



低損失・高飽和磁束密度を両立した 低磁歪ナノ結晶合金の開発

高周波対応ポスト電磁鋼板でモータ / パワエレの
高効率・小型化を実現

Development of Low-Magnetostriction Nanocrystalline Alloys
Achieving Both Low Loss and High Saturation Magnetic Flux Density (B_s)
High-Frequency Soft Magnetics: Driving Compact, High-Efficiency Motors & Power Electronics

東北大学、Monash University (豪)、大阪大学、(国研) 物質・材料研究機構 (NIMS)

研究開発の概要

○ 開発材料の持つ強み:

- ・高磁化と低損失: 右図に示すように、優れた磁化と低損失を両立し、従来材に比べ大幅なエネルギー効率向上に貢献しています。
- ・高周波性能: この材料は、kHzから数十kHzの範囲で損失を大幅に低減し、高周波での使用において従来の材料よりも優れた性能を発揮します。
- ・低磁歪によるノイズ低減: 磁歪特性が低いため、高周波ノイズを抑制し、電源の静かな動作に貢献します。
- ・小型化と高電力密度: 変圧器は従来型よりも体積を低減できるため、小型・高密度の電源ソリューションが可能です。

○ 従来にない材料設計の着眼点と新規性:

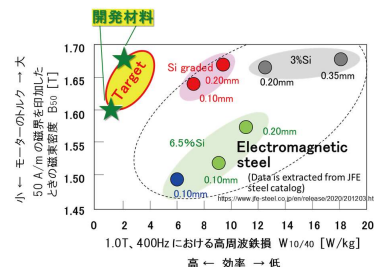
- ・低磁歪設計: 設計は、高周波アプリケーションにおけるノイズと損失を効果的に低減するために、低磁歪に重点を置いています。
- ・急速加熱プロセス: 急速加熱熱処理の導入により、材料特性が最適化され、性能が大幅に向上します。
- ・シミュレーションベースの設計: シミュレーションの統合により、局所磁歪の可視化と予測が可能になり、設計精度が向上します。

○ 材料設計の自由度:

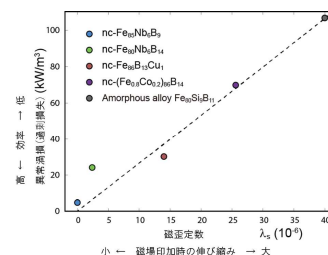
- ・多次元合金チューニング: 合金設計と加熱速度を組み合わせることで、特定の用途に合わせて材料特性を正確に調整できます。
- ・微細組織制御: ナノ結晶の微細組織や各相の組成・体積分率を調整することで、磁歪5ppm以下の材料を設計します。
- ・柔軟なチューニング: 試作と理論予測のフィードバックにより、鉄損10W/kg以下の材料を広く探索する方針です。
- ・形状・プロセスの選択肢: 広幅リボンや磁粉など形状やプロセス条件を変えて調整でき、モーター部材の加工やモーター開発との連携により、柔軟なカスタマイズが可能になると期待されます。

○ 今後の展望

- ・用途別最適化と連携: モーター・インバーター・トランスなど用途別に材料設計を最適化し、パートナー企業と連携してフェーズアップします。
- ・実装評価: コンバーター回路や実モーターに巻回コアを実装して評価、ミニモーター試作や巻回コア試作などを通じ、2026年以降のステップ移行を検討中です。
- ・量産プロセスの課題: 広幅リボンの試作や粉末試作など、量産に向けたプロセス課題を解決しさらなる幅広化を目指します。
- ・加工性改善: 可加工性向上を研究し、脆い材料でも加工しやすい方法を開発します。
- ・応用拡大: 超高周波モーターやデータセンター用電源、DC送電コンバーターなどへの応用拡大を視野に、企業との枠組み協議やプロトタイプ評価を進めます。



開発中の軟磁性材料の磁気特性



実験で測定された異常渦損と磁歪定数の関係



プロテリアル社による試作リボン (30 mm幅)

来場者へ向けて

本資料にはラボ材料としての将来見通しが含まれます。実際の結果は様々な要因により大きく異なる可能性があります。サンプル試料の提供を受けての実証実験をご要望の際には、ご相談に応じさせていただきますので、下記までご連絡ください。

関連サイト紹介

<https://www.nedo.go.jp/content/800033377.pdf>



<https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/9.0000274>



<https://www.nature.com/articles/s41427-024-00538-8>



https://smm27.polito.it/Programme_files/1032.pdf



<https://journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.109.104408>



NEDOプロジェクト名

NEDO先導研究プログラム／エネルギー・環境分野における革新的技術の国際共同研究開発

お問い合わせ先

東北大学 多元物質科学研究所 岡本 聡 info_softmag@nims.go.jp