

特許明細書による電磁鋼板評価法

2022年07月26日

HelperTex Office

特許公報に

板厚中心部における{100}結晶方位強度、{310}結晶方位強度、{411}結晶方位強度、{521}結晶方位強度、{111}結晶方位強度、{211}結晶方位強度、{332}結晶方位強度、{221}結晶方位強度がそれぞれ I100、I310、I411、I521、I111、I211、I332、I221 と定義され、式 2 で表されるパラメータ R が 0.80 以上であることを特徴とする無方向性電磁鋼板

$$R=(I100+I310+I411+I521)/(I111+I211+I332+I221) \text{ (式 2)}$$

ランダム組織の方位強度に対する{011}<100>方位強度 I{011}<100>が 1.0 以上 10.0 以下である集合組織

板厚 1/4 位置にて、結晶方位分布関数における $\varphi_2=0^\circ$ 断面の $\varphi_1=20^\circ$ 、 $\Phi=15^\circ$ の強度が 5 以上であることを特徴とする無方向性電磁鋼板。

板厚 1/10～板厚 1/5 の中間層における{223}<252>方位の集積度が 6 以下であり、鋼板表面から板厚 1/10 までの表面層における{100}<001>方位の集積度が 6 以上である無方向性電磁鋼板。

前記前半部の圧延を施した鋼板における{111}<112>方位ランダム強度比が、3.5 以上である

{211}<011>～{100}<011>方位群の回折 X 線強度のランダム試料の回折 X 線強度に対する比の最大値が 8.0 以下である集合組織を有する

$$I\{111\} \geq 1.2 \dots (1)$$

$$I\{111\} - I\{100\} - I\{211\} \geq -3.2 \dots (2)$$

ここで

I{111}:{111}回折 X 線強度のランダム試料の回折 X 線強度に対する比

I{100}:{100}回折 X 線強度のランダム試料の回折 X 線強度に対する比

I{211}:{211}回折 X 線強度のランダム試料の回折 X 線強度に対する比

{211}<011>～{100}<011>方位群の回折 X 線強度は、X 線回折により、(110)、(200)、(211)の不完全極点図を求めた後、非特許文献 1 に記載の反復級数展開法により ODF 解析を行ない、Bunge 法における $\varphi_1=0^\circ$ 、 $\varphi_2=45^\circ$ 、 $\Phi=0 \sim 35^\circ$ の回折 X 線強度である。その中のランダム試料に対する強度比の最大値が 8.0 以下であればよい。なお、不完全極点図とは、反射法のみで得られる極点図のことである。また、ランダム試料とは、結晶方位の配向を持たずに不規則な分布を有する試料のことである。(α-fiber) {001}<1-10>,{112}<1-10>,{111}<1-10>

エックス線回折法により測定した正極点図から表面近傍の結晶方位分布関数と板厚中心の結晶方位分布関数との平均を得て決定される、{100}面の強度 I{100}と{111}面の強度 I{111}とが下記式(4)を満足

エックス線回折装置(エックス線回折法)を用いて反射法により 3 つの正極点図({200}面、{110}面、{211}面の正極点図)を測定する。これらの正極点図から計算により各板厚位置における結晶方位分布関数(ODF)を得る。その後、表面近傍の ODF と板厚中心の ODF とを平均化し、I{100}及び I{111}を決定する。

$$0.50 \leq I\{100\}/I\{111\} \leq 1.40 \text{ (4)}$$

などが見受けられます。

最初の $R=(I100+I310+I411+I521)/(I111+I211+I332+I221)$ 評価は逆極点解析であるが、他は ODF 解析後の評価である。

しかし、最後の結晶方位分布関数としているが、{100}面、{111}面の強度としている。

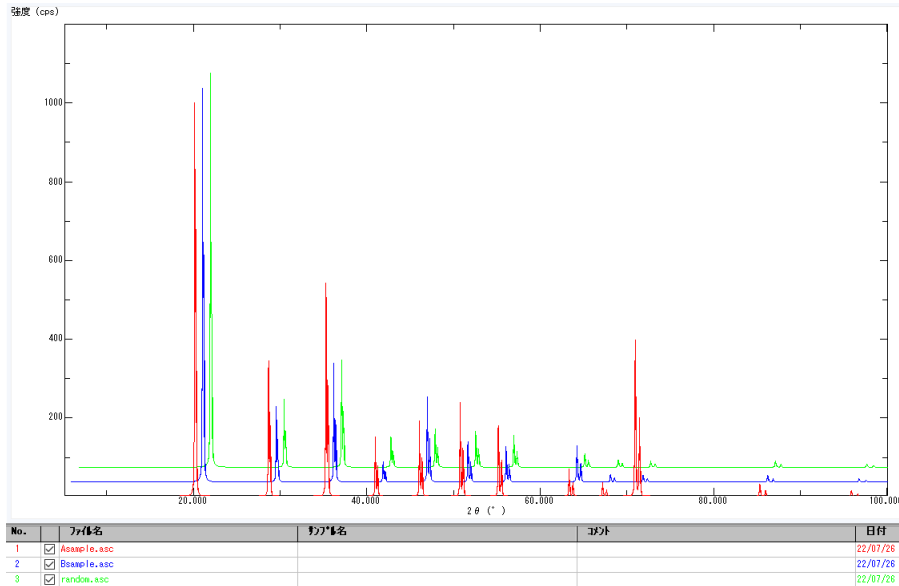
この面の強度とは上の α-fiber か??

逆極点对処法

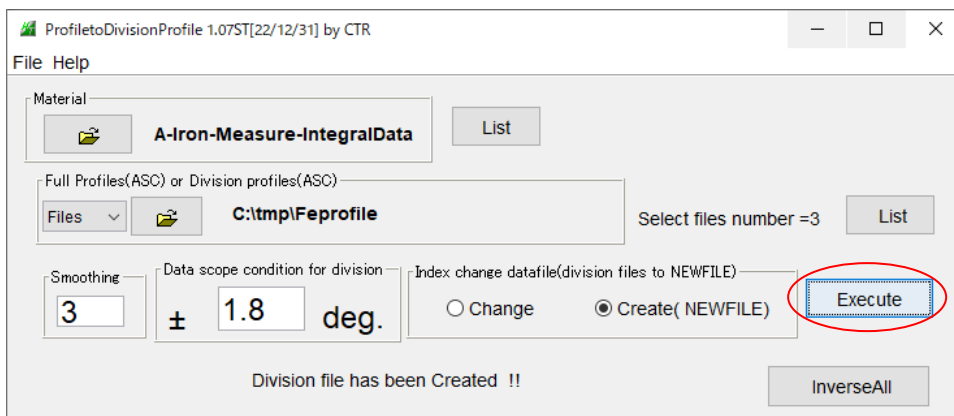
板厚中心部における{100}結晶方位強度、{310}結晶方位強度、{411}結晶方位強度、{521}結晶方位強度、{111}結晶方位強度、{211}結晶方位強度、{332}結晶方位強度、{221}結晶方位強度がそれぞれ I100、I310、I411、I521、I111、I211、I332、I221 と定義され、式 2 で表されるパラメータ R が 0.80 以上であることを特徴とする無方向性電磁鋼板

$$R = (I_{100} + I_{310} + I_{411} + I_{521}) / (I_{111} + I_{211} + I_{332} + I_{221}) \quad (\text{式 2})$$

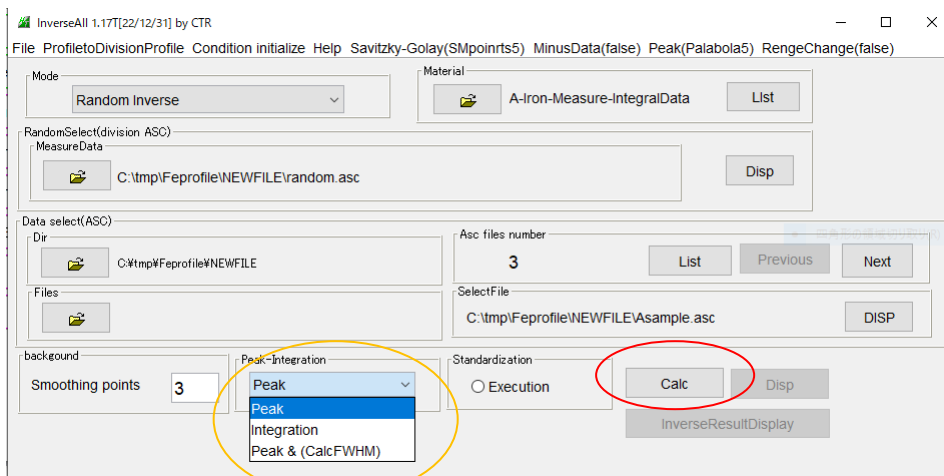
randomサンプルを用意して、Mo管球でプロファイルを測定する。



ピーク強度あるいは積分強度を求める
連続プロファイルから分割プロファイル

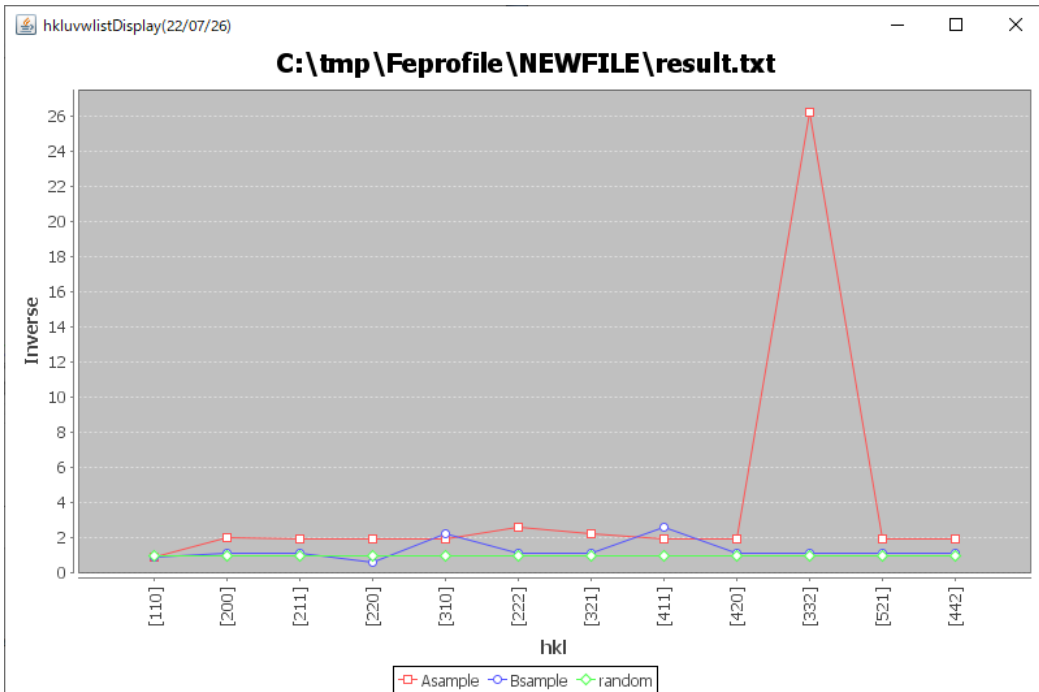
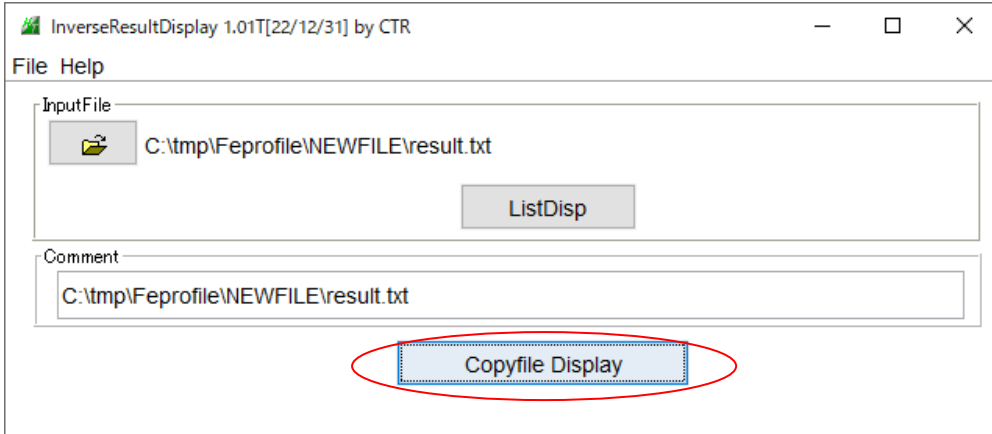
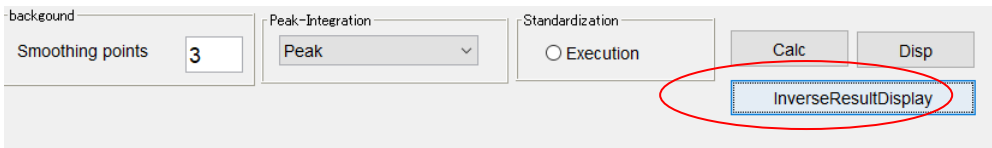


ピーク強度、積分強度選択

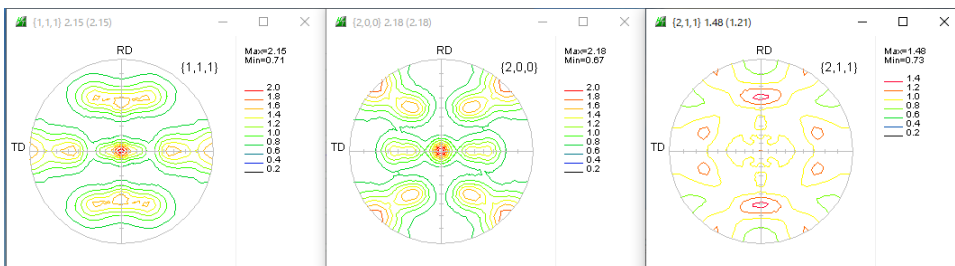


random試料に対する強度比

Randommode	Savitzky-Golay(SMpoints5)	BGsmpts=3	PEAK	peakPaIabola5	Minusdata-OFF							
	[110]	[200]	[211]	[220]	[310]	[222]	[321]	[411]	[420]	[332]	[521]	[442]
Asample	0.9	2.0	1.9	1.9	1.9	2.6	2.2	1.9	1.9	26.2	1.9	1.9
Bsample	0.9	1.1	1.1	0.6	2.2	1.1	1.1	2.6	1.1	1.1	1.1	1.1
random	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0



極点図から計算する場合、ODF解析後所望の再計算極点図を計算し極点図の中心密度を集計する



(1,1,1) 2.15 (2,15)

() 内が中心密度

方法もあります。

ODF 解析から I {1 1 1} などを求める

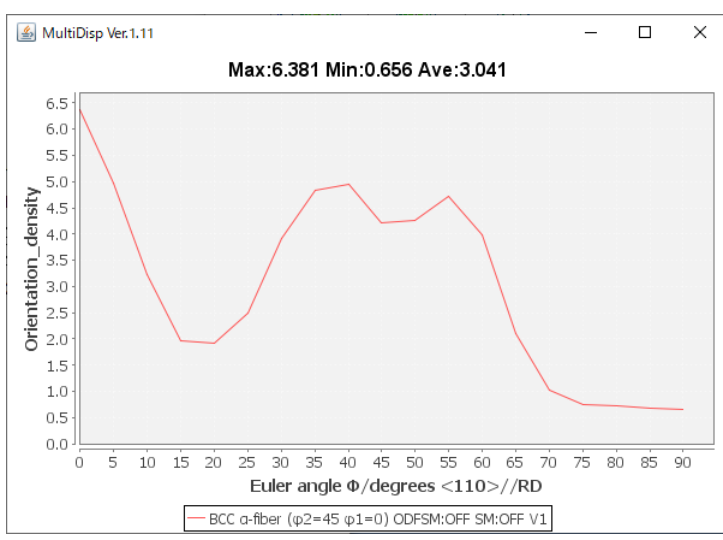
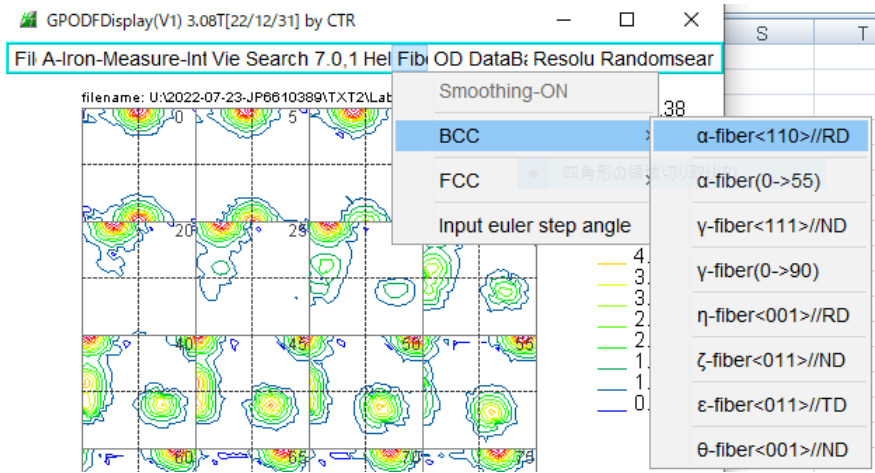
{111}、{111}回折 X 線強度のランダム試料の回折 X 線強度に対する比

I{100}、{100}回折 X 線強度のランダム試料の回折 X 線強度に対する比

I{211}、{211}回折 X 線強度のランダム試料の回折 X 線強度に対する比

{211}<011>~{100}<011>方位群の回折 X 線強度は、X 線回折により、(110)、(200)、(211)の不完全極点図を求めた後、非特許文献 1 に記載の反復級数展開法により ODF 解析を行ない、Bunge 法における $\phi_1=0^\circ$ 、 $\phi_2=45^\circ$ 、 $\Phi=0 \sim 35^\circ$ の回折 X 線強度である。その中のランダム試料に対する強度比の最大値が 8.0 以下であればよい。なお、不完全極点図とは、反射法のみで得られる極点図のことである。また、ランダム試料とは、結晶方位の配向を持たずに不規則な分布を有する試料のことである。(α-fiber) {001}<1-10>、{112}<1-10>、{111}<1-10>

α - fiber



Phi	Intensity	
0.0	6.38133↓	{001}<1-10>↔
5.0	4.97778↓	
10.0	3.23596↓	
15.0	1.9572↓	
20.0	1.91738↓	
25.0	2.48307↓	
30.0	3.91899↓	
35.0	4.82577↓	{112}<1-10>↔
40.0	4.93796↓	
45.0	4.22319↓	
50.0	4.25531↓	
55.0	4.71484↓	{111}<1-10>↔
60.0	3.99332↓	
65.0	2.10427↓	
70.0	1.02251↓	
75.0	0.74867↓	
80.0	0.733015↓	
85.0	0.685517↓	
90.0	0.655519↓	

或いは方位密度等価方位

Orientation	ϕ_1	Φ	ϕ_2	ODF
(0 0 1)[1 -1 0]	45.0	0.0	0.0	6.37
(0 0 1)[-1 -1 0]	45.0	0.0	90.0	6.37
(0 1 0)[1 0 1]	45.0	90.0	0.0	6.32
(1 0 0)[0 -1 1]	45.0	90.0	90.0	6.32
(1 1 2)[1 -1 0]	0.0	35.26	45.0	4.83
(1 1 1)[1 -1 0]	0.0	54.74	45.0	4.71
(1 1 1)[0 -1 1]	60.0	54.74	45.0	4.69
(2 1 1)[0 -1 1]	50.77	65.91	63.43	4.48

最大方位から求める

MaxOrientation	ϕ_1	Φ	ϕ_2	ODF
{0 0 1}<1 -1 0> RW(H)	45.0	0.0	0.0	6.37
{1 1 2}<1 -1 0>	0.0	35.26	45.0	4.83
{1 1 1}<0 -1 1>	60.0	54.74	45.0	4.71

計算方法が不明な明細書

エックス線回折法により測定した正極点図から表面近傍の結晶方位分布関数と板厚中心の結晶方位分布関数との平均を得て決定される、{100}面の強度 $I\{100\}$ と {111}面の強度 $I\{111\}$ とが下記式(4)を満足

エックス線回折装置(エックス線回折法)を用いて反射法により 3 つの正極点図({200}面、{110}面、{211}面の正極点図)を測定する。これらの正極点図から計算により各板厚位置における結晶方位分布関数(ODF)を得る。その後、表面近傍の ODF と板厚中心の ODF とを平均化し、 $I\{100\}$ 及び $I\{111\}$ を決定する。

多分前の処理と同じと思われるが詳細の説明はありません。

XRD を利用した明細書には体積率ではなく、結晶方位強度が用いられている。

$\{h k l\} \langle u v w \rangle$ が一義的に定まるが等価方位の扱いが問題になる。

ODF データ (19, 19, 19) の格子点上の方位であれば問題ないが、格子点から外れる場合等価方位の平均値あるいは最大値の問題があります。多分最大値が正しいと思われます。

格子点から離れると格子点強度から計算される為、計算強度が低下する

$I \{h k l\}$ X線強度ははっきりしません。

$$\alpha - f i b e r \text{ 上 の } I \{100\} = (0, 0, 45) \quad (001) [1-10]$$

$$I \{112\} = (0, 35, 45) \quad (112) [1-10]$$

$$I \{111\} = (0, 55, 45) \quad (111) [1-10]$$

となり、等価方位の最大値や平均値ではなく、示された方位強度である。