

第5章

材料

Materials

121

材料

Materials

省エネルギーと環境負荷低減に貢献する 軟磁性アモルファス金属材料の開発と応用

結晶構造を持たないアモルファス金属は、その電氣的・磁氣的特性が注目され、変圧器や磁気コア、接合用材料などさまざまな用途に応用されている。1970年代後半からアモルファス軟磁性合金の研究開発を続けてきた日立金属は、2003年に米国・ハネウェル社からアモルファス金属材料事業部門であるメトグラス社を買収した。2007年には島根県安来工場内に建設した新工場で軟磁性アモルファス金属の量産を開始し、軟磁性材料の分野で、さらなる事業展開を図っている。



左から、Metglas, Inc. Vice President Ryusuke Hasegawa, 日立金属株式会社 軟磁性材料カンパニー プロジェクトの備前嘉雄 主任技師, 情報部品カンパニー 開発センターの小倉克廣 技師

省エネルギー化, 低ノイズ化のニーズに対応

1960年、カリフォルニア工科大学のPol Duwez教授によってアモルファス金属が発見されました。変圧器で従来使われてきたケイ素鋼板などの電磁鋼板と比較して、軟磁性アモルファス金属はヒステリシス損失が小さく、板厚が薄く、かつ電気抵抗が高いため渦電流損失も小さいという特徴があり、送電時のエネルギーロスを小さくすることができます。このため、米国ではアモルファス金属を鉄心材料とする変圧器の導入が積極的に進められてきました。日本でも電力会社を中心に、配電用変圧器市場の需要が現在まで安定的に続いています。そして近年、中国、インドなどの新興国でエネルギー関係のインフラ整備が急ピッチで進められ、それに伴ってアモルファス変圧器のニーズが急伸長しています。軟磁性アモルファス金属は、ほかにもエレクトロニクス機器の小型軽量化、省エネルギー化、電磁ノイズ対策、磁気を使ったセンシングやアンテナの用途などに理想的であり、今後も次世代技術の分野に大きなニーズが見込まれています。

エネルギーロスの低減で環境にも貢献

アモルファス金属を鉄心とする低損失のメリットは変圧器以外の分野でも需要を生み出し、例えば、クリーンエネルギーである太陽光発電で得たエネルギーを、できるだけ損失を少なく、効率よく利用するインバータへの応用があ

ります。このアモルファス金属の新しい需要がここ数年で急速に高まっており、私たちはすでに太陽光インバータへの適用技術を開発し、増産体制に入っています。

拡大する市場, 高度化する技術に向けて

近年、世界的な課題となっている地球温暖化、そして化石燃料資源の枯渇という観点から、エネルギーロスの少ないアモルファス金属を使った変圧器の市場はますます拡大しています。そのため、他のアモルファスリボン（薄帯）のメーカーとは技術的な面で、ケイ素鋼板のメーカーとは価格面で、競争はますます激化していくと思われます。このような状況下で、私たちは技術的な競争力を強化するために、新しい合金や薄帯製造技術の開発を続けており、冶金や鋳造だけでなく、金属物理学、熔融金属の流体力学なども駆使して検討していきます。これからも拡大するアモルファス金属の需要に応え、環境負荷低減に貢献できるよう取り組んでいきます。



アモルファス金属を用いた株式会社日立産機システムの配電用変圧器

材料

環境負荷が少なく、有害物削減や低炭素社会に寄与し、使用環境での使い勝手に優れた高機能材料への要求が高まっている。日立グループは、微細組織体から大型構造物までを網羅する材料・加工技術で、社会インフラから電子・情報部品に至る幅広い分野に貢献している。資源適合、省エネルギー、そして使いやすさも実現する特殊素材や材料の複合／接合技術などの開発を推進していく。

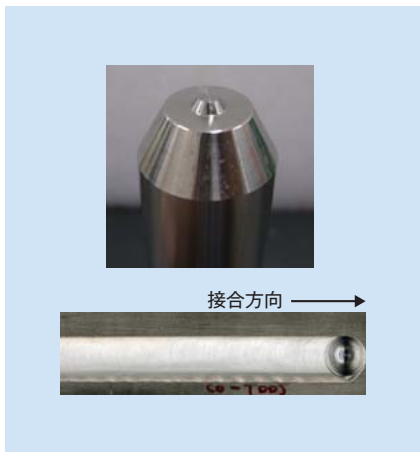
1

高融点材料向け摩擦かくはん接合ツール

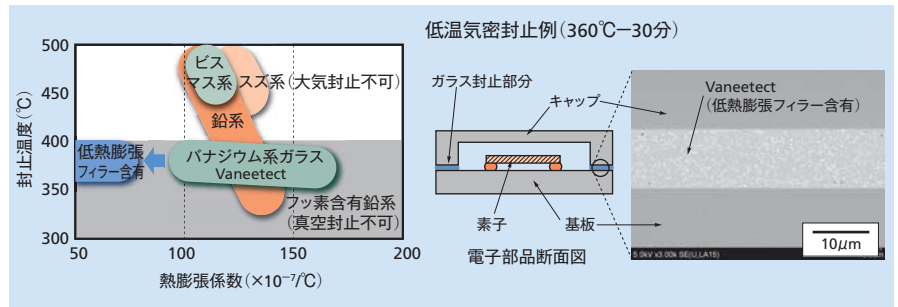
融点が高く、従来の金属製ツールでは困難とされていた、鉄やチタン合金、ジルコニウム合金などの材料の接合を可能にする摩擦かくはん接合用ツールを開発した。

摩擦かくはん接合 (FSW: Friction Stir Welding) は、回転するツールを接合する材料に挿入し、接合部に沿ってツールを移動させることで接合する方法である。接合する材料と回転するツールの間で発生する摩擦熱で接合材料を軟化させると同時に、ツールの回転によって材料を混ぜ合わせることで接合する。高融点の材料に対してFSWを行う場合、ツールの温度も高くなるため、ツールの耐久性が課題であり、従来は高価なセラミック製ツールを用いていた。

今回開発したツールは、高温でも高強度となる特性を有する金属間化合物



1 高融点材料向け摩擦かくはん接合ツールの先端部(上)と開発ツールで接合したチタン合金の表面(下)



2 低融点ガラスの熱膨張係数と封止温度の関係(左)、「Vaneetect」の適用例(右)

[Co₃(Al, W)]を分散したコバルト基合金を用いることで、従来のセラミック系ツールよりも高い耐久性と耐摩耗性を実現している。

この成果は、東北大学との共同研究によるものである。

環境適合バナジウム系低融点ガラス「Vaneetect」

ICセラミックパッケージ、水晶振動子、MEMS (Micro-electromechanical Systems)、半導体センサーなどの電子部品は、有害な鉛を多く含む低融点ガラスや高価な金-スズ (Au-Sn) はんだなどを用いて400°C以下の低温で気密封止されている。これらの電子部品には、環境やコストに配慮し、かつ高い信頼性が得られる新規封止材料が求められている。

これに応えるため、350~400°Cの低温で気密に封止でき、しかも鉛などの規制物質を含有しない日立独自の環境適合バナジウム系低融点ガラス「Vaneetect (バニーテクト)」を、日立製作所と日立化成工業株式会社が共同で開発した。

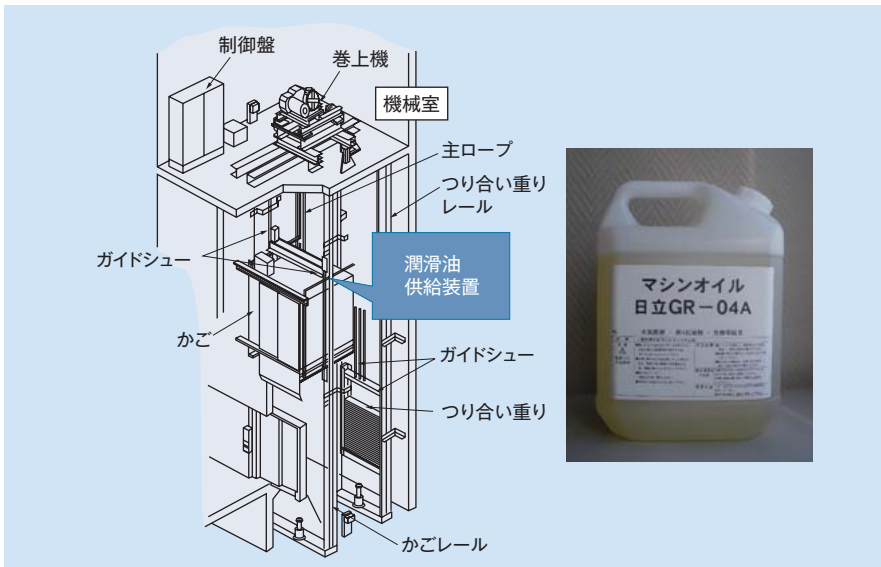
Vaneetectは、バナジウムの価数制御によってガラス構造を層状から三次元的な網目構造としている。その網目の中にイオン半径の大きい元素や低融性の元素を導入することなどにより、封止温度を低下させるとともに、耐湿性などの信頼性を向上した。熱膨張係数を幅広く調整可能であり、ガラス、セラミックス、金属、半導体に整合できる。また、大気中、不活性ガス中、あるいは真空中のどの雰囲気においても低温気密封止が可能である。さらに、電子伝導性を付加できるため、帯電防止膜などへの展開も期待される。

Vaneetectは、粉末やそのペーストの形態で、日立化成工業株式会社よりサンプル提供されている。

3

エレベーター用潤滑技術

エレベーターには摩擦箇所が多く存在し、かご／つり合い重りレールとガイドシューの間の潤滑油膜の特性変動などによって、走行中の異常音や振動が大きくなり、乗り心地が低下するという課題があった。



3 エレベーター構造の概略と専用潤滑油「GR-04A」(右)

今回、サプライヤーと共同で、かご／つり合い重りレールへの潤滑油の付着性向上、低摩擦係数化により、業界初となるエレベーターレール専用潤滑油「GR-04A」を開発し、国内設置のエレベーターへの適用を開始した。

この潤滑油により、エレベーターの乗り心地が向上するとともに、冬期に多く発生していた異常騒音が大幅に減少した。

潤滑技術は、製品の信頼性や省エネルギー、環境負荷低減に直結する重要な基盤技術である。今後も技術開発を進め、エレベーターにおける顧客満足度向上に貢献していく。

(株式会社日立ビルシステム)

(適用時期：2009年7月)

4 焼結銀ペーストを用いた鉛フリーパワー半導体パッケージ

パワー半導体パッケージのチップとダイパッドの接合部には、260℃耐熱性と高い熱・電気伝導性、長期の熱疲労寿命が求められる。現在は90%以上の鉛を含む高温はんだが使われているが、環境保全の観点から無鉛化への要求が高くなってきている。

そこで、微細な銀粒子を溶剤と混合した焼結型ペーストでチップを接合し、さらに樹脂補強する技術を開発して、世界で初めて温度サイクル寿命1,500回以上の高信頼な鉛フリーパワー半導体パッケージを実現した。開発したパッケージでは、接合層が焼結銀の網

目構造を形成し、チップ電極やダイパッドと焼結銀が金属接合している。

今後、製品に適用するための量産プロセスの確立をめざしていく。

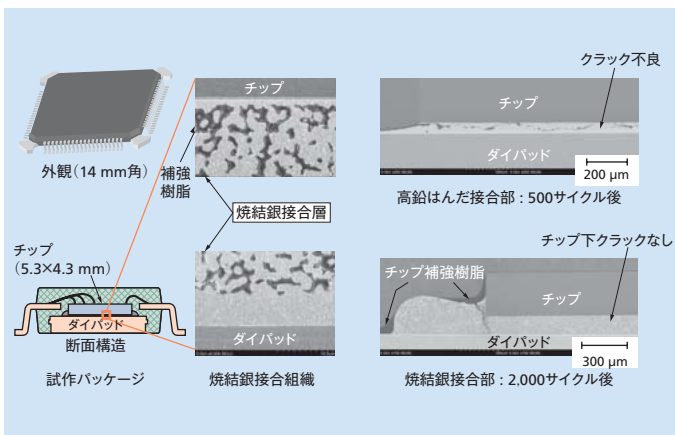
5 太陽光発電パワーコンディショナ用リアクトル

太陽光発電システムでは、パネルで発電した電力はパワーコンディショナによって直流から交流に変換される。太陽光発電が急速に普及する中、その変換効率の向上が緊急の課題となっている。具体的には、コンディショナにおいてキーデバイスとなるリアクトルの損失低減である。

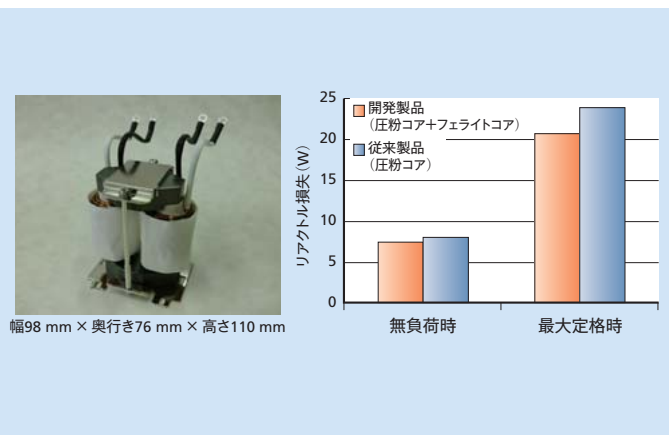
この要求に応えるため、これまで用いられている6.5%Si-Fe材コアや圧粉コアよりも損失を低減したリアクトルを製品化した。今回開発したリアクトルでは、コイル部に銅損低減のために飽和磁束密度の高い圧粉コアを用い、継部にコア損失低減のためにフェライトコアを用いた複合材料構成としている。当社従来製品の圧粉コア単一リアクトルに比べ、無負荷時には約10%、最大定格時には約15%の損失低減を達成している。

今後は、風力発電や家庭用燃料電池などへの展開が期待されており、エネルギー効率の向上に貢献していく。

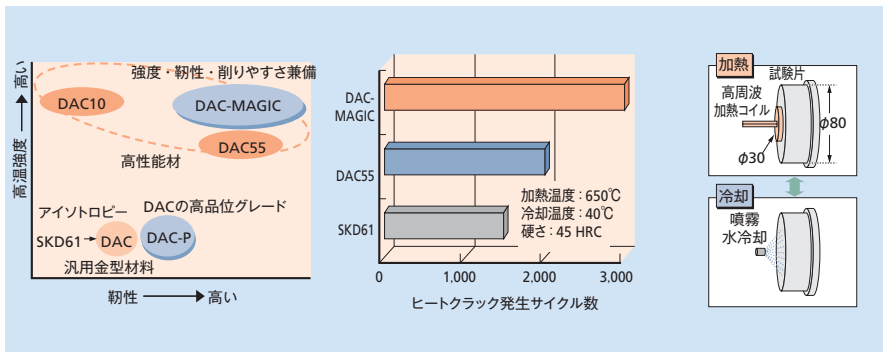
(日立金属株式会社)



4 試作パッケージの外観と接合部断面組織 (左)、温度サイクル試験後の接合部クラック発生状況 (右)



5 4 kW級太陽光発電用リアクトルの外観 (左)、従来製品との損失比較 (右)



6 「DAC-MAGIC」の位置づけ(左)と耐ヒートクラック性(右)

新世代高性能ダイカスト金型用鋼 「DAC-MAGIC」

ダイカスト法は、アルミニウムなどの合金溶湯を高速高圧で射出して製品を成形する製法である。

ダイカストの操業では、生産性向上、製品の大型化、型製作費の低減などが求められており、ダイカスト金型用鋼には多様な特性が必要になっている。特に重要な特性に耐ヒートクラック性と耐大割れ性があるが、これらに対しては、材料の特性として高温強度と靱(じん)性が高いことが求められる。また、型製作においては削りやすい材料であることも必要とされる。

従来、ダイカスト金型用に当社製品の材料では最も多く用いられている「DAC」および「DAC-P」に対し、高温強度の高い「DAC10」と靱性が高い「DAC55」を高性能なグレードとして供給してきた。今回開発した「DAC-MAGIC」はDAC10の高温強度とDAC55の靱性を兼備した材料で、さらに削りやすさにも配慮している。

6

今後はこれらの優れた特性を有するDAC-MAGICを供給することで、ユーザーのトータルコスト低減に貢献していく。

(日立金属株式会社)

連続溶融亜鉛めっきライン(CGL)用セラミックス製シンクロール

7

連続溶融亜鉛めっきライン(CGL: Continuous Galvanizing Line)は、自動車用鋼板の表面処理などで用いられており、そのめっき浴中ロールには、ステンレス鋼に超硬系材料を溶射したものが広く使用されている。近年、鋼板の高級化および生産性向上のため、より耐摩耗性および耐食性に優れた浴中ロールが望まれるようになってきている。

このような背景の下、サポートロールのセラミックス化の実績を基に、さらに一回り大きい外径500 mm~700 mmのセラミックス製シンクロールの開発に取り組んだ。

今回、この早期実現のため、経済産業省平成20年度および平成21年度

「地域イノベーション創出研究開発事業」に参画し、産学官の連携により、世界初の大型セラミックス製シンクロールの開発に成功した。

(日立金属株式会社)

8

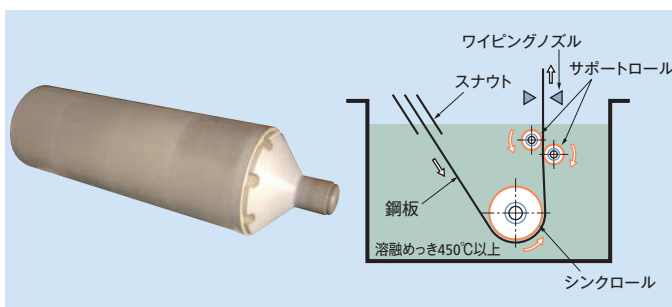
可動部用LANケーブル

産業機器では、制御・計測機器間にLAN (Local Area Network) ケーブルなどの高速データ伝送に対応したケーブルが多用されているが、近年、設備の省スペース化に伴い、可動部での使用が増加傾向にある。しかし、従来のLANケーブルは固定部用途が主流であり、可動部に敷設した場合、早期断線が課題となっていた。このような課題を解決するため、今回、高い耐屈曲特性を有した可動部用LANケーブルを開発した。

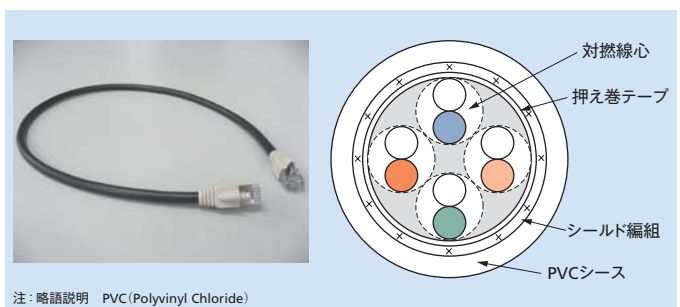
導体は素線径80 μm の細線撚(より)線で、高い可とう性、耐屈曲性を実現している。また、低誘電率のフッ素樹脂を絶縁体に採用することで、ケーブルの細径化を図り、汎用的なシールド付きモジュラープラグの使用を可能とした。伝送特性は、40 m以下であればANSI/TIA-568-C.2のCAT5e (Enhanced Category 5)に対応する。

この製品をはじめとした可動部用ケーブルは、多様化するFA (Factory Automation) 分野への幅広い適用が今後期待される。

(日立電線株式会社)



7 セラミックス製シンクロール(φ530 mm×2,200 mm)(左)とめっき浴中レイアウトの概略(右)



注: 略語説明 PVC (Polyvinyl Chloride)

8 モジュラープラグ付きケーブルの外観(左)とケーブル断面構造(右)