

川崎製鉄技報
KAWASAKI STEEL GIHO
Vol. 32(2000) No.3

化学事業分野における高機能材料

Highly-Functional Materials in the Chemical Business Field

飯塚 安伸(Yasunobu Iizuka)鈴木 利英(Toshihide Suzuki)後藤 聡志(Satoshi Gotoh)

要旨：

化学事業分野では、従来からの化成品と酸化鉄の事業とともに、新たな取組みとして、電子部品や電池の小型高性能化、省エネルギー・環境保全対応などの要求に応えられる各種機能材料の開発・商品化に取り組んできた。その中から、磁性材料、炭素材料、スタンパブルシート、プラスチックアロイについて紹介する。

Synopsis：

In the chemical business field, some highly-functional materials have been developed and have been produced in addition to the main businesses of coal chemicals and iron oxide. These materials are such that they can be used in electronic equipment, systems and batteries having needs of smaller size and can meet the needs of lighter weight and environmental protection. Among these materials, magnetic materials, carbon materials, plastic composite stampable sheets and plastic alloy are selectively introduced.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

Highly-Functional Materials in the Chemical Business Field



飯塚 安伸

Yasunobu Iizuka

化学事業部 事業企画
部 主査(部長補)



鈴木 利英

Toshihide Suzuki

技術研究所 化学研究
部門長



後藤 聡志

Satoshi Gotoh

技術研究所 鉄粉・磁
性材料研究部門 主任研
究員(課長)・工博

要旨

化学事業分野では、従来からの化成品と酸化鉄の事業とともに、新たな取組みとして、電子部品や電池の小型高性能化、省エネルギー・環境保全対応などの要求に応えられる各種機能材料の開発・商品化に取り組んできた。その中から、磁性材料、炭素材料、スタンパブルシート、プラスチックアロイについて紹介する。

Synopsis:

In the chemical business field, some highly-functional materials have been developed and have been produced in addition to the main businesses of coal chemicals and iron oxide. These materials are such that they can be used in electronic equipment, systems and batteries having needs of smaller size and can meet the needs of lighter weight and environmental protection. Among these materials, magnetic materials, carbon materials, plastic composite stampable sheets and plastic alloy are selectively introduced.

1 はじめに

当社化学事業部およびその関連部門では、二つの事業を大きな柱として展開してきた。一つは、高炉用コークス製造の際に副生されるコークスガスを主原料にした化成品の製造販売である。もう一つは、鋼板酸洗工程から排出される廃酸から生産された酸化鉄の販売およびそれを原料にした磁性材料の製造販売である。こうした自社原料を足掛かりにした事業分野とは別に、化学事業部では自動車用外板や構造部材の分野などに狙いを定めてプラスチック事業へ参入した。

この3つの分野のうち化成品は安定市場を形成しているが、その他は技術進歩の速い分野であり、それに対応して材料開発(当社商品開発)が大きな役割を担っている。その一端を紹介すると、電子部品・電池の小型高性能化に対応した高性能軟磁性材料・酸化鉄・炭素材料、地球環境保全ニーズに対応した非フッ素系樹脂コンパウンド、自動車軽量化を支えるスタンパブルシートなどがある。

これらについて、当社開発商品の特長とその開発経緯および今後の方向性を述べる。

2 酸化鉄・高性能軟磁性材料

鋼板酸洗廃酸から生産される酸化鉄は高純度製品であり、高性能

磁性材料であるソフトフェライトの原料として適している。

ソフトフェライトは、金属系軟磁性材料に比べ抵抗が格段に高く数kHzから数百MHzの間で優れた軟磁性特性を示す。高周波トランス、チョークコイル、ノイズフィルターなどのコアに用いられ、その用途である家電製品やパソコン、携帯電話など民生用電子機器向けの需要が世界的に見て増加傾向にある。

このため、1990年に原料酸化鉄からフェライトコアまでの一貫生産の優位性を活かし、川鉄マグネックス(株)(現川鉄フェライト(株))においてMnZnフェライト事業に参入した。

材質開発は、低コスト、小型・薄型化、高周波化、高性能化の要求に応えるため、当社開発部門が主に担当しており、現在までにスイッチング電源用低損失材として4材質、高透磁率材として5材質¹⁾を開発・商品化し、さらに高い要求に応えるために注力している。

まず、電源用低損失材について紹介する。各種電子機器で使用されるスイッチング電源は小型・高性能化を軸に技術革新が進んでおり、トランス部の主要構成材料であるソフトフェライトも100kHz程度以上の高周波での低損失化が技術革新の中心になっている。MnZnフェライトの鉄損は履歴損、渦電流損および残留損から構成され、スイッチング周波数が100kHz~1MHzと幅広くなると各周波数に対してそれぞれの割合が異なってくる。このことを考慮し、100kHz~500kHzを対象にした汎用低損失材MB3²⁾、MB4³⁾およびMBT1と500kHz~1MHzを対象にした高周波対応低損失材MC2を開発した。各周波数域に対して前記鉄損要因に及ぼす組成、微量添加物の影響と結晶組織制御を中心とする製造条件の影響を定量的

* 平成12年4月28日原稿受付

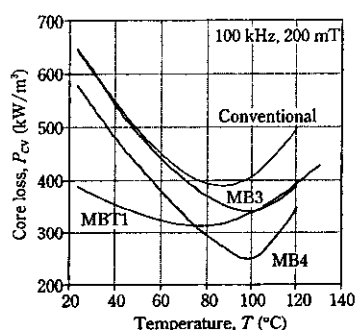


Fig. 1 Temperature dependence of core loss at 100 kHz and 200 mT of low loss materials, MB3, MB4 and MBT1 in comparison with the highest quality core manufactured by a conventional method

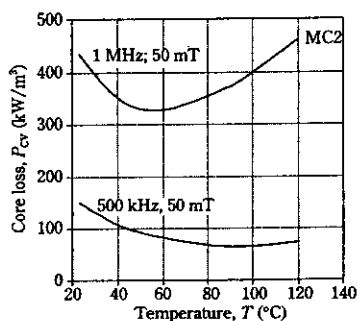


Fig. 2 Temperature dependence of core loss at 500 kHz and 1 MHz and 50 mT of MC2 developed for high frequency use

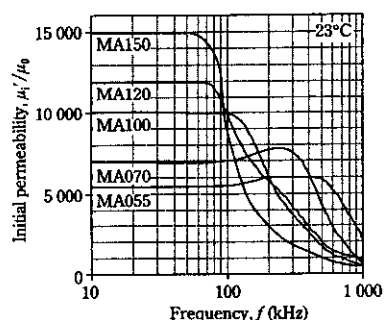


Fig. 3 Frequency dependence of initial permeability at 23°C high permeability materials, MA055~MA150

に把握し、それらを最適化して低損失化を図った。Fig. 1 に MB3, MB4 および MBT1 の標準コアでの鉄損温度特性を開発前の市販最高級材質と比較して示す。また、Fig. 2 に MC2 の鉄損温度特性を示す。MBT1 は常温から 100°C 付近までの範囲において低鉄損を維持しているため、広い実使用温度領域で低損失のトランスが実現でき、省エネルギーの社会的ニーズを満足できる材質である。

次に、高透磁率材を紹介する。MnZn フェライトはソフトフェライトの中でも最も初透磁率を高くすることができ、数 MHz 程度までの比較的周波数域で使用される。この周波数域で使用されるノイズフィルターやデジタル通信機器に使用されるパルストランスのコアとして、周波数特性を改善した高透磁率材 MA055~MA150 (比初透磁率 5500~15000) を開発・商品化した¹⁾。Fig. 3 に各種高透磁率材の初透磁率の周波数特性を示す。フェライトコアの初透磁率を高めるには、磁気異方性と磁歪が 0 になるような組成を選ぶ。さらに、結晶粒径を大きく均一にして動きやすい磁壁を形成すると同

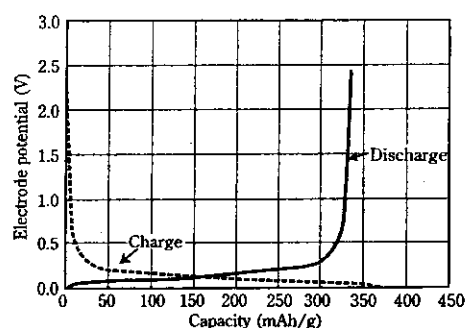


Fig. 4 Charge-discharge of electrodes from KMFC graphite powder

時に磁壁移動を妨げる結晶内部の欠陥、空孔、不純物などのできるだけ少ないものを選ぶことが重要である。このため、当社が開発した高純度酸化鉄 KH-CPW[®] を原料として使用している。また、初透磁率の周波数特性を向上させより高い周波数まで高透磁率を維持するには、高周波化にともなう磁気損失を抑える必要がある。そこで、微量添加物を結晶粒界に析出させ、粒界の高抵抗化で渦電流損を減少させて周波数特性の改善を図った。

3 炭素材料

コールタール製品は、タールピッチとして人造黒鉛電極の粘結材、含浸材やアルミ精錬用電極材に、中間留分はカーボンブラック原料油に大きな市場を形成してきている。

これらの従来市場とともに、付加価値アップを目指して、タールピッチからは各種高級炭素材料の事業化の取り組みが行われてきた。当社では、高級炭素材料開発の一つとして、球晶仮焼粉「KMFC」の商品化に取り組んできた。KMFC の製造は、コールタールピッチを熱処理して生成させた光学的異方性を呈する小球体(メソフェーズ小球体)を分離、仮焼して行う。KMFC の大きさは平均粒径数十 μm であり、自己焼結性を持つ高密度・高強度炭素材料の原料として適している。この KMFC は 1977 年に九州工業試験所(現在の九州工業技術研究所)の山田²⁾が、溶剤によってピッチマトリックスを溶解することで分離できることを報告しており、当社が独自技術により世界で初めて工業生産に成功した材料である。

その後、この粉末の黒鉛化品が、近年電子機器の小型化、携帯化にともない伸長が著しい Li イオン 2 次電池の負極材として優れた性質を示すことが明らかになり³⁾、1991 年に初めて当用途で採用された。Fig. 4 に特性の一例として充放電曲線を示す。負極材に求められる性能は充放電容量以外に電流密度、サイクル特性などが挙げられ、これらの性能をさらに向上させた材料開発を進め商品化している。また、炭素材の構造制御技術の蓄積をベースにした負極材の高性能品開発は、次世代の高性能材料の商品化を目指し非黒鉛系炭素材の領域にも進めている。

4 スタンパブルシート

当社は、自動車用外板や構造部材でのプラスチック化をターゲットに事業化の可能性を検討した。その結果の一つとして、1990 年に住友化学工業(株)、伊藤忠商事(株)、タキロン(株)と当社の 4 社でケーブラシート(株)を設立し、熱可塑性樹脂複合材料であるスタンパブルシートの製造販売事業に参入した。製造技術は英国 Arjo



Photo 1 Headliner

Wiggins 社の泡抄紙法による製法を導入し、これを基盤に工業化を行った。実証プラントによる基礎実験からのスタートであり、操業技術の確立を同時並行作業としながらの事業展開となった。材料・製品開発は、自動車向けバンパービームなどを狙い、フロー成形用途から始めた。ここ数年は、泡抄紙法の特徴である膨張性を活かし、自動車向けトリム材を始めとした膨張成形用途へと開発対象をシフトしている。抄紙法スタンパブルシートは、ガラス繊維とマトリックス樹脂であるポリプロピレンでウェブと呼ぶ強化材を形成する工程とウェブを熱プレスによりシート状物にする工程から構成される。でき上がったシート状物「KP シート」は中間基材であり、遠赤外線炉などを用いて樹脂の融点以上に加熱され、金型内で所定形状を付与され、冷却固化される。膨張した繊維強化樹脂多孔質体は、シート加熱時に繊維のスプリングバック、すなわち元のウェブの状態に戻ろうとする復元力により膨張することを利用して得る。

繊維強化樹脂多孔体の材料としての特徴は、面剛性に優れた機械特性および各種物理刺激に対するダンピングあるいはインシュレーターとしての機能にある。前者はケーブラシート(株)の主力製品の一つである自動車天井トリム材 (Photo 1) として応用されている。その他、KP シートは温度変化や湿潤に対する寸法安定性にも優れている。たとえば、相対湿度 (RH) 95% の条件下に一日放置しても寸法変化は 0.1% 以下と非常に小さい。80°C の雰囲気下に放置しても同様である。また、放置後の弾性勾配も放置前とほとんど同じである。

5 アロイ

当社は、米国 LNP、欧州 LNP を傘下に置く Kawasaki-LNP 社を 1991 年に設立し、樹脂コンパウンド事業への進出を果たした。そ

Table 1 Mechanical and tribological properties of Lubriloy (Lubriloy is the trademark of Kawasaki Chemical Holding Co., Inc.) D versus unfilled polycarbonate and standard 15% PTFE-lubricated polycarbonate

Property	Lubriloy D	DL-4030 PC, 15% PTFE	Polycarbonate
Specific gravity	1.17	1.28	1.20
Tensile strength (MPa)	59	52	64
Elongation (%)	60	60	90
Flexural strength (MPa)	81	80	86
Flexural modulus (GPa)	2.3	2.3	2.3
IZOD impact strength			
notched (J/m)	750	270	900
unnotched (J/m)	NB	NB	NB
HDT (1.8 MPa) (°C)	127	127	130
LNP wear factor K (against steel) (10 ⁻²⁰ m ⁵ ·s/m·kg·s)	570	960	32 000
Static friction coefficient	0.04	0.03	0.31
Dynamic friction coefficient	0.07	0.06	0.38

の後、アジアについては、シンガポールに営業拠点、マレーシアに工場を配置し、アジア圏での販売を順調に伸ばしている。また、昨年にはブラジルに進出するなど一層のグローバル化を加速している。この間、当社の開発部門は LNP 社のグローバル展開を基盤技術の開発で支援し、同社製品の開発と改良に大きく寄与している。今回は、それらの成果から、将来の環境規制に対応した摺動性ポリカーボネート樹脂系アロイ「ルブリロイ D」について述べる。

近年、プリンターやコピー機などの摺動部品 (ギヤ、カムなど) は、駆動精度を向上させるため、大型化の傾向にある。このため、これらの部品は、難燃化とともに寸法精度の向上が要求されている。

従来、この分野で広く使用されているポリアセタールでは、難燃化に対応できない問題が生じている。一方、ポリカーボネート/ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 摺動材は、寸法精度、難燃化の問題は解決できるものの PTFE を含有するため高価であり、また衝撃強度が低いこと、欧州などで環境規制に対応できないことなどの問題があり、PTFE を含まないポリカーボネート系摺動材への要求が増加しつつある。そこで、安価なポリオレフィンに着目し開発に着手した。ポリカーボネートとポリオレフィンを相溶化することで同等の摺動性を有し、かつ 3 倍以上の衝撃強度を有する安価な環境対応型のプラスチックアロイ開発に成功した (Table 1)。現在 LNP 社において、米国、欧州を中心に市場開拓を進めている。

6 おわりに

化学事業分野で開発・商品化した多岐にわたる要求に対応した機能材料について紹介した。今後、さらに技術の進歩、社会ニーズに応えられる商品の開発に努力していきたい。

参考文献

- 川鉄フェライト(株): フェライトコア (1997 年カタログ)
- 成谷 哲, 吉松秀格, 山崎正勝, 奥谷克伸, 藤原雄三: 川崎製鉄技報, 24(1992)2, 150-151
- 小日置英明, 成谷 哲, 池田幸司: 川崎製鉄技報, 29(1997)4, 43-44
- 津崎昌夫, 高木聖志, 吉川文明, 島崎守美: 川崎製鉄技報, 24(1992)2, 148-149
- 山田泰弘, 柴田 薫, 本間英昌: 炭素, 88(1977)2
- 星野謙一, 村上哲也, 大塚 敦, 尾崎義幸, 渡辺庄一郎, 高橋由衣: National Technical Report, 40(1994), 455