

製品紹介



パーメンジュールの特徴と用途

1. はじめに

電磁弁をはじめとする各種電磁アクチュエータの磁気回路を構成する軟磁性材料としては、鉄、珪素鉄、電磁ステンレス鋼、パーマロイなどが挙げられ、鉄に Si (低鉄損化), Cr (耐食性向上), Ni (高透磁率化)などを添加することによって、特徴のある磁性材料の分野を確立している。

しかしながら、Si, Cr, Ni の添加量とともに飽和磁束密度が低下する。これに対し Co の添加は飽和磁束密度を高くし、特に Fe50% と Co50% の合金はパーメンジュールとして知られており、電子顕微鏡、電磁弁および電磁石などに使用されている。

東北特殊鋼(株) (以下、当社という) は、これら測定機器や電磁弁業界などのさまざまなニーズに長年お応えしてきており、当社の特殊溶解の主力製品のひとつになっている。

そこで本報では本合金の特徴を、実際の用途例と共に紹介する。

2. 特徴

磁力の根源は、原子核と電子に起因する原子磁気モーメントであり、金属の場合そのほとんどが電子のスピンによるもので、その大きさに対応する飽和磁気モーメン

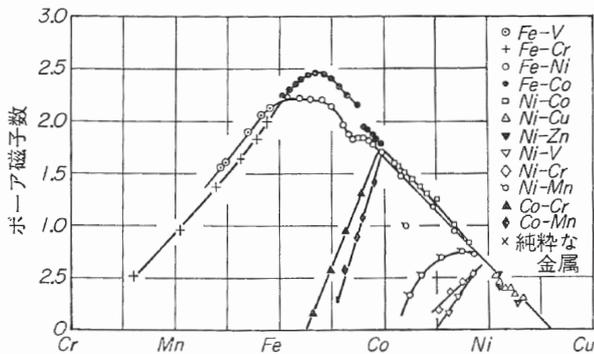


図1 Slater-Pauling 曲線

トは、ボア磁子数で Fe が 2.22, Co が 1.72, Ni0.6 と強磁性元素のなかでは Fe が最も大きい。Fe に Co を添加するとその中間 (Fe-30 ~ 50%Co) でボア磁子数がピークを示す曲線になり¹⁾、これは Slater-Pauling 曲線 (図1) として知られており、この領域で最も磁力の強い合金となる。特に加工性、鉄損特性改善のために V を添加した Fe-49Co-2V が、パーメンジュールの代表組成となっている。

パーメンジュールは、730℃ 付近からの冷却速度が遅いと、規則化²⁾ (図2) によって著しく脆くなるので、本材料を取り扱う上で十分に配慮しなければならない。表1に、いくつかの特性値例を示す。

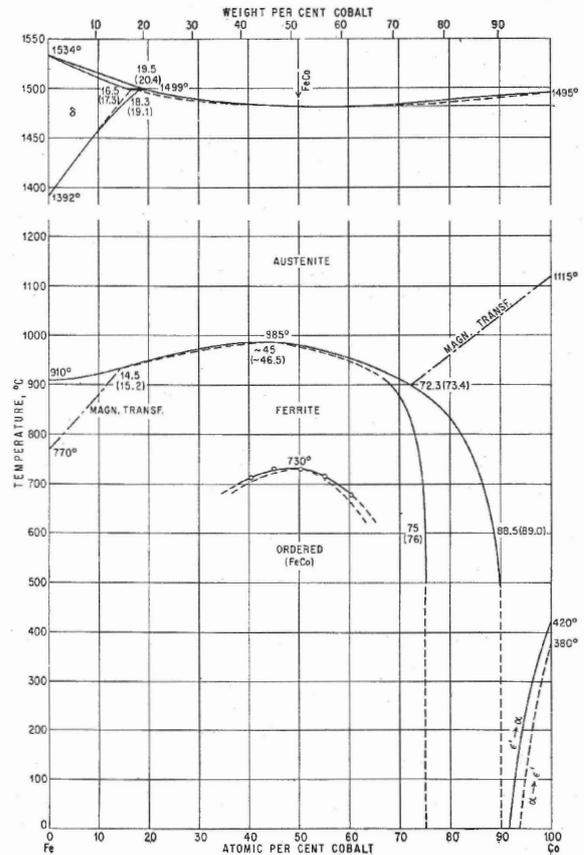


図2 Fe-Co 二元系状態図

表1 諸特性例

	組成例 (mass%)	磁束密度(T)		保磁力 (A/m)	最大 透磁率	比抵抗 ($\mu\Omega\text{cm}$)
		B800	Bs			
パーメンジュール	Fe-49Co-2V	2.16	2.45	46	10000	26
純鉄	Fe	1.59	2.22	68	12000	12
珪素鉄	Fe-3Si	1.54	1.94	41	11000	45
パーマロイ	Fe-45Ni	1.52	1.65	12	36000	45

3. 用途例

3. 1 磁気レンズ

電子顕微鏡は、ラボ用の分析装置としてだけでなく、半導体製造ラインの検査機器としても重要な役割をもち、半導体の進歩とともに性能向上が図られてきた。その心臓部である磁気レンズのポールピース(図3)にパーメンジュールが使用されている。材料内部のマイクロ組織や結晶方位による微妙な磁気分布がレンズの性能に大きく影響するため、材料の製造から部品加工まで、これらを考慮した厳しい管理が要求される。当社客先でも本材質の耐衝撃性を考慮した切削スケジュールの設定により品質の安定化を図っている。現在製造が進められている世界最大級の電子顕微鏡にも当社の材料が使用されている。

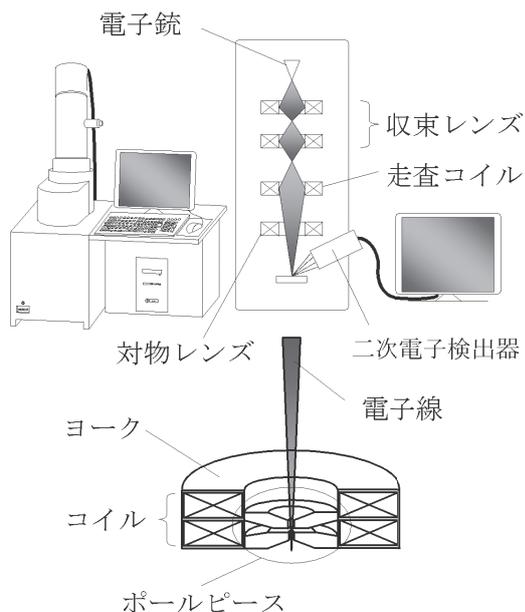


図3 電子顕微鏡磁気レンズポールピース

3. 2 モーター

モーターの鉄心材料には一般に珪素鋼板が用いられているが、モータスポーツなどのごく限られた分野では、よりハイパワーなモーターや発電機が必要とされパーメンジュールが採用されている。使用される部品はステータなどの積層部品で板材から加工される。性能を最大限発揮するためには850℃前後での焼鈍(磁気特性を改善するという意味で「磁気焼鈍」と呼ばれる)が必要で、規則格子化による脆化が避けられず、反りも発生し易い。当社では、反り発生を抑制した熱処理技術確立し、エッチング技術との組合せにより、部品の精度要求に込めている。

なお、板の製造は広幅になるほど寸法精度保証が難しくなるが、200mm幅(板厚 $\geq 0.1\text{mm}$)まで実績があり、200mm以上の幅も具体的なニーズがあれば対応する用意がある。今後はさらに薄板も対応したいと考えている。

3. 3 電磁弁

モーターのような積層構造はコストが高く、汎用の電磁弁には使用されていないが、丸棒からの切削加工品は、高級車種の特種な電磁弁や半導体関連の高速・高吸引力電磁弁などに使用されている。これらの用途でも高い磁気特性が要求され、当社のパーメンジュールは丸棒でも板に迫る良好なヒステリシス特性を実現している。

3. 4 電磁石

当社では、材料製造、部品加工、熱処理のほか、自社開発半導体関連評価装置や2軸VSMなどの装置の製造販売も行っており、それらに組み込まれる電磁石も自社製造している。半導体関連メーカーの評価装置や大学、研究機関などの加速器関係の電磁石の設計、製造も行っている。特にパーメンジュールは、素材の溶解から複雑形状の電磁石(図4)まで一貫製造できるので、お客

様のニーズに応じたコスト，設計の柔軟対応が可能である。

4. おわりに

今回紹介したパーメンジュールは成分的に高価であるため，必要量だけの材料要求が多いので，それらに対応するための小ロット，短納期体制で製造している。

当社では，実用されてきた沢山のノウハウの蓄積を活かし，今後も顧客の多様なご要求に応じていきたいと考えている。

(文 献)

- 1)金子秀夫，本間基文：磁性材料，3(1985)，34.
- 2)M.Hansen，Constitution of Binary Alloys，2(1958)，472.

(問合せ先)

東北特殊鋼(株) 開発営業部

Tel.:03-3270-1851 Fax.:03-5255-6775

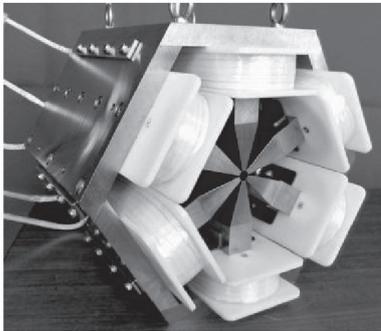


図4 当社製電磁石