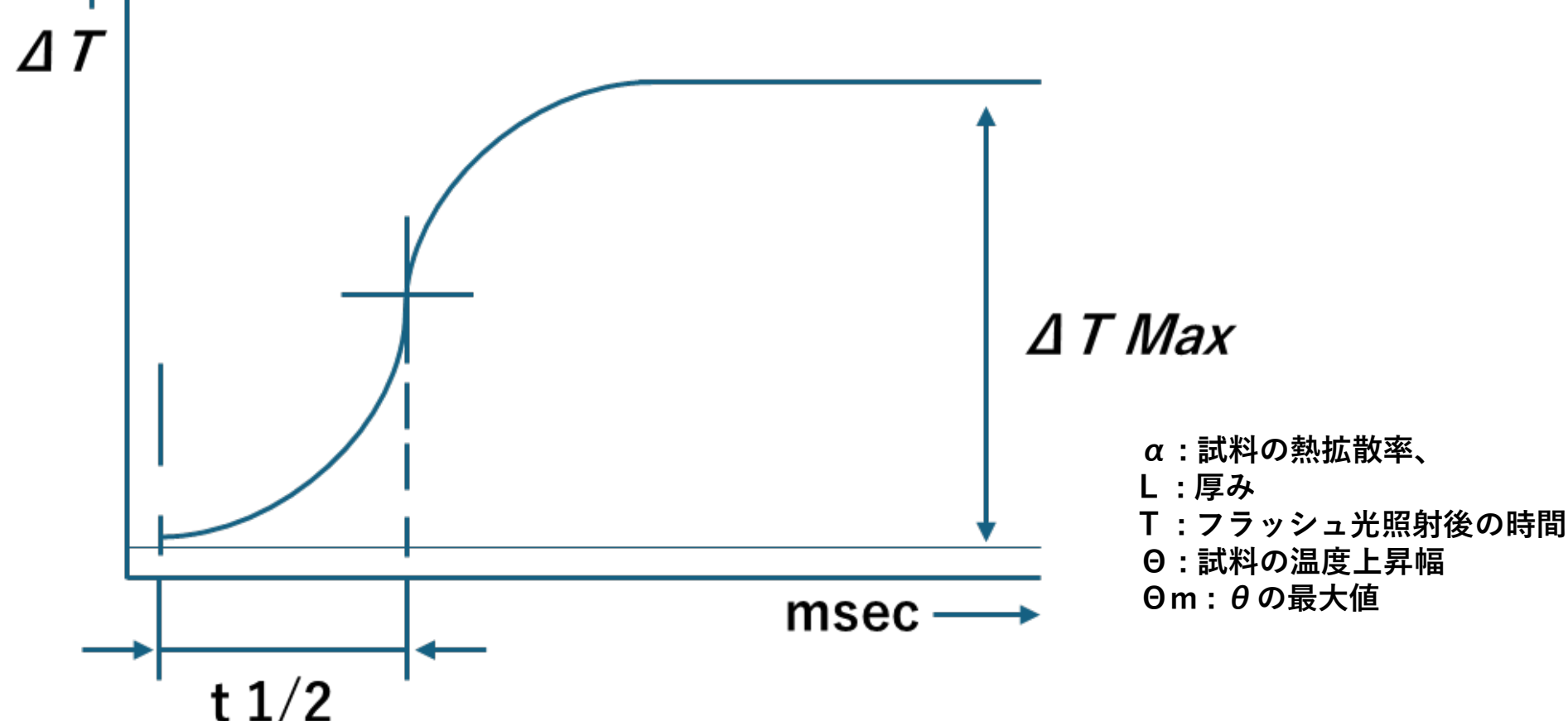
熱拡散率の測定原理

図1のA面に瞬時加熱し、試料中を1次元的に熱が伝わる場合、B面の温度上昇は以下の式で表されます。

$$\theta = \theta_m \{1 + 2 \sum (-1)^n \exp(-n^2 \pi^2 a t / L^2)\}$$



$a t / L^2 = 0.1388$ で $\theta / \theta_m = 0.5$ なので、 θ が θ_m の半分に達するまでの時間を $t_{1/2}$ とすれば、熱拡散率 α は、 $\alpha = 0.1388 L^2 / t_{1/2}$ となります。



α : 試料の熱拡散率、
L : 厚み
T : フラッシュ光照射後の時間
 θ : 試料の温度上昇幅
 θ_m : θ の最大値

熱伝導率の測定原理

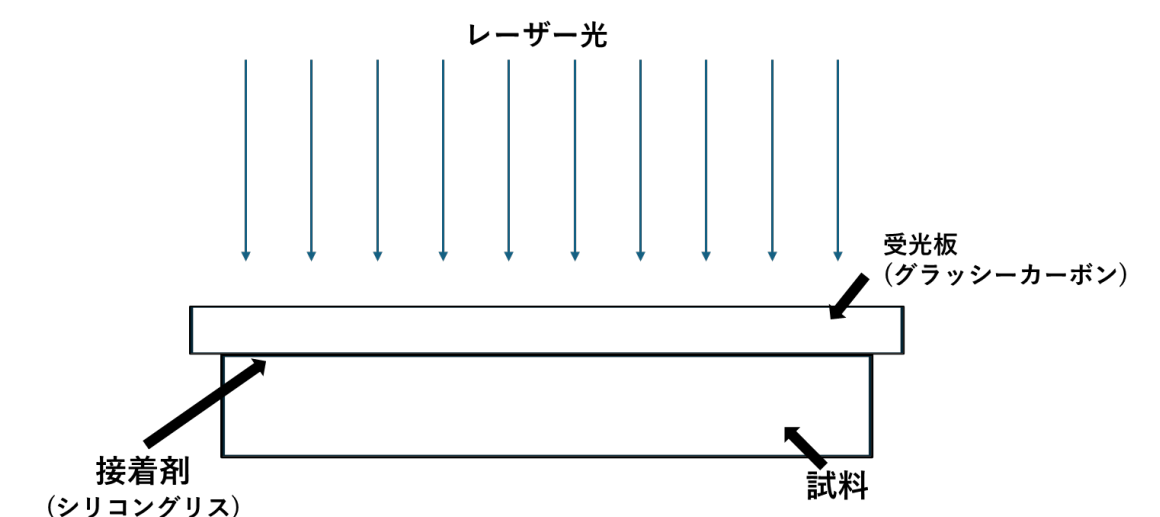
熱量Qを吸収して温度が ΔT だけ上昇した場合、以下の式となり、

$$Q = \Delta T \{ (M_s C_s) + (M_r C_r) + (M_a C_a) \}$$

M : 重量、C : 比熱、添字s,r,a : 標準試料、受光板、接着剤

未知試料の比熱 C_s は、以下の式で与えられます。

$$C_s = \{ Q / \Delta T - (M_r C_r) - (M_a C_a) \} / M_s$$



レーザ発振系

- <仕様>
- レーザ : Ndガラスレーザ
 - ガラスロッド : $\Phi 10 \times 100$ mm ビーム系 $\Phi 10$
 - ガラスロッド冷却水 : 純水循環器により冷却 流量約1L/min
 - 入射エネルギー : 最大 2.5KV 800 μ F
 - 出力エネルギー : 12Joule/Pluse 以上
 - 発振波長 : 1.07 μ m
 - 冷却水 : 純水 10L (6カ月ごとに点検)
 - イオン交換水 : オルガノ製 G-1

測定例

耐熱用Ni系金属間化合物の導電率と熱伝導度の関係*

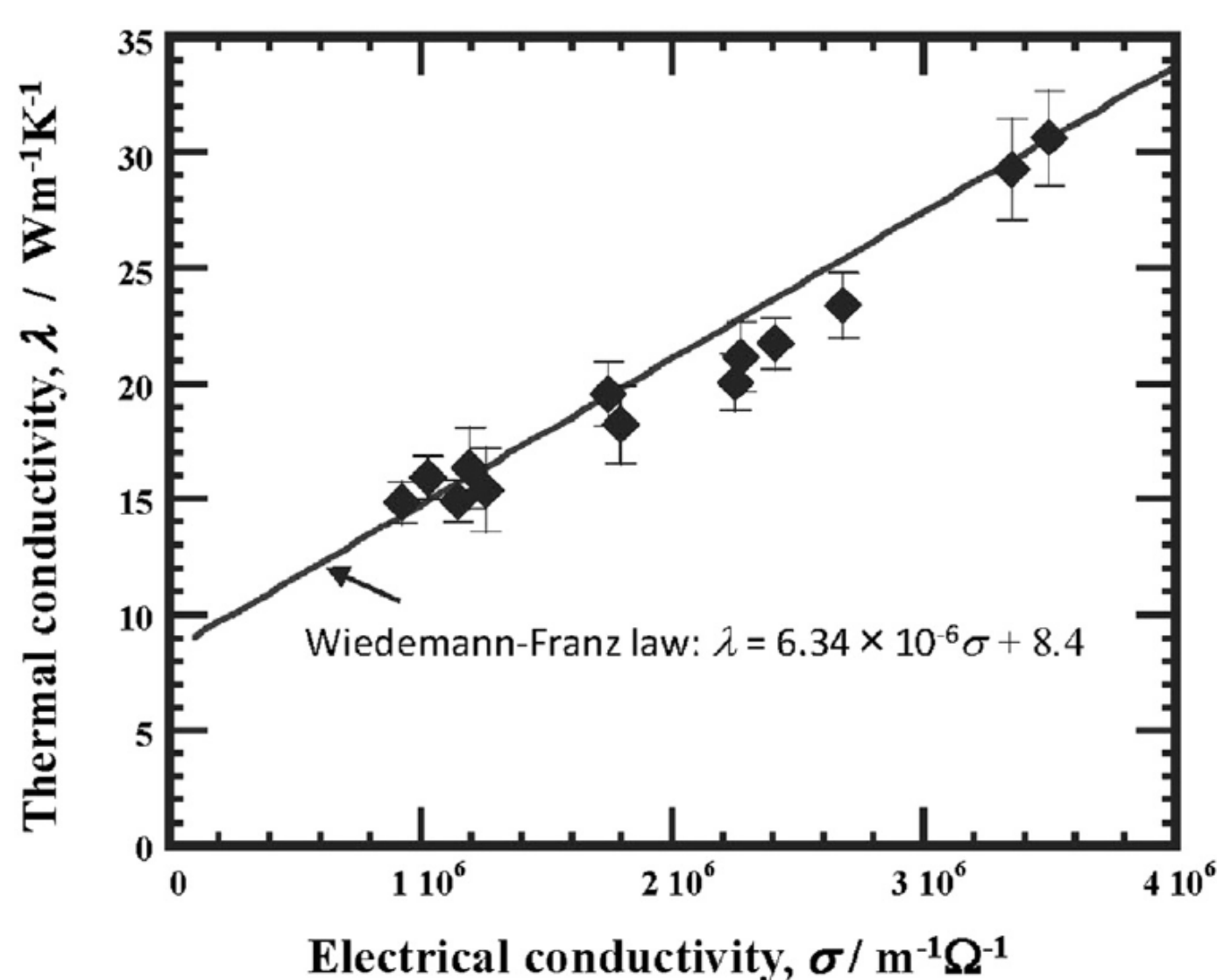


Fig. A1 Thermal and electrical conductivity of the Ni₃V–Ni₃Al pseudo-binary alloys at room temperature (293 K) fitted by the Wiedemann-Franz law (solid line)

[*] S. Semboshi et al., Intermetallics, 59 (2015) 1-7.

Ni-Ni₃Al-Ni₃V擬三元系合金の組成と熱伝導度の関係**

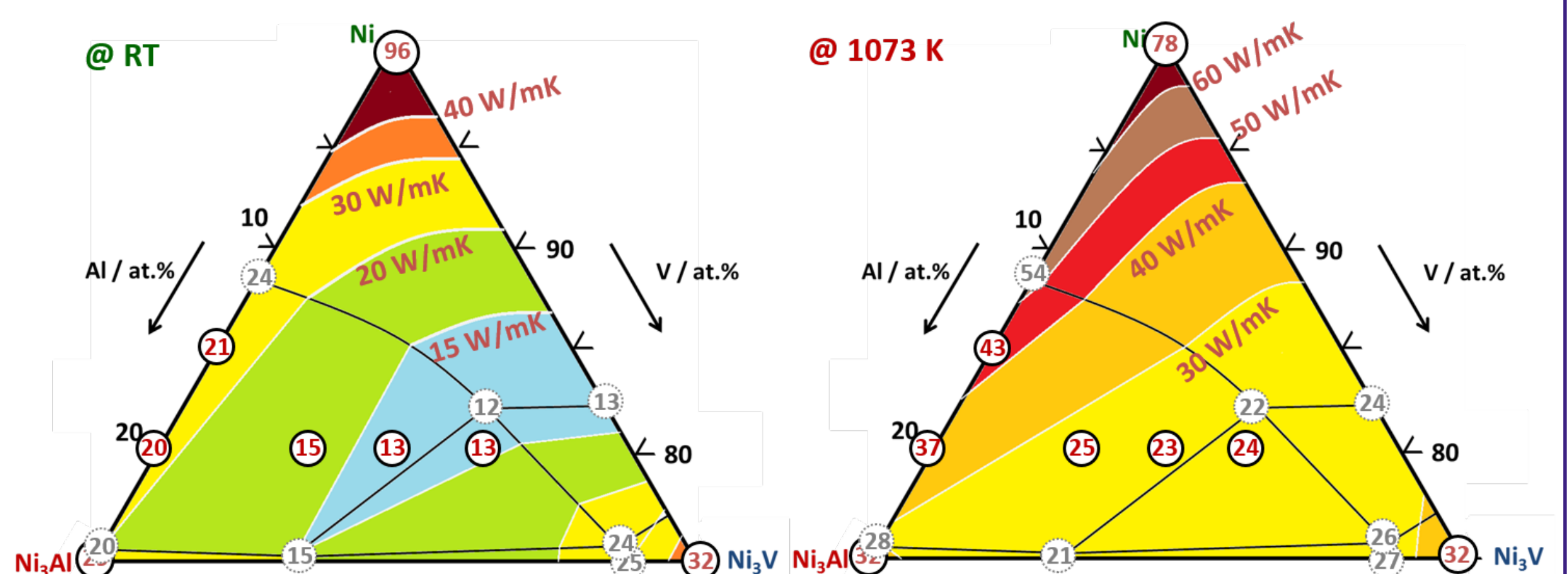


Fig. A2 Influence of microstructure and composition on the thermal conductivity for Ni-Ni₃Al-Ni₃V pseudo-ternary alloys

[**] S. Semboshi et al., Intermetallics, 92 (2018) 119-125.