The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | Preparation and Microwave Absorption Properties of Iron-based Nanocomposite Materials |
| Author(s) | 刘, 久ロン |
| Citation | 大阪大学, 2004, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/45017 |
| rights | |
| Note | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【110】

| | |
|---|---|
| 氏　　名 | 刘（リュウ）　久（ジュウ）　荣（ロン） |
| 博士の専攻分野の名称 | 博　士（工　学） |
| 学　位　記　番　号 | 第　１８７６１　号 |
| 学位授与年月日 | 平成 16 年 3 月 25 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第４条第１項該当<br>工学研究科物質化学専攻 |
| 学　位　論　文　名 | Preparation and Microwave Absorption Properties of Iron-based Nanocomposite Materials<br>（鉄系ナノ複合材料の作製とマイクロ波吸収特性） |
| 論　文　審　査　委　員 | （主査）<br>教　授　町田　憲一<br>（副査）<br>教　授　新原　晧一　　教　授　今中　信人　　教　授　桑畑　　進<br>教　授　甲斐　　泰　　教　授　大島　　巧　　教　授　野島　正朋<br>教　授　小松　満男　　教　授　平尾　俊一　　教　授　田川　精一 |

## 論文内容の要旨

本論文は、各種電気機器の誤作動、健康障害、等の原因となる GHz 帯域の電磁波に対し有効な吸収能を有する材料に関する研究を行なったものであり、同材料として鉄基磁性ナノ微粒子を含有する複合体粉末が優れた吸収特性を有することを見出している。本論文は、緒言、本論四章、および総括から構成されている。

緒言では、本研究全体の背景、目的および意義について述べると共に、具体的に実施した各研究課題と目的についても併せて列挙している。

第一章では、希土類－鉄系金属間化合物 $Y_2Fe_{17}$ の薄帯をメルトスパン法で作製すると共に、これらの水素吸蔵能を利用した水素化分解と引き続く酸化による不均化処理を施すことで $Fe/Y_2O_3$ ナノ複合体とし、その電磁波吸収特性を評価している。その結果、均一かつ微細な組織を有する金属薄帯から得られたナノ複合体が、2.0～3.5 GHz の領域で優れた電磁波吸収特性を示すことを見出している。

第二章では、上記で得られた $Fe/Y_2O_3$ ナノ複合体をさらに窒化処理し、それらの電磁波吸収特性に対する処理効果を検討している。その結果、処理試料の電磁波吸収領域は $Fe/Y_2O_3$ のそれに比べ高周波数側にシフトし、0.6～4.4 GHz の領域において電磁波が効果的に吸収されることを明らかにしている。この周波数のシフトは、窒化処理により $Fe_3N$ が生成し磁気異方性が付与されたためと結論している。

第三章では、同様に $Y_5Fe_{77.5}B_{17.5}$ アモルファス金属薄帯から作製した $Fe/Fe_3B/Y_2O_3$ ナノ複合体の電磁波吸収特性を評価している。$Fe_3B$ は Fe に比べ大きな磁気異方性を有することが知られており、本研究で得られた複合体はナノサイズに起因する両粒子間の相互作用により Fe と $Fe_3B$ との中間的な磁気異方性を有し、電磁波吸収領域は相互作用の大きさにより制御可能であることを明らかにしている。

第四章では、上記の一から三章において複合化した $Y_2O_3$ に代えて、軽量かつ安価な無定形カーボンを用い、$Fe_2B$、$Fe_3C$ などの鉄基化合物とのナノ複合体を作製し、その電磁波吸収特性を評価している。その結果、カーボンと複合化することで、鉄基合金等で見られる磁化の低下の原因となる渦電流を効果的に抑制でき、薄型軽量でかつ高特性な電磁波吸収体の作製が可能であることを見出している。

総括では、以上の研究結果を概括すると共に、材料を均一かつ微細組織のナノ複合体とすることで、渦電流の効果的な抑制と磁気異方性物質の分散導入による電磁波吸収体の設計手法について、学術的意義と応用の可能性から総合的に評価、検討している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、電磁波障害の解消に寄与する一連の電磁波吸収材料に関する研究を行なったもので、同材料として磁性体と絶縁体からなるナノ複合体粉末が優れた電磁波吸収特性を有することを明らかにしている。主な成果を要約すると以下の通りである。

(1) メルトスパン法を用いて作製した $Y_2Fe_{17}$ 金属薄帯に、水素化と引き続く酸化に基づく不均化処理を施すことで $Fe/Y_2O_3$ ナノ複合体を作製し、これらが 2.0～3.5 GHz の領域の電磁波を効率良く吸収することを見出すと共に、金属薄帯に特有な均一な微細組織の形成と Fe 粒子に対する $Y_2O_3$ の分散効果による渦電流の低減が、この良好な電磁波吸収特性の発現要因であることを明らかにしている。

(2) 上記で得られた $Fe/Y_2O_3$ ナノ複合体の Fe 成分を窒化処理により $Fe_3N$ とし、得られた $FeN/Y_2O_3$ ナノ複合体の電磁波吸収領域が、$Fe_3N$ の磁気異方性により $Fe/Y_2O_3$ のそれと比べ高周波数側にシフトすることから、磁気異方性の付与により吸収周波数領域を制御可能であることを明らかにしている。

(3) 上記と同様に $Y_5Fe_{77.5}B_{17.5}$ アモルファス金属薄帯から、Fe 粒子に加え $Fe_3B$ 粒子をナノレベルで複合化した $Fe/Fe_3B/Y_2O_3$ ナノ複合体を作製し、これらが通常の交換スプリング型ナノ複合磁石と同様に Fe と $Fe_3B$ との中間的な磁気異方性を示すことから、電磁波吸収能をその成分組成に応じて所望の周波数領域に発現させ得ることを明らかにしている。

(4) 上記の絶縁体分散相である $Y_2O_3$ に代えて、軽量かつ安価な無定形カーボンを用い、鉄基化合物との物理的混合により新規な電磁波吸収材料としてナノ複合体を作製し、無定形カーボンでも $Y_2O_3$ と同様に渦電流を効果的に低減することができ、7.5～26.5 GHz 領域の電磁波に対して有効な薄型でかつ軽量な電磁波吸収体となることを明らかにしている。

以上のように、本論文は磁性体と絶縁体とからなる複合材料について、電磁波吸収体としての材料機能を検討したものであり、メルトスパン法による金属薄帯から作製した鉄－酸化物系ナノ複合体が、均一かつ微細な組織を有するために GHz 領域の電磁波に対して優れた吸収特性を示すことを見出している。特に、ナノ複合体の設計において、電磁波吸収媒体となる鉄基金属材料を窒素などの軽元素と反応させること、さらにはコバルト等の遷移金属と合金化させることで磁性体に磁気異方性を付与し、これにより電磁波吸収領域が制御可能であることを提示した点に新規制を有している。また、電磁波吸収能の発現に不可欠な絶縁体相としてカーボンを上記の酸化物に代えて用いることで、軽量かつ安価な電磁波吸収材料用ナノ複合体が得られたことも実用面で注目される。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。