寄 書

非強磁性 Mn-Pd 合金のインバー特性

(The Invar Characteristics of Nonferromagnetic Mn-Pd Alloys)

齋 藤 英 夫* 深 道 和 明*

(Hideo Saitō and Kazuaki Fukamichi)

現在までインバー合金として知られている合金はすべて強磁性である。強磁性元素を全然含まない MnAs-MnSb 合金のインバー特性もまた各 Mn 化合物の強磁性によるものである⁽¹⁾。これらインバー合金の強磁性は、ある種の応用に対して障害となっていた。それ故非強磁性インバー合金の開発は従来より材料研究の一つの課題であった。著者らは初めて実用的非強磁性インバー合金を発見したので、その結果の概略を報告する。

さて強磁性合金のインバー特性はキュリー温度での強磁性出現に伴う異常体積磁気ひずみ効果の結果として説明されている。反強磁性合金においてもネール温度で同じような体積磁気ひずみが現われるが、反強磁性合金においてこれまでに得られた最小の熱膨張係数 α は約 8×10^{-6} で⁽²⁾、インバー合金として用いるには大きすぎる。

著者らは幾多の困難を経て、Mn-Pd 系非強磁性正方晶格子の数種の規則格子合金に適当な熱処理を施すと、インバー型になることを見出した。試料はアーク炉によりアルゴン雰囲気中で溶解したボタン状インゴットから切り出した約 $5 \times 5 \times 30$ mm の短冊型のものである。Fig.1 は 1050°C で 7 日間、あるいはさらにその後 470°C で 6 日間、Mn 雰

Fig.1 Thermal expansion curves of Mn-Pd alloys subjected to heat treatment at 1050°C for 7 days (A: 38.5, B: 37.0, C: 35.5 at% Mn), and also at 470°C for 6 days after the 1050°C treatment (A': 38.5 at% Mn)

Table 1 Thermal expansion coefficients in various temperature ranges and susceptibilities at room temperature of Mn-Pd alloys

	Mn (at%)	Treatment	$\alpha (\times 10^{-6})$			$\chi (\times 10^{-4})$ emu/g
			$-100^\circ \sim -50^\circ\text{C}$	$-50^\circ \sim 0^\circ\text{C}$	$0^\circ \sim 50^\circ\text{C}$	
A'	38.5	$1050^\circ\text{C} \times 7$ days + $470^\circ\text{C} \times 6$ days	1.8	1.4	1.4	2.90
B	37.0	$1050^\circ\text{C} \times 7$ days	3.8	2.8	3.0	0.20
C	35.5	$1050^\circ\text{C} \times 7$ days	3.5	1.5	1.5	0.23

* 東北大学金属材料研究所(The Research Institute for Iron, Steel and Other Metals, Tohoku University, Sendai)

(1) W.Köster and E.Braun : Ann.Physik, 4(1959), 66.

(2) Y.Tanji and Y.Shirakawa : J. Japan Inst. Metals, 34(1970), 897.

開気中で熱処理した 34.0~40.0 at% Mn-Pd 合金の熱膨張曲線の数例を、同形、同大の試料について測定した Cu ならびに 36.5% Ni-Fe インバーの熱膨張曲線と比較したものである。図に見るように 1050°C 処理の状態では α は Mn 含有量の減少と共に小さくなり、35.5 at% Mn 合金においては -50°C から +50°C の温度範囲で 1.5×10^{-6} の値を示す(曲線 C)。この値は 36.5% Ni-Fe インバーのそれと大体同じである。

さらに 470°C 処理状態ではほとんどすべての合金がインバー型になる。例えば 38.5 at% Mn 合金の場合 1050°C 処理後の曲線 A が A' に変化する。Fig.1 の結果から得られた種々の温度範囲における α の 2, 3 を Table 1 に示す。

(3) H. Yamauchi: J. Phys. Soc. Japan, 19(1964), 652.

表には磁気天秤法により 1500 Oe において測定した常温での帯磁率 χ も共に示してある。この結果より、その磁性は実用上全く問題にならないことがわかる。またこの組成範囲の合金の χ は 450°C で 15 日間以上処理しないと飽和値に達しないことが知られており、 χ は規則度で異なるから⁽³⁾、上述の結果は適当な熱処理によって規則度が変化したためと考えられる。したがって使用範囲に応じて組成と熱処理とを適当に選べば実用上完全な非強磁性インバー合金が得られる訳である。この合金の欠点は、加工性が良くないことであり、著者らはさらに他元素添加の影響について研究を継続中であり、間もなく結果を発表し得る予定である。

(1970 年 9 月 18 日受理)