

応力誘起変態制御によるインバー合金の開発と工業材料への展開

著者	石田 清仁
URL	http://hdl.handle.net/10097/39541



応力誘起変態制御によるインバー合金の開発と
工業材料への展開

【課題番号 14102030】

平成14年度～平成18年度科学研究費補助金
(基盤研究(S)) 成果報告書

平成19年 5月

研究代表者 石田 清仁
東北大学・大学院工学研究科・教授

<はしがき>

本報告書は、平成14年4月より平成19年3月までの5年間にわたって科学研究費補助金基盤研究(S)によっておこなった、『応力誘起変態制御によるインバ一合金の開発と工業材料への展開』に関する研究内容及びその成果に関するものである。

◆ 研究組織

研究代表者：石田 清仁（東北大学・大学院工学研究科・教授）

研究分担者：貝沼 亮介（東北大学・多元物質科学研究所・教授）

研究分担者：大沼 郁雄（東北大学・大学院工学研究科・准教授）

研究分担者：山内 清（東北大学・先進医工学研究機構・教授）

◆ 交付決定額（配分額）

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成14年度	29,400,000	0	29,400,000
平成15年度	15,400,000	0	15,400,000
平成16年度	16,100,000	4,830,000	20,930,000
平成17年度	14,700,000	4,410,000	19,110,000
平成18年度	9,000,000	2,700,000	11,700,000
総計	84,600,000	11,940,000	96,540,000

◆ 研究発表

（1）学会誌等

発表論文

- (1) 大森俊洋, 肥田直樹, 須藤祐司, 貝沼亮介, 石田清仁: “Cu-Al-Mn-Ni形状記憶合金の超塑性”, 銅と銅合金 第45巻1号, (2006) 282-286.
- (2) Takagi, Y. Sutou, R. Kainuma, K. Yamauchi, K. Ishida: “Effect of Prestrain on Martensitic Transformation in a $Ti_{46.4}Ni_{47.6}Nb_{6.0}$ Superelastic Alloy and Its Application to Medical Stent” Journal of Biomedical Materials Research, Part B, Applied Biomaterials 76B (2006) 179-183.
- (3) Y. Sutou, T. Omori, N. Koeda, R. Kainuma and K. Ishida: “Effects of Grain Size and Texture on Damping Properties of Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Alloys” Materials Sci. & Eng., A A438-440 (2006) 743-746.
- (4) J. J. Wang, T. Omori, Y. Sutou, R. Kainuma and K. Ishida: “Two-Way Shape

- Memory Effect Induced by Cold-Rolling in Ti-Ni and Ti-Ni-Fe Alloys”*Scripta Mater.*, 52 (2005) 311-316.
- (5) 大森俊洋、王継傑、須藤祐司、貝沼亮介、石田清仁：“マルテンサイト変態制御による新しいタイプのCu基インバー合金の開発” 44巻1号 (2005) 149-154.
- (6) Y. Sutou, T. Omori, K. Yamauchi, N. Ono, R. Kainuma and K. Ishida: “Effect of Grain Size and Texture on Pseudoelasticity in Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Wire” *Acta Mater.* 53 (2005) 4121-4133.
- (7) N. Koeda, T. Omori, Y. Sutou, H. Suzuki, M. Wakita, R. Kainuma and K. Ishida: “Damping Properties of Ductile Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Alloys” *Materials Transactions* 46 (2005) 118-122.
- (8) R. Kainuma, X. J. Liu, I. Ohnuma, S. M. Hao and K. Ishida: “Miscibility gap of B2 phase in NiAl to Cu₃Al section of the Cu-Al-Ni system”, *Intermetallics* 13 (2005) 655-661.
- (9) J. J. Wang, T. Omori, Y. Sutou, R. Kainuma and K. Ishida: “Microstructure and Thermal Expansion Properties of Invar-Type Cu-Zn-Al Shape Memory Alloys” *Journal of Electronic Materials* 33 (2004) 1098-1102.
- (10) Y. Sutou, T. Omori, J. J. Wang, R. Kainuma and K. Ishida: “Characteristics of Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Alloys and Their Applications” *Mater. Sci. Eng. A* 278 (2004) 278-282.
- (11) Y. Sutou, T. Omori, A. Furukawa, Y. Takahashi, R. Kainuma, K. Yamauchi and K. Ishida, “Development of Medical Guide Wire of Cu-Al-Mn-Base Superelastic Alloy with Functionally Graded Characteristics”, *J. Biomed., Mater. Res. Part B, Appl Biomater.* 69B (2004) 64-68.
- (12) Y. Sutou, N. Koeda, T. Omori, J. J. Wang, R. Kainuma and K. Ishida: “Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Alloys and Their Applications” *Metal. Mater. Proc.* 15 (2003) 131-148.
- (13) Y. Sutou, T. Omori, J. J. Wang, R. Kainuma and K. Ishida: “Effect of Grain Size and Texture on Superelasticity of Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Alloys” *J. Phys. IV* 112 (2003) 511-514.
- (14) T. Omori, Y. Sutou, J. J. Wang, R. Kainuma and K. Ishida: “Effect of Microstructure on Two-Way Shape Memory Effect in Cu-Al-Mn Alloys” *J. Phys. IV* 112 (2003) 507-510.
- (15) 大森俊洋、肥田直樹、須藤祐司、鈴木秀和、脇田将見、貝沼亮介、石田清仁：“高延性Cu-Al-Mn基形状記憶合金の制振特性” 銅と銅合金 第42巻1号 (2003) 198-201.

国際会議発表論文

- (1) M. Suzuki, Y. Sutou, T. Takagi, A. Furukawa and K. Yamauchi, "Development of Balloon Expandable Ti-Ni-Nb Superelastic Stent" Proceedings of Japan-China Joint Symposium on Phase Diagrams, Materials Design and Their Applications (2006) 719-723.
- (2) T. Takagi, Y. Sutou, M. Suzuki, R. Kainuma, K. Yamauchi and K. Ishida, "Effect of Pre-Strain on Martensitic Transformation in a Ti47.6Ni46.4Nb6.0 Superelastic Alloy", Proceedings of Japan-China Joint Symposium on Phase Diagrams, Materials Design and Their Applications (2006) 705-710.
- (3) T. Omori, Y. Sutou, R. Kainuma and K. Ishida, "Alloy Design and Microstructural Control in Ductile Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Alloys", Proceedings of Japan-China Joint Symposium on Phase Diagrams, Materials Design and Their Applications (2006) 394-400.
- (4) Y. Sutou, T. Omori, M. Suzuki, A. Furukawa, K. Yamauchi, R. Kainuma and K. Ishida, "Mechanical Properties of Cu-Al-Mn-Based Alloys and Their Application to Medical Guidewire", Proceedings of Japan-China Joint Symposium on Phase Diagrams, Materials Design and Their Applications (2006) 524-529.
- (5) T. Omori, Y. Sutou, R. Kainuma and K. Ishida, "Development of Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Alloys", Copper (Proceedings of the International Conference Copper'06 edited by Jean-Marie Welter, Wiley-VCH, Weinheim, 2006) 194-202.
- (6) Y. Sutou, T. Omori, M. Suzuki, A. Furukawa, K. Yamauchi, R. Kainuma and K. Ishida, "Development of Superelastic Guidewire with Functionally Graded Property Using Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Alloy", Copper (Proceedings of the International Conference Copper'06 edited by Jean-Marie Welter, Wiley-VCH, Weinheim, 2006) 307-313.

解説論文

- (1) 貝沼亮介, 須藤祐司, 大森俊洋, 石田清仁, "高性能Cu-Al-Mn系形状記憶合金の開発", 金属, 74 (2004), 138-144.
- (2) 須藤祐司, 大森俊洋, 貝沼亮介, 石田清仁, 山内清, "高加工性Cu-Al-Mn基形状記憶合金の開発", まてりあ, 42 (2003) 11, 813-821.

(2) 口頭発表

招待講演

- (1) J. J. Wang, T. Omori, Y. Sutou, R. Kainuma and K. Ishida, "Development of Cu-Zn-Al Alloy Sheets with Low Thermal-Expansion Due to Martensitic

Transformation and Cold-Rolling”, TMS2004 133rd Annual Meeting, Charlotte, USA (2004).

国際会議における発表

- (1) T. Omori, Y. Sutou, R. Kainuma and K. Ishida, Alloy Design and Microstructural Control in Ductile Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Alloys, “Japan-China Joint Symposium on Phase Diagrams”, Materials Design and Their Applications, Xiamen, China (2006)
- (2) M. Suzuki, Y. Sutou, T. Takagi, A. Furukawa, K. Yamauchi, “Development of Balloon Expandable Ti-Ni-Nb Superelastic Stent”, Materials Design and Their Applications, Xiamen, China (2006)
- (3) Y. Sutou, T. Omori, M. Suzuki, A. Furukawa, K. Yamauchi, R. Kainuma and K. Ishida, “Mechanical Properties of Cu-Al-Mn-Based Alloys and Their Application to Medical Guidewire”, Materials Design and Their Applications, Xiamen, China (2006)
- (4) T. Takagi, Y. Sutou, M. Suzuki, R. Kainuma, K. Yamauchi and K. Ishida, “Effect of Pre-strain on Martensitic Transformation in a $Ti_{47.6}Ni_{46.4}Nb_{6.0}$ Superelastic Alloy”, Materials Design and Their Applications, Xiamen, China (2006)
- (5) T. Omori, Y. Sutou, R. Kainuma and K. Ishida, “Development of Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Alloys”, Copper’06, Compiegne, France, (2006)
- (6) Y. Sutou, T. Omori, M. Suzuki, A. Furukawa, K. Yamauchi, R. Kainuma and K. Ishida, “Development of Superelastic Guidewire with Functionally Graded Property Using Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Alloy”, Copper’06, Compiegne, France (2006)
- (7) R. Kainuma, Y. Sutou, N. Ono, K. Ishida, “Pseudoelastic Properties and Their Evaluation in Cu-Mn-Al based Alloy Wires” Thermec2006 (International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials), Vancouver, Canada (2006)
- (8) Y. Sutou, T. Omori, N. Koeda, R. Kainuma and K. Ishida, “Effect of Texture on Internal Friction of Cu-Al-Mn Based Shape Memory Alloys”, ICOMAT’05, Shanghai, China (2005)
- (9) N. Koeda, T. Omori, Y. Sutou, H. Suzuki, M. Wakita, R. Kainuma and K. Ishida, “Damping Properties of Ductile Cu-Al-Mn-Based Shape Memory Alloys”, SMST-Europe, Baden-Baden, Germany (2004)
- (10) N. Koeda, T. Omori, Y. Sutou, R. Kainuma and K. Ishida, “Damping Properties of Ductile Cu-Al-Mn-based Shape Memory Alloys”, Kyoto Joint

Symposium on Materials Science and Engineering for the 21st Century, Kyoto, Japan (2004)

- (11) Y. Sutou, T. Omori, N. Koeda, R. Kainuma and K. Ishida, "Effect of Texture on Internal Friction of Cu-Al-Mn Based Shape Memory Alloys", ISPD, Shenyang, China (2005)
- (12) Y. Sutou, T. Omori, J. J. Wang, R. Kainuma and K. Ishida, "Characteristics of Cu-Al-Mn-based Shape Memory Alloys and Their Applications", ESOMAT2003, Cirencester, UK, (2003).
- (13) T. Omori, Y. Sutou, J. J. Wang, R. Kainuma and K. Ishida, "Effect of Microstructure on Two-Way Shape Memory Effect in Cu-Al-Mn Alloys" ICOMAT 02, Espoo, Finland (2002)

国内学会における発表

- (1) 須藤祐司、大森俊洋、山内清、貝沼亮介、肥田直樹、石田清仁、“ベイナイト変態を利用した高強度 Cu-Al-Mn 系超弾性合金の開発” 日本金属学会春期大会、千葉 (2007)
- (2) 大森俊洋、須藤祐司、山内清、貝沼亮介、石田清仁、“制振特性におけるマルテンサイトバリエーションの役割” 日本金属学会春期大会、千葉 (2007)
- (3) 大森俊洋、王継傑、須藤祐司、貝沼亮介、山内清、石田清仁、“冷間圧延制御による形状記憶合金の多機能化” 日本機械学会M&M2006材料力学カンファレンス、浜松、(2006)
- (4) 大森俊洋、肥田直樹、須藤祐司、貝沼亮介、石田清仁、“Cu-Al-Mn-Ni系形状記憶合金の超塑性” 銅及び銅合金技術研究会第45回講演大会、大阪 (2005)
- (5) 大森俊洋、王継傑、須藤祐司、貝沼亮介、石田清仁、“マルテンサイト変態制御による新しいタイプのCu基インバー合金の開発” 第3回日本金属学会東北支部大会、仙台 (2005)
- (6) 大森俊洋、肥田直樹、須藤祐司、貝沼亮介、石田清仁、“マルテンサイトを利用した制振合金における結晶構造と減衰能の関係” 日本金属学会秋期大会、広島 (2005)
- (7) 須藤祐司、大森俊洋、小野陽、山内清、貝沼亮介、石田清仁、“Cu-Al-Mn系形状記憶線材の超弾性挙動に及ぼす結晶粒径の影響” 日本金属学会春期大会、横浜 (2005)
- (8) 大森俊洋、王継傑、須藤祐司、貝沼亮介、石田清仁、“Cu基合金におけるマルテンサイト変態制御による低熱膨張特性” 第3回日本金属学会東北支部大会、仙台 (2005)
- (9) 大森俊洋、王継傑、須藤祐司、貝沼亮介、石田清仁、“マルテンサイト変態制御による新しいタイプのCu基インバー合金の開発” 銅及び銅合金技術研究会

第44回講演大会，千葉（2004）

- (10)肥田直樹、大森俊洋、須藤祐司、貝沼亮介、石田清仁、“高延性 Cu-Al-Mn 制振合金における予ひずみの影響” 日本金属学会秋期大会（2004）
- (11)貝沼亮介、須藤祐司、石田清仁、“Cu-Al-Mn系形状記憶合金の組織制御” 日本金属学会春期大会、札幌（2003）
- (12)大森俊洋，肥田直樹，須藤祐司，貝沼亮介，石田清仁，“高減衰能を有する Cu-Al-Mn基制振合金” 銅及び銅合金技術研究会第42回講演大会，千葉（2002）
- (13)貝沼亮介、王継傑、須藤祐司、大森俊洋、石田清仁、“新しいCu基低熱膨張材料の開発” 日本金属学会秋期大会、大阪（2002）
- (14)大森俊洋，須藤祐司，貝沼亮介，石田清仁，“Cu-Al-Mn基形状記憶合金における制振特性” 日本金属学会秋期大会，大阪（2002）

(3) 出版物

なし

◆ 研究成果

添付資料1～21に示した。

◆研究成果による工業所有権の出願・取得状況

- ・ 名 称：発熱体用支持部材およびこの支持部材を用いたサーマルインク
ジェットプリンタ
発明者：菊池正美、石田清仁、貝沼亮介
権利者：株式会社ブリヂストン、石田清仁
工業所有権の種類、番号：特許、特願 2003-173615
出願年月日：平成 15 年 6 月 18 日

- ・ 名 称：制振材料と制振材料と制振性に優れたばね及びそれらの
製造方法
発明者：鈴木秀和、岡本貴幸、脇田将見、石田清仁、貝沼亮介、
須藤祐司、大森俊洋
権利者：中央発條株式会社、石田清仁
工業所有権の種類、番号：特許、特願 2002-168627
出願年月日：平成 14 年 6 月 10 日

本報告書収録の学術雑誌等発表論文は本ファイルに登録していません。なお、このうち東北大学在籍の研究者の論文で、かつ、出版社等から著作権の許諾が得られた論文は、個別に **TOUR** に登録しております。