

低損失、出力密度向上、、、 高効率化に向けたモータの設計、制御技術、材料開発事例を徹底解説！
環境負荷を低減するには？ 重希土類フリー化、ポストネオジム、レアアースリサイクルの事例を詳解！

新刊書籍
2022年1月発行

次世代EV・HEV用モータの 高出力化と関連材料の開発

●発行日:2022年1月末日 ●体 裁:A4判約500頁 ●定 価:88,000円(税込) ●ISBN:978-4-86104-869-2

※大学、公的機関、医療機関の方には割引価格

ご希望の方に山本執筆の第10章第1節の別刷お送りします。なくなり次第終了します。



本書の構成

◆自動車用モータ、車載に向けた技術開発◆

- ・SRモータの電流制御、トルク制御と高効率化
- ・誘導モータの銅損、鉄損低減、高トルク密度化、超電導化
- ・モータ用コイルの巻き線、積層化、圧縮、成形技術
- ・モータ用絶縁材料の絶縁破壊、劣化対策
- ・PMモータの磁気バランスの最適化、可変速特性の向上
- ・モータノイズの低減と対策、ノイズフィルタの活用技術
- ・モータの低振動、低騒音化に向けた構造的、電磁的対策
- ・モータの冷却、放熱技術

◆自動車モータ用磁性材料の磁気特性の向上◆

- ・電磁鋼板の磁束密度性向上、高強度、高疲労強度化、鉄損低減
- ・アモルファス、ナノ軟磁性材料の磁束密度性、軟磁気特性の向上
- ・圧粉磁心の鉄損低減、原料鉄粉の粒子径、粒子形状最適化
- ・磁石の耐熱性、低鉄損性の向上と微細化技術

◆環境負荷を低減する磁性材料の開発◆

- ・重希土類フリー磁石の高保磁力化、自動車での応用に向けた展開
- ・鉄やマンガンの磁気特性の向上技術
- ・ポストネオジム磁石に向けた脱レアアース化、保持力性の向上
- ・電動車用モータ磁石のレアアースリサイクル技術

執筆者(敬称略)

K&Kテクノロジー
ボッシュ(株)
京都大学
名古屋大学
名古屋大学
元(株)ミツバ
豊田工業大学
長岡モーターディベロップメント(株)
(株)日立製作所
信州大学
秋田大学
静岡大学
大阪大学
宇都宮大学

加藤 克司
牧野 秀樹
小森 雅晴
山本 真義
今岡 淳
内山 英和
内藤治夫
加藤 尚和
榎本 裕治
水野 勉
吉田 征弘
青山 真大
新口 昇
後藤 博樹

京都大学
千葉工業大学
豊田工業大学
JFEスチール(株)
日立金属(株)
(株)東北マグネット
インスティテュート
名古屋工業大学
JFEスチール(株)
日本製鉄(株)
長崎大学
九州工業大学
(国研)物質・材料研究機構
(国研)産業技術総合研究所
(国研)物質・材料研究機構

中村 武恒
齋藤 哲治
藤崎 敬介
高下 拓也
太田 元基
尾藤 三津雄
佐藤 尚
尾田 善彦
柳川 鉄州
村井 武志
本塚 智
高橋 有紀子
細川 裕之
岩崎 悠真

(国研)産業技術総合研究所
愛知製鋼(株)
信越化学工業(株)
工学院大学
(国研)物質・材料研究機構
早稲田大学
東京都市大学
豊橋技術科学大学
モリモロボ
芝浦工業大学
(株)日立製作所
大阪大学
(株)セルコ
(株)アスター
大阪府立大学

平山 悠介
山崎 理央
大橋 健
赤城 文子
広沢 哲
山口 勉功
田中 康寛
村上 義信
森本 雅之
石橋 文徳
原 崇文
平田 勝弘
小林 延行
本郷 武延
森本 茂雄

東京都市大学
日本工業大学
黒田精工(株)
大島研究所
群馬大学
日本ケミコン(株)
ネオジコンサル
岩崎通信機(株)
東京工業大学
(国研)物質・材料研究機構
京都大学
兵庫県立大学
日置電機(株)
サイエンスソリューションズ(株)
アンシス・ジャパン(株)
岐阜大学

鈴木 憲史
上野 貴博
福山 修
大島 正明
石川 赴夫
山本 日登志
成田 芳正
合田 義弘
杉本 聡志
松尾 哲司
永田 正義
原野 正幸
貝森 弘行
古賀 誉大
石川 裕記

第1章 次世代EV・HEVのモータシステムとエネルギーマネジメント

第1節 自動車用パワートレーン電動化と脱炭素化の最新技術動向

- 1.世界の電動化/脱炭素化の動向
- 2.パワートレーンミックスの今後の動向
- 3.主要なOEMやテック企業の電動化戦略
- 4.電動化(EV化)で影響を受ける既存製品/新たに注目される製品の動向

第2節 CVTが広げる駆動系電動化の可能性

- 1.電動化車両市場の将来に向けて 2.変速機が果たす役割
- 3.DH-CVT (Dedicated Hybrid CVT)
- 4.CVT4EV (CVT for Electric Vehicle)

第3節 変速時の駆動力抜けのない変速システムによる電力消費の低減

- 1.従来の歯車式変速機における課題
- 2.新しく提案した常時伝達変速システム
- 3.実験
- 4.多段変速システム

第4節 SiC/GaNパワー半導体応用に対する次世代EV用受動素子と求められる技術仕様

- 1.次世代電気自動車(EV)に求められる性能指標とそれを支えるパワーエレクトロニクス技術
- 2.車載用バッテリー充電器におけるSiC適用技術最前線

第5節 車載用パワーエレクトロニクスにおける磁性材料・磁気デバイスの基本とその応用領域

- 1.車載用電力変換システムとその回路構成
- 2.電力変換用磁性材料の種類と基本的な特性の比較

第2章 自動車用モータの開発

第1節 可変界磁モータの技術開発と今後の展望

- 1.可変界磁モータとは何か?
- 2.開発の目的
- 3.可変界磁モータの特徴
- 4.詳細構造と動作
- 5.結果(モータ特性)
- 6.実機搭載写真
- 7.レースでの使い方(例)

第2節 SRモータの電流制御技術と駆動システムの高性能化

- 1.構造と回転原理
- 2.SRモータの制御に関わる特性
- 3.直流電動機の制御系の概要
- 4.SRモータのトルク、電流制御

第3節 自動車用誘導モータの高性能化と銅損最小化制御

- 1.誘導モータの基礎と高性能化技術
- 2.誘導モータのベクトル制御と銅損最小化制御

第4節 アモルファス金属を適用した高効率モータの開発

- 1.アモルファス金属の特徴とモータ適用課題
- 2.産業用アキシシャルギャップ型モータの開発
- 3.ラジアルギャップ型モータへの適用検討
- 4.モータの高速化による出力密度向上

第5節 磁性コンポジット材を用いた超高速モータの開発

- 1.磁性コンポジット材を用いた超高速モータの構造
- 2.磁性コンポジット材の磁気特性
- 3.超高速モータの特性

第6節 希土類ボンド磁石を用いた非対称磁極構造IPMモータの開発

- 1.非対称磁極構造によるトルク向上原理
- 2.モータ特性の比較

第7節 自励巻線界磁と永久磁石を併用した受動可変界磁PMモータ

- 1.原理と構造
- 2.試作機と実機評価環境
- 3.実機評価結果
- 4.ロータ巻線回路インピーダンス調整による受動可変界磁機能向上

第8節 トラクションモータ向けリラクタンスマータの特性と低振動化

- 1.トラクションモータ向けスイッチトリラクタンスマータ

<p>2.スイッチトリラクタンスマータの比較</p> <p>3.新しいスイッチトリラクタンスマータの構成</p> <p>第9節 アキシャルギャップ型SRモータの開発</p> <p>1.SRモータの基本特性</p> <p>2.アキシャルギャップ型SRモータの基本特性</p> <p>3.インホイールダイレクト駆動アキシャルギャップ型SRモータの開発</p> <p>第10節 車載応用に向けた高周波伝導誘導同期モータの開発</p> <p>1.はじめに</p> <p>2.高周波伝導誘導同期モータの回転原理と特長</p> <p>3.数十k W級機の研究開発</p> <p>4.マルチフィジックス連成解析とモデルベースデザイン</p> <p>第11節 Sm-Fe-N磁石の開発</p> <p>1.Sm-Fe-N磁石粉末</p> <p>2.Sm-Fe-N磁石</p>	<p>第4章 重希土類低減・フリー磁石の開発</p> <p>第1節 重希土類フリー磁石粉末の合成技術の開発</p> <p>1.安定Tb₂Zn₁₇型Sm₂Fe₁₇N₃化合物</p> <p>2.準安定TbCu₇構造を有するSm-Fe-N化合物</p> <p>第2節 Dyフリーネオジム系異方性ボンド磁石の開発</p> <p>1.Dyフリーネオジム系異方性ボンド磁石</p> <p>2.電動アクスルの更なる小型化に向けたDyフリーネオジム系異方性ボンド磁石の開発</p> <p>第3節 希土類金属を使用しない鉄やマンガンをベースとした永久磁石の開発</p> <p>1.Mn系磁石材料</p> <p>2.CoPtとFePt</p> <p>3.一軸結晶のFeNiとFeCo合金</p> <p>4.Fe₁₆N₂</p> <p>第4節 環境負荷低減を目指したEV用モータの磁石材料の研究とその可能性</p> <p>1.EVの市場動向と課題</p> <p>2.モータの種類と材料、及び磁気的特徴</p> <p>3.永久磁石の変遷、脱レアアースの取り組み、及び今後の展望</p> <p>第5節 ポストネオジム磁石開発の課題と展望</p> <p>1.ポストネオジム磁石のいくつかの候補</p> <p>2.ネオジム磁石から派生したポストネオジム磁石の可能性</p> <p>第6節 電動車用モータ磁石のレアアースリサイクル技術開発</p> <p>1.モータの構造と材質</p> <p>2.電動車用モータ磁石のレアアースリサイクル技術開発</p>	<p>第8章 消費電力の低減に向けたモータの制御技術</p> <p>第1節 車両駆動用モータドライブシステムの高効率化</p> <p>1.車両駆動用モータドライブシステムの基本構成</p> <p>2.IPMSMの数学モデルと基本トルク特性</p> <p>3.電流ベクトル制御の基礎</p> <p>4.IPMSMのベクトル制御システムの構成と高性能制御</p> <p>第2節 スイッチトリラクタンスマータの高効率駆動</p> <p>1.高効率駆動に求められる要素</p> <p>2.高効率化</p> <p>第3節 高速回転整流子モータのブラシ摩耗・消耗</p> <p>1.自動車搭載用モータの概要とブラシ付きモータの需要</p> <p>2.整流子・ブラシモータのアーキと摩耗消費</p> <p>3.ブラシ材によるブラシ摩耗低減</p> <p>第4節 電動車の駆動モータ接着積層コア技術の開発</p> <p>1.接着積層コア</p> <p>2.接着積層コアの特性</p> <p>3.金型2列化</p>
<p>第3章 自動車モータ用磁性材料の開発と磁気特性の向上技術</p> <p>第1節 モータ駆動システムにおける磁性材料の要求特性と活用技術</p> <p>1.EV・HEVにおけるモータ駆動システム</p> <p>2.モータ駆動システム・パワーエレクトロニクス回路における必要な磁気特性</p> <p>3.エネルギーマグにおける電磁気同時性</p> <p>4.パワーエレクトロニクス社会実現のボトルネック技術</p> <p>5.物理・材料系と電気・システム気系との間にある「見えない壁」</p> <p>6.モータ駆動システムの今後研究開発の方向</p> <p>7.高周波大電力の磁性材料研究開発</p> <p>第2節 圧粉磁心用純鉄粉～低鉄損化の製造プロセスおよび粉体特性の適正化～</p> <p>1.圧粉磁心の鉄損</p> <p>2.圧粉磁心の製造工程</p> <p>3.圧粉磁心の鉄損に及ぼす原料鉄粉粉体特性の影響</p> <p>4.低鉄損圧粉磁心と電磁鋼板の鉄損の比較</p> <p>第3節 モータ用アモルファス・ナノ結晶軟磁性合金の開発</p> <p>1.高Bsナノ結晶リボンの開発</p> <p>2.高Bs ナノ結晶合金リボンを有したコアの開発</p> <p>第4節 高い飽和磁束密度を有する超低損失ナノ結晶材料の開発</p> <p>1.開発の背景</p> <p>2.高い飽和磁束密度と優れた軟磁気特性を兼ね備えた新ナノ結晶合金NANOMET(R)</p> <p>3.新ナノ結晶合金NANOMET(R)のモーターへの応用実証</p> <p>4.新ナノ結晶合金NANOMET(R)薄帯の車載モーター応用実用化の課題</p>	<p>第5章 モータ用絶縁材料、絶縁処理技術の開発</p> <p>第1節 高分子の直流絶縁破壊メカニズムとファイラ複合化などによる絶縁性向上</p> <p>1.絶縁破壊のメカニズム</p> <p>2.ファイラの複合化</p> <p>3.絶縁性評価</p> <p>第2節 インバータサージによる高分子絶縁材料の絶縁破壊メカニズムと対策</p> <p>1.気体の絶縁破壊機構</p> <p>2.固体の絶縁破壊機構</p> <p>3.気体/固体複合絶縁系における絶縁破壊機構</p> <p>4.インバータサージ電圧下における絶縁破壊メカニズム</p> <p>5.絶縁対策</p> <p>第3節 PCUとモータの発熱メカニズムと冷却、放熱技術</p> <p>1.PCUとモータの発熱メカニズム</p> <p>2.冷却・放熱技術の基本</p> <p>3.PCUの冷却・放熱技術</p> <p>4.モータの冷却・放熱技術</p>	<p>第9章 車載モータのノイズ低減と対策</p> <p>第1節 インバータドライブシステムにおけるノイズの原因と対策</p> <p>1.インバータドライブの利点と欠点</p> <p>2.インバータドライブの主回路構成</p> <p>3.EMCから見たインバータドライブ</p> <p>4.起こり得るノイズ障害</p> <p>5.ノイズ問題の根源</p> <p>6.マイクロサージ</p> <p>7.ノイズ発生有無の判定法</p> <p>8.ノイズ対策技術</p> <p>9.ノイズフリーインバータ</p> <p>第2節 インバータ・モータの低周波ノイズ対策</p> <p>1.ノイズの発生</p> <p>2.ノイズ対策</p> <p>第3節 境界中熱処理したFe-Si-Alナノ結晶合金の磁気特性とノイズフィルタへの期待</p> <p>1.Fe-Si-Al系ナノ結晶材料の作製</p> <p>2.3D-アトムプローブによるナノ構造解析</p> <p>3.誘導異方性と磁区構造</p>
<p>第5節 ショットピーニングと熱処理による高周波低損失電磁鋼板の開発</p> <p>1.ショットピーニングにて生じる材料組織変化</p> <p>2.ショットピーニングと熱処理を利用した高周波低損失電磁鋼板の開発</p> <p>第6節 自動車モータ用電磁鋼板の最新動向</p> <p>1.HEV/EV駆動モータ用電磁鋼板</p> <p>2.高い素鋼板</p> <p>3.電動パワーステアリング用電磁鋼板</p> <p>4.圧縮応力による電磁鋼板の鉄損増加と抑制手法</p> <p>第7節 ハイブリッド/電気自動車駆動モータ用電磁鋼板とその利用技術</p> <p>1.HEV/EV駆動モータ用電磁鋼板への要求</p> <p>2.HEV/EV駆動モータに適した用電磁鋼板への要求</p> <p>3.打抜き性に優れた電磁鋼板用環境対応型絶縁皮膜</p> <p>4.HEV/EV駆動モータの性能を支える利用技術</p> <p>5.鉄損増加要因を考慮したモータ電磁界解析</p> <p>第8節 ウェットプロセスを用いた極薄鋼板の開発</p> <p>1.軟磁性材料の基礎</p> <p>2.軟磁性薄帯</p> <p>3.低損失化</p> <p>4.交流磁気特性</p> <p>第9節 磁化容易軸を制御した純鉄系磁性粉末の創出とその評価</p> <p>1.ボールミル処理による鉄粉末の扁平化と変形集合組織の形成</p> <p>2.磁化容易軸を制御した鉄粉末による圧粉鉄心の創出とその磁気特性</p> <p>第10節 レアアース量の少ないサマリウム鉄コバルト化合物の磁石化の可能性</p> <p>1.SmFe₁₂系化合物の磁気物性値と高保磁力化の取り組み</p> <p>2.SmFe₁₂系化合物の磁石化の取り組み</p> <p>第11節 SmFeN系磁石の材料プロセス設計への機械学習の応用</p> <p>1.機械学習による材料研究開発について</p> <p>2.Sm-Fe-N系磁石材料における機械学習</p> <p>第12節 マテリアルズ・インフォマティクスによる磁性合金材料探索</p> <p>1.高飽和磁化合金</p> <p>2.計算型の自律材料探索AI</p>	<p>第6章 車載モータの低振動、低騒音技術</p> <p>第1節 モータの振動・騒音の発生メカニズム</p> <p>1.モータの振動・騒音</p> <p>2.電磁振動・騒音について</p> <p>3.永久磁石モータの磁束と電磁力</p> <p>4.誘導モータの磁束と電磁力</p> <p>5.構造系の固有振動数の解析</p> <p>6.電磁振動と騒音</p> <p>第2節 自動車用モータの振動・騒音対策</p> <p>1.電磁的な対策</p> <p>2.構造的な対策</p> <p>第3節 自動車用モータ駆動システムにおける電磁力と振動・騒音の低減手法</p> <p>1.永久磁石モータの電磁力による振動・騒音の発生メカニズム</p> <p>2.電磁力による振動・騒音に関する主な低減手法</p> <p>3.電磁力による振動・騒音の詳細な低減手法</p> <p>第4節 EPS用モータの電磁振動による共振振動の低減技術</p> <p>1.8極12スロットと10極12スロットEPSモータの比較</p> <p>2.固有振動数と固有振動モード</p> <p>3.ラジアルカモードと固有振動モードの関係</p>	<p>第10章 モータ材料の特性評価、モータ特性の評価技術、車載モータのシミュレーション技術</p> <p>第1節 自動車用永久磁石の最新測定評価技術と課題</p> <p>1.パルスBHトレサによる磁気特性測定</p> <p>2.磁気測定に及ぼす加工劣化の影響</p> <p>3.拡散磁石の磁気特性劣化の測定</p> <p>4.MFM(磁気力顕微鏡)による磁区観察と熱減磁評価</p> <p>5.永久磁石に関する国際規格と標準</p> <p>第2節 高周波向け軟磁性材料の磁気特性の測定・評価のコツ</p> <p>1.磁気特性評価の背景</p> <p>2.軟磁性材の磁気特性の評価方法</p> <p>3.形状や歪と磁気特性</p> <p>4.直流バイアスと磁気特性</p> <p>5.高周波での磁気測定時の注意点</p> <p>第3節 磁性材料の第一原理電子論と磁気特性の解析</p> <p>1.第一原理電子論</p> <p>2.ネオジム磁石主相の磁気特性</p> <p>3.有限温度磁性</p> <p>4.状態図計算と自由エネルギー</p> <p>5.ネオジム磁石の組織界面</p> <p>第4節 磁気光学Kerr効果顕微鏡による磁気構造解析</p> <p>1.磁気光学Kerr効果について</p> <p>2.磁気光学Kerr効果顕微鏡について</p> <p>3.EV・HEV用モータ開発における磁気光学効果の実用例</p> <p>第5節 磁性体のベクトルヒステリシス特性のモデル化</p> <p>1.ヒステリシスモデル</p> <p>2.スカラーブレイモデル</p> <p>3.静的ベクトルブレイモデル</p> <p>4.動的ベクトルブレイモデル</p> <p>第6節 電動化に向けたインバータ駆動モータの高電圧絶縁評価技術</p> <p>1.EV用モータの高電圧絶縁システム</p> <p>2.部分放電の発生と環境要因</p> <p>3.インパルス試験と部分放電計測</p> <p>4.EV用モータ平角巻線の開発</p> <p>第7節 高効率モータードライブシステムにおける正確な電力測定方法</p> <p>1.インバータPWM波形の特徴</p> <p>2.インバータPWM電力の高精度測定に求められる性能</p> <p>3.電力測定システムが抱える問題点</p> <p>4.電流センサと位相補正技術</p> <p>5.インバータのPWM電力の実測比較</p> <p>第8節 モータの電磁界解析技術の基礎と分析方法</p> <p>1.モータの電磁界解析技術の基礎</p> <p>2.解析結果の妥当性評価</p> <p>3.解析結果の分析方法</p> <p>第9節 電動モータ設計に特化した統合マルチフィジックス解析ソフトウェアの開発</p> <p>1.電動モータに特化した統合型マルチフィジックス解析ソフトウェアの必要性</p> <p>2.EVパワートレイン向け電動モータの性能解析</p>

