

Contents

- 最近の研究「鉄基ナノ結晶軟磁性材料の作製、結晶化および磁気特製」
新素材共同研究開発センター/助教 張 岩 (Yan Zhang)
- センターロゴの新設
- 装置紹介
 - レーザーフラッシュ法熱定数測定装置 TC-7000S
- ニュース
 - 教授昇任のご挨拶 教授 梅津 理恵

巻頭言

「PDCAは馴染まない」

センター長 正橋 直哉

当センターの活動の支えは国からの交付金です。国立大学は2005年から毎年1%ずつ運営交付金が減額され、2011年以降は大学改革促進係数により1~1.6%の減額となりました。私共は交付金を有効活用すべく、支出割合の高い「装置の維持管理費」の精査を始めました。そこには、国が実施する数値目標と達成度による配分と同様の考えが見え隠れしますが、この考えは業務改善の継続を目指すPDCAに近いものです。PDCAは生産現場の様な完成系には有効ですが、対象が学術研究の場合、馴染みません。理由は、学術研究は、計画（Plan）は個々にユニークで、行動（Do）があっても、評価（Check）の統一基準は無く、目標は改善（Action）ではなく創造（Creation）だからです。私共はPDCAを無視しないものの、不公平感をなくすために数値化できない視点も取り入れ、研究の学術的・社会的ニーズの分析と装置担当職員の意見収集に努めています。皆さんに安心して来所頂ける様に尽力しますので、引き続き宜しく願いいたします。

鉄基ナノ結晶軟磁性材料の作製、結晶化および磁気特性 Fabrication, Crystallization and Softness of Fe-based Nano-crystalline Soft Magnetic Alloys

張 岩 (Yan Zhang)

【所属】新素材共同研究開発センター/ 助教

【専門】非平衡材料、軟磁性材料

• The Cooperative Research and Development Center for Advanced Materials and their fabrication processes to explore the possibility of their application as multi-functional materials for future technologies under collaboration with universities and research institutes around the world. Herein, we highlight our recent research and development activities on soft magnetic material alloys for industrial application.



We have studied the effects of adding Co on structural, thermal and magnetic properties of Fe-Si-B-P-Cu alloy system [1-2]. In this study, we explored the glass formation ability, thermal stability, and magnetic behavior of the $\text{Fe}_{80}\text{Co}_x\text{B}_{14-x}\text{Si}_2\text{P}_3\text{Cu}_1$ ($x = 0, 2, 4, 6$) alloy system and elucidated the soft magnetic performances of $\text{Fe}_{80}\text{Co}_4\text{B}_{10}\text{Si}_2\text{P}_3\text{Cu}_1$ alloy. The addition of small amounts of Co remarkably affected glass formation, crystallization, and magnetic behavior of the alloy systems. Co content was limited to 6% in consideration of fabrication costs. This nano-crystalline alloy presented a high magnetic induction (B_s) of 1.84 T, low coercivity (H_c) of 5.3 A/m (Fig. 1), high permeability of 12,601 at 1000 Hz, and low core loss of 62 W/kg at 1000 Hz at B_s of 1.5 T. These results indicated that the introduction of a small amount of Co enhanced soft magnetic performance by effectively inducing the uniform nano-crystallization of α -(Fe, Co) and averaging out magnetic anisotropy.

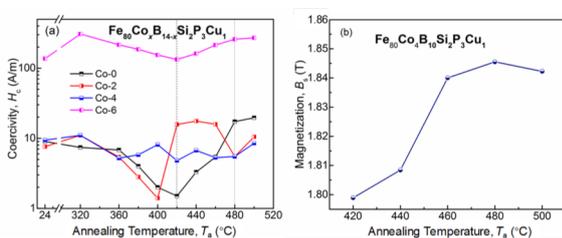


Fig. 1 (a) Dependence of H_c on the T_a for the $\text{Fe}_{80}\text{Si}_2\text{B}_{14}\text{P}_3\text{Cu}_1$ alloy ribbons; (b) Dependence of B_s on T_a for the $\text{Fe}_{80}\text{Co}_4\text{B}_{10}\text{Si}_2\text{P}_3\text{Cu}_1$ alloy.

Our work also found that in $\text{Fe}_{81.5}\text{Si}_{0.5}\text{B}_{4.5}\text{P}_{11}\text{Cu}_{0.5}\text{C}_2$ alloy, the high nucleation density could be obtained through annealing at a low heating rate because of the large amount of new nuclei precipitated during annealing [3]. The co-growth of pre-nuclei and newly precipitated nuclei within annealing at optimum temperature (T_a) leads to the finely uniform nano-crystalline structure of α -Fe, thereby resulting in low coercivity. The nano-crystallized mechanism of the this alloy during annealing is unique and different from that of Fe-Si-B-P-Cu nano-crystalline alloy (Fig. 2). $\text{Fe}_{81.5}\text{Si}_{0.5}\text{B}_{4.5}\text{P}_{11}\text{Cu}_{0.5}\text{C}_2$ alloy with excellent magnetic softness can be expected to simplify the industrial crystallization by a one-step annealing process at a low heating rate.

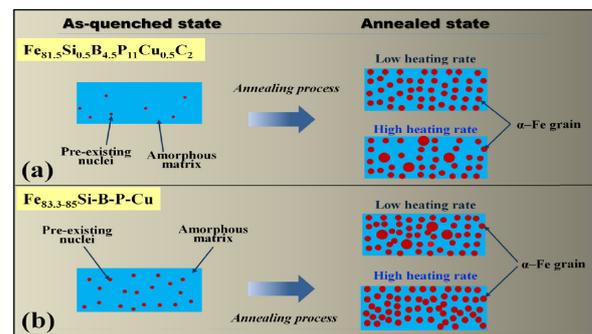


Fig. 2 Schematic of the crystallization of (a) $\text{Fe}_{81.5}\text{Si}_{0.5}\text{B}_{4.5}\text{P}_{11}\text{Cu}_{0.5}\text{C}_2$ and (b) $\text{Fe}_{83.3-85}\text{Si-B-P-Cu}$ alloys

References

- [1] B. Miao, Q. Luo, C. Chang, T. Liu, Y. Zhang, and J. Shen, *J. Magn. Magn. Mater.*, **477**, 156 (2019).
- [2] Y. Zhang, P. Sharma, and A. Makino, *J. Alloys Compd.*, **709**, 663 (2017).
- [3] L. Jiang, Y. Zhang, X. Tong, T. Suzuki, and A. Makino, *J. Magn. Magn. Mater.*, **471**, 148 (2019).

センターロゴの新設

新素材共同研究開発センターでは、先ごろセンターのロゴ（下図）を新設しました。ロゴは、本センターが受ける共同利用・共同研究の約7割を占めるのが金属であるという現状を基に、本所の六角形のロゴマークを参考にし、六方最密構造をモチーフにしています。六方最密構造は、高強度で耐食性に優れたチタンや、アルミニウムより軽いマグネシウム、そして本学第四代総長の小川正孝先生が発見したと称されるレニウム（当初、43番のテクネチウムと誤解しニッポニウムと命名）等、応用が期待される金属の結晶構造で、輝かしい未来を予感させる金属の象徴とも言えるでしょう。デザインを依頼したデザイナーは「センターが取り組む分野を想起させるとともに、アカデミックさも感じられるデザインです。ロゴタイプは先進性と安定感のあるゴシック体とし、普遍的で読みやすいものとししました」とのコメントです。カラーバリエーションも作成し、今後センターのシンボルとして使用する所存です。私たちはこのロゴの持つ意味合いを忘れることなく、皆さんに末永く愛用されるよう、実りある共同利用・共同研究を目指したいと考えます。新設したロゴを宜しくご愛顧ください。（教授 正橋 直哉）



装置紹介

■レーザーフラッシュ法熱定数測定装置 TC-7000S

金属、セラミックス、ガラス、カーボン、プラスチックなど固体物質の熱的特性（熱拡散率、比熱容量、熱伝導率）を精度良く測定する方法としてレーザーフラッシュ法があります。当センターに設置されたアルバック理工製レーザーフラッシュ法熱定数測定装置（TC-7000S: 図1）では、レーザー照射によって試料の表面を瞬間的に加熱したときの試料裏面での温度応答を赤外線検出器および熱電対でモニターすることにより熱拡散率、比熱容量を直接測定でき、物質の密度がわかれば熱伝導率を導出することができます。定常法による測定と比較して測定が容易であり、くり返しの精度の高いことから熱伝導率を求める最も有力な方法とされています。

-----【測定条件】-----

- 測定温度範囲：室温～800℃
 - 測定雰囲気：大気、不活性ガス、真空（数Pa程度）
 - 試料サイズ：直径10 mm、厚さ0.5-3mm程度の円板*
- * 熱拡散率の大きい材料（アルミニウム、銅、銀など）は試料厚さが厚い方が、反対に熱拡散率の小さい材料（プラスチックなど）は厚さが薄い方が好都合です。

ご入用がありましたら、装置担当（梅津、千星、木村）までお問い合わせくださいますようお願いいたします。
（准教授 千星 聡）



図1. レーザーフラッシュ法熱定数測定装置（アルバック理工製、型番：TC-7000S）。金属、セラミックスなどの熱拡散率、比熱、熱伝導率を800℃まで測定できます。

■教授昇任のご挨拶



梅津 理恵 (Rie Umetsu)

【所属】新素材共同研究開発センター/ 教授

【専門】磁気物性、金属磁性材料、固体物理

令和2年2月1日付けで、新素材共同研究開発センターの教授に昇任致しました。スピントロニクス学術連携研究教育センター、先端スピントロニクス研究開発センター、学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト（六研PJ）の兼務は引き続き行って参りますが、新たに先端放射光利用材料研究センターの材料機能相関研究ユニット長も拝命しました。金研には2010年5月に六研プロジェクトの助教として多元研より異動して参り、6年間の任期の後、2016年4月にこの新素材共同研究開発センターの准教授として着任して4年近くになります。専門は金属物性学、磁性材料学であり、ハーフメタル型電子状態を有するスピントロニクス向け強磁性材料や、強磁性形状記憶合金等の機能の発現原理追及に向けた基礎物性研究や、新規物質探索研究を進めております。最近では放射光で共鳴非弾性X線散乱実験に取り組んでおり、ハーフメタル型電子状態に関する非常に重要な知見が得られることが分かりつつあり、その有効性を示すのが当面の課題と考えています。近い将来、東北大学青葉山キャンパスの放射光施設で、関連実験を行えることを夢見ています。しかしながら、折しもこの原稿を書いている現在、世の中は新型コロナウイルスの感染防止のために「緊急事態宣言」が発令され、東北大学行動指針（BCP）もレベル4に突入し大変な事態になっております。当然のように行っていた研究活動が世の中の平和の上に成り立っていたことに改めて気付かされます。自身の研究やセンターの今後のことなど、色々な思いを馳せていただけに出鼻を挫かれた感がありますが、それらをしっかりと温め、然るべき時期に向けて準備を着々と進めて参りたいと思います。皆様方のご指導、ご鞭撻、ならびにご協力のほど、どうか引き続き宜しくお願い致します。

コラム コロナ危機に直面して

「レジリエンス (resilience)」とは、環境の変化に対応しながらも以前の状態より優れた状態へと進化していく概念を表す言葉ですが、もともとは物質材料が元の形状に戻る「弾性特性」を示す言葉でした。

2019年12月に発生した新型コロナウイルス感染症の影響は広大であり、本稿を執筆中（2020年4月）においても全く収束の兆しを見出すことができません。この危機は自然科学に基づく疫病災害でもあり、社会の複雑性と国際化という社会科学的な要素も含んだまさに未曾有の危機あり、人類は新しい学際的な課題を突き付けられています。早期に通常の生活を取り戻すことを期待していますが、これを教訓に単に困難を取り除くだけでなく、さらに安心安全でより効率化された社会へと前進していくものと信じています。長期的に継続したレジリエンスが個人にも社会にも求められます。材料科学に携わる研究者としてこの危機にどう貢献できるのか、悩ましい毎日が続きます。

(助教 吉年 規治)

— 編集・発行 —

東北大学金属材料研究所
附属新素材共同研究開発センター

〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1

TEL: 022-215-2371 FAX: 022-215-2137

Email: crdam@imr.tohoku.ac.jp

URL: <http://www.crdam.imr.tohoku.ac.jp/>

* 本誌の内容を掲載あるいは転載される場合は事前にご連絡下さい。