

磁石の性能と活用のポイント ～応用編～

株式会社プロテリアル

磁気回路設計の 基本

磁気回路設計は、磁石や軟磁性材料、巻線などの部材を組み合わせて特定の機能や性能を実現するために重要なプロセスです。一般的な製品開発では設計に基づいて実機の試作・評価を行い、目標となる性能が確認されて実用化されます。

本資料の目的

本資料は、磁気回路の中でも特にモーターの設計において、磁石(材料、材質、形状など)を適切に選択することの重要性を説明し、それらの知識を深めていただくことを目的としています。
追加で気になる点や必要な情報がございましたら、資料の最後に問い合わせ先を記載しておりますので、お気軽にご連絡ください。

対象読者

主に、この分野の理解を深めようとしている方々に読んでいただくことを想定して作成しております。

モーター用磁気回路設計の基本概念(1)

～磁石トルクとリラクタンストルク～

PROTERIAL

磁気回路設計は、空間(エアギャップ)につくられる磁界の大きさや分布を制御して所望の機能を発現するために行います。磁界は電磁石または磁石から供給できますが、電流を必要としない磁石を使うことが有益です。モーターの基本性能は「トルク」と「回転速度」の積となる「出力」で表現されますが、最近の高効率モーターでは、磁石トルクとリラクタンストルクを適切に組合せることで、エネルギー損失(ロス)を小さくしながら必要な性能を発現させています。

磁石トルク

リラクタンストルク

原理

磁石トルクは、フレミングの左手の法則などで知られる原理を応用し、磁石が供給する磁界を回転力に活用します。

磁石や電磁石が鉄を引き付ける力は、磁束の流れに起因するエネルギーを下げる(磁束を流れ易くする)方向に発生する力として表現されます。リラクタンストルクはこの力を回転力に活用したものです。

設計における 基本概念

必要な磁界を直接または鉄心を介してエアギャップに供給できるよう、磁石の性能や形状、回転子(ローター)や固定子(ステーター)中での配置などを設定します。

回転中にリラクタンس(磁気抵抗)が変化することで、巻線からエアギャップに供給される磁束が回転力に変換されるよう、回転子(ローター)の形状や空隙の分布を設定します。

設計上のポイント

磁石トルクとリラクタンストルクは単独でもモーターを駆動するために活用できますが、これらを組合せることが有効です。最適なトルクの組合せは、実使用時に想定されるモーターの動作状態によって変わります。

埋込磁石型同期モーター(IPMSM)は、これらを絶妙に組合せて最大トルクを発揮するように設計することで大きな出力や効率的なエネルギー変換が実現でき、自動車やエアコンなど多くの用途で利用されています。

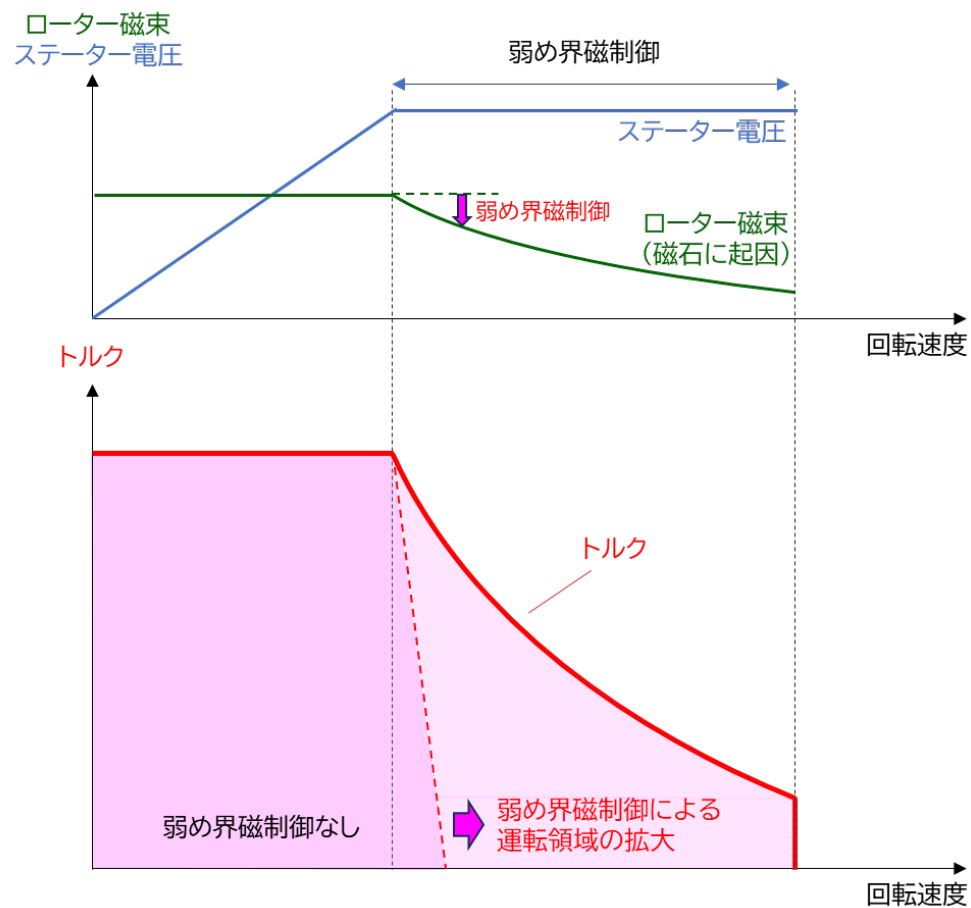
実際の設計では、インバーターから供給される電力パターンや、運転時の機械強度・騒音、モーターコストといった他の要因も考慮しながら、磁石トルクとリラクタンストルクの組合せ効果が最大になるようにすることが求められます。

モーター用磁気回路設計の基本概念(2)

～弱め界磁制御～

PROTERIAL

弱め界磁制御は、磁石から発生する磁束を弱めるような磁界を積極的に付与する手法で、モーターの運転領域を高速回転側に拡張することができます。



概要

弱め界磁制御はモーターの制御方法で、永久磁石式同期モーター(PMSM)などに適用されます。強い磁石が高速で回転すると、発電機の原理で巻線に誘起電圧が発生し、巻線に供給できる最大電圧でもモーターの駆動に必要な電流を流せなくなります。これを防ぐために、磁石から発生する磁束を減少させる操作が行われます。

効果

弱め界磁制御を使用することで、トルクは低下するものの、モーターの動作領域を高速回転側に拡張することができます。

設計上のポイント

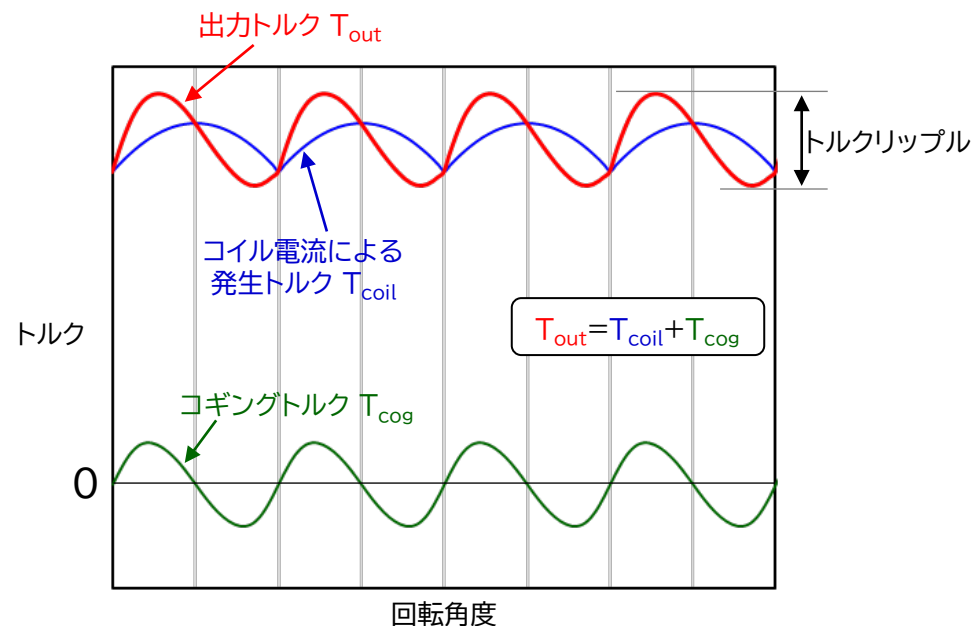
弱め界磁制御に使う磁界は巻線に電流を流すことで供給されますが、モーターのトルクに直接貢献しないことから、できるだけ使わない設計にすることが、エネルギー効率の観点でも有効です。そのために実使用時のモーターの運転状況を考慮しながら、磁石の材質、形状、モーター内での配置を決定します。一方、磁石の視点からは、弱め界磁制御による不可逆減磁が起こらないような特性の材料(高保磁力材)を選択することが重要です。

モーター用磁気回路設計の基本概念(3)

～トルクリップル・コギングトルク～

PROTERIAL

一般的にモーター回転時のトルクは一定になることが理想ですが、磁気回路設計や電流の入力波形などに起因して変動が起こります。通電時の変動をトルクリップル、無通電時の変動をコギングトルクと呼び、これらを低減するように設計することが重要です。



概要

効果

設計上のポイント

トルクリップル・コギングトルク

トルクリップルとコギングトルクは、共にモーターにおけるトルクの周期的な変動を指し、通電時の変動をトルクリップル、無通電時の変動をコギングトルクと呼びます。どちらもモーターの制御や性能に影響を与えることがありますが、トルクリップルはモーター運転時の騒音や振動を抑制するためにも低減することが重要です。また、コギングトルクは、特にサーボモーターや電動パワーステアリング用モーターなどのアプリケーションにおいて重要な現象です。

1. **設計時**
設計段階で、モーター回転に伴うモーター内の磁束分布の変化を適切に設定できないことにより、同じ速度で回転したときのトルク変動が起こります。
2. **実機組立て時**
実際にモーターを組立てる際には、各部品寸法のばらつきや、接着などにおける組立て時の位置ばらつきなどに起因して、設計上の理想的な状態との差異が生じます。これがトルク変動の要因となります。

トルクリップルやコギングトルクが小さくなるよう、磁石の形状・配置や着磁状態を設計します。また、設計段階で組立て時のばらつきの影響を考慮することも重要です。具体的には、軸方向に対して磁石をずらしながら配置したり、磁束密度分布のピークを軸方向に対して斜めになるように着磁(スキュー着磁)することなどで、モーター全体でみたときのトルクリップルやコギングトルクを低減することができます。その他、表面磁石型モーター(SPM)では、磁石から発生する磁束密度分布を正弦曲線にすることも有効です。

1. B-H曲線とJ-H曲線

- **B-H曲線**

磁界強度(H)と磁束密度(B)の関係を示すグラフです。磁石断面を通過する単位断面積あたりの磁束量(磁束密度)が磁界に対してどれだけ大きくなるか示しており、磁気回路設計と直接関連付けるために用いられます。

- **J-H曲線**

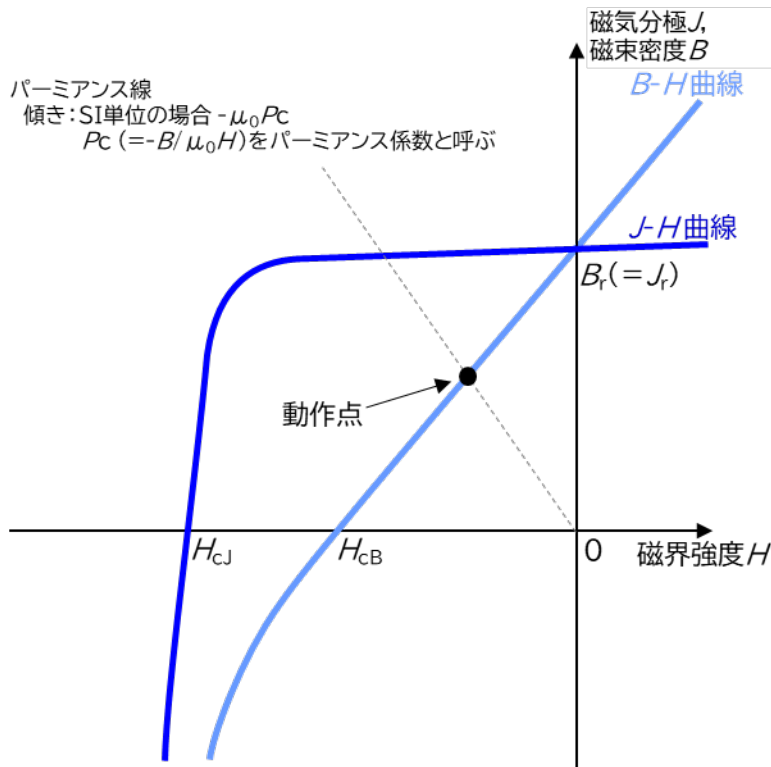
磁界強度(H)と磁気分極(J)の関係を示すグラフです(Jは慣例的に磁化と呼ばれます)。材料が磁界に対して磁氣的にどの程度分極するかを示しており、磁性と関連付けて材料の特性を表現するために用いられます。

- **B-H曲線とJ-H曲線の関係**

B-H曲線とJ-H曲線は独立ではなく、SI単位系で $B=J+\mu_0H$ (μ_0 は真空の透磁率)の関係があり、一方が決まればもう一方が決まります。Jの大きな材料ほど同じHで大きなBとなる、すなわち外部により強い磁界を供給することができます。

- **磁石の性能を示す指標**

磁石の性能を示す特に重要な指標は残留磁束密度(B_r)と保磁力(H_{cJ})です。残留磁束密度は磁石の「強さ」を、保磁力は外部磁界に対する磁石の「安定性」のポテンシャルを示します。



2. 反磁界

反磁界は、磁性材料内部で磁化の方向と逆の向きに生じる磁界です。磁石が実際に感じる磁界は、外部磁界と反磁界の和となり、これを有効磁界と呼びます。反磁界は、磁石の磁化の大きさに加えて、磁石の形状、磁気回路中の磁石の配置や周囲の状況などに依存し、磁性材料の磁気応答に影響を与えると同時に、磁石の安定性など設計上考慮すべき事項に影響を与えます。また、反磁界は同一磁石中の位置ごとに大きさが異なる点にも注意が必要です。

3. 動作点とパーミアンス係数

- **動作点**

動作点は、磁気回路内で磁石がB-H曲線のどの領域で使われているかを示す点で、機器の運転状態に応じて移動します。動作点は、磁石や磁性材料が特定の環境やアプリケーションでどのように振る舞うかを理解する上で有用です。

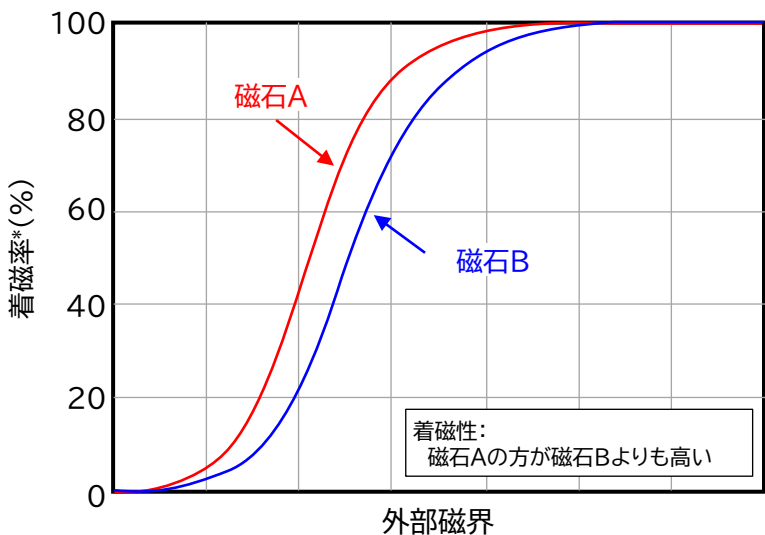
- **パーミアンス係数**

パーミアンス係数(P_c)は、SI単位で $-B/\mu_0H$ で示される指標で磁気回路に依存します。 P_c が高くなるように磁気回路を設計することで、磁石から供給される磁束密度を高くできるとともに、外部磁界に対する安定性も高くできます。また、 P_c が低くなる設計の磁気回路では、磁石の安定性を確保するために十分高い保磁力の材料を使用する必要があります。

減磁は磁石から供給できる磁束量が減少する現象です。この現象は温度と磁界の双方の影響を受けて起こります。一般的に、磁石材料は特定の温度まで安定した磁気特性を維持し、それを超えると反磁界の影響で急激に減磁することがあります。また、磁石は保磁力を超える強い外部磁界にさらされると減磁が起こるとともに、磁石周囲の磁界強度の分布や磁石の配置が減磁に影響を与える可能性があります。

カテゴリー	詳細	減磁の対策
可逆減磁 不可逆減磁	<u>可逆減磁</u> 磁石は、磁化方向と逆向きに磁界を付与するとB-H曲線に沿って動作点が移動し、磁束密度が低下します。また、多くの磁石は高温で磁束密度が低下します。これらの現象のうち、原因となる外部磁界や温度が元の状態に戻ると元の磁力に戻ることができるものを可逆減磁と呼びます。 <u>不可逆減磁</u> 磁石中で磁化反転などが生じることで磁力が完全に回復できなくなる減磁を不可逆減磁と呼びます。また、磁石の酸化など材料として磁石の機能が失われる場合も不可逆的な減磁を引き起こします。	適切な材料選定 適切な磁石材料を選定することは、減磁対策の第一歩です。特に広い温度範囲や特殊な環境で磁石を使う場合には、適切な磁気特性の材料や表面処理を選ぶことが重要です。 温度制御 減磁を防ぐために、磁石が過度な熱にさらされないように温度制御を行います。これは高温環境でのアプリケーションに特に重要です。 有効磁界の低減 磁気回路中で磁石に大きな有効磁界がかからないように磁石の周囲の空隙などを調整します。これにより、動作中の磁石の減磁を抑制します。
不可逆減磁 の種類	<u>初期減磁</u> 初期減磁は、温度変化に伴う保磁力の低下や、保磁力を超える外部磁界の付与などによって起こります。ごく短時間で起こり、その後の経時変化につながることから「不可逆減磁」と同義に扱われることがあります。 <u>経時変化</u> 経時変化は、磁石の磁化反転が時間の経過とともに進行し、磁力が徐々に低下する現象を指します。変化の大きさは、低保磁力側、低パーミアンス係数側、高温側で大きくなります。 <u>永久減磁</u> 永久減磁は、磁石の性能が永続的に低下し、再度着磁しても元の磁力には戻らない状態を指します。主な原因は磁石の酸化などによる磁石としての機能の喪失です。	

着磁とは、磁石に一定の磁界を印加して、磁石を磁化させるプロセスです。これにより、磁石がその特性を発揮できるようになります。着磁のしやすさ(着磁性)は磁石の種類や製法・材質などによって異なることから、大きな磁界を印加することが困難な場合は、着磁性に優れた材料を選択するとともに適切な着磁装置を選択することが重要です。



*着磁率: 磁石が完全に着磁された状態を100としたときの磁束量の相対値

カテゴリー

目的と
タイミング

- **目的**
多くの場合、製造工程を経て得られた磁石には十分な磁力が付与されていません。着磁は、磁石を特定のアプリケーションに適した磁力で使用するために必要です。
- **タイミング**
着磁のタイミングはアプリケーションによって異なりますが、多くの場合は磁石を製品に組付けた後に着磁します。このようにすることで、取り付けの作業性や安全性が向上します。

着磁
プロセス

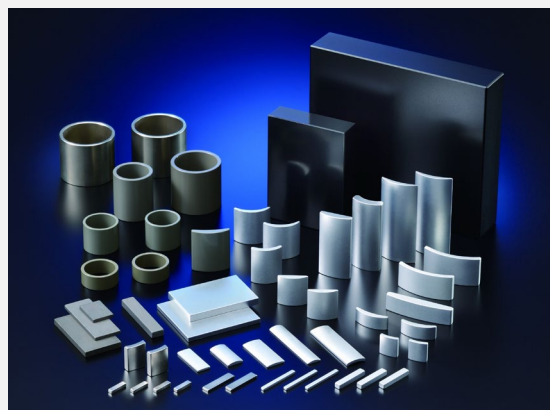
- **磁界の印加**
着磁プロセスでは、一般的に磁界を生成するための装置(着磁電源と着磁コイル)を使用して磁界を磁石に印加します。これにより、磁石の磁化を着磁磁界の方向に揃えることで、十分大きな磁束を磁石から外部に供給できるようになります。希土類磁石のような高保磁力材料の場合、磁石の性能を十分確保するために必要な磁界も強くなるため、大電流を流すことができるパルス電源とコイルが必要になります。
- **磁界の方向と強さ**
着磁プロセス中に印加される磁界は、一様な方向かつ十分強くすることが一般的ですが、着磁後の磁束密度分布を制御するため、方向や強さを制御する場合があります。

着磁性の
評価

- 一般的に着磁性は、初期状態(消磁状態)から特定の外部磁界を付与した際の磁束量や磁束密度分布を測定することで評価します。磁石単体で着磁性を評価する場合には、磁石の形状に起因する反磁界の大きさを考慮する必要があることに注意が必要です。

高性能磁石は多くの産業で広く使用され、技術革新や効率向上に貢献しています。高性能磁石を採用するとアプリケーションの設計自由度を高めることができます。
※一般的に高性能磁石とは、高い残留磁束密度かつ十分大きな保磁力を有する磁石を指します。

ネオジム焼結磁石
NEOMAX®



1.高出力化

高性能磁石は非常に強力な磁力を生成できるため、機械やデバイスに大きな力を供給することができます。これは、モーターやアクチュエーターにおいて、より高速で精密な駆動を実現するのに役立ちます。これらの特徴を活かして、電動車(EV)の駆動モーターや産業機器用サーボモーターなどに採用されます。

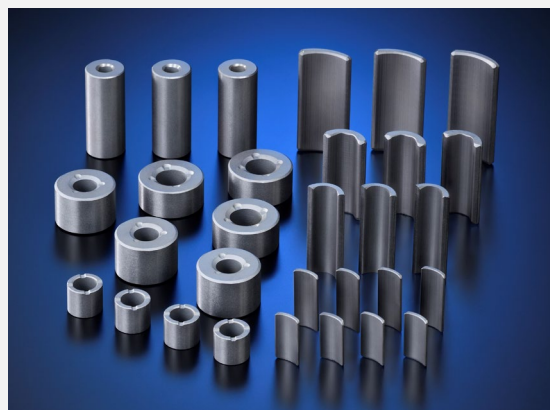
2.小型化・軽量化

高性能磁石は小型でありながら高い磁力を持つため、機器の小型化および軽量化に貢献します。これは、モーターや発電機、センサー、医療機器、そしてモバイルデバイスなどのアプリケーションにおいて、搭載スペースの制約や重量低減の要求がある場合に特に重要です。

3.高効率化

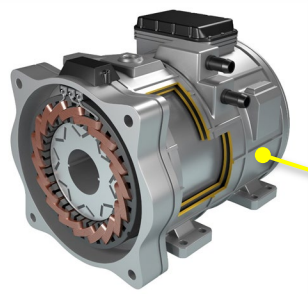
高性能磁石を使用することにより、同じ出力を得るために必要な電流が減らせることから、モーターや発電機などの電気機器の効率が向上します。結果として、省エネルギーシステムや電気自動車など高効率を要求されるアプリケーションにおいて、エネルギーコストの削減や運転時間の拡大が実現できます。

フェライト焼結磁石
NMF®

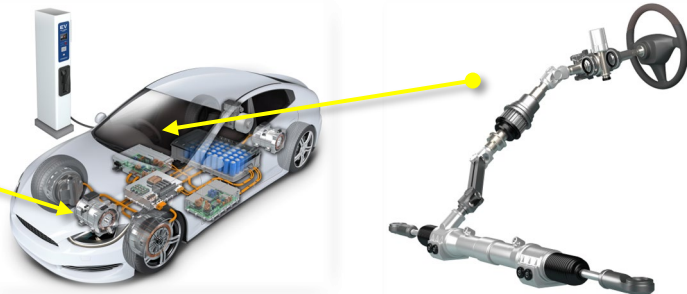


ネオジム焼結磁石は多くの電子機器、自動車、医療機器、工業用機械などのアプリケーションで広く採用されています。具体的には、電動車(EV)モーターや自動車用補機モーター(電動パワーステアリングなど)、産業機器用サーボモーター、エアコンや冷蔵庫のコンプレッサーモーター、風力発電機、医療機器(MRIなど)、ハードディスクドライブ、センサー(位置センサーや磁気センサー)などが挙げられます。一方、ネオジム焼結磁石は、高温側における熱安定性などの課題を有しており、これらを考慮した適切な材料を選択することが重要です。

駆動モーター



電動パワーステアリング



特長

高い
磁気特性

詳細

ネオジム焼結磁石は、工業的に生産されている材料の中で最も高い残留磁束密度を有します。小さな体積で高い磁力を実現できることから、さまざまなアプリケーションに使用されています。また、ネオジム焼結磁石は着磁性に優れた材料で、モーター組込み後の着磁でも、材料の性能を十分活かすことができます。

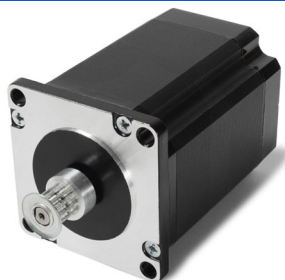
課題

耐熱性

詳細

ネオジム焼結磁石は保磁力の温度依存性が大きく、高温側で保磁力が大幅に低下します。結果、高温になると不可逆減磁が起こる動作点が低磁界側にシフトします。不可逆減磁は短時間で起こることから、磁石を組込んだ製品で想定される過負荷を考慮して、適切な保磁力の材質を選択することが必要です。

サーボモーター



エアコン



耐環境性

ネオジム焼結磁石は比較的容易に酸化したり腐食したりします。耐酸化性や耐腐食性を付与するために、適切な表面処理を選択することが重要です。特殊な環境での使用を想定する場合は、表面処理の有効性を確認するため、耐環境試験を行うことを推奨します。

高温減磁は、特に高温環境になるアプリケーションにおいて重要な課題で、材料側でも改良が進められていますが、課題も存在します。
高温環境での性能を確保しながらモーターのさらなる高性能化を実現するためには、さらなる材料の改良に加えて温度制御や磁気回路設計上の工夫も不可欠です。

ネオジム磁石の高温減磁抑制手段と課題		対策	
重希土類の 使用	ネオジム焼結磁石のネオジムの一部をジスプロシウムやテルビウムなどの重希土類元素に置換すると、保磁力を向上することができます。これは保磁力のポテンシャルとなる異方性磁界と呼ばれる物性の向上によるものです。	材料開発	重希土類使用時の課題を克服しながら、高保磁力を確保した材料が継続的に開発されています。例えば、焼結体作製後に重希土類元素を導入した粒界拡散磁石は、重希土類使用量を大幅に減らしながら高い残留磁束密度と保磁力の両立を実現しています。
	一方、重希土類元素の使用は、残留磁束密度の大幅な低下を招きます。これは残留磁束密度のポテンシャルとなる飽和磁化（飽和磁気分極）と呼ばれる物性の低下によるものです。また、重希土類元素は希少資源であることから、大量に使用すると供給面での課題が生じます。		
焼結体組織 の適正化	焼結磁石の製法を工夫することにより、保磁力を向上させることができます。具体的には、焼結体を構成する結晶粒のサイズや結晶粒間の組織（粒界）の制御が重要であることが知られていますが、保磁力向上のメカニズムについては、未解明のことも多く、現在も研究が進められています。	磁石温度上昇 抑制	使用時にネオジム焼結磁石が高温にならないよう、モーターなど磁石を使用する製品に冷却機構を組込むことで、低保磁力側の材料を活用することができます。
		磁気回路設計	磁石が感じる磁界は外部磁界と反磁界の和（有効磁界）になります。磁石形状や配置、周囲の空隙の分布などを設定することで有効磁界を低減する工夫を行うことが低保磁力側の材料を活用する上で有効です。



粒界拡散磁石を
使用する上での留意点

1. 粒界拡散磁石の特徴
粒界拡散磁石は、製法に起因して磁石内に保磁力の分布が生じます。具体的には磁石表面近傍の保磁力が磁石内部よりも高くなります。
2. 設計上の留意点
粒界拡散磁石を使用する場合、保磁力分布を理解したうえで、磁石応用品の運転時に磁石にかかる有効磁界の分布を考慮して設計を最適化し、高温環境下での性能を確保することが求められます。保磁力分布は焼結体の形状やサイズ、粒界拡散プロセスなどの影響を受けることから、適用しようとしている材料の保磁力分布に関するデータを入手して設計に用いることが重要です。

ネオジム磁石は耐腐食性が劣ることから、主に防錆を目的とした表面処理が適用されます。表面処理を選定する際、以下に紹介する点を考慮することで効果的な結果を得ることができます。

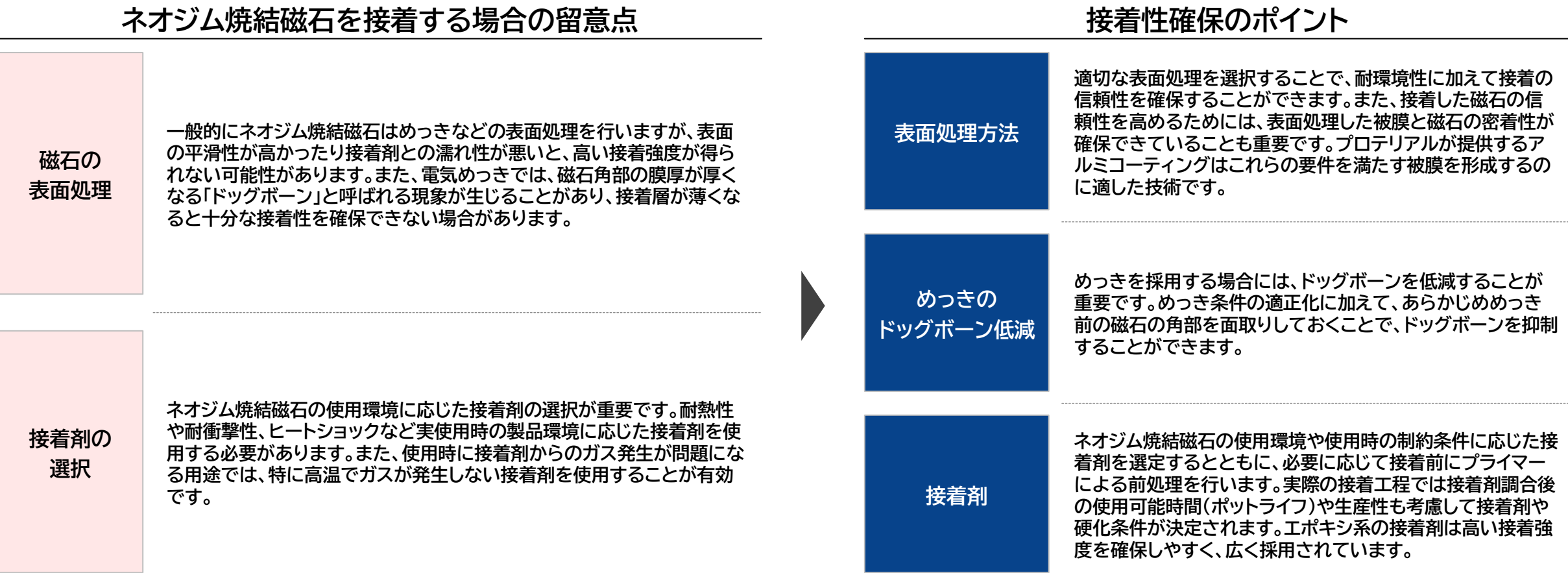
表面処理の目的と重要性		表面処理方法とその効果	
防錆と耐腐食性	表面処理はネオジム焼結磁石を外部の環境要因から保護するための重要な手法です。特に湿度や酸化物 の存在がある場所では、防錆性が不可欠です。	めっき	ニッケル、亜鉛、クロムなどの金属を磁石の表面に薄くめっきします。これにより耐腐食性が向上します。また、ニッケルめっきは表面が平滑なため、ハードディスクドライブの清浄性確保などにも有効です。
表面清浄性	磁石の表面に微細な不純物や異物が付着すると、データの読み書きなどハードディスクドライブの動作に対する問題が起こる可能性があるため、表面清浄性は非常に重要です。	蒸着	コーティングしたい材料を乾式で蒸発させて磁石表面に被膜を形成します。これにより耐腐食性が向上します。アルミニウム被膜は耐腐食性と接着性に優れています。また、窒化チタンコーティングは脱ガス性に優れ、超高真空用途に適用されています。
絶縁性 (電気絶縁性)	ネオジム焼結磁石は導電性が高いため、電氣的な絶縁性が必要な場合には表面処理が重要です。また、渦電流を抑制するために絶縁性の被膜を形成した磁石を複数組合せて使用することがあります。	スプレー塗装	エポキシなどの樹脂をスプレーで噴霧し、その後焼き付けることで耐食性被膜を形成します。耐塩水性に優れるとともに、表面に絶縁性を付与する目的でも採用されます。
潤滑性と摩擦低減	硬質で平滑な被膜は、摩擦を低減し、潤滑性を向上させるのに役立ちます。	電着塗装	モノマーの溶液中に磁石をセットし、電極と磁石の間に電圧を付与して磁石表面にモノマーを付着させ、その後焼き付けることで耐食性被膜を形成します。スプレー塗装よりも薄くて緻密な膜が得られます。
脱ガス性	ネオジム磁石内部には微量のガスが残存しており、超高真空中で用いる場合には、システムの真空度を高めることが困難になる場合があります。このような用途では、磁石からの脱ガス防止に加え、被膜中のガスを低減したり容易に脱離可能にすることも重要です。	簡易防錆	磁石を製品に組込んだ後、樹脂モールドを行う場合など、磁石の出荷から組立てまでの間だけ腐食が起こらなければ問題がない場合は、耐腐食性とコストのバランスを考慮した手法が有効です。具体的には、リン酸処理などの化成処理や、適正化された雰囲気中で磁石を加熱した酸化処理、無機材料の薄膜コーティングなどが適用されます。

ネオジム焼結磁石の耐環境性試験には、高温高湿試験、プレッシャークッカー試験、塩水噴霧試験、ヒートサイクル試験などがあります。これらの試験は、磁石と表面処理の耐久性を評価し、特に腐食や環境への耐性を確認します。

主な耐環境性試験

高温高湿試験	室温よりも高い温度(例えば80℃)かつ高い相対湿度(例えば90%RH)の環境下に磁石を放置することで、耐腐食性を評価します。
プレッシャークッカー試験 (PCTまたはHAST)	高温・高湿・高圧力の中に磁石を放置することで、耐腐食性を評価します
塩水噴霧試験	磁石に塩水を長時間噴霧することで、主に表面処理による防錆効果を評価します。
ヒートサイクル試験	磁石を高温と低温の環境下に繰り返しさらすことで、表面処理の健全性や磁石との密着性を評価します。
その他 (特殊環境下での試験)	コンプレッサーに用いる冷媒や、EVモーターを冷却するオイルなど、最終製品の使用中に磁石がさらされる環境に対する磁石や表面処理の耐久性を評価します。

表面磁石型(SPM)モーター、リニアモーター、ハードディスクドライブのボイスコイルモーターなどの用途において、磁石は接着剤で固定されます。接着性の確保は、ネオジム焼結磁石を使用する際に重要です。適切な表面処理と接着剤の選定が、信頼性の高い接着を実現するために不可欠です。



フェライト焼結磁石はネオジム磁石などの希土類磁石よりも磁気特性が低い材料ですが、化学的な安定性が高いなど、実用上優れた特徴を有していることから、さまざまなアプリケーションで利用されています。一方、低温減磁などの課題が存在することから、適切な材料選択や設計上の工夫が必要です。

フェライト磁石の特徴		課題	活用検討におけるポイント	
磁石特性	残留磁束密度は低いですが、残留磁束密度と保磁力のバランスが良く、広い動作点で使用することができます。	残留磁束密度が希土類磁石よりも低いため、必要なモーター性能を得るための磁石サイズが大きくなります。	材料選定	高い残留磁束密度のフェライト磁石を使用することで必要な磁石のサイズが小さくなり、機器のサイズも小さくすることができます。また、低温環境での使用を考慮して、保磁力の高い材料や、低温側の保磁力低下が小さな材料を選定することが有効です。
耐腐食性	フェライト磁石は耐腐食性に優れており、湿度や化学的な環境からの影響を受けにくい材料です。これにより、表面処理を行うことなく、さまざまな用途で活用することができます。		磁気回路設計	リラクタンストルクを組合せて活用することで、高いモーター出力を実現することができます。一方、低温減磁の抑制には、磁石形状や配置などの設定により、有効磁界を低減する工夫を行うことが有効です。
渦電流の抑制	フェライト磁石は電気抵抗が高いため、モーターの効率に影響を与える磁石中の渦電流の発生を抑制します。		温度制御	低温減磁は寒冷地における機器の始動時に起こりやすいことから、機器の温度を高めるシステムを使用することが考えられます。
コストパフォーマンス	フェライト磁石は特に大量生産に適した材料で、他の磁石と比較して、コストパフォーマンスに優れています。			



私たちの約束

PROTERIALは、モビリティ、産業インフラ、エレクトロニクス関連分野を中心に、世界トップクラスの高機能材料を提供しています。1910年の創業以来、多様な仲間が集い、知恵と技術が融合、発展を繰り返してきました。

私たちがこだわり続けているのは、すべてにおける質の高さです。お客さまのイノベーションを実現するために、持続可能な社会の実現に貢献するために、技術と製品のみならず、それを生み出すプロセス、人材をも磨き続け、新たな価値を創造していきます。あらゆる活動と誠実に向き合い、社会の信頼と期待に応えることを約束します。

Professionalとしての決意と、Progressiveな意志、Proactiveな姿勢で、私たちにしか生み出せないMATERIALを提供し続ける。

PROTERIALは、明るい未来へ続く道を拓いていきます。

商号	株式会社プロテリアル Proterial, Ltd.
設立	1956年(昭和31年)4月10日
資本金	310百万円 (2023年3月31日現在)
代表者	代表取締役 会長執行役員 兼 社長執行役員 CEO(最高経営責任者) Sean M. Stack(ショーン・スタック)
社員数	プロテリアルグループ連結 26,496名(2023年3月末現在)
売上収益	プロテリアルグループ連結 11,189億円(2023年3月期)
事業内容	特殊鋼、ロール、自動車鋳物、配管機器、 磁性材料、パワーエレクトロニクス、 電線、自動車部品の製造と販売
お問い合わせ	東京都江東区豊洲5-6-36 豊洲プライムスクエア Tel:0120-603-303