

# 新絶縁付与潤滑剤を用いた ネットシェイプリアクトルコア

Net Shape Reactor Core Using Newly Developed Insulating-Lubricant

稲垣 孝 Takashi Inagaki 石原 千生 Chio Ishihara

開発統括本部 粉末冶金開発設計部

中山 紀行 Noriyuki Nakayama

イノベーション推進本部 先端技術研究開発センター 要素技術開発部

## 1 概要

近年、世界的な省エネルギー化のニーズが高まり、太陽光発電等の新エネルギー発電システムの実用化だけでなく、HEVやEVの実用化が始まっている。圧粉磁心は金属磁性粉末間の電氣的な絶縁を目的に絶縁被膜を施し、渦電流を抑制した材料であり、高周波数領域で優れた磁気特性が得られる。現在では小型化・大容量化が期待できる純鉄系圧粉磁心の適用が増えてきている。

しかしながら、純鉄系圧粉磁心材は高密度化しやすい反面、金属粉自体が柔軟であり、金型摺動面の塑性流動が発生しやすく、成形工程において絶縁被膜が破壊されやすく、渦電流の増加を招く。そのため、圧粉磁心本来の特性を得ることが難しかった。

そこで、金型摺動面の塑性流動を抑え、かつ摺動部の絶縁性を向上できる絶縁付与潤滑剤の開発に着手した。本報告では、開発した新絶縁付与潤滑剤の概要および効果に関し報告する。

Recent years have seen a world-wide increase in the demand for energy savings, not only in the commercialization of new power generation systems (such as photovoltaic generation), but also in the commercialization of electric vehicles (EV) and hybrid electric vehicles (HEV).

Soft Magnetic Composite (SMC) effectively suppresses eddy currents by using insulating film for electrical isolation between metal magnetic powders, resulting in superior magnetic characteristics in the high frequency range. Recently, pure iron SMC cores have begun to be applied, and show great promise for miniaturization and for handling large capacities.

However, pure iron SMC has high ductility, which tends to cause problems in plastic flows. As a result of the high ductility, insulating film may be destroyed in the compaction process, and the desired original characteristics become unavailable because of increasing eddy current loss. To avoid such problems, we started development of a specialized lubricant for SMC cores.

This paper describes the effectiveness of the newly developed lubricant.

## 2 新製品の特長

- ・日立化成独自の潤滑剤によるコアロス抑制技術により、リアクトルコア表層部の絶縁破壊を抑制した。
- ・純鉄系圧粉磁心材による大容量、小型リアクトルコアをネットシェイプ成形にて量産化した。

## 3 開発の経緯

当社では長年にわたり圧粉磁心材を開発しており、高圧縮成形技術の開発、粉末の高純度化、微粉化等の開発を経て、現在では溶製鋼と同等の磁気特性が得られるようになっている。また、磁性粉への絶縁処理技術も進化し、モータコア<sup>1)</sup>、<sup>2)</sup>やリアクトルコア<sup>3)</sup>への適用が増えている。

近年、技術的進歩が著しい太陽光発電システムやHEV等にはインバータが搭載されており、リアクトルコアは昇圧、整流を担っている。従来のコア材は珪素鋼板が一般的だったが、高周波化に伴う低鉄損化の要求や、小型、大容量化のニーズから、高いインダクタンス値を有する純鉄系圧粉磁心が注目されている。

一方、純鉄系材料は展延性が高く、成形時に塑性流動が発生し、絶縁被膜が破壊されやすい。その結果、渦電流が増加し、本来の磁気特性が得られない課題があった。塑性流動の除去法はエッチング等種々存在しているが、いずれも追加工程となるため、純鉄系材料のメリットを活かすことができていなかった。そこで、当社では成形潤滑剤に着目し、潤滑性能の向上、被膜の絶縁性保護も可能とする多機能潤滑剤の開発に着手し、リアクトルコアのネットシェイプ化をめざした。

## 4 技術内容

図1は開発潤滑剤のコンセプトを示す。

①劈開性の高い潤滑剤を選定。金属粒子間へ潤滑成分が充填されることで塑性流動を防止。

②摺動時に絶縁被膜部へ優先的に付着・維持する特殊絶縁物を選定し、表層部の電気抵抗値を向上。

図2は開発潤滑剤使用による電気抵抗値への影響を示す。開発潤滑剤を用いることで摺動面の電気抵抗値は加圧面と同等の値が得られる。

本技術により、純鉄系圧粉磁心のネットシェイプ化が可能となり、太陽光発電用リアクトルコアとして量産化を達成した(図3)。高圧成形が必要とされる圧粉磁心にとって、金型潤滑成形は必須技術となる。高周波化が進むモータコア等にも本技術は有効であり、今後の軟磁性部品の拡大に貢献できると考える。

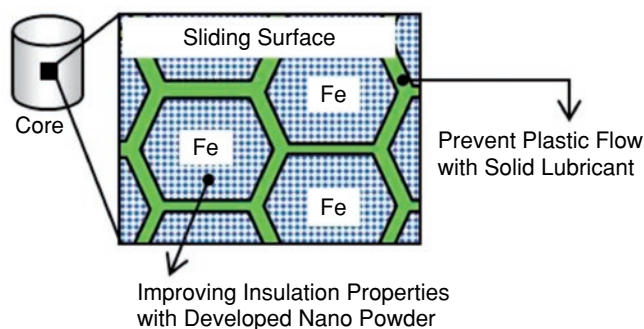


図1 開発潤滑剤のコンセプト  
Figure 1 Concept of developed lubricant

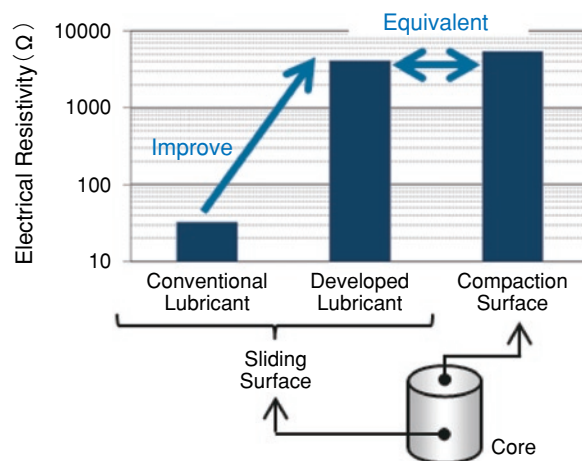


図2 コア摺動面の固有抵抗値  
Figure 2 Electrical resistivity of sliding surface

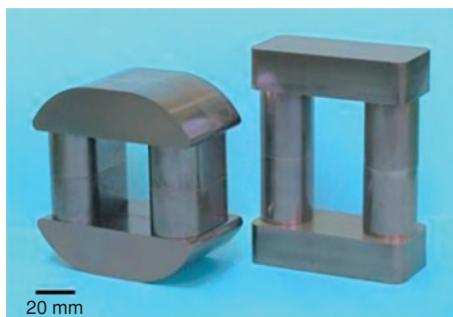


図3 太陽光発電用リアクトルコアの外観  
Figure 3 Appearance of reactor core for photovoltaic system

## 5 今後の展開

・ HEV, EV等車載インバータ用リアクトルへの適用

### 【参考文献】

- 1) M. Suzuki, T. Nakamoto, Proceedings. JSAE Annual Congress, 90, (2002) 17-20
- 2) U. Enomoto, H. Tokoi, K. Kobayashi, H. Amano, C. Ishihara, K. Abe, The transactions of the Institute of Electrical Engineers

of Japan. D, A publication of Industry Applications Society, 129, (2009) 1004-1010

- 3) M. Sugiyama, T. Yamaguchi, S. Okouchi, H. Kishimoto, T. Hattori, T.Saito, SOKEIZAI, 51, (2010) 24-29

### 【関連特許】

特願2015-508695 特願2015-539285 特開2016-189441