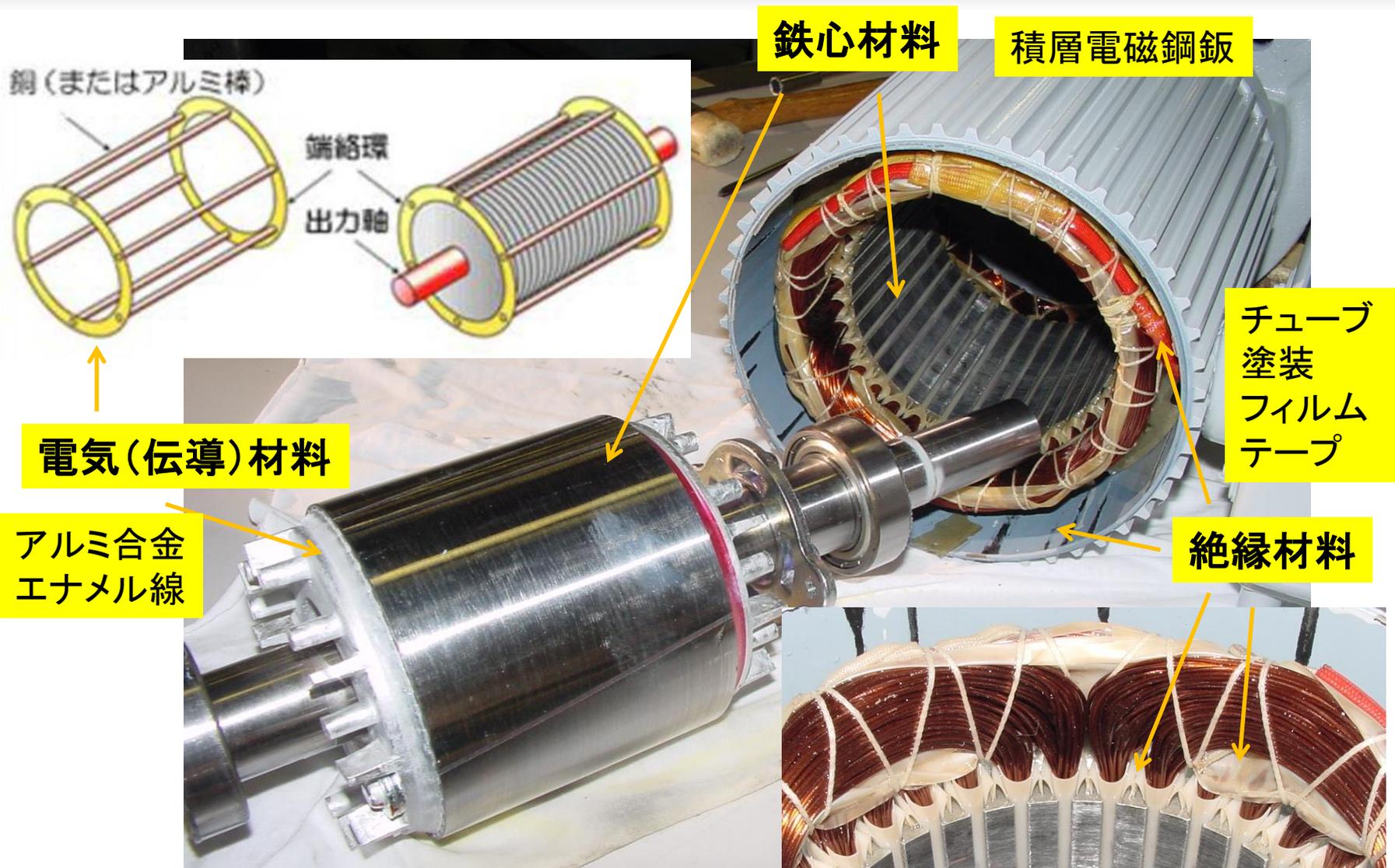
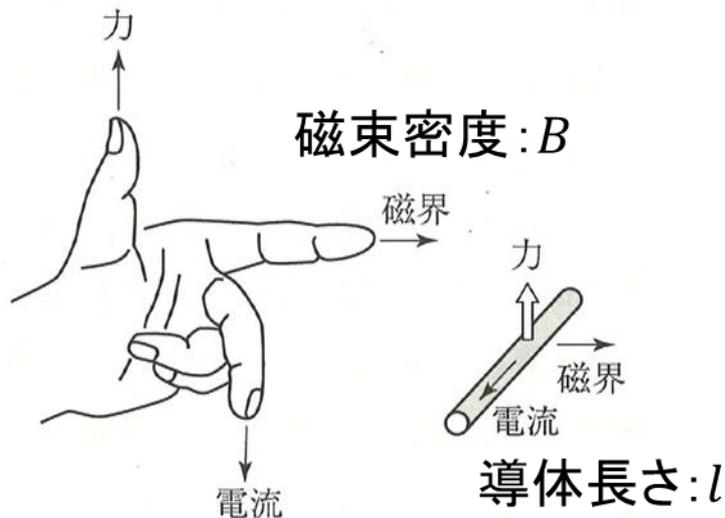


モータの構成材料



電気伝導材料



(a) フレミングの左手の法則

$$F = B * l * i$$

大きな動力を得るには、

- 大きな磁束密度
 - 大きなサイズ
 - 大きな電流
- 電流を流れ易くする

特性項目		銅線	アルミ線
導電率	%	100	62
比電気抵抗	$\times 10^{-8} \Omega \cdot m$	1.724	2.781
比重	--	8.89	2.70
引張り強さ	N/mm^2	215~264	68~107

銀 : 105%
 鉄 : 17%
 亜鉛 : 28%
 スズ : 15%
 金 : 71%

電気材料：エナメル線の種類

マグネットワイヤ(エナメル線)の種類 (絶縁被膜の種類による分類)

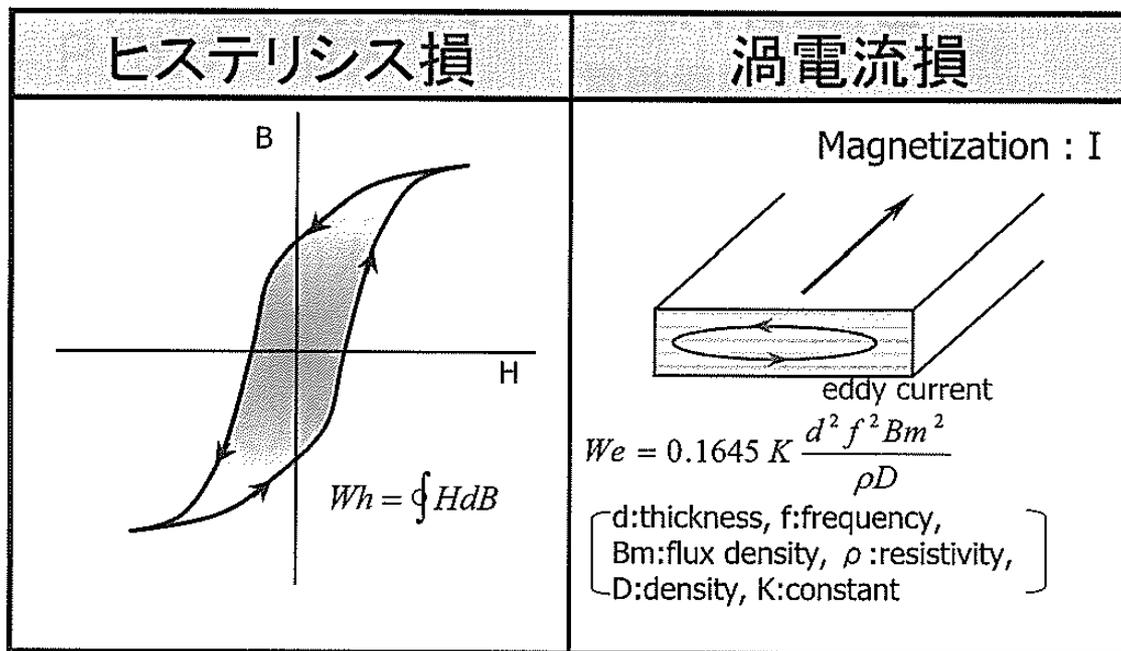
線種	記号	温度指数 [°C]	特徴	使用上の注意	用途
ポリビニール ホルマール線	PVF	105	<ul style="list-style-type: none"> 一般的な線で安価 機械的特性 	<ul style="list-style-type: none"> クレージングが発生しやすい 	<ul style="list-style-type: none"> 油入りトランス
ポリウレタン線	PU	105	<ul style="list-style-type: none"> ハンダ付け性を有す 	<ul style="list-style-type: none"> 皮膜の機械的強度に劣る クレージングが発生しやすい 	<ul style="list-style-type: none"> リレーコイル 小形トランス
ポリエステル線	PEW	155	<ul style="list-style-type: none"> 耐熱性、電気特性良好 	<ul style="list-style-type: none"> 耐熱衝撃性に劣る 加水分解性を有す 	<ul style="list-style-type: none"> 汎用モータ
ポリエステルイミド線	EIW	180	<ul style="list-style-type: none"> ポリエステルにイミド基を導入し耐熱性を向上 機械的特性が良好 	<ul style="list-style-type: none"> 皮膜の導体密着性にやや劣る 皮膜剥離が困難 	<ul style="list-style-type: none"> 汎用モータ
ポリアミドイミド オーバコート ポリエステルイミド線	AIEIW	200	<ul style="list-style-type: none"> 耐熱性、機械的特性、耐薬品性に優れている 	<ul style="list-style-type: none"> 皮膜剥離がポリエステルイミド線よりさらに困難 	<ul style="list-style-type: none"> 耐熱性トランス 耐熱性モータ 耐冷媒性モータ
ポリアミドイミド線	AIW	220	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	<ul style="list-style-type: none"> 同上
ポリイミド線	PIW	240	<ul style="list-style-type: none"> 耐熱性が非常に優れる 耐放射線性に優れる 	<ul style="list-style-type: none"> 耐アルカリ、耐湿熱性にやや劣る 	<ul style="list-style-type: none"> 耐熱トランス、モータ 耐放射線用途

鉄心材料：鉄損

良い電磁鋼板とは、磁束密度が高く、鉄損の小さいものである。

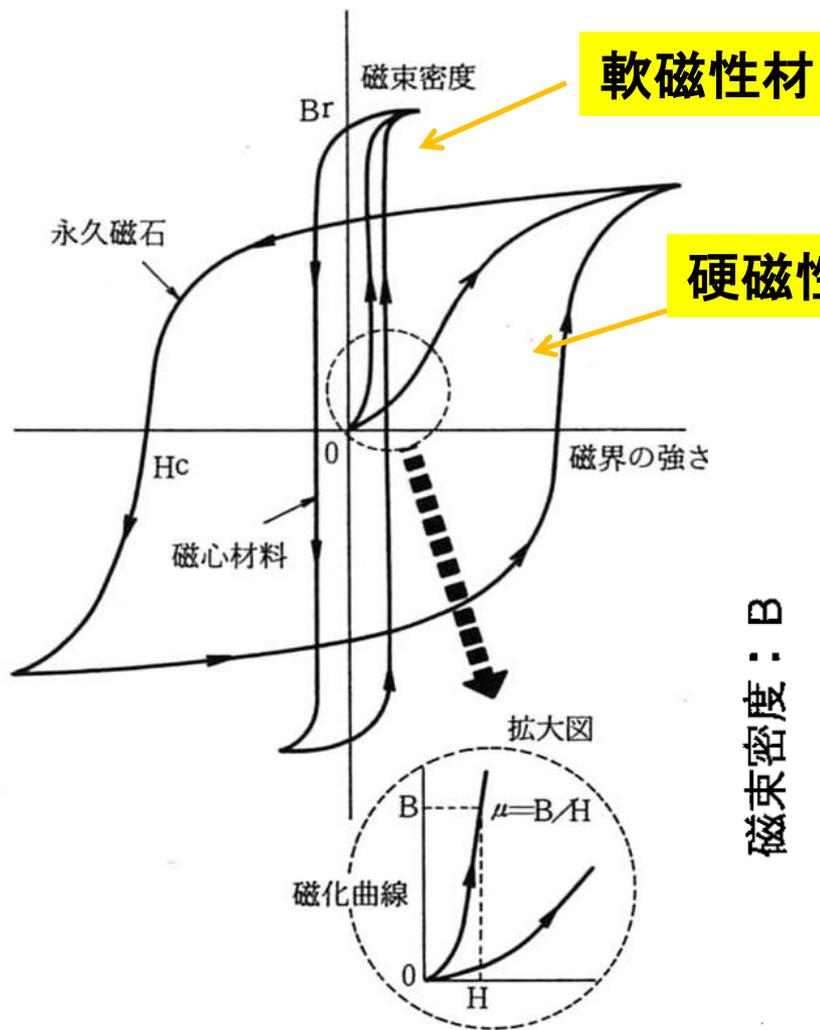
渦電流損 $W_e \propto$ 周波数² × 磁束密度² × 板厚² / 固有抵抗

ヒステリシス損 $W_h \propto$ 周波数 × 磁束密度^{1.6~2}

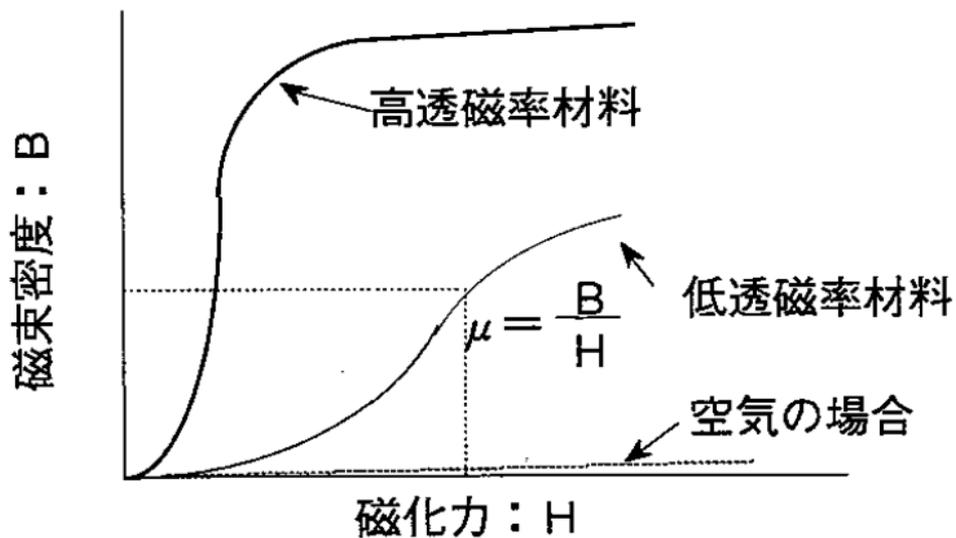


出典：モータ技術フォーラム資料より抜粋 (2007.6.25).

鉄心材料：ヒステリシス特性



- ケイ素を添加することによる効果
- ・固有抵抗が大きくなる
 - ・透磁率が大きくなる
 - ・硬度が大きくなる
 - ・飽和磁束密度が若干低くなる。



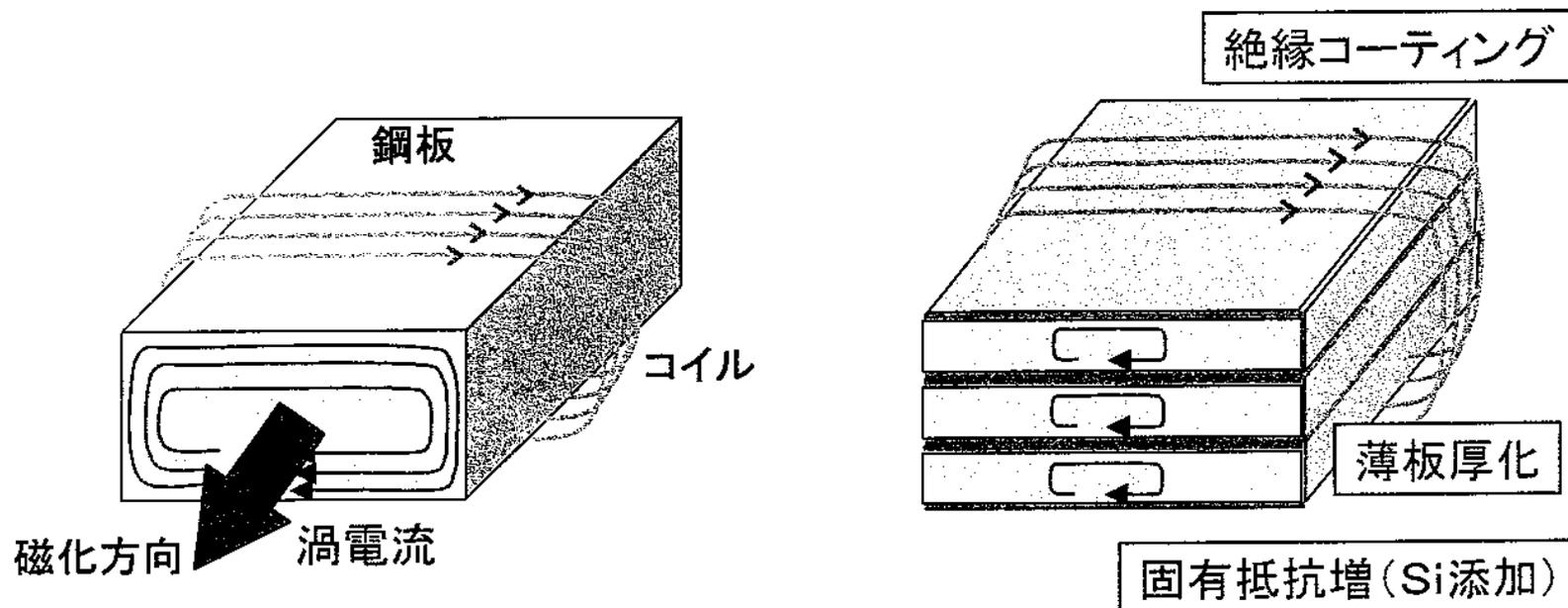
磁化曲線と物質の透磁率

出典：わかる電磁鋼板(1985)

鉄心材料：積層電磁鋼板と渦電流損

薄板を積層する理由

モータコアに鉄の塊を用いると、モータコア内に大きな渦電流が流れ、大きな損失(渦電流損)が発生し、発熱が大きくなる。通常、0.3, 0.5mm厚等の電磁鋼板が用いられる。



出典：モータ技術フォーラム資料より抜粋(2007).

絶縁材料：絶縁の種類（p8）

〔1〕 Y種絶縁 木綿，紙，絹などの材料で構成され，絶縁ワニスで含浸せず，また絶縁油に浸さない絶縁。

改訂3版では、耐熱クラス90(Y)等に記述変更

〔2〕 A種絶縁 木綿，紙，絹などの材料を用い，絶縁ワニスで含浸するかまたは絶縁油に浸して構成する絶縁。

〔3〕 E種絶縁 ポリエステル系，および一部のホルマール系のエナメルやフィルムを主体として構成した絶縁。

第1・3表 絶縁の種類と許容最高温度

絶縁の種類	許容最高温度[°C]
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
C	180 以上

〔4〕 B種絶縁 マイカ，ガラス繊維などの材料を接着材料とともに用いて構成した絶縁。

〔5〕 F種絶縁 マイカ，ガラス繊維などの材料をシリコンアルキッド樹脂などの接着材料とともに用いて構成した絶縁。

〔6〕 H種絶縁 マイカ，ガラス繊維などの材料をシリコン樹脂，または同等の性質をもつ接着材料とともに構成した絶縁。ゴム状または固体状のシリコン樹脂，ポリイミドエナメルおよび同フィルム，ポリアミドペーパーを単独で用いた絶縁。

〔7〕 C種絶縁 生マイカ，石綿，磁器などを単独に，または接着材料とともに用いて構成した絶縁。

絶縁材料：絶縁の種別 (p9)

改訂3版では、耐熱クラス90(Y)等に記述変更

(改訂2,3版共通)

第1・4表 電気機器の温度上昇限度 [°C]

機器の種類または部分		絶縁の種別					
		A 種	E 種	B 種	F 種	H 種	
空冷形 回転機	交流機の電機子巻線 直流機の回転電機子巻線		60	75	80	100	125
	界磁巻線	多層巻線	60	75	80	100	125
		単層裸巻線	65	80	90	110	135
	整流子およびスリップリング		60*	70*	80*	90*	100*
変圧器	油入変圧器の巻線	油自然循環の場合	55	—	—	—	—
		油強制循環の場合	60	—	—	—	—
	乾式変圧器の巻線		55	70	75	95	120

- [注] 1. この表の数値は回転機、変圧器ともに温度測定は抵抗法によった場合を示す。ただし※印をつけた回転機の整流子およびスリップリングについては温度計法の場合を示す。
2. 詳細は IEC-146 (1976)、JEC-204 (1978) を参照されたい。

鉄心材料

ヒステリシス損係数

P4 (改訂3版)

1.2 電気機器の損失

5

(改訂2,3版共通)

第1.1表 鉄心用鋼帯の種類と損失および係数

うず電流損係数

名称 適用規格	用途	厚さ [mm]	種類 記号	σ_h	σ_e	w_0 [W/kg]	密度 [kg/dm ³]	従来相当 記号
無方向性電磁鋼帯 JIS C 2552 (1986)	回転機など	0.5	50A290	1.45	8.7	2.9	7.60	S09
			50A310	1.55	9.3	3.1	7.65	S10
			50A350	1.75	10.5	3.5	7.65	S12
			50A400	2.00	12.0	4.0	7.65	S14
			50A470	2.35	14.1	4.7	7.70	S18
			50A600	3.00	18.0	6.0	7.75	S20/S23
方向性けい素鋼帯 JIS C 2553 (1986)	変圧器など	0.3	30G130	0.39	11.3	1.3	7.65	G09
			30G140	0.42	12.2	1.4	7.65	—
			30G150	0.45	13.1	1.5	7.65	G10

ケイ素
増大

- 〔注〕 1. w_0 は周波数50Hz, 最大磁束密度1.5T(JIS C 2552-1986), 1.7T(JIS C 2553-1986)における値である。
2. 本表の厚み以外に C 2552では0.35mmおよび0.65mm, 0.35mmのものが規格化されている。

ケイ素を添加すると
 ・固有抵抗が大きくなる
 ・飽和磁束密度が若干低くなる