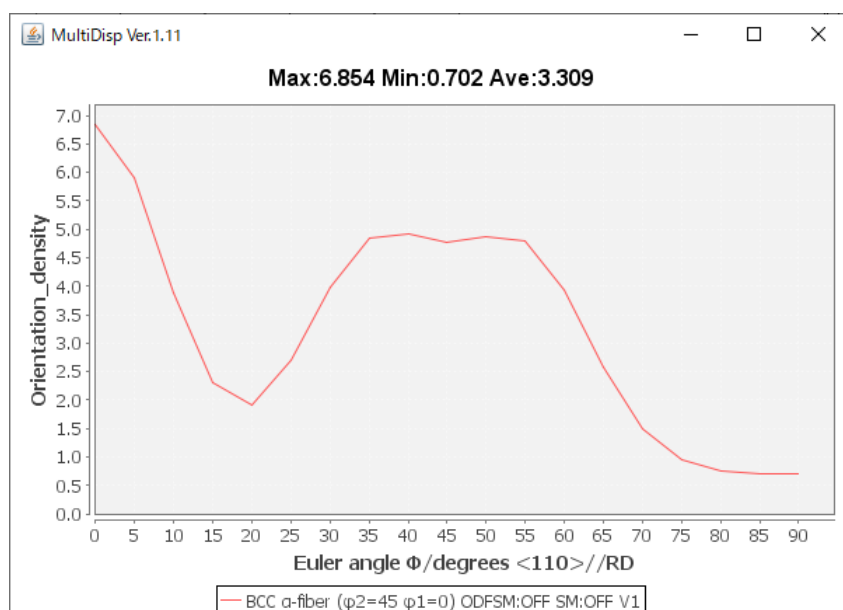


GPODGFDisplayの応用

特許公報 熱延鋼板及びその製造方法のシュミレーション

J P 6 6 1 0 3 8 9



2022年07月26日

HelperTex Office

概要

特許請求範囲に結晶方位を扱った申請があります。以前はXRDを用いていたが、最近では、EBSD利用が目立っています。しかし、圧延版などの場合、材料の広い範囲データが必要になり、XRDが利用されています。

今回は、熱延鋼板に適用されている特許公報を扱ってみます。

XRD結晶方位に関する請求範囲

板厚中心位置において、下記式(1)及び(2)を満足するとともに、 $\{211\}<011>\sim\{100\}<011>$ 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

解説

XRDによる反射法極点測定では極点図全体は測定出来ません。

回折X線強度は、ODF解析し、再計算極点図（完全極点図）の密度（中心密度）と考えられます。

$\{211\}<011>\sim\{100\}<011>$ 方位群はBCC- α -fiberで $\langle 110 \rangle$ //RDファイバーです。

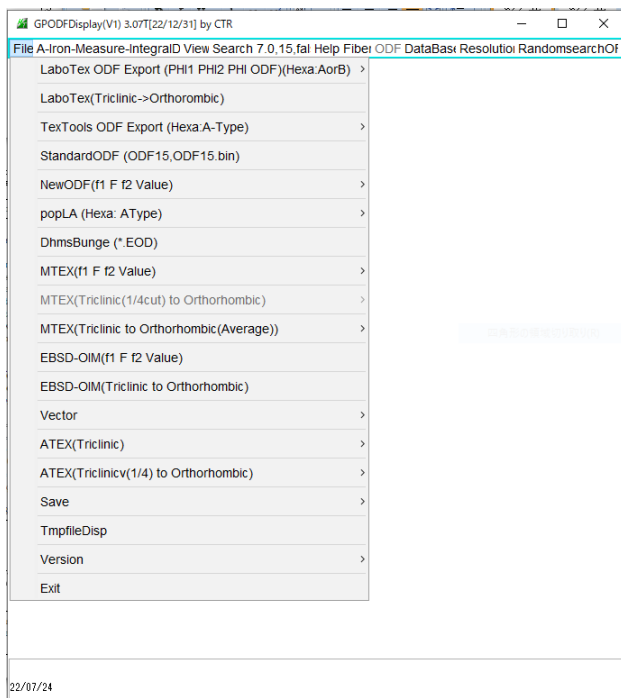
$I\{111\}:\{111\}$ 回折X線強度のランダム試料の回折X線強度に対する比

$I\{100\}:\{100\}$ 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

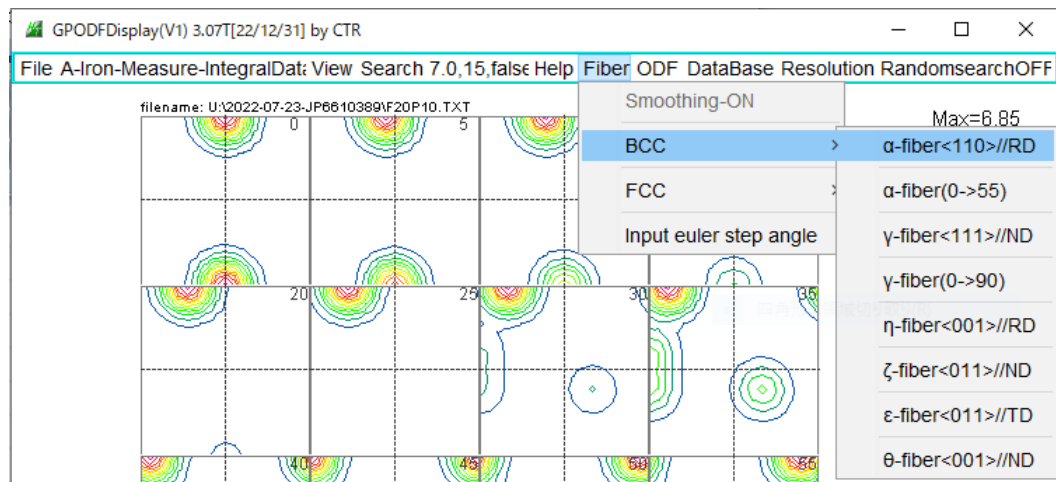
$I\{211\}:\{211\}$ 回折X線強度のランダム試料の回折X線強度に対する比

はBCC α -fiber上の強度として解析

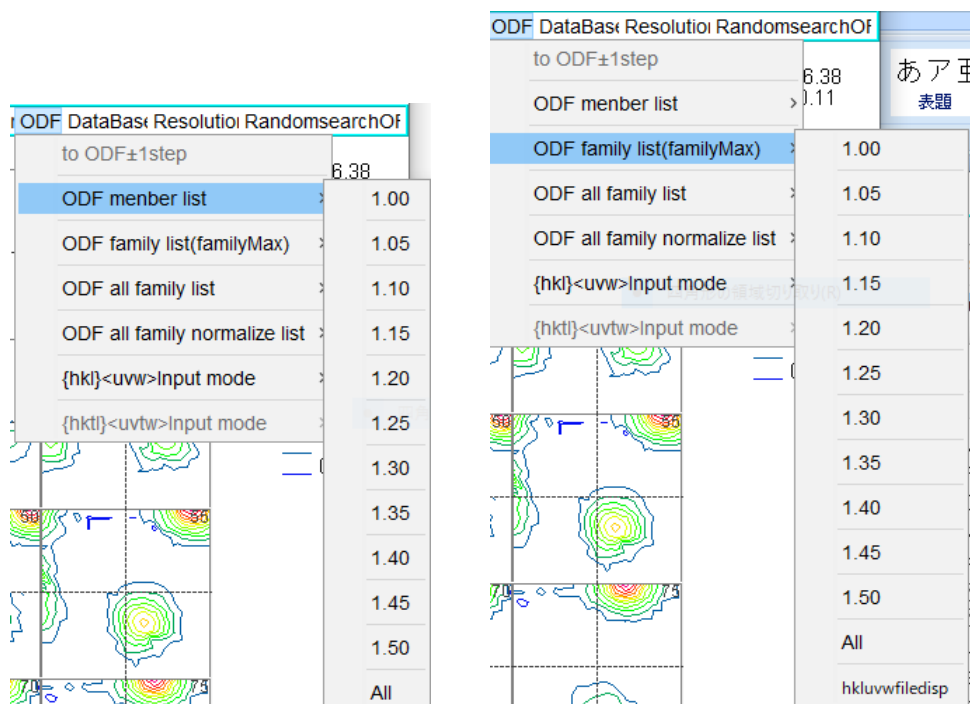
ODFデータの読み込み



BCCの α -fiberを選択で表示させる。

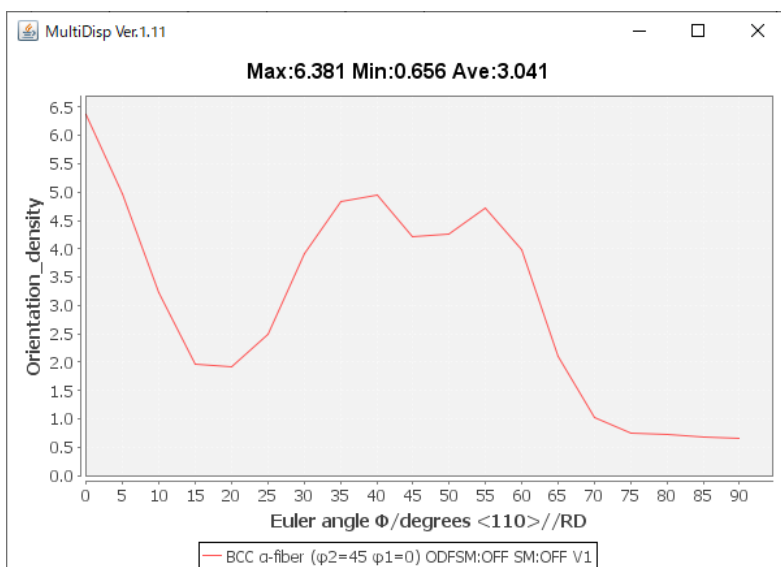
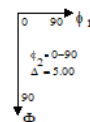
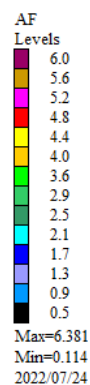
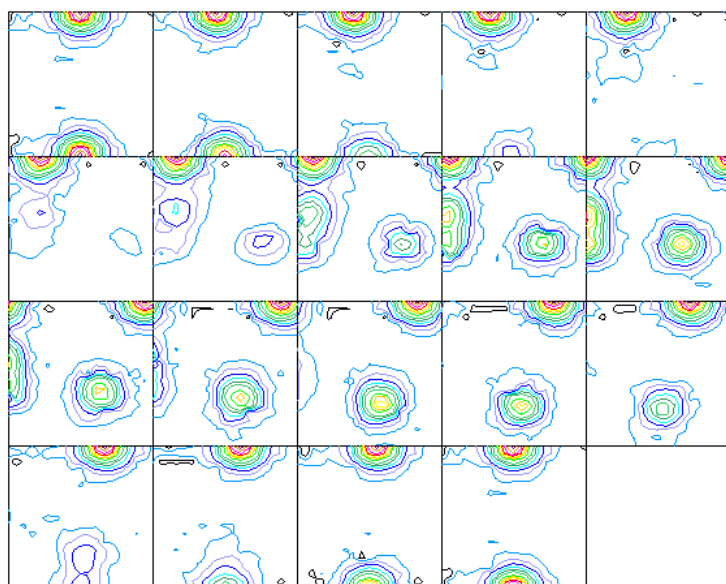


方位密度



各ODFに反射極点図を読み込み比較してみます。

LaboTexによる解析



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↓	

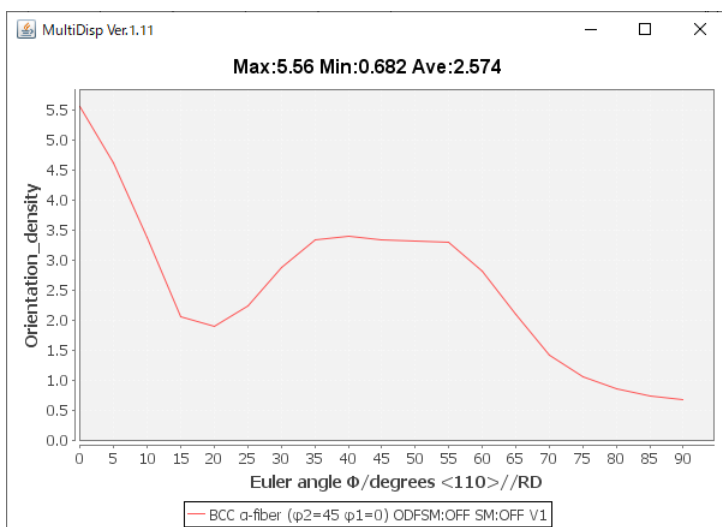
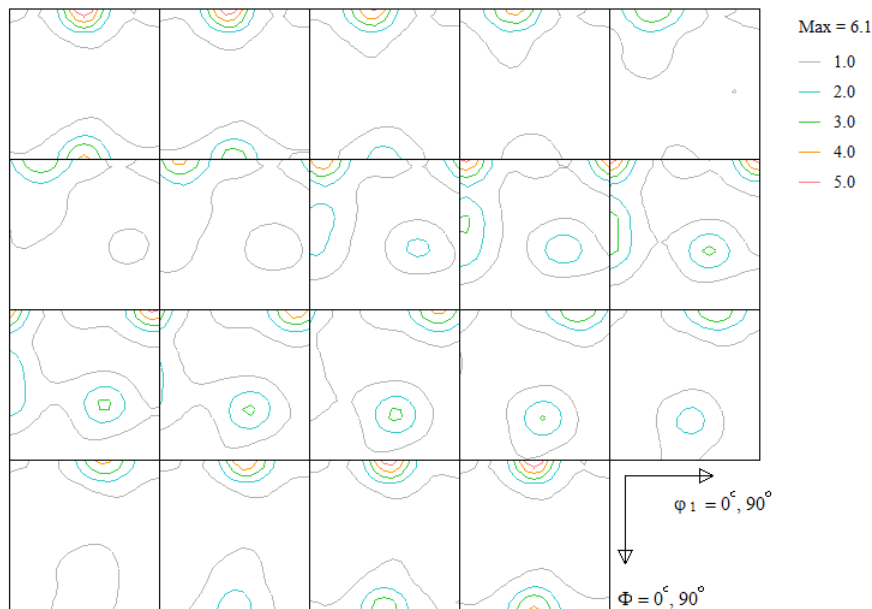
等価方位

Orientation	φ1	Φ	φ2	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

MaxOrientation	φ1	Φ	φ2	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

TextToolsによる解析



Phi	Intensity↓
0.0	5.56↓
5.0	4.6177↓
10.0	3.3764↓
15.0	2.0486↓
20.0	1.8964↓
25.0	2.2222↓
30.0	2.8762↓
35.0	3.3398↓
40.0	3.391↓
45.0	3.3283↓
50.0	3.3142↓
55.0	3.294↓
60.0	2.8103↓
65.0	2.0865↓
70.0	1.4165↓
75.0	1.0493↓
80.0	0.8575↓
85.0	0.7337↓
90.0	0.6819↓

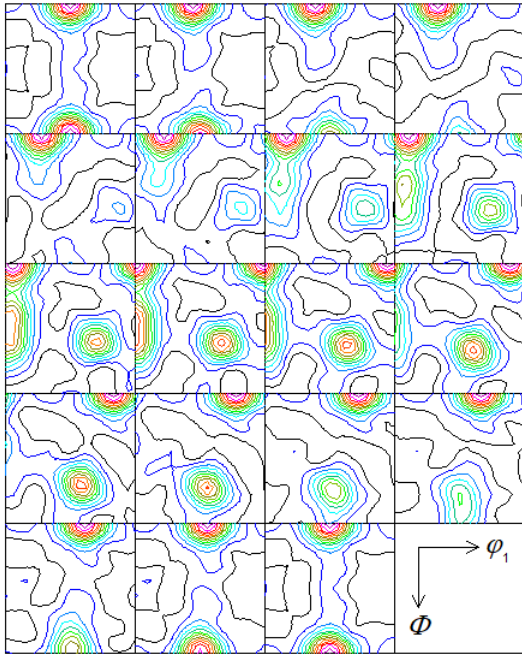
等価方位

Orientation	φ1	Φ	φ2	ODF
(0 0 1)[1 -1 0]	45.0	0.0	0.0	6.1
(0 0 1)[-1 -1 0]	45.0	0.0	90.0	6.1
(0 1 0)[1 0 1]	45.0	90.0	0.0	4.3
(1 0 0)[0 -1 1]	45.0	90.0	90.0	4.3
(1 1 2)[1 -1 0]	0.0	35.26	45.0	3.34
(1 1 1)[1 -1 0]	0.0	54.74	45.0	3.29
(1 1 1)[0 -1 1]	60.0	54.74	45.0	3.25
(2 1 1)[0 -1 1]	50.77	65.91	63.43	3.1

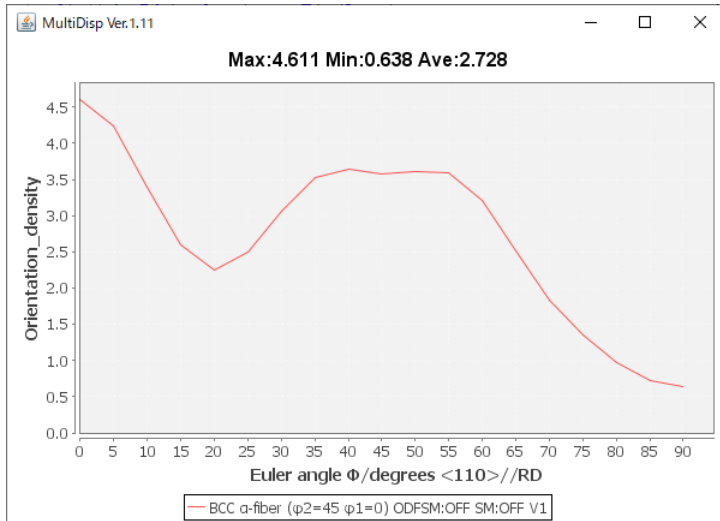
最大方位

MaxOrientation	φ1	Φ	φ2	ODF
{0 0 1}<-1 -1 0> RW(H)	45.0	0.0	0.0	6.1
{1 1 2}<-1 -1 0>	0.0	35.26	45.0	3.34
{1 1 1}<0 -1 1>	60.0	54.74	45.0	3.29

Standard ODFによる解析



Contour Levels: 0.7 1.0 1.3 1.6 1.9 2.2 2.5 2.8 3.1 3.4 3.7 4.0 4.3 4.6



Phi	Intensity↓
0.0	4.611262321472168↓
5.0	4.246888160705566↓
10.0	3.39719820022583↓
15.0	2.5893115997314453↓
20.0	2.252870559692383↓
25.0	2.4942216873168945↓
30.0	3.0678141117095947↓
35.0	3.5324881076812744↓
40.0	3.6375882625579834↓
45.0	3.5713789463043213↓
50.0	3.6008450984954834↓
55.0	3.5842843055725098↓
60.0	3.202843427658081↓
65.0	2.51019287109375↓
70.0	1.8400770425796509↓
75.0	1.34590744972229↓
80.0	0.9788471460342407↓
85.0	0.7278119921684265↓
90.0	0.6375402808189392↓

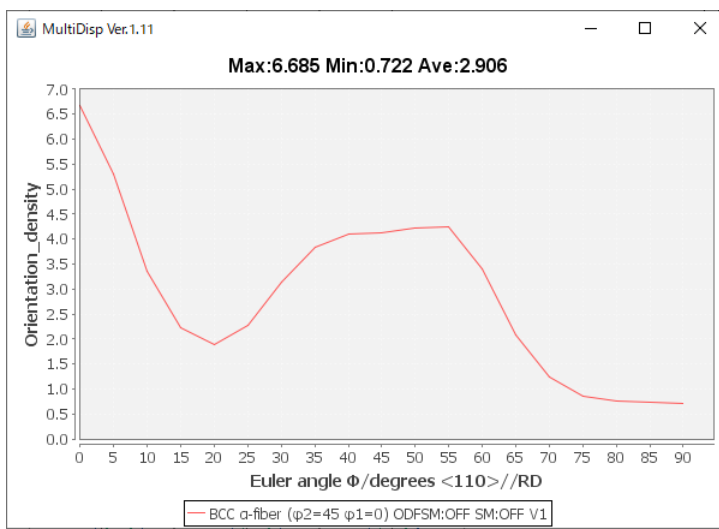
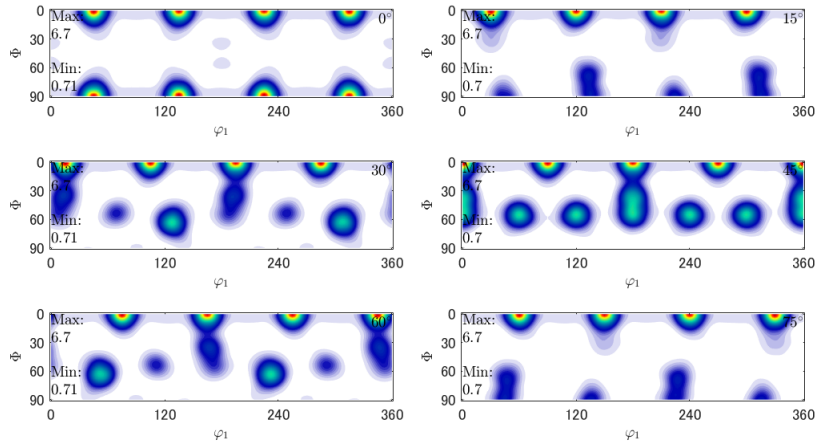
等価方位

Orientation	φ1	Φ	φ2	ODF
(0 0 1)[1 -1 0]	45.0	0.0	0.0	4.61
(0 1 0)[1 0 1]	45.0	90.0	0.0	4.61
(0 0 1)[-1 -1 0]	45.0	0.0	90.0	4.61
(1 0 0)[0 -1 1]	45.0	90.0	90.0	4.61
(1 1 1)[0 -1 1]	60.0	54.74	45.0	3.6
(1 1 1)[1 -1 0]	0.0	54.74	45.0	3.58
(1 1 2)[1 -1 0]	0.0	35.26	45.0	3.53
(2 1 1)[0 -1 1]	50.77	65.91	63.43	3.46

最大方位

MaxOrientation	φ1	Φ	φ2	ODF
{0 0 1}<-1 -1 0> RW(H)	45.0	0.0	0.0	4.61
{1 1 1}<0 -1 1>	60.0	54.74	45.0	3.6
{1 1 2}<-1 -1 0>	0.0	35.26	45.0	3.53

MT EXで解析



Phi	Intensity↓
0.0	6.68516↓
5.0	5.3077749999999995↓
10.0	3.360375↓
15.0	2.23865↓
20.0	1.880195↓
25.0	2.28202↓
30.0	3.128605↓
35.0	3.8324000000000003↓
40.0	4.0911800000000005↓
45.0	4.137525↓
50.0	4.22429↓
55.0	4.2428799999999995↓
60.0	3.41615↓
65.0	2.08934↓
70.0	1.24126↓
75.0	0.8599600000000001↓
80.0	0.75291↓
85.0	0.730145↓
90.0	0.72175↓

等価方位

Orientation	φ1	Φ	φ2	ODF
(0 0 1)[1 -1 0]	45.0	0.0	0.0	6.69
(0 1 0)[1 0 1]	45.0	90.0	0.0	6.69
(0 0 1)[-1 -1 0]	45.0	0.0	90.0	6.69
(1 0 0)[0 -1 1]	45.0	90.0	90.0	6.69
(1 1 1)[0 -1 1]	60.0	54.74	45.0	4.26
(1 1 1)[1 -1 0]	0.0	54.74	45.0	4.24
(1 1 2)[1 -1 0]	0.0	35.26	45.0	3.83
(2 1 1)[0 -1 1]	50.77	65.91	63.43	3.73

最大方位

MaxOrientation	φ1	Φ	φ2	ODF
{0 0 1}<1 -1 0> RW(H)	45.0	0.0	0.0	6.69
{1 1 1}<0 -1 1>	60.0	54.74	45.0	4.26
{1 1 2}<1 -1 0>	0.0	35.26	45.0	3.83

まとめ

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

最大値

	I{111}	I{100}	I{211}	I{111}-I{100}-I{211}
LaboTex	4.71	6.37	4.83	-6.49
TexTools	3.29	6.1	3.34	-6.15
StandardODF	3.6	4.61	3.53	-4.54
MTEX	4.26	6.69	3.83	-6.26

α -fiber 上の強度

α -fiber

	I{111}	I{100}	I{211}	I{111}-I{100}-I{211}
LaboTex	4.71	6.38	4.83	-6.49
TexTools	3.29	5.56	3.83	-6.10
StandardODF	3.58	4.61	3.53	-4.56
MTEX	4.24	6.69	3.83	-6.27

α -fiber 上の強度と、等価方位の最大値には若干の差異があります。