

日立金属 NEWSLETTER

Vol.1
Dec. 1, 2020

日立金属株式会社

磁区制御型軟磁性合金「MaDC™」シリーズ ～いま求められる軟磁性部材と、日立金属が描くその答え～

MaDC™

日立金属株式会社（以下 日立金属）が開発した Fe 基軟磁性合金に磁区制御技術を適用した「MaDC™」（呼称：マードック。MaDC™とは磁区制御の英語表記「Magnetic Domain Controlled」の頭文字を組み合わせたもの）シリーズ。2019 年から逐次「MaDC-F™」（Mn-Zn（マンガン亜鉛）系高周波電源用ソフトフェライトコア）、「MaDC-A™」（配電変圧器用 Fe 基アモルファス合金）を製品・シリーズ化しています。

幅広い軟磁性部材ラインアップを持つ日立金属ですが、このたびは MaDC™シリーズの技術について、その特長と開発者の狙いについて紹介します。

日立金属の軟磁性部材用途別ラインアップ（ 部分が MaDC™）





軟磁性部材におけるニーズとは？「MaDC™」開発の市場的背景とは？

★環境問題に対する意識の高まり

2016年に発効した「パリ協定」に伴う、温室効果ガス（CO₂）削減の取り組みなど環境問題への対応が急務となりました。例えば、MaDC-F™のターゲット市場である自動車業界では、一時期EV化が鈍化していたものの、排ガスをはじめとする環境問題があらためてクローズアップされ、一気に急浮上！

EV化には、小型・高効率な環境すなわち高周波で駆動するユニット、モジュールが必要となります。まず、回路を動かすIC制御ユニット部分（人の脳にあたる部分）で使われる半導体の高周波化が求められます。次世代半導体の実現が急務に！

軟磁性部材への要求

回路を駆動する各々の部品にも次世代半導体に併せた高周波部品が必要。その受動部品の一つがトランスであり、高周波で低損失なトランス用の高周波材が必要に！

日立金属の対応

独自の組成・プロセス制御技術により高周波で低損失な材料を実現！
コンセプトとして磁区制御にこだわったMaDC™シリーズを開発！！



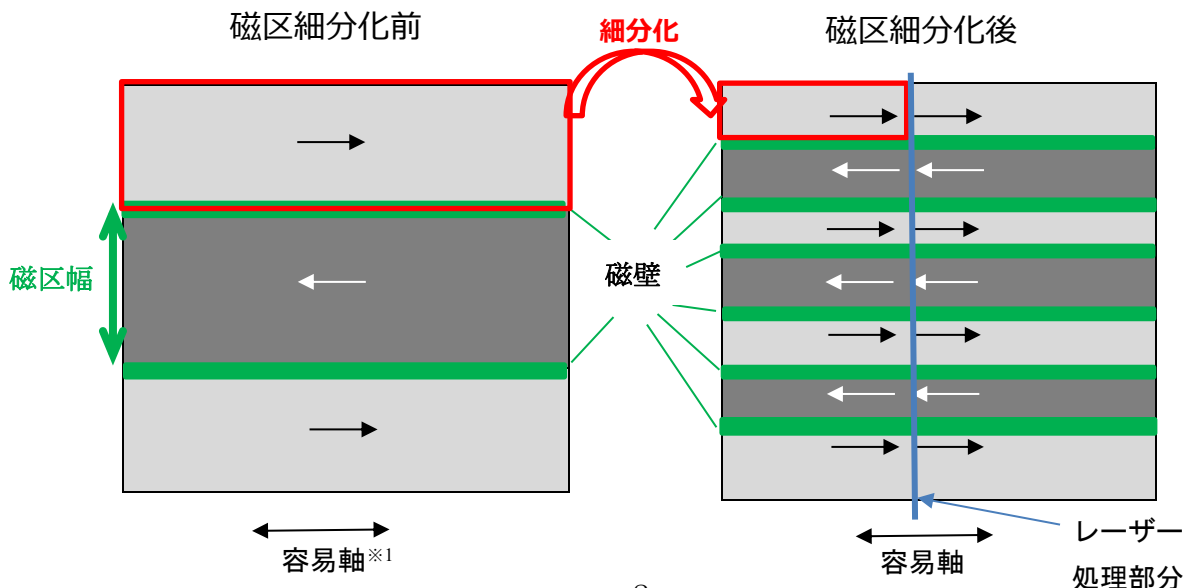
そもそも、磁区制御って何？

鉄心材料である磁性体は磁区（微小な磁石の集まり）からなります。磁区制御とは、何らかの手段で磁区構造を意図的に制御し、鉄心の高効率化に貢献する仕掛けで、材料によって制御方法は異なります。

下記はMaDC-A™の事例です。アモルファス磁性体では、レーザー技術を用いることで、磁区を細分化することにより、鉄心のエネルギー損失（鉄損）を低くすることができます。



レーザー技術の応用による磁区細分化の事例イメージ（アモルファス磁性体 MaDC-A™）



レーザー処理により磁区が細分化されて磁区幅が狭くなると、磁化過程^{※2}で磁壁の移動距離が短くなる
→磁壁の移動に要するエネルギーが小さくなる

磁壁の移動に要するエネルギーが「損失」なので、磁区細分化により損失が低下する！
(磁化しやすい！！)



>2019年6月に MaDC™第一弾としてシリーズ化、

Mn-Zn (マンガン亜鉛) 系高周波電源用ソフトフェライトコア「MaDC-F™」

MaDC-F™



MaDC-F™シリーズは、サーバーや電気自動車などに使用される電源ユニットの電力用変圧器（トランス）などに用いられているコア材料です。

近年、ネットワーク機器や車載用電源のさらなる小型化・高効率化のため、高周波駆動に適したSiC（炭化ケイ素）、GaN（窒化ガリウム）などの次世代パワー半導体デバイスを用いた電源が普及し始め、高周波駆動に対応可能なトランス、インダクター用コアおよびコア材料が求められています。

本品は、このような「高周波環境にありながらも、次世代用途の受動部品^{※3}を小型化したい」というお客様のニーズに応えるもので、これまでソ

フトフェライトの使用が困難と思われていた分野にも展開を可能とした製品です。

■ 開発にあたって（機能部材事業本部 パワーエレクトロニクス統括部・三吉康晴）



>>なぜこの製品のニーズが高くなったか？

電気自動車などの電源ユニットは小型化・高効率化が至上命題で、これを実現する炭化ケイ素、窒化ガリウムなどの次世代パワー半導体が伸長すると予想しました。

>>生みの苦しみ、開発のポイントは？

関係チームで総力を挙げ、対応する周波数やお客様の要求特性を徹底的に調べるとともに、幅広い周波数帯において、それぞれの周波数に応じた材料設計（高速動作への対応を可能にする成分系の探索やプロセスの改良など）を行いました。具体的には、独自の粉末配合技術を駆使し、主組成配合比の適正化、温度特性の改善を可能とする微量添加成分の探索・適正化、さらに、ヒステリシス損失^{※4}と渦電流損失^{※5}の解析に基づいた焼成プロセスの適正化と独自の技術を組み合わせることで「MaDC™」の語源となる磁区制御を施し、低コア損失化を実現しました。

>>特にお客様を意識したところは？

お客様のご要望を分析し、ヘビーユーズの300~500kHz (ML27D)、500kHz~1MHz (ML95S)、1MHz以上 (ML91S、動作磁束密度^{※6} $B_m \leq 50\text{mT}$) の3種の周波数帯に適した材料をラインアップ、シリーズ化しました。日立金属とともに活動頂いた研究機関・主要なトランスメーカーの開発部門の情報を元に、次世代パワー半導体デバイスの高周波化の動向をいち早く捉えたことが、このたびの材料シリーズ化につながりました。これは日立金属特有の材料へのこだわり「Materials Magic」の具現化の一成功例と言えます。高周波領域でも駆動できるトランスが、これまで以上に小型化できるとともに最終製品であるサーバーなどの小型・高効率化にも貢献できると自負しています。

>>市場の反応は？

2020年12月現在、MaDC-F™シリーズは、北米・アジア圏などの先端研究機関やトランス業界から

高い評価を受け、大幅な受注増加につなげることができております。また、今後も2025年に向け市場規模も倍以上に拡大（2019年度対比）することを見込んでおり、それに相応する生産量を確保していきます。今後、お客様の要望をどんどん織り込みながら、本シリーズのさらなる拡販・拡充に取り組んでいきます。

>2020年3月に新たに製品化、配電変圧器用 Fe 基アモルファス合金「MaDC-A™」



MaDC-F™とは業界が異なる配電変圧器市場向けながら、類似した市場背景（環境問題に端を発する配電変圧器規格へのエネルギー効率厳格化）やコンセプトのもと、開発されました。

配電変圧器のエネルギー効率を良くするには、変圧器の動作磁束密度を下げるのが有効ですが、変圧器のサイズが大型化しコストアップを招きます。動作磁束密度を下げずにエネルギー効率を向上させるためには、磁束密度が高く、かつ、より低鉄損な鉄心材料が求められます。

日立金属は、長年の課題であった量産可能な磁区構造制御技術の開発に成功し、磁束密度が高い自社製品 Fe 基アモルファス合金に対しその独自技術を適用することで、鉄損を大幅に低減（約25%の低損失特性）しました。これが「MaDC-A™」です*7。

配電用変圧器の小型・軽量化および高効率化に寄与し、省エネルギー化・地球温暖化防止など環境負荷低減に向け、大いに期待されています。



■ 開発にあたって（機能部材事業本部 パワーエレクトロニクス統括部・板垣 肇）



>>これまで成し得なかった技術の開発につながった決め手は？

磁区制御技術は20年以上前から認知されていましたが、量産化が確立しておらず、当社でも長年基礎研究レベルにとどまっておりました。この従来からの殻を破って量産可能な磁区構造制御技術を開発したことが、本開発で最も苦勞をした点です。具体的には、レーザー技術の応用となりますが、アモルファス合金の特徴を活かした磁区制御技術を新たに開発したことで、加工工数の低減と安定した製品設計を実現しています。

>>量産はこれから本格化となるが、本製品における現時点での市場の反応や今後の計画は？

配電用変圧器向け鉄心材料についての需要は年間100万ト以上と推計しており、今後も市場は広がっていくと予想されます。MaDC-A™は、お客様のご要望にお応えできる製品としてすでに国内外のお客様から多くのお問い合わせをいただき中、出荷したサンプル出荷の規模も月々倍増と高い評価を受け、そのニーズに手応えを感じています。計画どおり、この2020年9月より量産をスタートしております。今後もお客様のご要望を実現できる製品の開発とソリューションを提供していきます。

このように、日立金属は、これまでの延長線ではなく、社会のニーズやお客様の最終製品まで見たアイデア・発想、プロセスを革新させ、製品の価値を生み出すことで、製品力を磨いています。

先の特種鋼製品、磁性材料における品質保証事案では、お客様をはじめ関係各位に多大なるご迷惑をおかけしました。今後このような事態を再び起こすことがないように、品質保証体制の抜本的な見直しとコンプライアンスの一層の強化を図っています。

加えて、これまで以上にお客様のニーズにお応えするため、今後も製品の品質向上および技術の強化をめざし、採用機器の高効率化および社会の発展に貢献していきます。

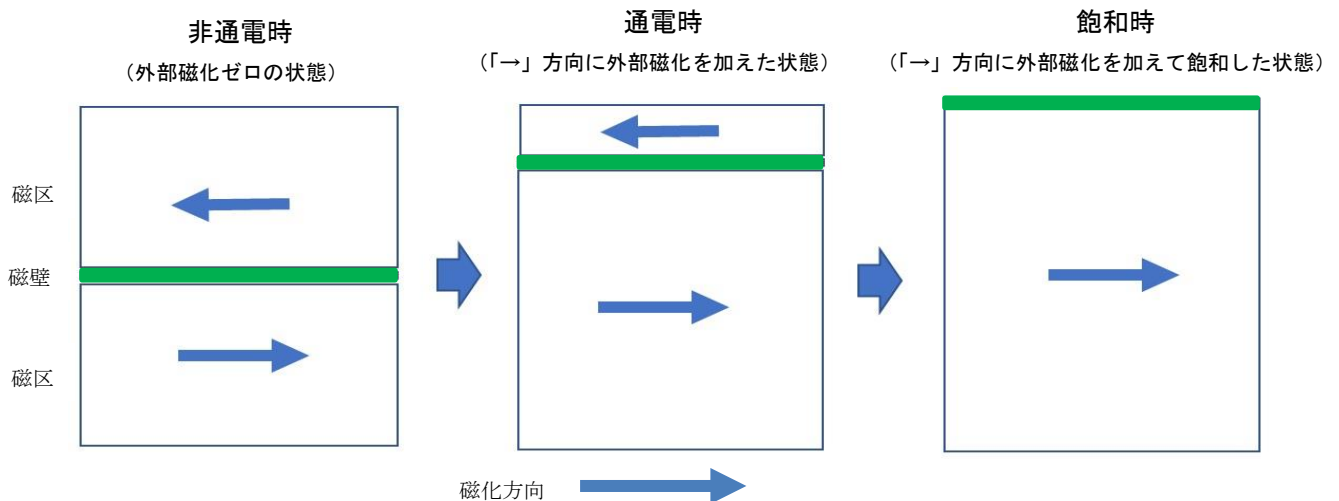
以上

【お客様からのお問い合わせ】 日立金属株式会社 機能部材事業本部 担当 長谷 TEL 03-6774-3422
 【報道機関からのお問い合わせ】 日立金属株式会社 コミュニケーション部 担当 車谷 TEL 03-6774-3075

※1 容易軸：磁化が容易に進む方向（磁化方向）⇔困難軸（磁化困難方向）

※2 磁化過程：外部から電気をとおすことで磁界を加え（外部磁界）て、磁性体を磁化する過程のこと。

磁化は、外部磁界により磁性体の中の磁壁が移動することで進行する。変圧器用途では一般的に飽和状態になる前に、逆方向に繰り返し磁化させる。



※3 受動部品：外部からエネルギーを受け取り、消費・放出する部品（コイル、コンデンサ、抵抗など）。

※4 ヒステリシス損失：磁心(コア)の磁区が交流磁界※8により磁界の方向を変化することによって生じるエネルギー損失。

※5 渦電流損失：磁心(コア)の内部に電流が流れると渦電流が生じることにより発生するエネルギー損失。高周波になるほど比率が高くなる。

※6 動作磁束密度：磁心(コア)の内部に流れる磁場の強弱を示す量で単に磁束密度と呼ぶこともある。動作時との識別のため動作を前に付け区別して表現する場合がある。

※7 磁区制御型 Fe 基アモルファス合金「MaDC-A™」の開発：

<https://www.hitachi-metals.co.jp/press/news/2020/n0304.html>

※8 交流磁界：時間と共に大きさと方向が変化を繰り返す磁界。

日立金属 NEWSLETTER とは…

日立金属グループの特長ある製品・技術を、皆さまに広く、深く知っていただくことをめざして発行しました。日立金属グループへのご理解を深めていただく一助となることを願っております。

