

まえがき

この規格は、工業標準化法第 14 条によって準用する第 12 条第 1 項の規定に基づき、社団法人日本鉄鋼連盟 (JISF)／財団法人日本規格協会 (JSA) から、工業標準原案を具して日本工業規格を改正すべきとの申出があり、日本工業標準調査会の審議を経て、経済産業大臣が改正した日本工業規格である。

これによって、JIS G 0551 : 1998 は改正され、また、JIS G 0552 : 1998 は廃止・統合され、この規格に置き換えられる。

改正に当たっては、日本工業規格と国際規格との対比、国際規格に一致した日本工業規格の作成及び日本工業規格を基礎にした国際規格原案の提案を容易にするために、ISO 643 : 2003, Steels—Micrographic determination of the apparent grain size を基礎として用いた。

この規格の一部が、技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願に抵触する可能性があることに注意を喚起する。経済産業大臣及び日本工業標準調査会は、このような技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願にかかわる確認について、責任はもたない。

JIS G 0551 には、次に示す附属書がある。

- 附属書 A (参考) 鋼のフェライト及びオーステナイト又は旧オーステナイト結晶粒界現出方法の要約
- 附属書 B (規定) 結晶粒度の測定—結晶粒度標準図
- 附属書 C (規定) 評価の方法
- 附属書 1 (規定) その他の熱処理法による旧オーステナイト結晶粒界現出方法
- 附属書 2 (規定) フェライト結晶粒の切断法による評価方法
- 附属書 3 (規定) 混粒組織の評価及び表示方法
- 附属書 4 (規定) フェライト—パーライト混在組織の評価方法
- 附属書 5 (参考) JIS と対応する国際規格との対比表

この規格の附属書 B 図 2 の結晶粒度標準図は、アメリカ材料試験協会規格 (ASTM) から引用した資料であり、同協会からの承諾を得ている。事前に承諾を得ない限り、これらの資料を複製してはならない。

目 次

	ページ
序文	1
1. 適用範囲	1
2. 引用規格	1
3. 定義	1
4. 記号	4
5. 原理	5
6. 試験片の採取及び調製	5
6.1 試験片の採取	5
6.2 フェライト結晶粒界の現出	5
6.3 オーステナイト及び旧オーステナイト結晶粒界の現出	5
7. 結晶粒度の評価方法	8
7.1 粒度番号による評価方法	8
7.2 切断法による評価方法	10
8. 結晶粒度の表示	13
8.1 フェライト結晶粒度の表示	13
8.2 オーステナイト結晶粒度の表示	13
9. 報告	14
附属書 A (参考) 鋼のフェライト及びオーステナイト又は 旧オーステナイト結晶粒界現出方法の 要約	15
附属書 B (規定) 結晶粒度の測定—結晶粒度標準図	16
附属書 C (規定) 評価の方法	32
附属書 1 (規定) その他の熱処理法による旧オーステナイト 結晶粒界現出方法	36
附属書 2 (規定) フェライト結晶粒の切断法による評価方法	38
附属書 3 (規定) 混粒組織の評価及び表示方法	40
附属書 4 (規定) フェライト—パーライト混在組織の評価方法	41
附属書 5 (参考) JIS と対応する国際規格との対比表	44

日本工業規格

JIS
G 0551 : 2005

鋼—結晶粒度の顕微鏡試験方法

Steels—Micrographic determination of the apparent grain size

序文 この規格は、2003 年に第 2 版として発行された ISO 643, Steels—Micrographic determination of the apparent grain size を翻訳し、技術的内容を変更して作成した日本工業規格である。

なお、この規格で側線又は点線の下線を施してある箇所は、原国際規格を変更している事項である。変更の一覧表をその説明を付けて、**附属書 5 (参考)** に示す。

1. 適用範囲 この規格は、鋼のフェライト又はオーステナイトの結晶粒度を測定するための顕微鏡試験方法について規定する。また、この規格は、結晶粒界の現出方法及び一様に結晶粒が分布する試験片の平均結晶粒度の求め方について規定する。結晶粒の形状は、立体的（三次元）であるため、顕微鏡試料の切断面は、結晶粒の端部から最大直径の部分までの任意の箇所になり得る。たとえ結晶粒が完全に同じ大きさであっても、平面上（二次元）に現れる結晶粒の大きさは、ある範囲にばらつく。

備考 この規格の対応国際規格を、次に示す。

なお、対応の程度を表す記号は、ISO/IEC Guide 21 に基づき、IDT（一致している）、MOD（修正している）、NEQ（同等でない）とする。

ISO 643 : 2003, Steels—Micrographic determination of the apparent grain size (MOD)

2. 引用規格 次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS G 0561 鋼の焼入性試験方法（一端焼入方法）

ISO 3785 Steel—Designation of test piece axes

3. 定義 この規格で用いる主な用語の定義は、次による。

3.1 結晶粒 顕微鏡観察のために研磨及び調製された試験片表面に現出する、多少湾曲した側面を伴う閉じた多角形の形状。結晶粒は、次のように区別する。

3.1.1 オーステナイト結晶粒 面心立方の結晶。焼なまし双晶を含むことがある。

3.1.2 フェライト結晶粒 体心立方の結晶。焼なまし双晶は含まない。

備考 フェライト結晶粒は、通常は炭素含有率が 0.25 %（質量分率）以下の炭素鋼又はフェライト系ステンレス鋼に対して適用する。フェライト結晶粒と等しい寸法のパーライトの島が存在する場合は、その島をフェライト結晶粒として数える。

3.2 粒度番号 試験片断面の 1 mm^2 当たりの平均結晶粒数 m を用いて、次の式で計算される G の値。正数及びゼロ又は負数の場合もあり得る。

$$m = 8 \times 2^G$$

備考 定義に従って、 m が 16 の場合、 G は 1 となる。

3.3 捕そく（捉）結晶粒数（intercept） N 直線又は曲線の試験線が通過又は捕そく（捉）した結晶の数。試験線が直線の場合、通常、両端は、結晶粒内で終わる（図 1 参照）。

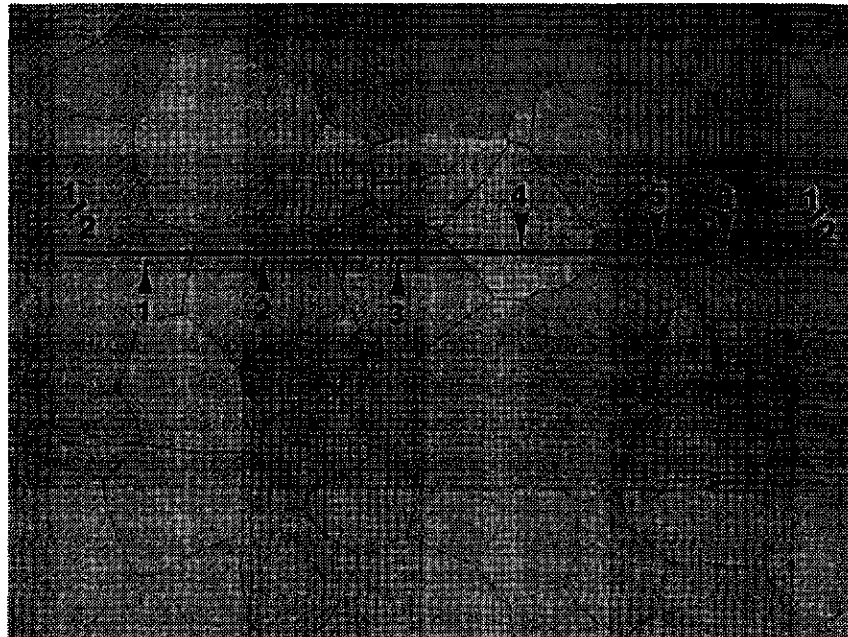
備考 直線の両端部分各々は、捕そく（捉）結晶の 1/2 として計数する。 $\bar{N}$ は、様々な位置で無作為に適用した試験線が捕そく（捉）した結晶数を多数回計数して得た平均値とする。 $\bar{N}$ を真の線長 L_T で除することによって単位長さ（通常は mm 単位）当たりの捕そく（捉）結晶数 $\bar{N}_L$ を得る。

3.4 交点の数（intersection） P 結晶粒界と一本の直線又は曲線の試験線との交点の数（図 1 参照）。

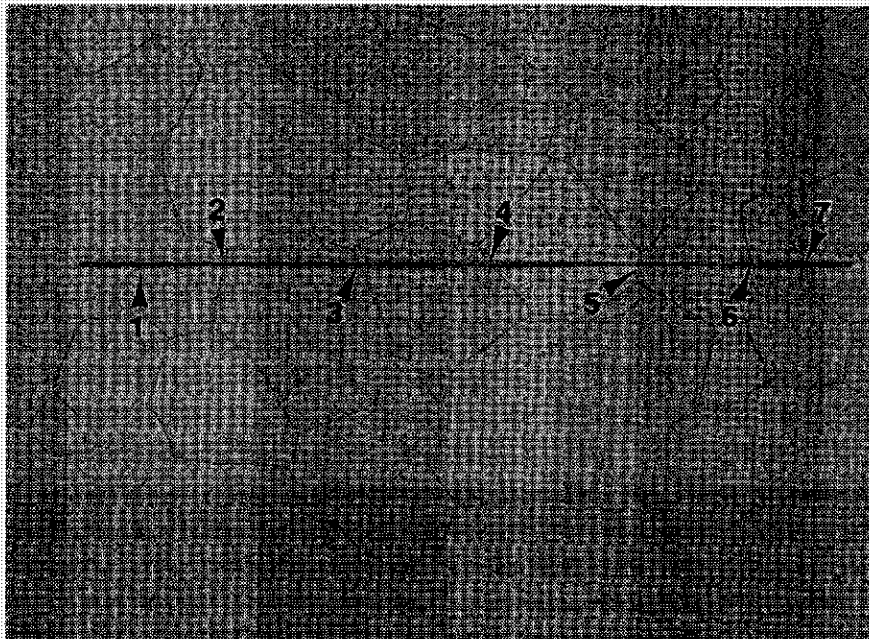
備考 $\bar{P}$ は、様々な位置で無作為に適用した試験線と結晶粒界とが交わった回数について、多数回計数して得た平均値である。 $\bar{P}$ を実際の線長 L_T で除することによって、単位長さ（通常は mm 単位）当たりの結晶粒界の交点数 $\bar{P}_L$ を得る。

3.5 細粒鋼及び粗粒鋼 細粒鋼は、粒度番号 5 以上の鋼。粗粒鋼は、粒度番号 5 未満の鋼。細粒鋼と粗粒鋼との判定は、特に、指定のない限り、6.3.2（925 °C での浸炭によるマッケイドエーン (McQuaid-Ehm) 法）による。

3.6 混粒 1 視野内において、最大頻度をもつ粒度番号の粒からおおむね 3 以上異なった粒度番号の粒が偏在し、これらの粒が約 20 % 以上の面積を占める状態にあるもの、又は、視野間において 3 以上異なった粒度番号の視野が存在するもの。



単相結晶粒組織上の直線による捕そく（捉）結晶粒数 (N) の計数。ここでは、矢印点 1～6 までは結晶粒を捕そく（捉）していて線の両端部分が結晶粒内で終わっている ($2 \times 1/2 = 1$)。したがって、 $N=7$ である。



単相結晶粒組織上の直線による交点の数 (P) の計数。ここでは、矢印点 7 までは交点の数。したがって、 $P=7$ である。

図 1 捕そく（捉）結晶粒数 (N) 及び交点の数 (P) の例

4. 記号 使用する記号を、表 1 に示す。

表 1 記号

記号	定義	式及び値
$\bar{a}$	平均結晶粒面積 (単位: mm ²)	$\bar{a} = \frac{1}{m}$
A_F	観察視野の面積 (単位: mm ²)	
$\bar{d}$	平均結晶粒径 (単位: mm)	$\bar{d} = \frac{1}{\sqrt{m}}$
D	顕微鏡のすりガラススクリーン上の円の直径, 又は試験片の基準面の画像を囲い込む顕微鏡写真上の円の直径	79.8 mm (面積 = 5 000mm ²)
g	顕微鏡倍率	通常は 100 倍
G	粒度番号	
K	長さ倍率 g から長さ倍率 100 への変換係数	$K = \frac{g}{\sqrt{100}}$
l	結晶粒内を横切る試験線の 1 結晶粒当たりの平均線分長 (単位: mm)	$l = 1/\bar{N}_L = 1/\bar{P}_L$
L	試験線を倍率で除した長さ (単位: mm)	
L_T	試験線を倍率で除した真の長さ (単位: mm)	
m	試験片断面の 1 mm ² の面積当たりで計数した結晶粒の個数	$m = 2n_{100}$ (倍率 100) $m = 2K^2n_g$ (倍率 g)
M	g が 100 でない場合の, 最も近い標準図粒度番号。	
n_1	直径 D の円の中に完全に入っている結晶数	
n_2	直径 D の円周と交差している結晶数	
n_{100}	直径 D の円内で試験した結晶粒の等価総数 (倍率 100)	$n_{100} = n_1 + \frac{n_2}{2}$
n_g	直径 D の画像上で試験した結晶粒の等価総数 (倍率 g)	
$\bar{N}$	試験線長さ L 当たりの捕そく (捉) した結晶粒の平均数	
$\bar{N}_L$	試験線の単位線長さ当たりの, 捕そく (捉) した結晶粒の平均数	$\bar{N}_L = \frac{\bar{N}}{L_T}$
N_x	圧延長手方向の 1 mm 当たりの捕そく (捉) 数	
N_y	圧延直角方向の 1 mm 当たりの捕そく (捉) 数	
N_z	厚さ方向の 1 mm 当たりの捕そく (捉) 数	
$\bar{P}$	結晶粒界と無作為に適用した試験線との交点の数の平均値	
$\bar{P}_L$	試験線の単位長さ当たりの結晶粒界の交点の平均数	$\bar{P}_L = \frac{\bar{P}}{L_T}$
備考 N_x , N_y 及び N_z の方向を指定する方法は, ISO 3785 による。		

参考 ISO 3785 : 1976 (試験片の軸の定義) は, 特に金属材料の延性やじん (靱) 性を測定する試験片に対して, その結晶粒の展伸方位と試験片との位置を定義する方法を提供するために作成されたものである。金属材料に座標軸が存在するものと仮定して, 金属材料の試験片の方向の指定方法を規定している。次に, その主な座標軸の定義について示す。

- a) X 軸: 結晶粒の主展伸方位と一致する方向
- b) Z 軸: 主加工力が働く方向
- c) Y 軸: X 軸及び Z 軸に垂直な方向

5. 原理 結晶粒の大きさを、鋼種又はその他の情報によって、適切な方法で処理された試験片の研磨面で、顕微鏡によって測定する。

備考 鋼材規格又は受渡当事者間の合意によって結晶粒の現出方法を規定していない場合、結晶粒の現出方法は、製造業者が決定する。

平均結晶粒度は、特に指定のない場合、製造業者の任意によって、次の a) 又は b) によって測定する。

a) 次に示すいずれかによって得られた粒度番号 (7.1.1 参照)。

1) 結晶粒度標準図と比較する (7.1.2 参照)。

2) 単位面積当たりの結晶粒の平均数を測定する (計数方法: planimetric method) (7.1.3 参照)。

b) 結晶粒内を横切る試験線の 1 結晶粒当たりの平均線分長 (切断法) (7.2 参照)。

備考 結晶粒内を横切る試験線の 1 結晶粒当たりの平均線分長より、附属書 C 表 1 によって粒度番号を算出してもよい。

6. 試験片の採取及び調製

6.1 試験片の採取 試験片の数及び製品から試験片を採取する箇所が、鋼材規格又は受渡当事者間の合意によって定められていない場合は、これらを製造業者が決める。

参考 評価する試験片の数を増すと測定精度がよくなることが判明している。したがって、二つ以上の切断部分を評価することが望ましい。製品の端、又は試験片を採取するためにせん断加工したものなどに見られる、激しく変形した部分は避け、試験片が製品の大半を代表するように注意する。

試験片の研磨面が、鋼材規格又は受渡当事者間の合意によって定められていない場合、研磨面は、圧延長手方向、すなわち、製品における主加工方向とする。結晶粒が等軸でない場合、横方向断面での測定は差異を生じる。

6.2 フェライト結晶粒界の現出 フェライト結晶粒界は、ナイトル [2~5 % (体積分率) の硝酸エタノール溶液]、又は適切な腐食液を用いることで現出させる。

6.3 オーステナイト及び旧オーステナイト結晶粒界の現出

6.3.1 一般事項 常温で単相又は二相のオーステナイト [オーステナイト母相中のデルタ (δ) フェライト] 組織をもつ鋼の場合は、腐食液を用いて、結晶粒界を現出させる。

単相のオーステナイト系ステンレス鋼に対して通常よく使われる腐食液は、グリセレジア (Glyceregia)、カーリング (Kalling) 試薬 (No. 2) 及びマーブル (Marbles) 試薬である。

単相又は二相のオーステナイト系ステンレス鋼に対する最良の電解腐食の方法は、結晶粒界は現出するが双晶が現出しないように質量分率 60 % 硝酸水溶液中で直流 1.4 V を 60~120 秒負荷することである。

参考 通常使用する質量分率 10 % しょう酸水溶液中で直流 6 V を 60 秒まで負荷する方法は、質量分率 60 % 硝酸水溶液ほど有効ではない。

常温でオーステナイト組織でない鋼に対しては、次に規定する 6.3.2 又は 6.3.3 のいずれかの方法を適用する。

6.3.2 925 °C での浸炭によるマッケイドエーン (McQuaid-Ehn) 法 (浸炭粒度試験方法)

6.3.2.1 適用 これは、925 °C で、一定時間保持して浸炭することによってオーステナイト結晶粒を現出させる方法である。その他の熱処理条件に対して、本方法を適用して結晶粒界を現出させることは好ましくない。

6.3.2.2 熱処理 試験片は、脱炭層又は表面のさびを除去する。冷間、熱間、機械的などの前処理が、結晶粒の形状に影響を及ぼすことがある。これらの事項を特に指定することが望ましい場合は、受渡当事者間によって、測定前に実行すべきこれらの処理を規定するものとする。

浸炭剤を充てんした容器の中に試験片を埋めて封入し、電気炉又はその他の適切な加熱炉に装入して加熱する。約 2 時間で 925 °C に昇温し、この温度に 6 時間保持した後、徐冷し、浸炭層の結晶粒界に過共析セメンタイトを析出させる。600 °C まで 30~150 °C/h で徐冷することが好ましい。通常、約 1 mm の浸炭層が得られる。

浸炭剤は、その都度、新しいものを使用する。

備考 浸炭剤は、乾燥した粒状木炭質量分率 60~80 % 及び炭酸バリウム質量分率 40~20 % 混合物を用いる。浸炭剤の使用量は、試験片体積の 30 倍以上が望ましい。ただし、鋼種によっては、これ以外の混合比を用いてもよい。

6.3.2.3 調製及び腐食 浸炭した試験片を、浸炭表面に直角に切断し、顕微鏡試験用に調製する。その断面を、次のいずれかの腐食液を用いて腐食させる。

- a) アルカリ性ピクリン酸ナトリウムで腐食させる。必要に応じて、電解腐食（直流 6 V で 60 秒間）を適用する。
- b) 体積分率 2~5 % ナイタルによって腐食させる。

備考 a) 又は b) と同一の結果が得られる場合は、ピクリン酸アルコール又はその他の試薬を使用してもよい。

参考 アルカリ性ピクリン酸ナトリウムの例として le Chatelier—Igowski の試薬（ピクリン酸 2 g, 水酸化ナトリウム 25 g, 水 100 ml）がある。

6.3.3 熱処理粒度試験方法 熱処理粒度試験方法には、次の方法がある。これらは、鋼の焼なまし、焼入れ、焼入れ、固溶化熱処理など実際の熱処理に当たり、最高加熱温度における粒度測定に適用する。

- a) ピクリン酸飽和水溶液で腐食する Bechet—Beaujard 法（6.3.3.1 参照）
- b) 酸化を制御するコーン (Kohn) 法（6.3.3.2 参照）
- c) 初析フェライト法（6.3.3.3 参照）
- d) バイナイト又は傾斜焼入法（6.3.3.4 参照）
- e) 結晶粒界鋭敏化熱処理法（6.3.3.5 参照）
- f) その他の熱処理方法による旧オーステナイト結晶粒界現出方法（附属書 1 参照）
- g) 受渡当事者間の協定による方法

備考 それぞれの方法の適用鋼種については、附属書 A を参照してもよい。

参考 比較試験を行う場合は、試験方法が異なっていることを十分理解し、次の事項に留意して行うことが望ましい。

- 1) 試験片の熱処理条件は、同一にする。
- 2) 試験結果は、試験方法によって大きく異なる可能性がある。

6.3.3.1 ピクリン酸飽和水溶液で腐食を行う Bechet—Beaujard 法

6.3.3.1.1 適用 この方法は、試験片の熱処理中に形成されるオーステナイト結晶粒を現出させる方法について規定する。この方法は、マルテンサイト又はベイナイト組織をもつ試験片に適用する。鋼中のりん (P) が質量分率 0.005 % 以上存在している場合、ピクリン酸飽和水溶液を用いると粒界が現出しやすい。

6.3.3.1.2 熱処理 Bechet—Beaujard 腐食液は、熱処理された鋼に使用する。試験片がマルテンサイト又はベイナイト組織をもつ場合は、通常、追加の熱処理は、不要である。

試験片の熱処理条件が、製品を定義する鋼材規格に規定されておらず、熱処理条件を規定する仕様書がない場合は、熱処理条件には次の条件を（調質用構造用炭素鋼及び低合金鋼の場合に）適用し、熱処理後の、試験片を、水中又は油中で急冷する。

a) 炭素含有率が質量分率 0.35 %を超える鋼では、 850 ± 10 °C で 1.5 時間

b) 炭素含有率が質量分率 0.35 %以下の鋼では、 880 ± 10 °C で 1.5 時間

6.3.3.1.3 研磨及び腐食 顕微鏡試験のために、熱処理後の試験片の表面を研磨する。研磨された面は、ピクリン酸飽和水溶液に、0.5 %（体積分率）以上のアルキル硫酸ナトリウム又は他の適切な界面活性剤を加えた腐食液によって十分な時間腐食させる。

試験片の結晶粒界が素地に対して十分なコントラストを得るためには、腐食と研磨とを数回繰り返して行なうことが必要になることがある。無心焼入鋼の場合は、試験片を採取する前に焼戻しを実施してもよい。

参考 腐食時間は、数分間から 1 時間以上まで変わることがある。例えば、溶液を 60 °C に加熱すると、腐食時間を短くすることができる。

警告 ピクリン酸溶液を加熱する場合は、溶液が沸騰乾固してピクリン酸が爆発しやすくなるので注意を要する。

6.3.3.2 酸化を制御するコーン (Kohn) 法

6.3.3.2.1 適用 この方法は、所定の熱処理温度でオーステナイト結晶粒界を優先的に酸化させることによって、オーステナイト結晶粒界を現出させる方法である。

6.3.3.2.2 熱処理 試験片の一つの表面を研磨する。その他の表面の酸化物も、除去する。試験片を、真空度 1 Pa 以下の試験炉内又は不活性ガス（純アルゴンガスなど）が循環している試験炉内に置く。注文者が指定するか、又は製品の鋼材規格に規定するオーステナイト化手順に基づいて、試験片を熱処理する。規定された加熱時間の終わりに、10 秒～15 秒間、炉内に空気を取り入れ、その後、試験片を水中で急冷する。通常、試験片は、直接、顕微鏡によって測定してもよい。

備考 不活性雰囲気だけでなくとも熱処理を行ってもよい。（例えば、加熱中、試験片の上面を鉄板で覆い酸化を防止する。）

6.3.3.2.3 調製及び腐食 試験片を酸化しすぎた場合は、6.3.3.2.2 で研磨した表面に付着している酸化物を、結晶粒界に形成された網目状の酸化物が保たれるように注意しながら、細かい研磨剤を使って軽く研磨し除去する。次に、ビレラ (Vilella) 試薬（ピクリン酸 1 g、塩酸 5 ml、エタノール 100 ml）によってエッチングする。

参考 結晶粒界の優先的酸化によって、オーステナイト結晶粒の模様が明らかになる。調製を正しく行えば、粒状酸化物は、結晶粒界に現れない。必要に応じて、傾斜照明を使用するか又は差動干渉コントラスト (Differential Interference Contrast) 法を利用して、粒界をより明りょうにして測定してもよい。

6.3.3.3 初析フェライト法

6.3.3.3.1 適用 この方法は、炭素含有率が質量分率約 0.25～0.6 %の炭素鋼及びマンガン－モリブデン鋼、質量分率 1 %クロム鋼、質量分率 1 %クロム－モリブデン鋼、質量分率 1.5 %ニッケル－クロム鋼などの低合金鋼に適している。旧オーステナイト結晶粒界は、初析フェライトの網目状組織として現出する。

6.3.3.3.2 熱処理 鋼材規格に規定するオーステナイト化条件で熱処理を行う。炭素鋼又はその他の焼入性の低い鋼については、オーステナイト結晶粒界にフェライトが析出するように、試験片を空冷、炉内冷却又は部分的に恒温変態させる。

合金鋼の場合は、オーステナイト化後に、試験片を 650～720 °C の適切な温度で部分的に恒温変態させ、次に水中で急冷する。

備考1. 変態に必要な時間は、鋼によって異なり、通常は 1～5 分間で十分なフェライトが析出するが、場合によっては、最大で約 20 分間必要になることもある。

2. 合金鋼で、恒温処理中に一様な変態を得るためには、12 mm×6 mm×3 mm の試験片が適している。

6.3.3.3.3 調製及び腐食 熱処理後の試験片を、顕微鏡で測定するために切り出し、研磨した後、塩酸、ピクリン酸などの腐食液で、腐食させる。

6.3.3.4 ベイナイト又は傾斜焼入法

6.3.3.4.1 適用 この方法は、質量分率 0.7 % 又はそれ以上の炭素含有率をもつ共析鋼に適している。旧オーステナイト結晶粒界は、マルテンサイト組織を取り囲むパーライト又はベイナイトの網目状組織として現出する。

6.3.3.4.2 熱処理、調製及び腐食 試験片を A_{c3} (加熱中に、フェライトがオーステナイトへの変態を完了する温度) から 30 °C を超えない温度に加熱することによってオーステナイト化した後、試験片を、冷却速度を制御しながら冷却して、マルテンサイト組織を取り囲む微細パーライト又はベイナイトの混合組織を生成させる。

熱処理は、次のいずれかの方法を用いて行い、次に研磨及びエッチングを施す。

- a) 表面部は、完全焼入れで、中心部は、不完全焼入れになるのに適切な断面寸法の棒を、水又は油中で急冷する。
- b) 12～25 mm の直径又は正方形の棒を、棒の一端を水中に浸して傾斜焼入れする。

6.3.3.5 オーステナイト系ステンレス及びマンガン鋼の鋭敏化熱処理法 試験片を鋭敏化熱処理温度範囲 (482～704 °C) で加熱して、炭化物の析出によって結晶粒界を現出させる。エッチングには、炭化物を現出させる適切な腐食液を用いる。

備考 この方法は、炭素含有率の非常に低い鋼種には適用しないほうが望ましい。

6.3.3.6 その他の熱処理方法による旧オーステナイト結晶粒界現出方法 熱処理 (焼なまし、焼ならし、焼入れ、焼戻しなど) を行った後、旧オーステナイト結晶粒界が、パーライト組織を取り囲む初析フェライトの網目状組織、マルテンサイト組織を取り囲む非常に微細なパーライトの網目状組織などの形で現れることがある。旧オーステナイト結晶粒界は、真空下での加熱エッチング (酸化処理は不要) によっても現出することができる。これらの方法を適用する場合は、仕様書にこれらの方法を記載しなければならない。

7. 結晶粒度の評価方法

7.1 粒度番号による評価方法 粒度番号による評価の方法は、次による。

7.1.1 粒度番号の算出 粒度番号は、3.2 に従い、次の式 (1) で定義する。

$$m = 8 \times 2^G \quad \text{..... (1)}$$

式 (1) から得られる式 (2a) 又は式 (2b) によって、粒度番号を算出する。

$$G = \frac{\log m}{\log 2} - 3 \quad \text{..... (2a)}$$

$$G = \frac{\log m}{0.301} - 3 \quad \text{..... (2b)}$$

7.1.2 結晶粒度標準図との比較による評価方法 投影像（又は顕微鏡写真）の試験視野を、結晶粒度標準図又はオーバーレイ（結晶粒度測定用に設計された接眼鏡目盛が国内又は国際規格に準拠していれば、利用することができる。）と比較する。倍率が 100 倍の結晶粒度標準図（**附属書 B** 参照）に付けられた、...1 (00) から 10 までの数字は、粒度番号 G を表す。

参考 結晶粒度標準図プレートの種類は、測定中に変更しないことが望ましい。

試験片の試験視野の粒度に最も近い粒度をもつ結晶粒度標準図を決定する。**附属書 B** のプレート IV の場合は、粒度番号の中間に相当すると認めるとき、低位の粒度番号に 0.5 を加えるものとする。

各試験片について、無作為に選択された少なくとも 3 視野（5～10 の視野数が望ましい。）を評価する。

投影像又は顕微鏡写真の画像倍率 g が 100 でない場合、粒度番号 G は、次の計算式によって、最も近い結晶粒度標準図番号 M を倍率比係数で修正した値になる。

$$G = M + 6.64 \log \frac{g}{100} \dots\dots\dots (3)$$

通常使用する倍率に対する各粒度番号間の関係を、**表 2** に示す。

表 2 画像倍率及び各粒度番号の関係

画像倍率	標準図番号で識別された画像に対する、金属結晶の粒度番号							
25	−3	−2	−1	0	1	2	3	4
50	−1	0	1	2	3	4	5	6
100	1	2	3	4	5	6	7	8
200	3	4	5	6	7	8	9	10
400	5	6	7	8	9	10	11	12
500	5.6	6.6	7.6	8.6	9.6	10.6	11.6	12.6
800	7	8	9	10	11	12	13	14

なお、フェライト－パーライト混在組織の場合は、受渡当事者間の協定によって**附属書 4**を適用してもよい。この場合、表示方法についても受渡当事者間の協定によるものとする。

7.1.3 計数方法 (Planimetric method) による評価方法 この評価方法は、単位面積当たりの結晶粒数を計数する方法であり、**附属書 C** の **C.1** に規定する。

7.1.4 総合判定方法 各視野（投影像又は顕微鏡写真）についての判定結果から、次の式によって平均粒度番号を算出し、これをその鋼の結晶粒度とする。平均粒度番号は、小数点以下 1 位に丸める。

視野数は、5～10 が望ましい。**表 3** に例を示す。

$$G = \frac{\sum(a \times b)}{\sum b}$$

ここに、 G ：平均粒度番号

a ：各視野における粒度番号

b ：同一粒度番号を示す視野数

表 3 平均粒度番号算出方法の例

各視野における粒度番号 a	視野数 b	$a \times b$	平均粒度番号 G
6	2	12	$\frac{65}{10} = 6.5$
6.5	6	39	
7	2	14	
合計	10	65	

なお、混粒の場合は、**附属書 3** による。

7.2 切断法による評価方法 既知の倍率 g で、試験片を代表する部分の、既知の長さの試験線によって捕そく（捉）された結晶粒の数 (N)、又は試験線と結晶粒界の交点の数 (P) を、投影スクリーン上、レチクル（目盛付きレンズ）上、テレビ形モニター上又は顕微鏡写真上で計数する。

試験線は、直線でも円でもよい。**図 2** は、望ましい計測格子を示す。

図 2 の三つの同心円は、総線長が 500 mm になる。この三つの円の寸法を、それぞれ次に示す。

直径 (mm)	円周 (mm)
79.58	250.0
53.05	166.7
26.53	83.3
合計 500.0 (mm)	

円形試験線は、結晶粒の異方性を平均化し、直線試験線のように試験線が結晶粒内で終わることがない。また、**図 2** には四本の直線があり、その内訳は、縦線、横線及び二本の対角線とする。各対角線の長さは 150 mm で、横及び縦線のそれぞれの長さは 100 mm とする。これらの直線は、結晶粒の異方性を平均化する。また、結晶粒の展伸を考慮する場合は、計測格子の横線を変形軸と平行に、縦線が変形軸と直交するように位置決めし、縦線又は横線を別々に、結晶粒を計数する (**7.2.3, 参考 3 参照**)。いずれの視野でも、一つの視野で、試験線が少なくとも 50 個の結晶粒と交差するように、倍率を決定する。少なくとも五つの無作為に選択された視野で、少なくとも合計 250 個の試験線と交差した結晶粒数を用いて評価する。

この計測格子は、一試験視野ごとに一度だけ適用する。計測格子は、有効な結果を得るため無作為、かつ、適切な視野数に適用する。

備考 必要な試験線と交差する結晶粒の数を得るために、倍率を変更する必要がある場合は、異方性の影響を考慮して測定線の方向を調整し、かつ、その測定線の長さを倍率に応じて変更してよい。

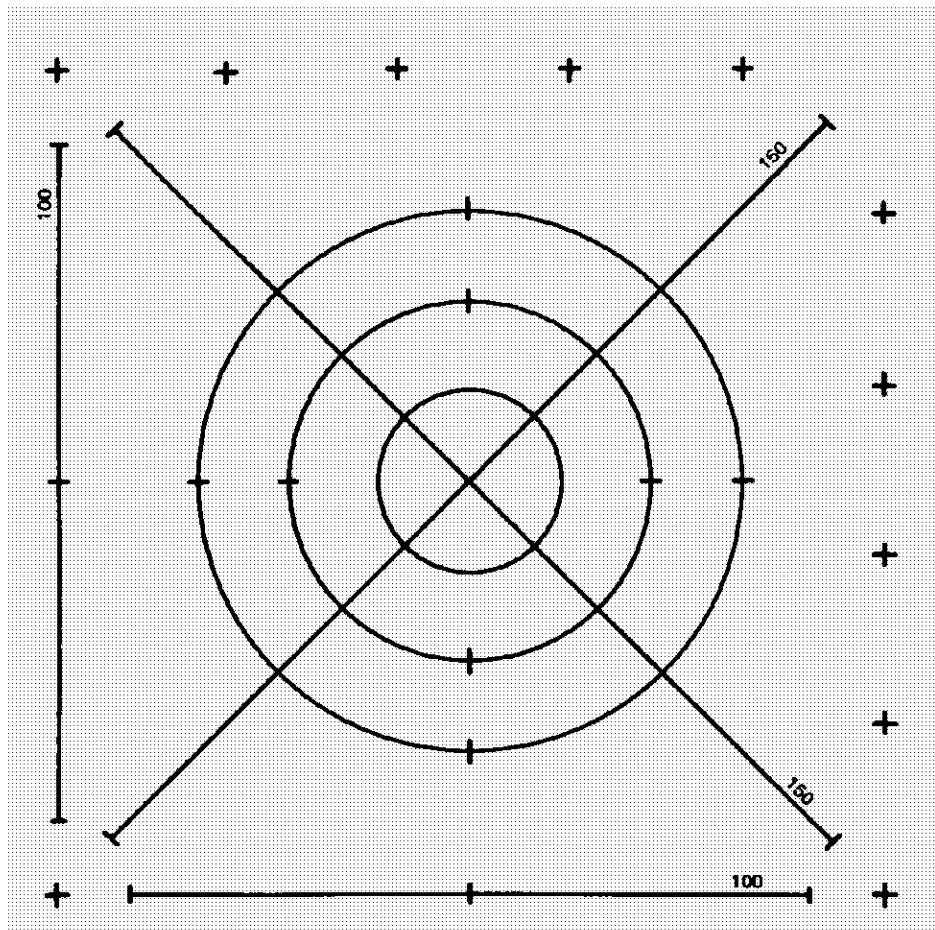


図 2 切断法に望ましい計測格子

7.2.1 直線試験線による切断法 直線の試験線と交差する結晶粒の数〔捕そく（捉）結晶粒数 N 又は交点の数 P 〕を計数する。

捕そく（捉）結晶粒数 N 、及び交点の数 P の計数は、試験線と結晶粒の交差の形態によって、次に定める数を適用する。

7.2.1.1 捕そく（捉）結晶粒数 N を計数する場合

- a) 試験線が結晶粒を通過する場合、 $N=1$
- b) 試験線が結晶粒内で終了する場合、 $N=0.5$
- c) 試験線が結晶粒界に接している場合、 $N=0.5$

7.2.1.2 交点の数 P を計数する場合

- a) 試験線が結晶粒界を通過する場合、 $P=1$
- b) 試験線が結晶粒界に接している場合、 $P=1$
- c) 試験線が三重点に交わる場合、 $P=1.5$

備考 附属書 C の C.2 に、スナイダーグラフ (Snyder-Graff) 法を規定する。この方法は、工具鋼（高速度鋼）に対する直線試験線による切断法の捕そく（捉）結晶粒数 N を計数する場合の代表例である。また、附属書 2 に図 2 と異なる計測格子を用いるフェライト結晶粒の切断法による評価方法を規定する。

7.2.2 円形試験線による切断法 図 2 に示した円形の型を推奨する。

試験線は、図 2 に示す一組の三つの同心円又は一つの単円とする。

図 2 に示す三つの円の円周の合計長さは 500 mm とする。倍率は、計測格子を試験視野上に置いたとき、試験線が 40～50 個の結晶粒と交差するように選択する。

一つの円の場合は、円周が 250 mm の最大の円を使用する。この場合、使用する倍率は、試験線と交差する結晶粒数が少なくとも 25 個以上になるように選択しなければならない。

円形試験線による切断法は、やや低めの交点の数を示す傾向がある。これを補正するため、結晶粒の三重点と試験線の交点を、直線試験線による切断法のように 1.5 とするのではなく、2 として計数する。

7.2.3 結果の評価

捕そく（捉）結晶粒数 N 又は交点の数 P の計数は、無作為に選ばれた幾つかの視野で行う。次に、捕そく（捉）結晶粒数 N 又は交点の数 P の平均値を計算する。

L_T を試験線の実長さとする、次の式が得られる。

$$\overline{N_L} = \overline{N} / L_T \text{ 及び } \overline{P_L} = \overline{P} / L_T$$

非等軸結晶粒組織の場合は、三つの基本方向（圧延長手方向、圧延直角方向及び厚さ方向）の試験線によって、捕そく（捉）結晶粒数 N 又は交点の数 P を計数する。三つの基本試験面（圧延長手方向、圧延直角方向及び厚さ方向）のうちの、いずれか 2 面のそれぞれ二つの基本方向を試験することによって、三つの基本方向の計数値が得られる。

1 mm 当たりの平均捕そく（捉）結晶粒数 $\overline{N_L}$ 、又は 1 mm 当たりの平均交点の数 $\overline{P_L}$ は、上記の三つの基本方向の測定値の積の立方根として、次の式によって求める。

$$\overline{N_L} = (\overline{N_{LX}} \cdot \overline{N_{LY}} \cdot \overline{N_{LZ}})^{1/3} \text{ 及び } \overline{P_L} = (\overline{P_{LX}} \cdot \overline{P_{LY}} \cdot \overline{P_{LZ}})^{1/3}$$

ここで、記号の上のバー記号は、測定値の平均値であることを示し、また、X、Y 及び Z は基本方向（圧延長手方向、圧延直角方向及び厚さ方向）を示す。

備考1. 1 mm 当たりの平均捕そく（捉）結晶粒数 ($\overline{N_L}$) 又は 1 mm 当たりの平均交点の数 ($\overline{P_L}$) から結晶粒内を横切る試験線の 1 結晶粒当たりの平均線分長 (l) を求め、**附属書 C 表 1** を用いて、粒度番号を求めてよい。

2. 最新の結晶粒度測定方法：あらかじめ測定方法の正確さが十分な範囲で相関性が立証されていることを条件として、適用される材料の結晶粒度を測定するために超音波法、自動画像解析法などを利用してもよい。

参考1. 粒度番号が異なる結晶粒：測定した試験片が、粒度番号の異なる二つ以上の結晶組織を含むことがある。この場合、全体のある部分が大きく寸法の異なった結晶粒を含む試験片として認識される。

2. 双晶：他に規定がなければ、双晶は、無視して一つの結晶粒として計数する（図 3 参照）。

3. 非等軸結晶粒：結晶粒の形状は、圧延長手方向の試験片を使って、線形試験線による切断法によって求めた圧延長手方向の結晶粒の平均長を、圧延長手方向と直角な結晶粒の平均長で除することによって、表してもよい。これは、結晶粒の展伸度又は異方性指数と呼ばれる。

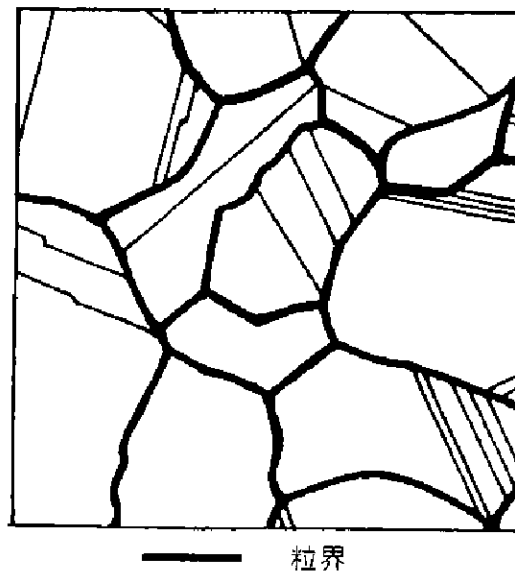


図 3 結晶粒の評価（双晶）

8. 結晶粒度の表示 結晶粒の種類による記号・粒度番号・視野数・最高加熱温度（熱処理粒度試験方法の場合）及び保持時間を次の 8.1 及び 8.2 に従って表示する。混粒の場合の表示方法は、附属書 3 に規定する。

8.1 フェライト結晶粒度の表示

8.1.1 フェライト結晶粒度の表示記号 フェライト結晶粒の記号は、次による。

FG

8.1.2 フェライト結晶粒度の表示例

FG-3.5₍₁₀₎ (10 視野の総合判定による粒度が 3.5 の場合)

8.2 オーステナイト結晶粒度の表示

8.2.1 オーステナイト結晶粒度の表示記号 オーステナイト結晶粒度の表示記号は、オーステナイト結晶粒界の現出方法によって、次の記号を用いる。

G_e：925 °Cでの浸炭によるマッケイドエーン (McQuaid-Ehn) 法（浸炭粒度試験方法）(6.3.2)

G_b：ピクリン酸飽和水溶液で腐食を行う Bechet-Beaujard 法 (6.3.3.1)

G_k：酸化を制御するコーン (Kohn) 法 (6.3.3.2)

G_p：初析フェライト法 (6.3.3.3)

G_g：ベイナイト又は傾斜焼入法 (6.3.3.4)

G_m：オーステナイト系ステンレス及びマンガン鋼の鋭敏化熱処理法 (6.3.3.5)

G_r：徐冷法（附属書 1）

G_d：2 回焼入法（附属書 1）

G_h：焼入焼戻し法（附属書 1）

G_j：一端焼入法（附属書 1）

G_o：酸化法（附属書 1）

G_s：固溶化熱処理法（附属書 1）

G_q：焼入法（附属書 1）

8.2.2 オーステナイト結晶粒度の表示例**a) 細粒鋼**

$G_c 8.5_{(10)}$ …… [6.3.2.の 925 °Cでの浸炭によるマッケイドエーン (McQuaid—Ehn) 法 (浸炭粒度試験方法) で 10 視野の総合判定による粒度が 8.5 (細粒鋼) の場合]

$G_r 6.5_{(10)}$ …… (920 °C×1.5 h) …… [附属書 1 の徐冷法で 920 °Cに 1.5 時間保持して 10 視野の総合判定による粒度 6.5 の場合]

b) 粗粒鋼

$G_c 3.6_{(10)}$ …… [6.3.2.の 925 °Cでの浸炭によるマッケイドエーン (McQuaid—Ehn) 法 (浸炭粒度試験方法) で 10 視野の総合判定による粒度が 3.6 (粗粒鋼) の場合]

9. 報告 試験報告書が必要な場合には、次の事項から報告事項を受渡当事者間の協定によって選択する。

- a) 試験された鋼材の種類の見号
- b) 測定した結晶粒の種類 (フェライト又はオーステナイト)
- c) 試験方法 (結晶粒度標準図による比較法, 計数方法又は切断法), 操作条件及び評価方法 (例えば, 手動又は自動画像解析)
- d) 粒度番号又は結晶粒内を横切る試験線の 1 結晶粒当たりの平均線分長

附属書 A（参考） 鋼のフェライト及びオーステナイト又は 旧オーステナイト結晶粒界現出方法の要約

この附属書は、本体及び附属書（規定）に関連する事柄を補足するもので、規定の一部ではない。
鋼のフェライト及びオーステナイト又は旧オーステナイト結晶粒界現出方法の要約を次に示す。

方法	適用鋼種
925℃での浸炭によるマッケイドエーン (McQuaid—Ehn) 法 (6.3.2 参照)	主として、炭素鋼、低合金鋼
ピクリン酸飽和水溶液で腐食する Bechet—Beaujard 法 (6.3.3.1 参照)	主として、0.005 %以上のりんを含むマルテンサイト、焼戻しマルテンサイト、ベイナイト鋼
酸化を制御するコーン (Kohn) 法 (6.3.3.2 参照)	主として、炭素鋼、低合金鋼
初析フェライト法 (6.3.3.3 参照)	主として、炭素含有率 0.25～0.6 %の粗粒炭素鋼低合金鋼。例、Mn—Mo, 1 %Cr, 1 %Cr—Mo, 1.5 %Cr—Ni
ベイナイト又は傾斜焼入法 (6.3.3.4 参照)	主として、炭素量が共析鋼付近の粗粒鋼 炭素含有率は 0.7～0.8 %程度
鋭敏化熱処理法 (6.3.3.5 参照)	主として、炭素含有率 0.025 %を超える非安定化オーステナイト又は二相系ステンレス鋼 オーステナイト Mn 鋼は、550～600℃で鋭敏化すると、粒界に微細な炭化物が析出する。
その他の旧オーステナイト結晶粒界の現出方法 (6.3.3.6 参照)	主として炭素鋼
適切な腐食液を用いた直接のエッチング (6.2 参照)	すべての単相の鋼
徐冷法 (附属書 1)	主として、炭素含有量中位以上の亜共析鋼。ただし、過共析鋼の場合は、 A_{cm} 点以上の温度における粒度を測定する場合に限る。
2 回焼入法 (附属書 1)	主として、炭素含有量中位以上の亜共析鋼及び共析鋼。
焼入焼戻し法 (附属書 1)	主として、機械構造用炭素鋼及び構造用合金鋼。
一端焼入法 (附属書 1)	主として、焼入性の小さい鋼種で、炭素含有量中位以上の亜共析鋼及び共析鋼。
酸化法 (附属書 1)	主として、機械構造用炭素鋼及び構造用合金鋼。
固溶化熱処理法 (附属書 1)	主として、オーステナイト系ステンレス鋼及びオーステナイト系耐熱鋼。
焼入法 (附属書 1)	主として、高速度工具鋼及び合金工具鋼。

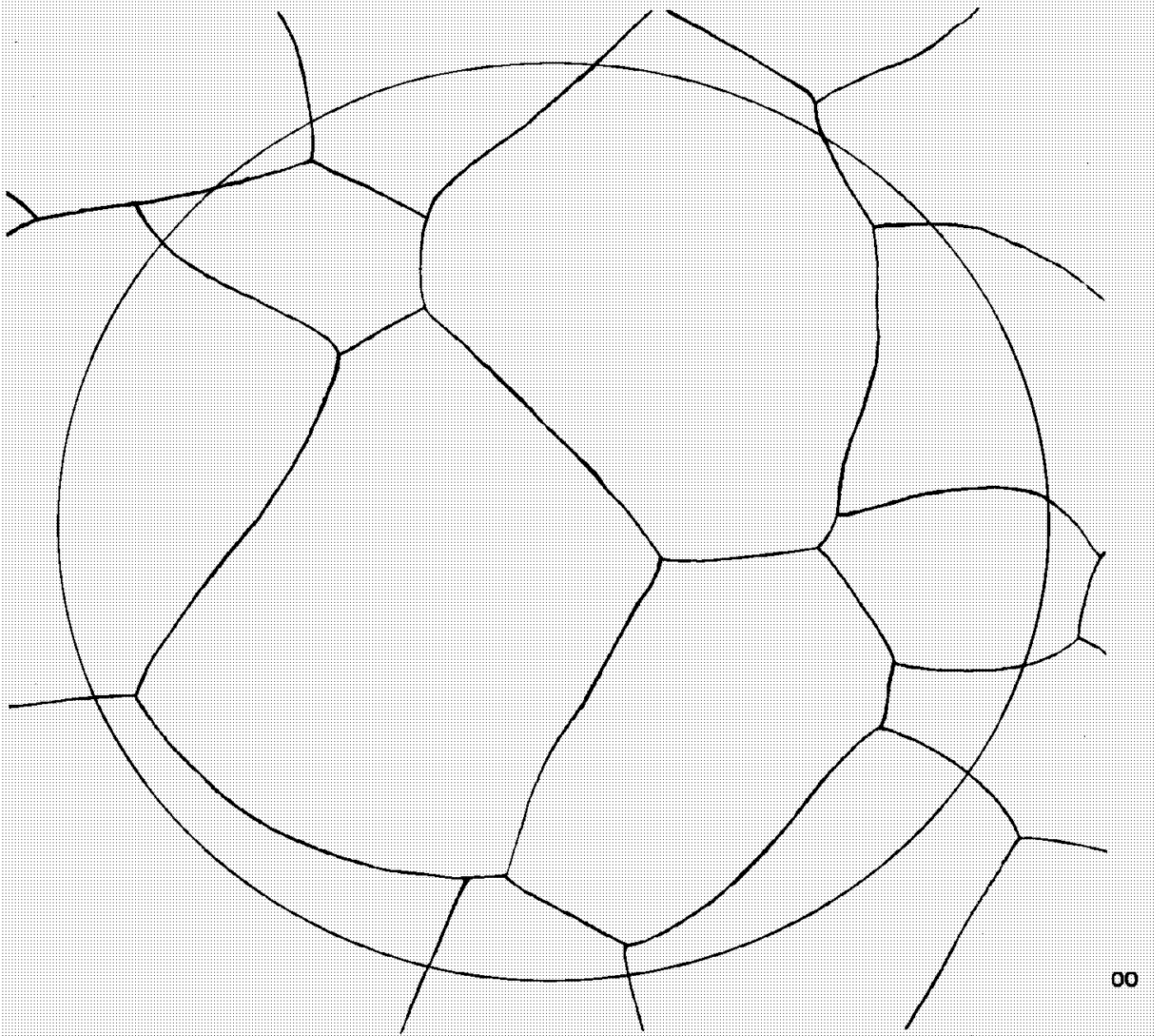
備考 表中の含有量は、すべて質量分率である。

附属書 B（規定） 結晶粒度の測定－結晶粒度標準図

この附属書は、結晶粒度標準図を規定する。

参考 この結晶粒度標準図は、ASTM E112 Plate I 及びIVから引用したものである。

通常、925 °Cでの浸炭によるマッケイドエーン (McQuaid－Ehn) 法（浸炭粒度試験方法）には Plate IVが用いられる。

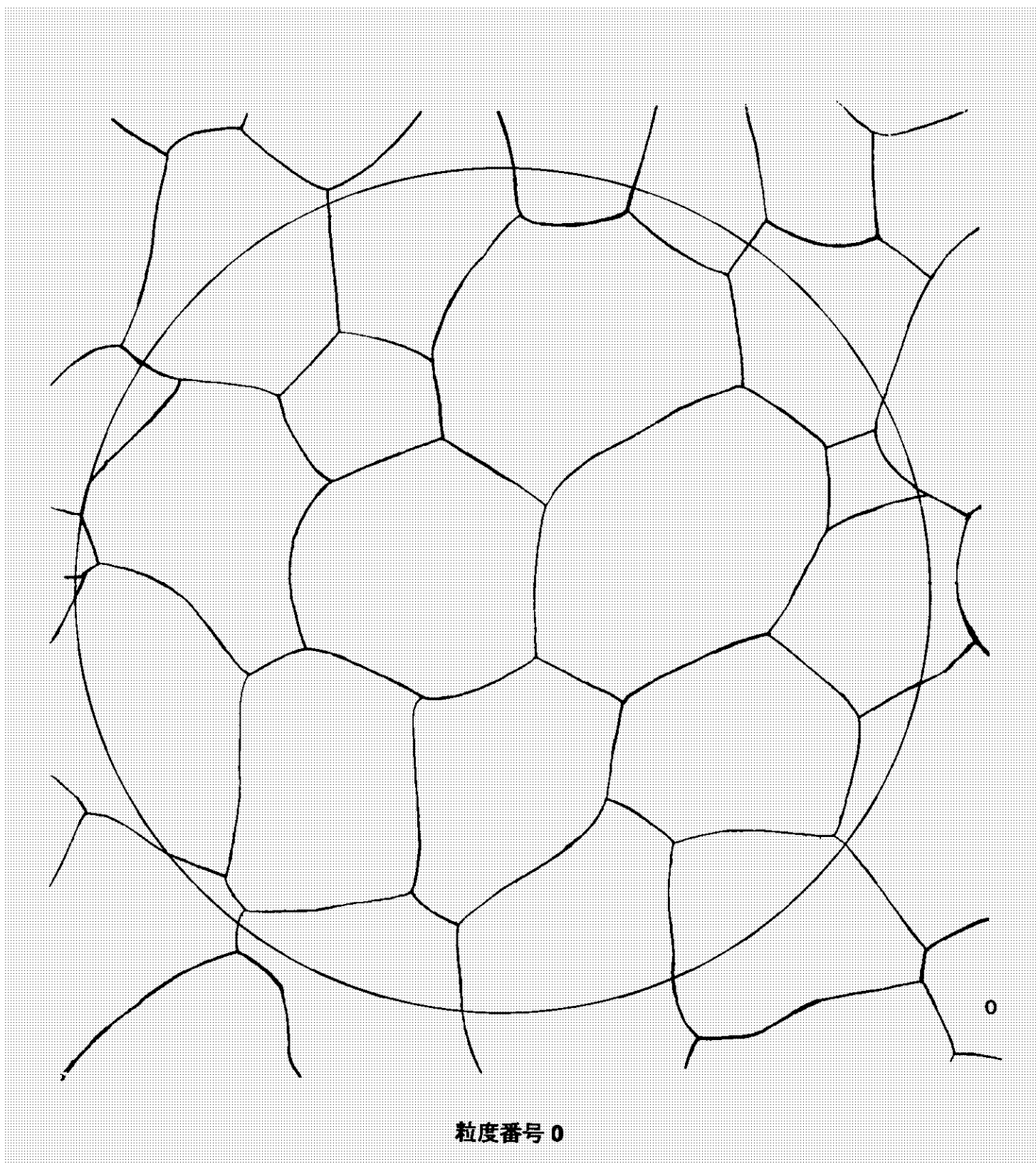


00

粒度番号 -1(00)

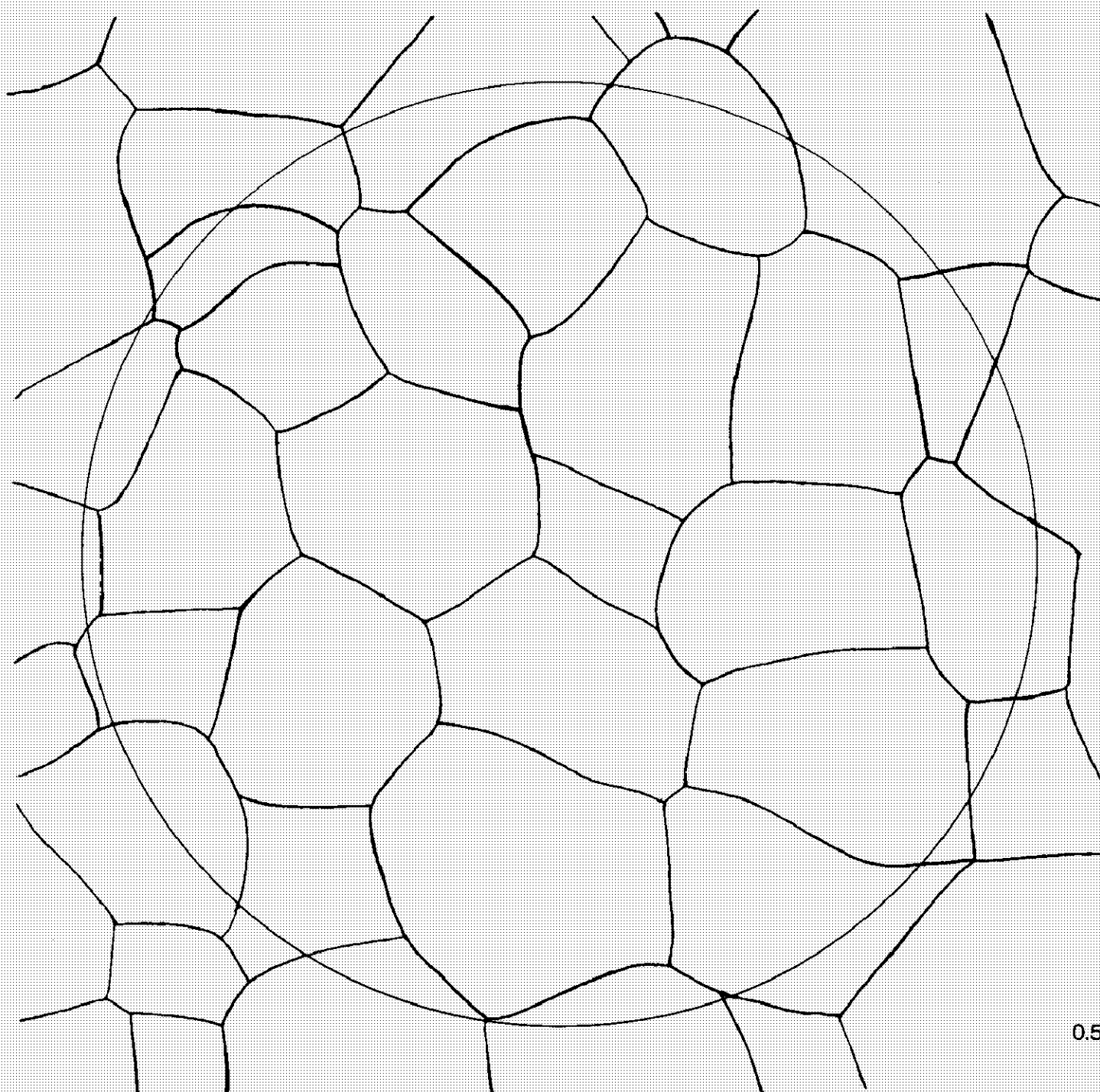
参考 この標準図は，ASTM E112 Plate I による。

附属書 B 図 1 結晶粒度標準図 プレート I（倍率 100）



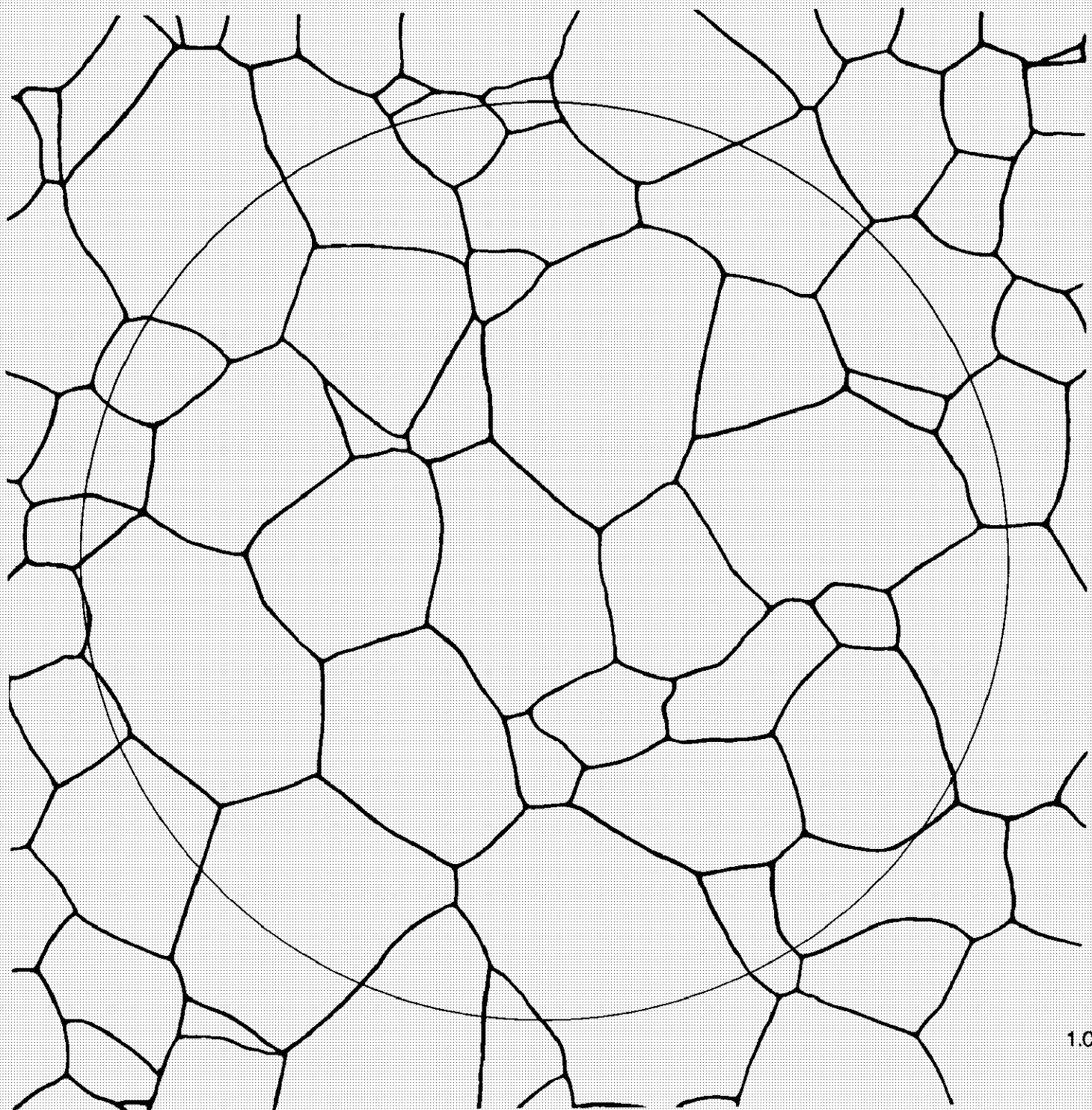
参考 この標準図は、ASTM E112 Plate I による。

附属書 B 図 1 結晶粒度標準図 プレート I (倍率 100) (続き)



0.5

粒度番号 0.5

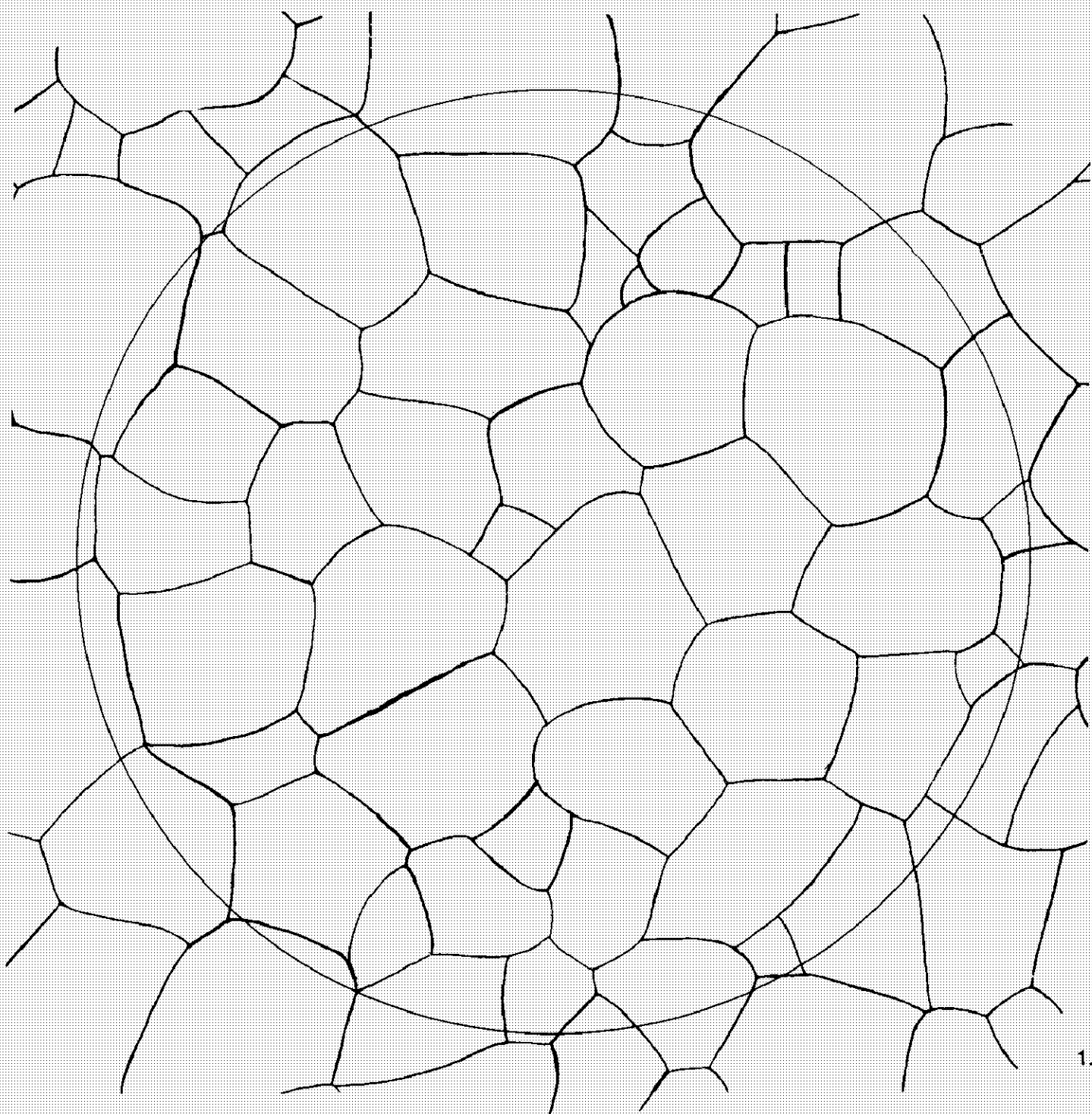


1.0

粒度番号 1.0

参考 この標準図は、ASTM E112 Plate I による。

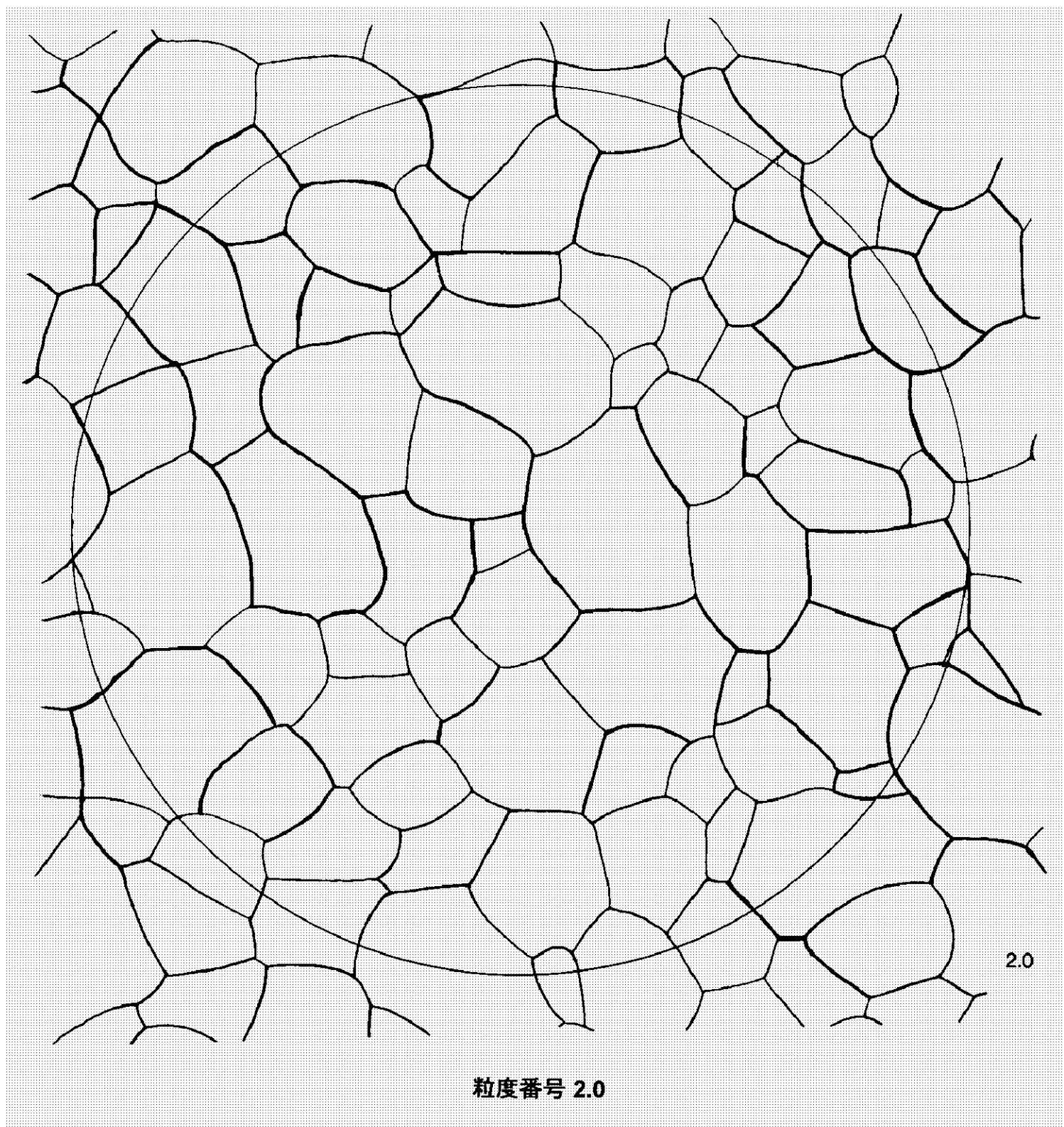
附属書 B 図 1 結晶粒度標準図 プレート I (倍率 100) (続き)



粒度番号 1.5

参考 この標準図は、ASTM E112 Plate I による。

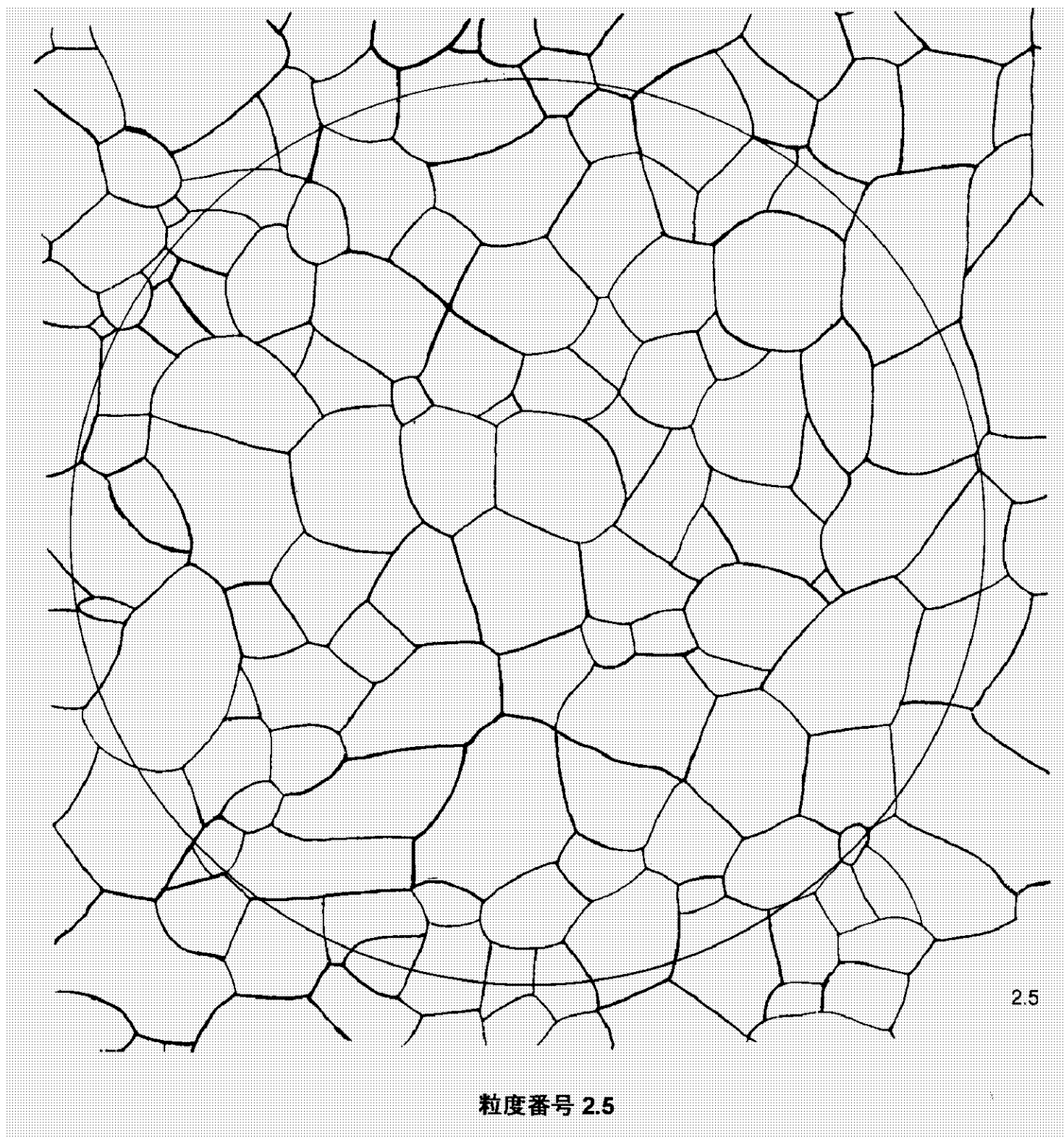
附属書 B 図 1 結晶粒度標準図 プレート I (倍率 100) (続き)



粒度番号 2.0

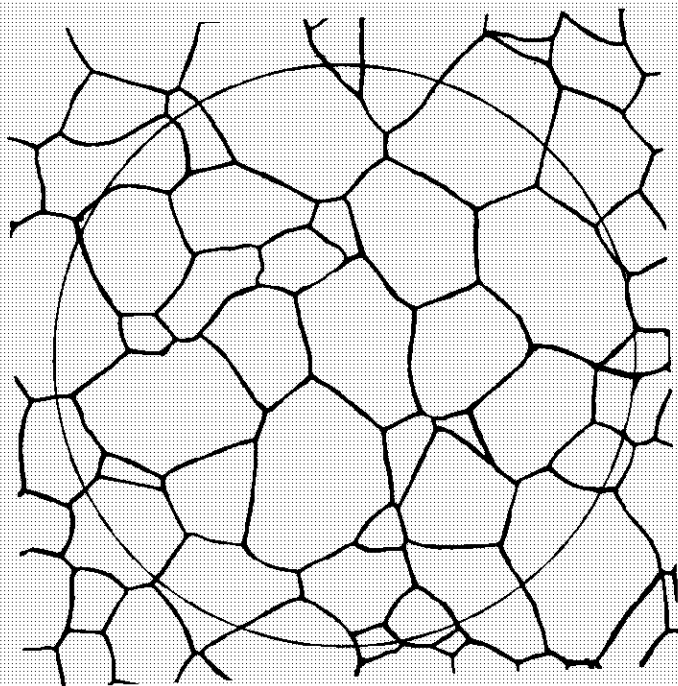
参考 この標準図は、ASTM E112 Plate I による。

附属書 B 図 1 結晶粒度標準図 プレート I (倍率 100) (続き)

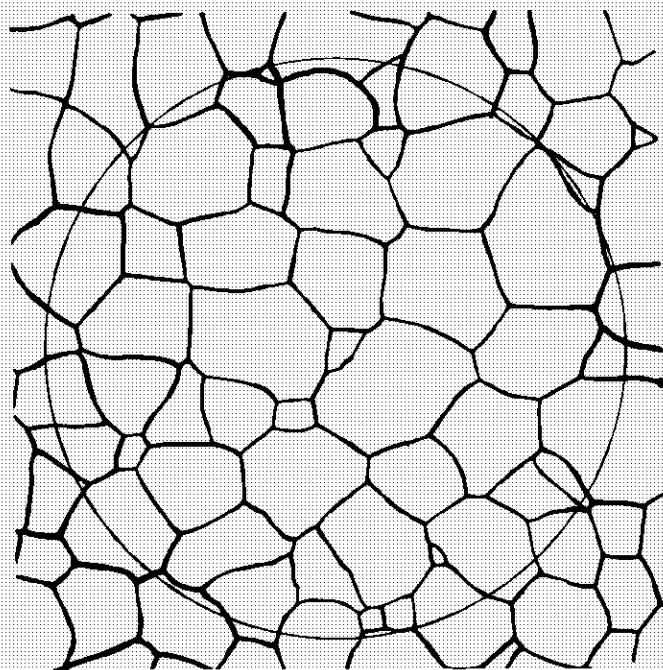


参考 この標準図は、ASTM E112 Plate I による。

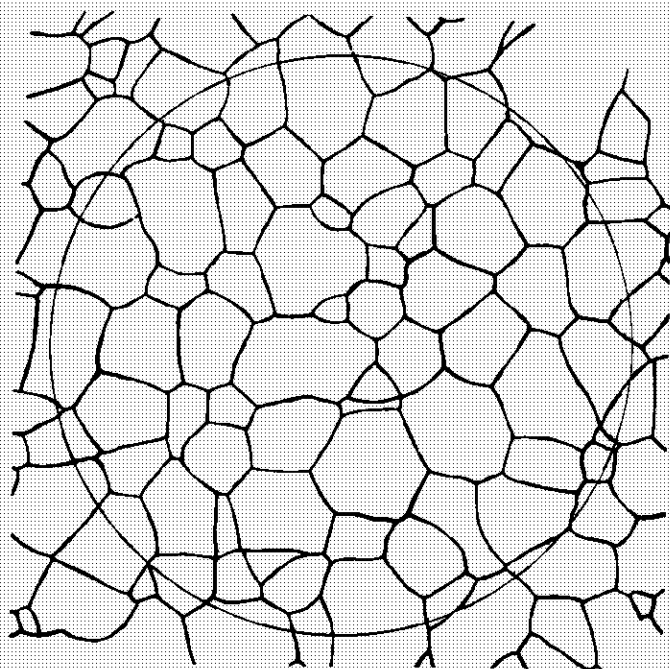
附属書 B 図 1 結晶粒度標準図 プレート I (倍率 100) (続き)



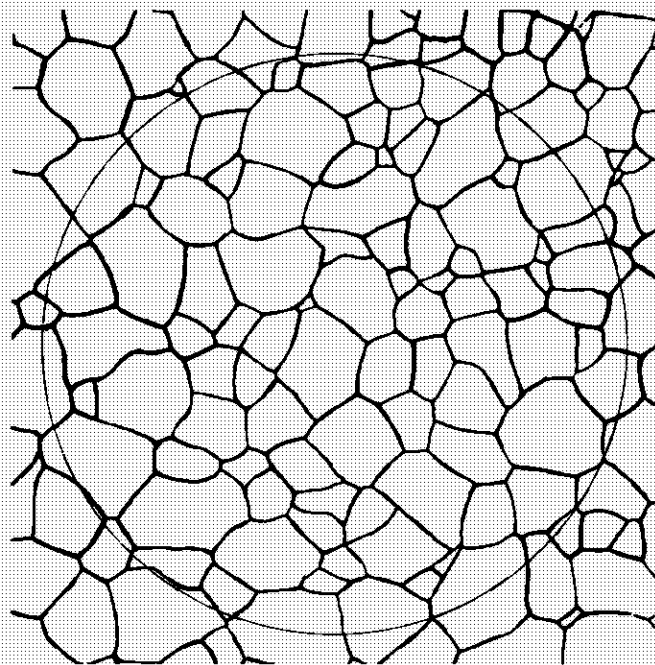
粒度番号 3.0 3.0



粒度番号 3.5 3.5



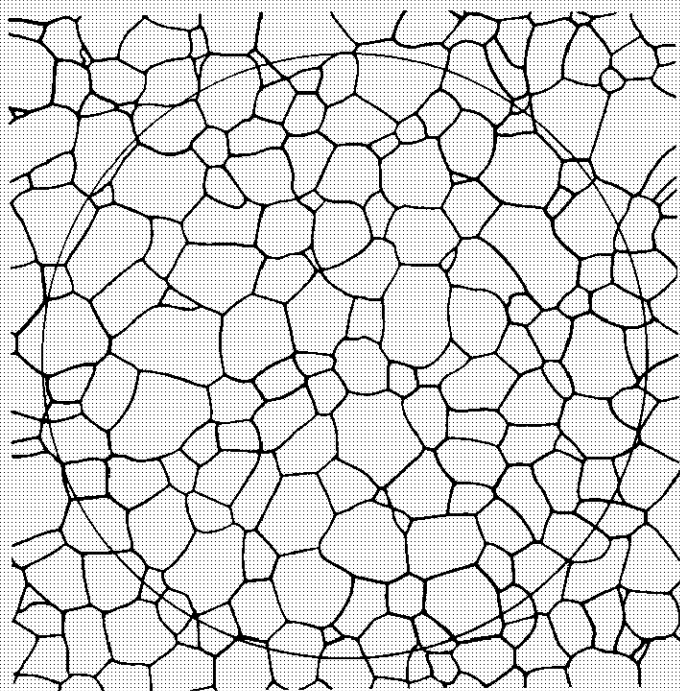
粒度番号 4.0 4.0



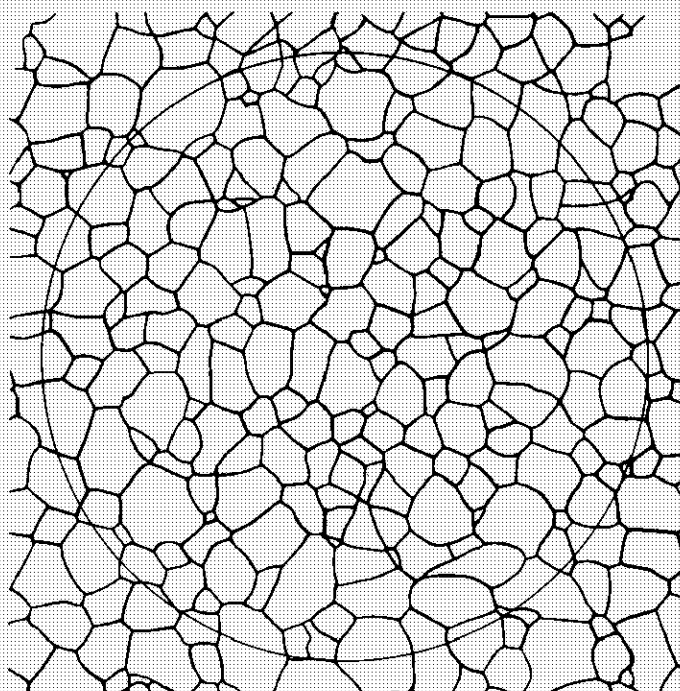
粒度番号 4.5 4.5

参考 この標準図は，ASTM E112 Plate I による。

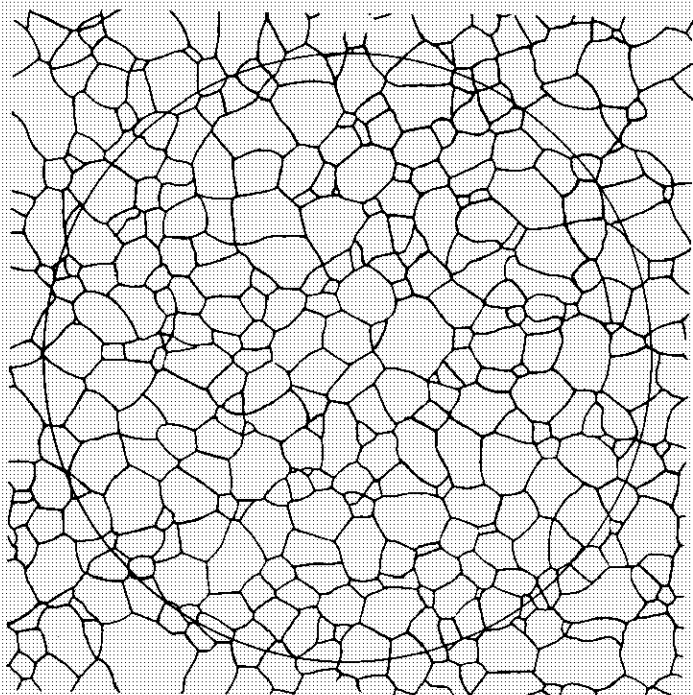
附属書 B 図 1 結晶粒度標準図 プレート I (倍率 100) (続き)



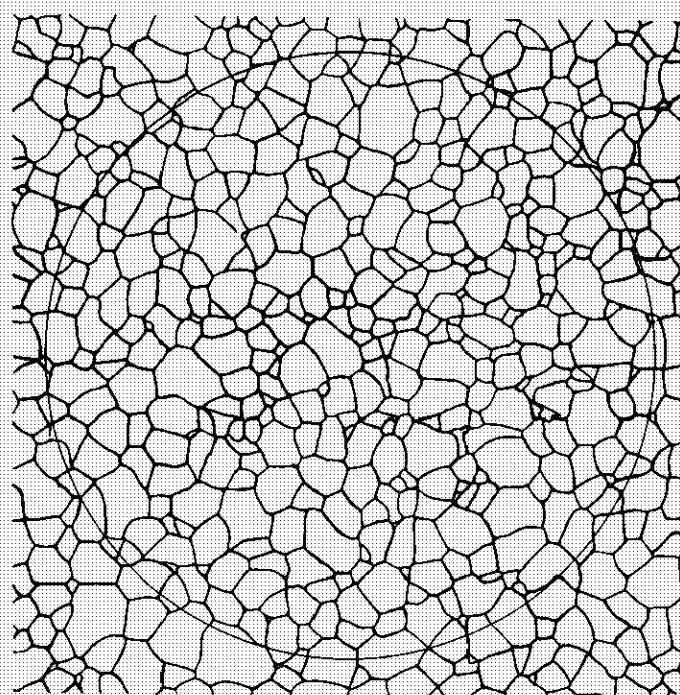
粒度番号 5.0 5.0



粒度番号 5.5 5.5



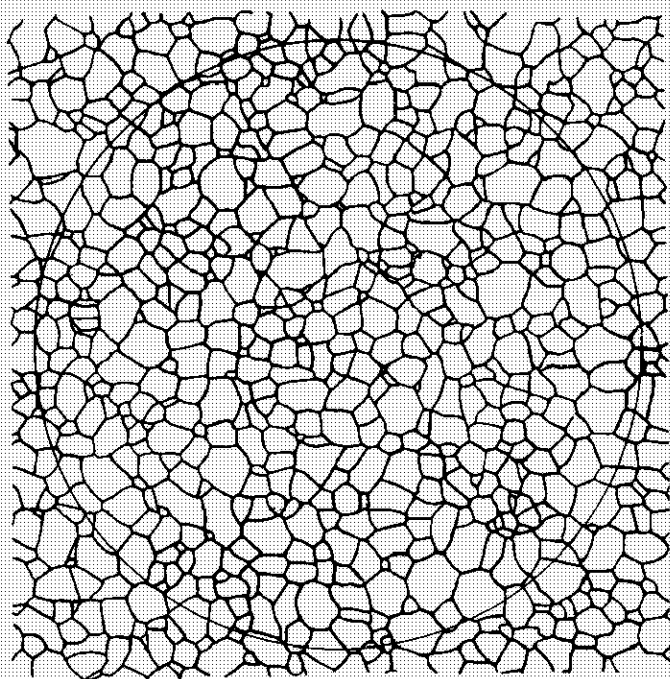
粒度番号 6.0 6.0



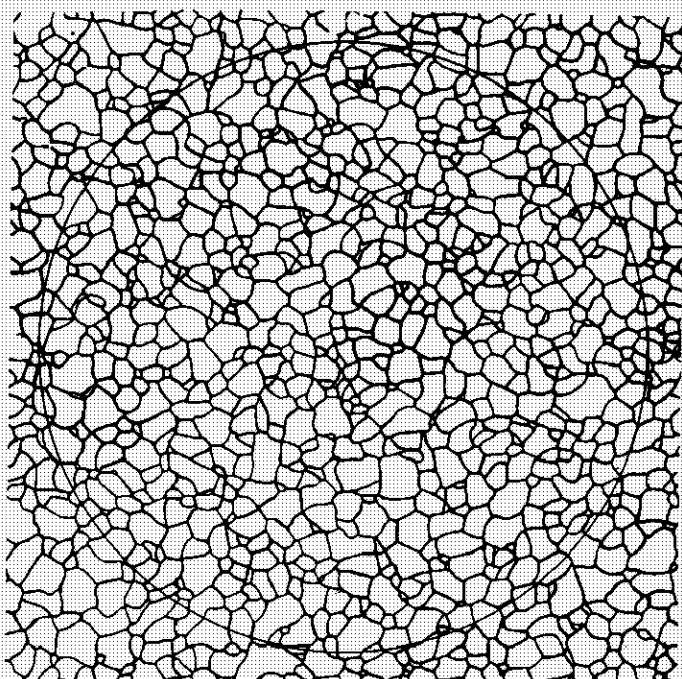
粒度番号 6.5 6.5

参考 この標準図は、ASTM E112 Plate I による。

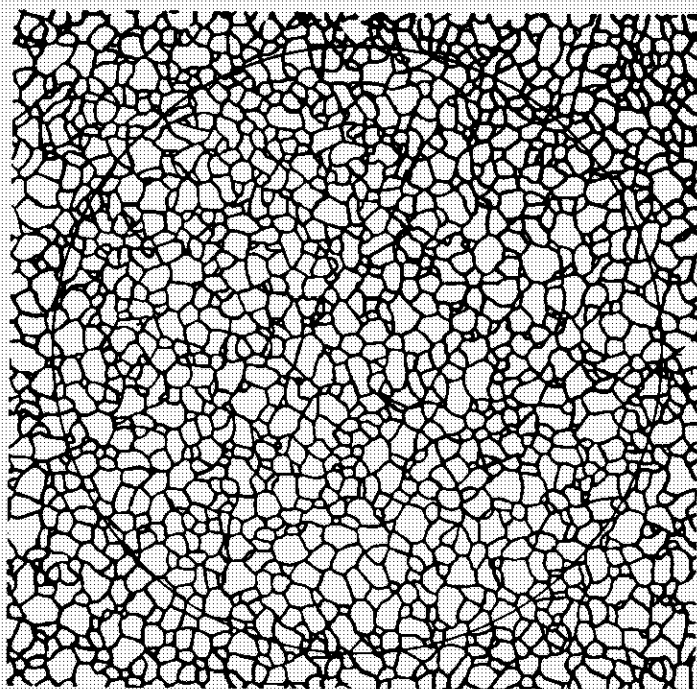
附属書 B 図 1 結晶粒度標準図 プレート I (倍率 100) (続き)



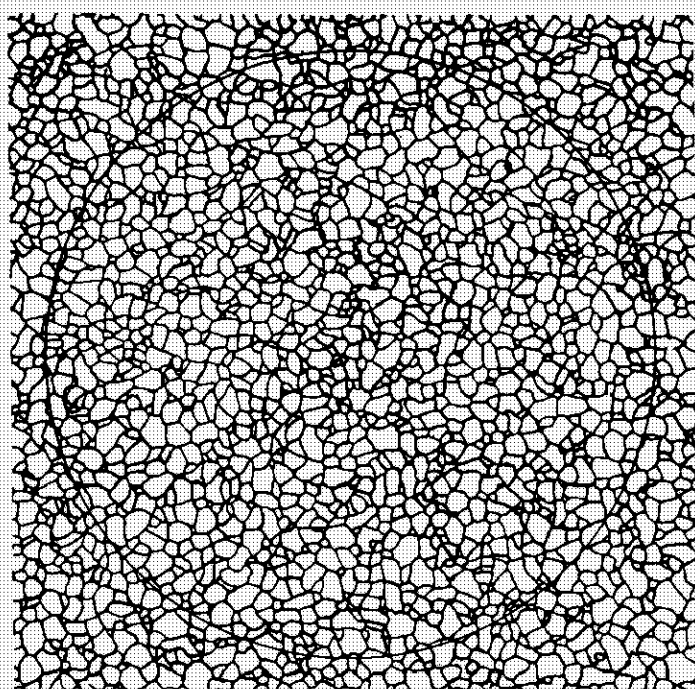
粒度番号 7.0 7.0



粒度番号 7.5 7.5



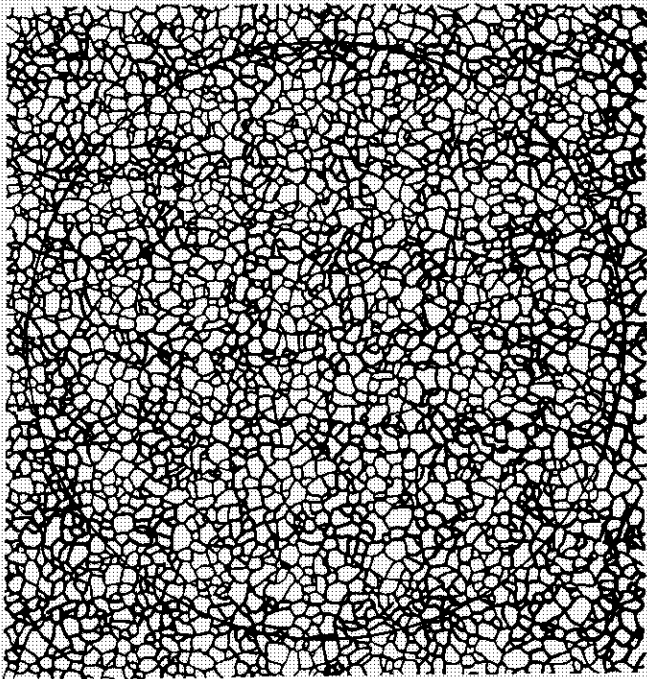
粒度番号 8.0 8.0



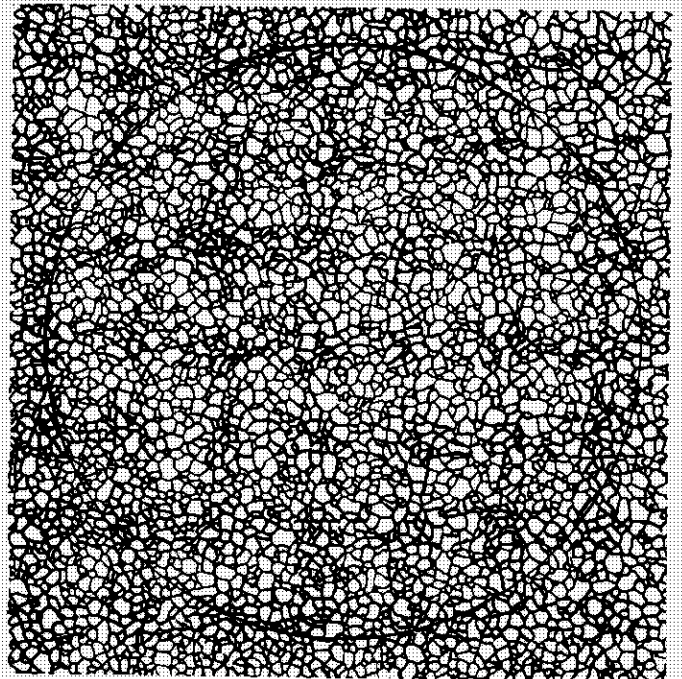
粒度番号 8.5 8.5

参考 この標準図は、ASTM E112 Plate I による。

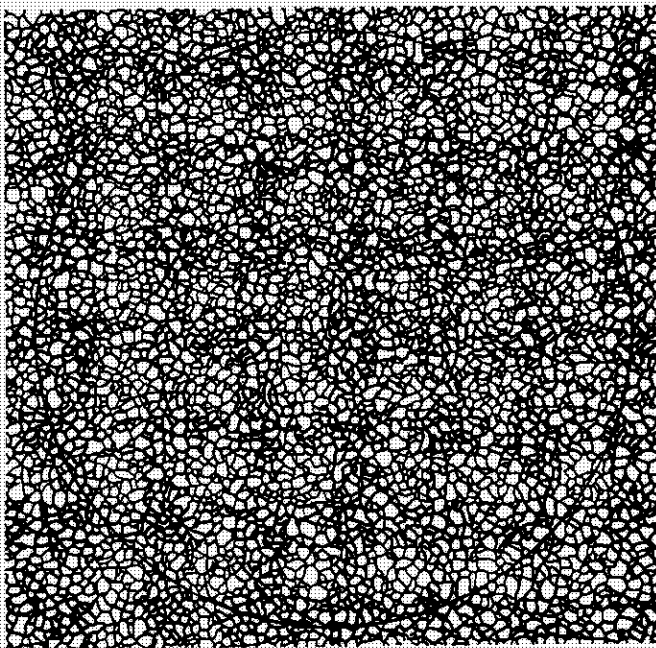
附属書 B 図 1 結晶粒度標準図 プレート I (倍率 100) (続き)



粒度番号 9.0 9.0



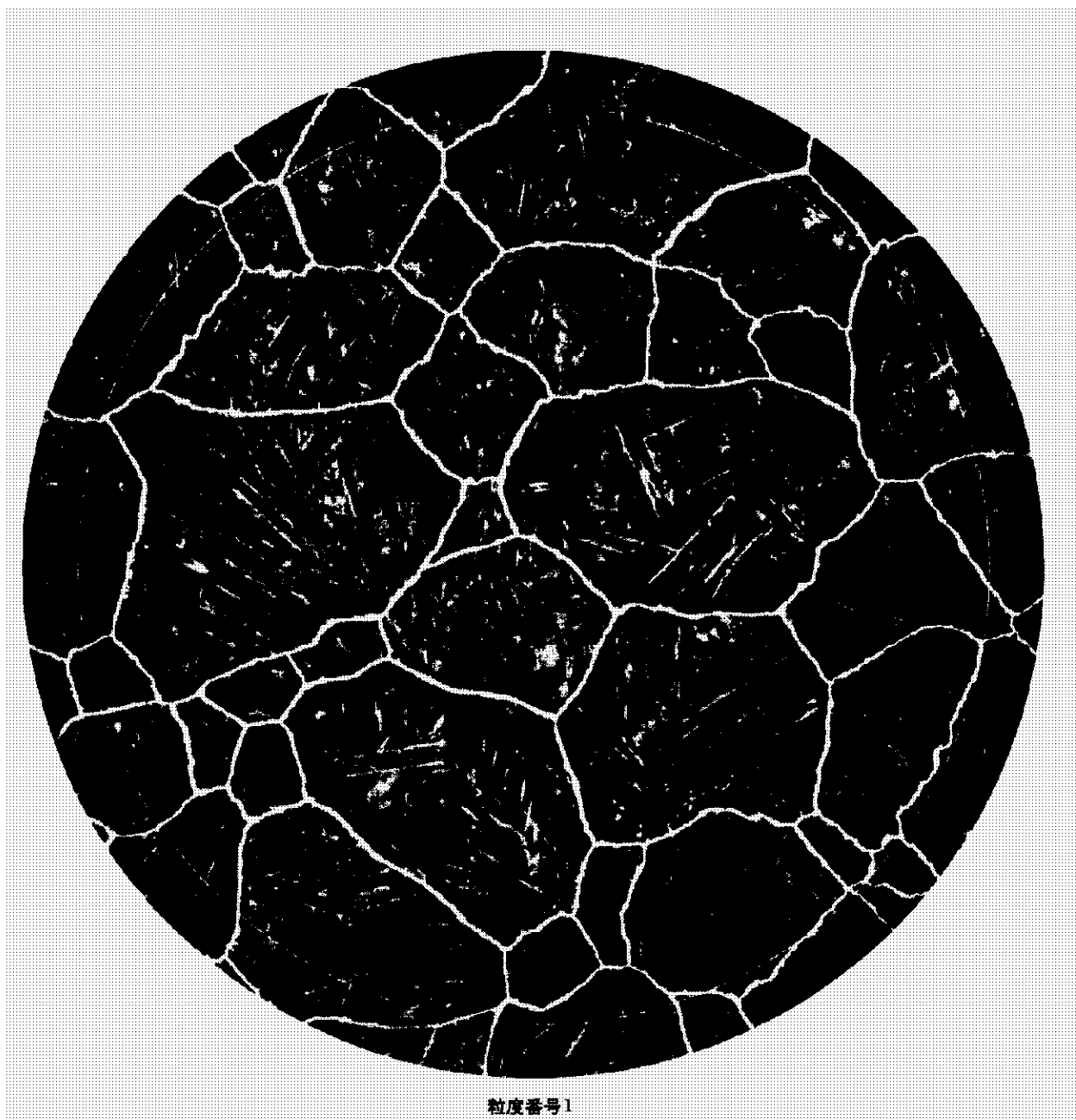
粒度番号 9.5 9.5



粒度番号 10.0 10.0

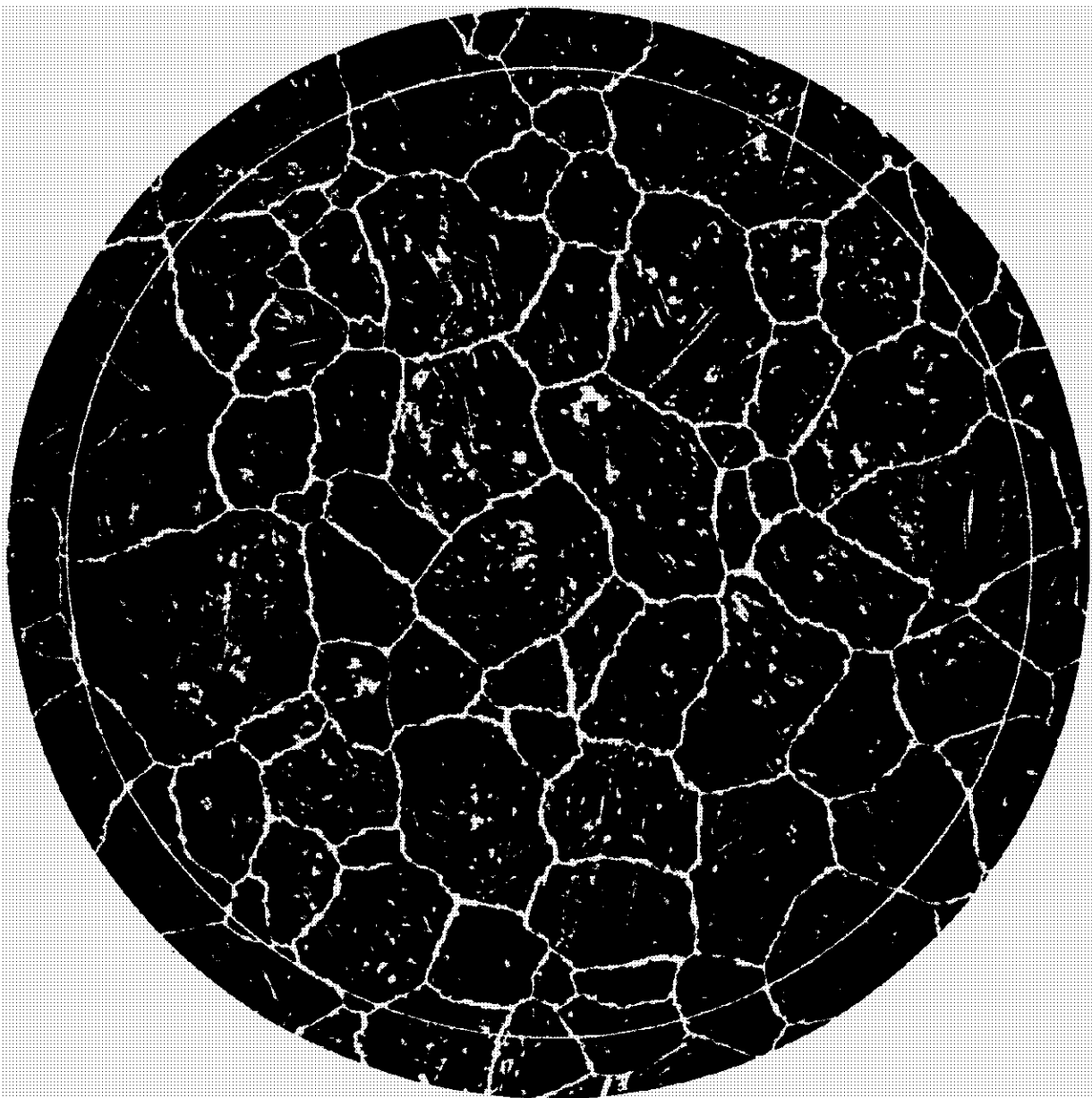
参考 この標準図は、ASTM E112 Plate I による。

附属書 B 図 1 結晶粒度標準図 プレート I (倍率 100) (続き)



参考 この標準図は、ASTM E112 PlateIVによる。

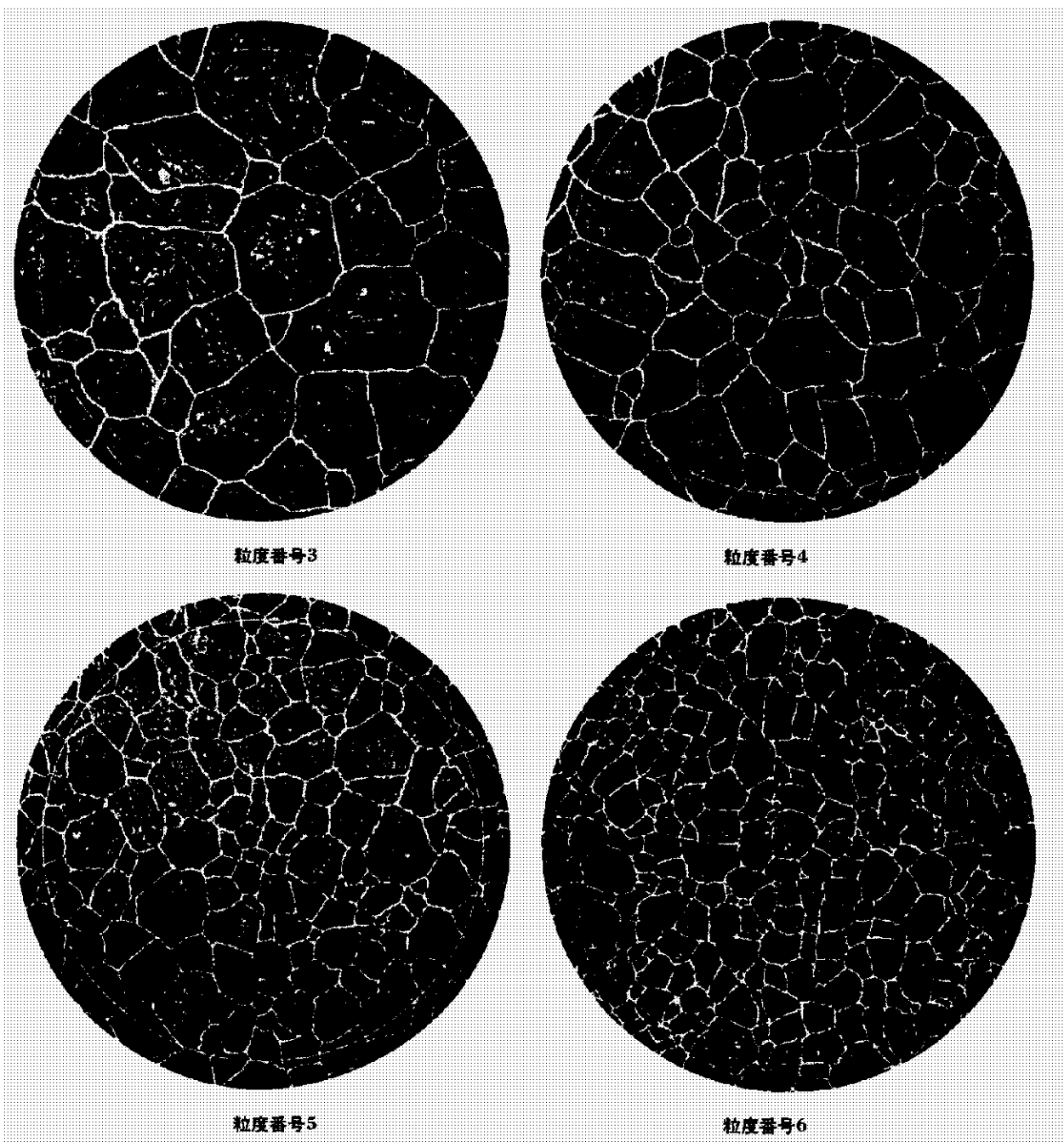
附属書 B 図 2 結晶粒度標準図 プレートIV



粒度番号2

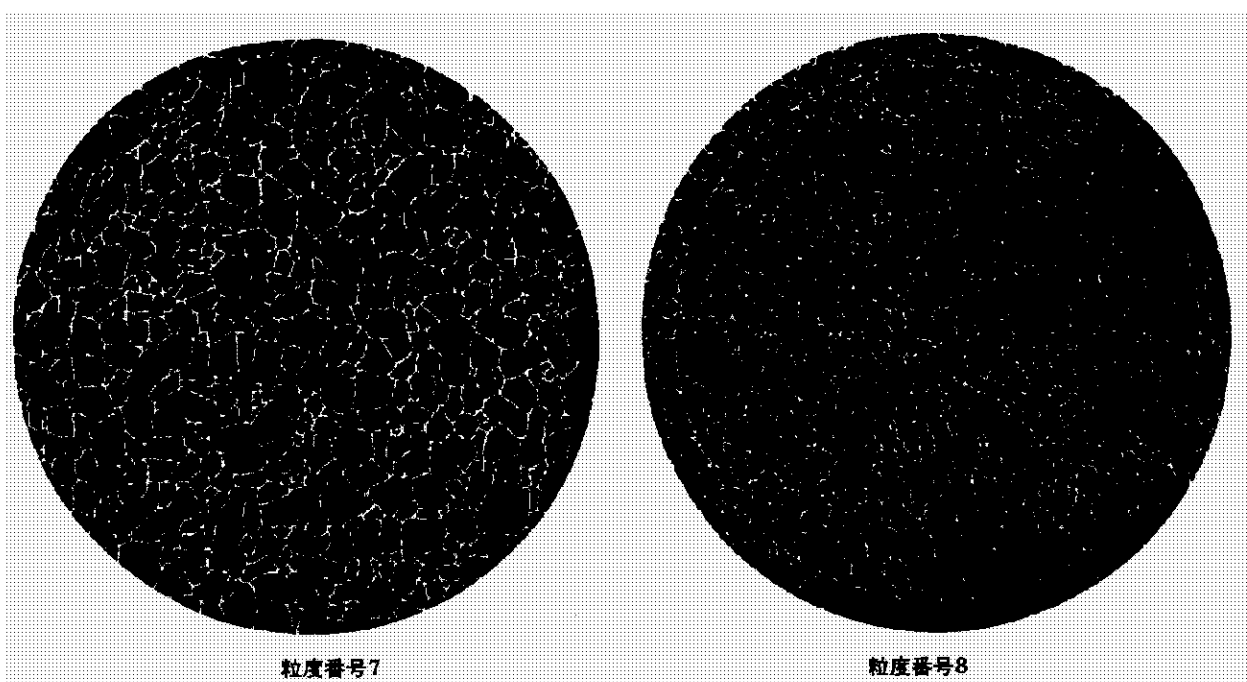
参考 この標準図は，ASTM E112 PlateIVによる。

附属書 B 図 2 結晶粒度標準図 プレートIV（続き）



参考 この標準図は、ASTM E112 PlateIVによる。

附属書 B 図 2 結晶粒度標準図 プレートIV (続き)



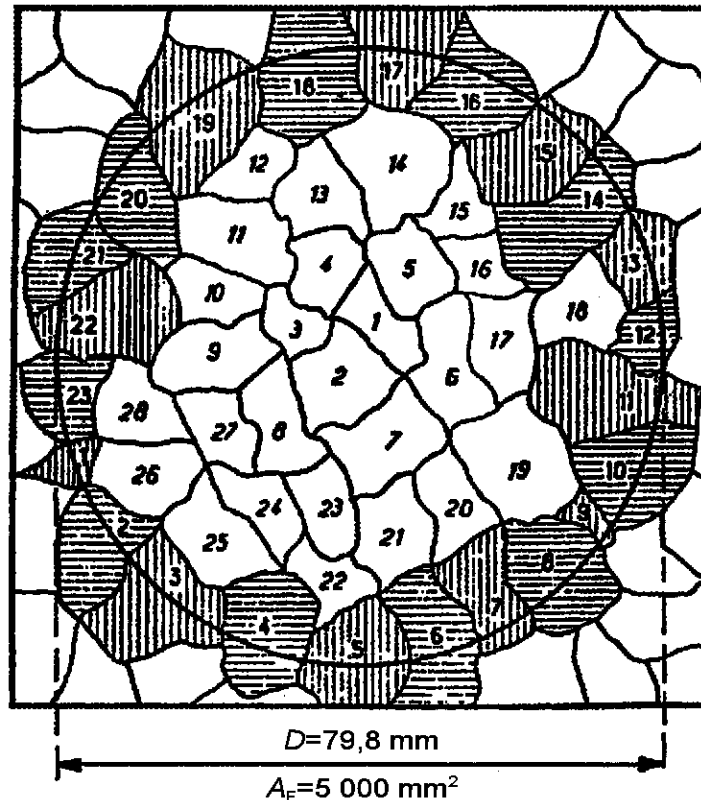
参考 この標準図は，ASTM E112 PlateIVによる。

附属書 B 図 2 結晶粒度標準図 プレートIV（続き）

附属書 C (規定) 評価の方法

C.1 計数方法 (Planimetric method) の原理

従来から、すりガラス投影スクリーン上の投影像又は顕微鏡写真に、直径 79.8 mm の円を描くか、又は円を重ね合わせている。倍率を、円の領域に少なくとも 50 個の結晶粒を取り込むように調整する。この推奨事項は、円形試験パターンでの計数誤差を最小限に抑えるために定める (附属書 C 図 1 参照)。



附属書 C 図 1 円によって囲まれた領域の結晶数の評価

2 種類 (n_1, n_2) の計数を行う。 n_1 は、試験円内に完全に入っている結晶粒の数、 n_2 は、試験円と交差した結晶粒の数とする。

相当結晶粒の総数は、次の式によって算出する。

$$n_{100} = n_1 + \frac{n_2}{2} \quad \text{.....(C.1)}$$

試験片表面上にある 1 mm² 当たりの結晶粒数 m は、次の式によって算出する。

$$m = 2n_{100} \quad \text{.....(C.2)}$$

また、任意の倍率 g の場合には、 m は、次の式によって算出する。

$$m = \left(\frac{g^2}{5000} \right) n_g \quad \text{.....(C.3)}$$

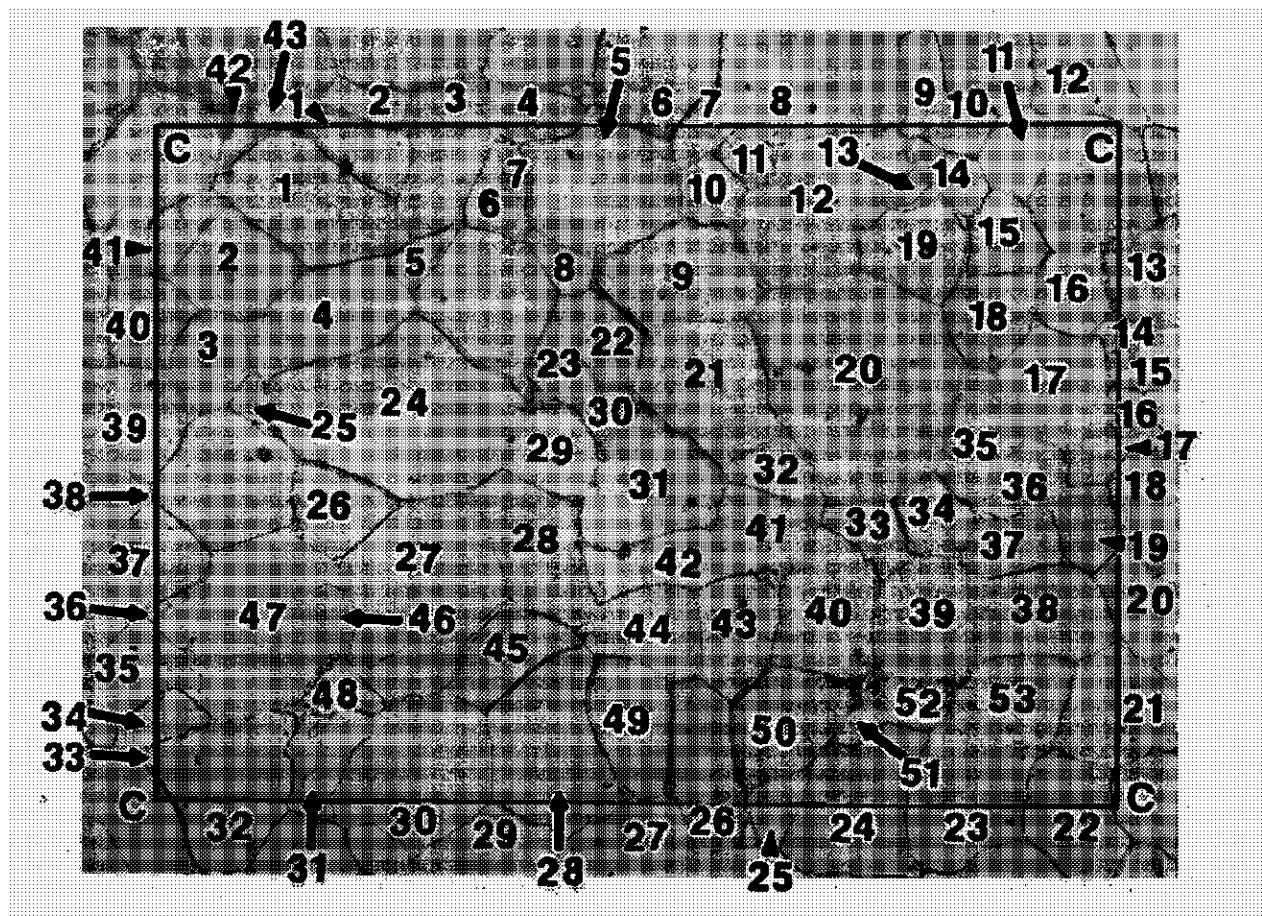
ここに、5 000 : 試験円の面積 (mm²)

この方法では、おおむね、円形試験線と交差した結晶粒は、半分 (1/2) が円内にあり、半分 (1/2) は円外にあるものと仮定している。この仮定は、結晶組織を通過する直線には有効だが、曲線には有効でない。生じる誤差は、円形試験線内の結晶粒の数が減少するにつれて、増加する。円形試験線内の結晶粒の数が少なくとも 50 個の場合は、バイアスは約 2 % である。

このバイアスを回避する簡単な方法は、試験線内の結晶粒の数とは無関係に、正方形又はく(矩)形(長方形)を使うことである。ただし、計数手順を少しだけ修正しなければならない。まず、四隅のそれぞれに交わる結晶粒を、おおむね、試験線内が 1/4 及び試験線外が 3/4 と想定する。これらの四隅の結晶粒は、試験線枠内で一緒になって、一つの結晶粒に等しくなるものとする。

四隅の結晶粒を無視して、完全に試験線内にある結晶粒 n_1 及び、試験線の四つの側線と交わった結晶粒 n_2 について、計数を行う(附属書 C 図 2 参照)。式 (C.1) は次の式となる。

$$n_{100} = (n_1 + 0.5n_2 + 1) \dots\dots\dots (C.4)$$



附属書 C 図 2 方形試験図によって囲まれる領域の結晶粒の評価

試験片表面上の 1 mm^2 当たりの結晶粒数 m は、次の式によって算出する。

$$m = \left(\frac{g^2}{A_F} \right) n_g \dots\dots\dots (C.5)$$

ここに、 A_F : 結晶粒の計数に用いる観察視野の面積 (mm^2)

1 個当たりの平均結晶面積 (mm^2) は、次の式によって算出する。

$$\bar{a} = \frac{1}{m} \dots\dots\dots (C.6)$$

参考 次に示す式によって平均結晶粒径を算出するのが、これまでの一般的方法であった。しかし、この方法を使用すると、結晶粒が切断面で正方形であることを意味するが、実際にはそうでないので、この方法は、望ましくない。

$$\bar{d} = \bar{a}^{1/2} \dots \dots \dots (C.7)$$

m は、粒度番号 G の各値に対応している。附属書 C 表 1 に示す範囲内で式 (C.2)、式 (C.3) 又は式 (C.5) で計算される m の値は、粒度番号 G の値に対して与えられる。

附属書 C 表 1 結晶粒数の各変数の関係

粒度 番号 G	1 mm ² 当たりの結晶粒数 m			結晶粒の平均 直径 $\bar{d}$ mm	結晶粒の平均 面積 $\bar{a}$ mm ²	結晶粒内を横切 る試験線の 1 結 晶粒当たりの平 均線分長 l mm	測定線上 の 1 mm 当たり平均捕そく (捉) 結 晶数
	限界値						
	超え	以下					
−7	0.062 5	0.046	0.092	4	16	3.577	0.279
−6	0.125	0.092	0.185	2.828	8	2.529	0.395
−5	0.25	0.185	0.37	2	4	1.788	0.559
−4	0.50	0.37	0.75	1.414	2	1.265	0.790
−3	1	0.75	1.5	1	1	0.894	1.118
−2	2	1.5	3	0.707	0.5	0.632	1.582
−1(00)	4	3	6	0.500	0.25	0.447	2.237
0	8	6	12	0.354	0.125	0.320	3.125
1	16	12	24	0.250	0.062 5	0.226	4.42
2	32	24	48	0.177	0.031 2	0.160	6.25
3	64	48	96	0.125	0.015 6	0.113	8.84
4	128	96	192	0.088 4	0.007 81	0.080	12.5
5	256	192	384	0.062 5	0.003 90	0.056 6	17.7
6	512	384	768	0.044 2	0.001 95	0.040 0	25.0
7	1 024	768	1 536	0.031 2	0.000 98	0.028 3	35.4
8	2 048	1 536	3 072	0.022 1	0.000 49	0.020 0	50.0
9	4 096	3 072	6 144	0.015 6	0.000 244	0.014 1	70.7
10	8 192	6 144	12 288	0.011 0	0.000 122	0.010 0	100
11	16 384	12 288	24 576	0.007 8	0.000 061	0.007 07	141
12	32 768	24 576	49 152	0.005 5	0.000 030	0.005 00	200
13	65 536	49 152	98 304	0.003 9	0.000 015	0.003 54	283
14	131 072	98 304	196 608	0.002 8	0.000 007 5	0.002 50	400
15	262 144	196 608	393 216	0.002 0	0.000 003 7	0.001 70	588
16	524 288	393 216	786 432	0.001 4	0.000 001 9	0.001 20	833
17	1 048 576	786 432	1 572 864	0.001 0	0.000 000 95	0.000 87	1 149
備考 この表は、等軸結晶粒の各種パラメータ間の値を示す。							

C.2 スナイダーグラフ (Snyder-Graff) 法

C.2.1 適用分野 この方法は、直線試験線による切断法を用いて、焼入焼戻し処理された高速度鋼のオーステナイト結晶粒度を判定するために使用する。

C.2.2 調製及び腐食 通常は焼入焼戻し処理済みの製品から採取された試験片は、いかなる追加の熱処理もしてはならない。研磨後、試験片を、エタノール中に体積分率 10 %以下の硝酸が入っているナイトルを使って、腐食させる。試験片は、旧オーステナイト結晶粒界が明りように現れるまで十分に長く腐食させ

る。

参考 数回の研磨と腐食との繰り返しが必要なことがある。製品が受けた熱処理の種類によって、試験片の表面が多少変色することがある。

C.2.3 測定 倍率を1000として、125 mm長の試験線が捕そく（捉）した結晶粒の数を計数する。無作為に選択された視野内の異なった方向で、5回測定を実施する。

C.2.4 測定結果 指定がない限り、5回の測定において捕そく（捉）した結晶粒の数の算術平均値を求める。この値から、結晶粒内を横切る試験線の1結晶粒当たりの平均線分長を決定する。

C.3 その他の粒度番号定義方法

C.3.1 適用 この規格に記載された粒度番号の定義方法に加えて、米国で用いられている方法がある。

この方法では、次のように定義された、ASTM 粒度番号と呼ばれている $G(\text{ASTM})$ によって、粒度番号を規定する。

C.3.2 結晶粒内を横切る試験線の1結晶粒当たりの平均線分長による方法 粒度番号 $G(\text{ASTM})=0$ は、倍率100で測定された32.0 mmの結晶粒内を横切る試験線の1結晶粒当たりの平均線分長に対応する。

0以外の粒度番号は、次の式によって求める。

a) 結晶粒内を横切る試験線の1結晶粒当たりの平均線分長の場合

$$G(\text{ASTM}) = -3.2877 - 6.6439 \log_{10} l \quad \text{.....(C.8)}$$

b) 試験線の単位線長さ当たりの、捕そく（捉）した結晶粒の平均数の場合

$$G(\text{ASTM}) = -3.2877 - 6.6439 \log_{10} \bar{N}_L \quad \text{.....(C.9)}$$

となる。

C.3.3 計数方法 定義によって、粒度番号 $G(\text{ASTM})=1$ は、単位面積 (1 mm^2) 当たり15.5個の結晶粒数に対応する。

粒度番号を単位面積 (1 mm^2) 当たりの結晶粒数の関数として与える式を、次に示す。

$$G(\text{ASTM}) = -2.9542 + 3.3219 \log_{10} m \quad \text{.....(C.10)}$$

C.3.4 通常の組織における粒度番号間の数値比較 ASTM 粒度番号は、本体で定義されたものよりやや大きい粒度番号を与えるが、違いは1粒度番号単位の1/20より小さく、粒度番号の推定が最も好ましい条件の場合でも、約1/2粒度番号単位の精度であることから、無視できる程度のものである。

本体の7.1.1に示した式(2a)及び(2b)に相当する式は、次のようになる。

$$G = -3 + 3.3219 \log_{10} m \quad \text{.....(C.11)}$$

この式を式(C.10)と比較すると、次の式の値が得られる。

$$G(\text{ASTM}) - G = 0.0458$$

附属書 1 (規定) その他の熱処理法による旧オーステナイト 結晶粒界現出方法

序文 この附属書は、従来の JIS G 0551 の熱処理粒度試験方法について規定するものであり、引き続き適用してもよい。

1. **適用範囲** この附属書は、熱処理を行い、旧オーステナイト結晶粒界を現出する方法を規定する。
2. **結晶粒界現出方法** 結晶粒界現出方法は、次のいずれかによる。ただし、加熱温度は、実際作業の熱処理温度より 30 °C を超えてはならない。保持時間は、実際作業の保持時間より 1.5 倍を超えない範囲とし、それらの数値及び試験方法は、あらかじめ定めておくものとする。
 - a) **徐冷法** 任意の大きさの試験片を、所定のオーステナイト化温度に所定時間加熱した後、徐々に冷却する。冷却後の試験片の表面を研磨仕上げし、ピクリン酸アルコール溶液又は硝酸アルコール溶液で腐食させた後、パーライト結晶粒を取り囲んだ網目状初析フェライト又は初析セメンタイトによって結晶粒界を現出させる。試験片の炭素含有量が低い場合は、所定の焼入温度から、その等温変態図で示される A_3 変態点以下の適切な温度の熱浴中に焼入れ、適切な時間保持し、粒界に少量のフェライトを析出した状態から水中に焼入れる。この試験片の表面を研磨仕上げし、結晶粒界を現出させる。
 - b) **2 回焼入法** 径又は対辺距離 10～15 mm、長さ 30～50 mm の試験片を、所定の焼入温度に所定時間保持した後、水中で焼入れを行う。次に、その一端 10～15 mm をその鋼の A_1 変態点から 20～50 °C 高い温度の熱浴中に 20～30 分間浸した後、試験片全部を水中に焼入れる。焼入れた試験片は、その表面を軸方向に厚さ 0.4 mm 以上削り取って研磨仕上げし、ピクリン酸アルコール溶液で腐食させ、マルテンサイトを網目状に生じさせることによって、結晶粒界を現出させる。
 - c) **焼入焼戻し法** 径又は対辺距離 10～15 mm、長さ 10～15 mm の試験片を所定の焼入温度に所定時間保持し、適切な方法で完全に焼入れし、適正な温度で 1 時間以上焼戻しした後冷却する。冷却後の試験片の表面を研磨仕上げし、硝酸アルコール溶液又は塩化第二鉄 1 g、塩酸（比重 1.18）1.5 ml をエタノール 100 ml に溶解した溶液で腐食させ、結晶粒界を現出させる。
 - d) **一端焼入法** 径約 15 mm、長さ約 40 mm の試験片を、所定の焼入温度に所定時間加熱した後、試験片の一端約 10 mm を垂直に水中に浸して急冷する。冷却後の試験片の表面を軸方向に厚さ約 5 mm を削り取って研磨仕上げし、界面活性剤を使用したピクリン酸飽和溶液、硝酸アルコール溶液又はピクリン酸アルコール溶液で腐食させ、マルテンサイト組織の周囲を少量の微細パーライトで囲むことによって、結晶粒界を現出させる。

なお、JIS G 0561 に規定する試験片を同様に腐食させ、結晶粒界を現出させてもよい。

- e) **酸化法** あらかじめ研磨仕上げした試験片を、被検面を上向きにして管状電気炉又はその他の適切な加熱炉に入れ、所定の温度に所定時間加熱し、必要な時間酸化させた後、取り出して水中で焼入れを行う。この場合、酸化は、加熱時間の最後に行うものとし、酸化時間以外の加熱時間中は、試験片の上面を鉄板などで覆って過度の酸化を防止する。焼入れた試験片は、細かいエメリー研磨紙又は研磨布で 10～15 度の傾斜を付けて研磨し、新しく調製した 15 %（体積分率）の塩酸アルコール溶液で

2～10 分間腐食させ、結晶粒界を現出させる。なるべく内部のオーステナイト粒界に沿って軽く酸化又は脱炭された部分の粒度を顕微鏡で測定する。

- f) **固溶化熱処理法** 所定の固溶化熱処理を行った試料から任意の大きさの試験片を採取する。試験片の被検面を研磨仕上げし、質量分率 10 %しゅう酸溶液、質量分率 10 %クロム酸溶液又は質量分率 65 %硝酸溶液を用いて電解腐食し、結晶粒界を現出する。
- g) **焼入法** 任意の大きさの試験片を、所定の焼入温度に所定時間保持した後、速やかに油冷する。冷却後の試験片の焼入変質層を完全に研削除去した後、研磨仕上し、試験片の軸と平行な面を硝酸アルコール溶液で腐食させ、結晶粒界を現出させる。

附属書 2 (規定) フェライト結晶粒の切断法による評価方法

序文 この附属書は、従来の JIS G 0552 の切断法による鋼のフェライト結晶粒度試験方法について規定するものであり、引き続き適用してもよい。

1. 適用範囲 この附属書は、切断法によるフェライト結晶粒度判定方法を規定する。通常、結晶粒度標準図との比較によるが、フェライト結晶粒が著しく展伸している場合又は精密を要する場合には、切断法によるのがよい。

2. 測定方法 腐食面に現れた粒度を顕微鏡で観察するか又は顕微鏡写真に撮影し、一定の長さの直交する二つの線分で切断されるフェライト結晶粒の数を計数する。

この場合、線分の両端にあって一部分しか切断されないフェライト結晶粒は、一方だけを数え、切断されないフェライト結晶粒が線分の一端だけの場合は、これを数えない。また、1本の線分で切断されるフェライト結晶粒の数は、1視野で少なくとも10個以上になるように顕微鏡の倍率を選定し、総計50個以上になるまで数視野測定する。

備考 顕微鏡で観察する方法は、目視観察によるほかに、顕微鏡写真上又はすりガラススクリーン上での観察がある。

次の式によって粒度番号を算出する。粒度番号は、小数点以下1位に丸める。

$$n = 500 \left(\frac{m}{100} \right)^2 \times \frac{I_1 \times I_2}{L_1 \times L_2}$$

$$G = \frac{\log n}{0.301} + 1 \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 G : 粒度番号

n : 顕微鏡の倍率100倍における25mm平方中の結晶粒度の数

m : 顕微鏡の倍率

L_1 (又は L_2) : 互いに直交する線分のうち1方向の線分の長さの総和 (単位 mm)

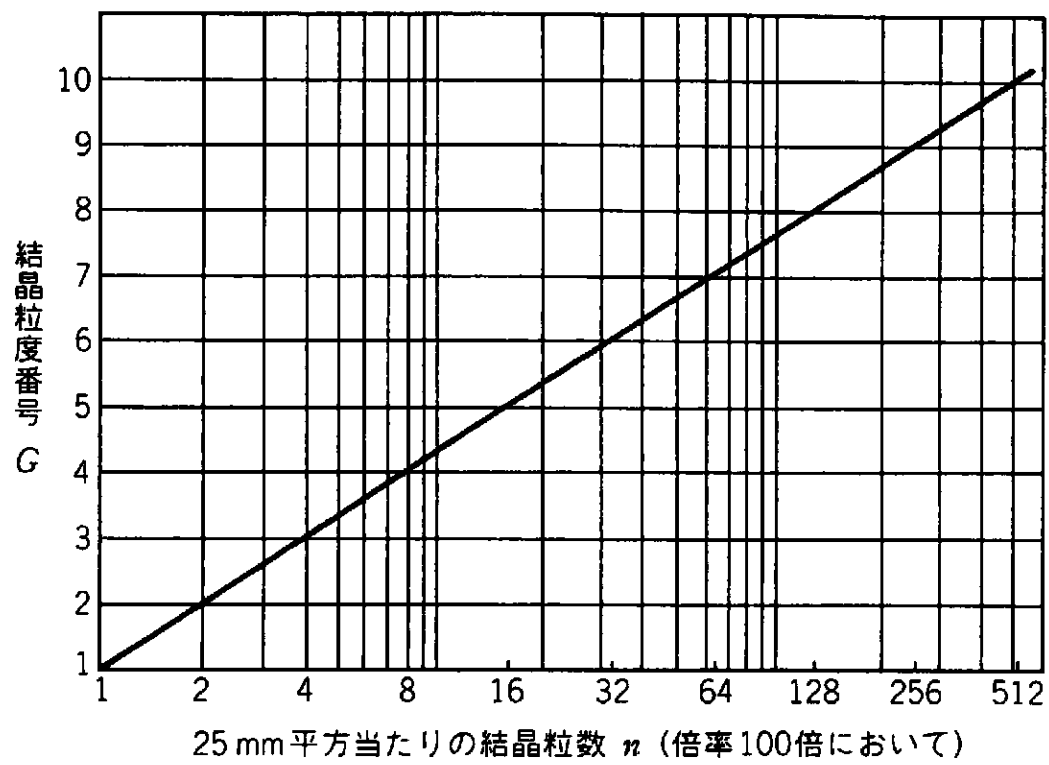
I_1 (又は I_2) : L_1 (又は L_2) によって切断された結晶粒数の総和

備考 附属書 2 図 1 は、附属書 2 式 (1) の n と G との関係をグラフにしたものである。

3. 各視野における評価方法 各視野における評価方法は、次による。

- a) 顕微鏡で測定したフェライト結晶粒の数から、附属書 2 式 (1) 又は附属書 2 図 1 によって粒度番号を判定する。
- b) パーライトなどが多量に混在する場合は、適切な方法⁽¹⁾によって、混在組織とフェライト結晶粒との面積百分率を求め、次に、切断法によって、腐食面の100倍における25mm平方中の結晶数を測定し、これを25mm平方当たりのフェライト結晶粒の数に換算して、附属書 2 式 (1) 又は附属書 2 図 1 によって粒度番号を判定する。

注⁽¹⁾ 点算法、重量法、光電管法、リニアルアナリシス法などがある。



附属書 2 図 1 粒度番号と結晶粒数との関係

附属書 3（規定） 混粒組織の評価及び表示方法

1. 適用範囲 この附属書は、混粒組織の評価及び表示の方法について規定する。

2. 評価方法 混粒の場合、大粒部と小粒部との面積割合を目測によって算出し、その総合平均値によって混粒の割合を判定する。この場合、混粒の程度に応じて、視野数は、判定の結果が信頼し得る程度に十分に多くなければならない。

3. 表示 本体の 7.1.4 の総合判定方法に従い、結晶粒の種類による記号・粒度・視野数・最高加熱温度（熱処理粒度試験方法の場合）並びに保持時間及び混粒の面積割合を次の例に従って表示する。

3.1 混粒の場合のフェライト結晶粒度の表示例

$FG-[3(70\%)+6(30\%)]_{(10)}$ …… (10 視野全部が混粒で総合判定において粒度 3 が 70 %, 粒度 6 が 30 %ある場合)

3.2 混粒の場合のオーステナイト結晶粒度の表示例

例1. 混粒を含む視野が一部ある場合

$G_{\text{f}}6.3_{(13)}+ \{6.8(67\%)+2.5(33\%)\}_{(7)}$ …… (920 °C×1.5 h) …… (附属書 1 の徐冷法で 920 °Cに 1.5 時間保持したとき、視野数 20 のうち 13 視野の総合判定による粒度が 6.3 で、残りの 7 視野が混粒で、粒度 6.8 が 67 %, 粒度 2.5 が 33 %ある場合)

例2. 各視野に混粒を含まないが、総合判定において混粒の場合

$G_{\text{f}}6.3_{(3)}+2.5_{(7)}$ …… (920 °C×1.5 h) …… (附属書 1 の徐冷法で 920 °Cに 1.5 時間保持したとき、視野数 10 のうち 3 視野の総合判定による粒度が 6.3 で、7 視野の総合判定による粒度が 2.5 である混粒の場合)

例3. 各視野が全部混粒の場合

$G_{\text{f}}\{6.8(67\%)+2.5(33\%)\}_{(20)}$ …… (920 °C×1.5 h) …… (附属書 1 の徐冷法で 920 °Cに 1.5 時間保持したときの 20 視野が全部混粒で、総合判定において粒度 6.8 が 67 %, 粒度 2.5 が 33 %ある場合)

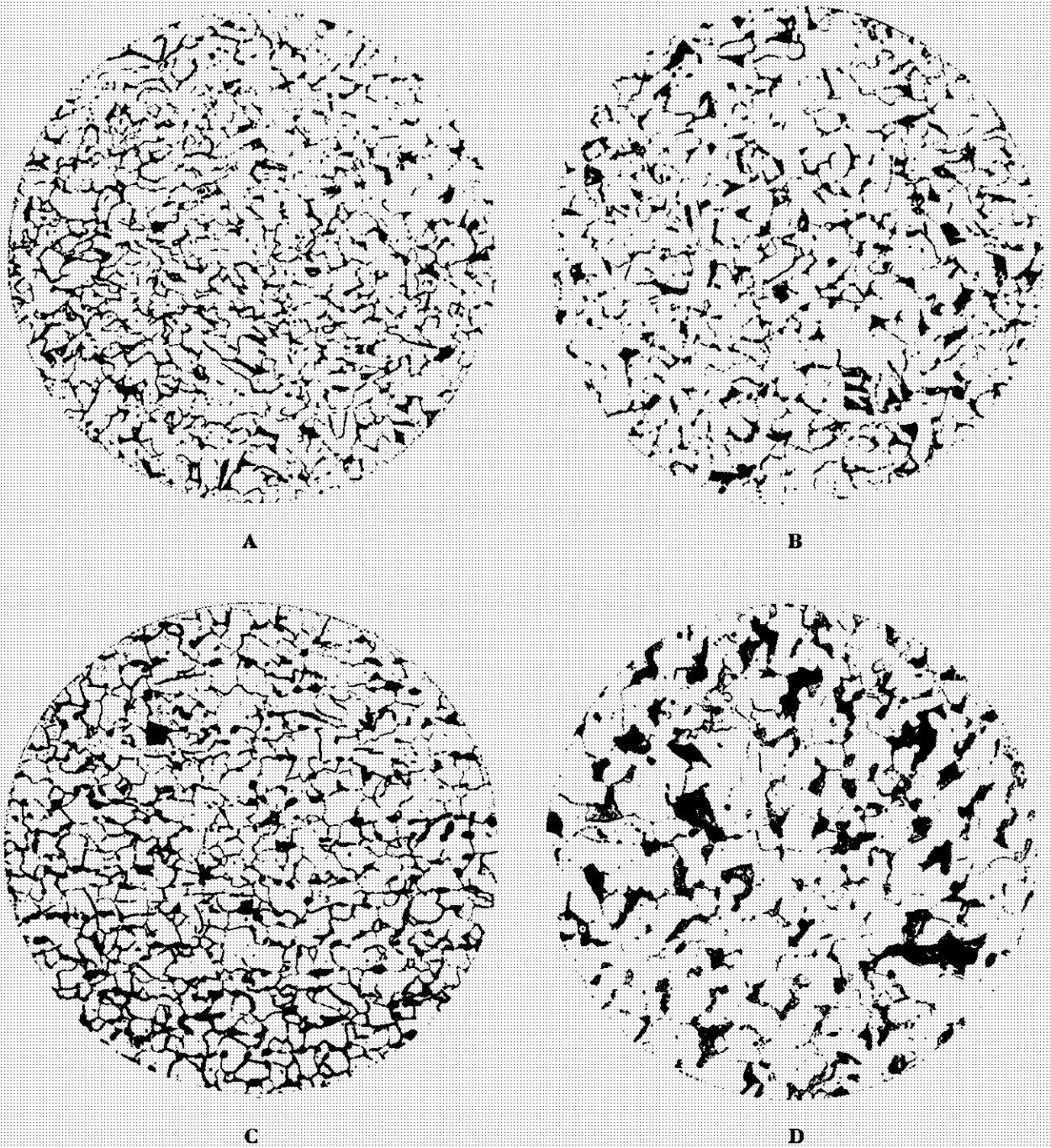
附属書 4（規定） フェライト－パーライト混在組織の評価方法

序文 この附属書は、従来の **JIS G 0552** のフェライト－パーライト混在組織の評価方法について規定するものである。

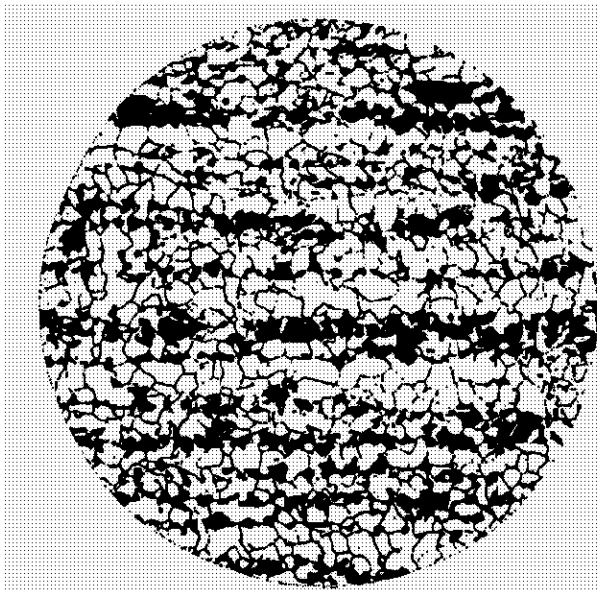
1. 適用範囲 この附属書は、フェライト－パーライト組織が混在する場合の結晶粒度評価方法について規定する。

2. 判定方法 フェライト結晶粒にパーライトなどが多量に混在する場合は、混在する状態が帯状又は粒状のものに限り、混在組織とフェライト結晶粒の面積百分率を目測によって求め、次に、フェライト結晶粒の部分だけについて、**附属書 B** の標準図（プレート I）と比較して、その相当する粒度番号を判定する。

参考 パーライト相混在組織の例を、**附属書 4 図 1** に示す。



附属書 4 図 1 パーライト相混在参考図 (倍率 100)



E

写真符号	パーライト面積 %	粒度番号	備考
A	5.9	7	粒状
B	8.8	6.5	粒状
C	8.3	7	帯状
D	15.2	6	粒状
E	20.4	7.5	帯状

附属書 4 図 1 パーライト相混在参考図（倍率 100）（続き）

附属書 5（参考） JIS と対応する国際規格との対比表

JIS G 0551 : 2005 鋼—結晶粒度の顕微鏡試験方法				ISO 643 : 2003 鋼—みかけの結晶粒度の顕微鏡試験方法 Steels—Micrographic determination of the apparent grain size			
(Ⅰ) JIS の規定		(Ⅱ) 国際規格番号	(Ⅲ) 国際規格の規定		(Ⅳ) JIS と国際規格との技術的差異の項目ごとの評価及びその内容 表示箇所：本体，附属書 表示方法：点線の下線又は実線の側線	(Ⅴ) JIS と国際規格との技術的差異の理由及び今後の対策	
項目	内容		項目番号	内容	評価	技術的差異の内容	
1. 適用範囲	適用範囲・鋼のフェライト又はオーステナイトの見掛けの結晶粒度を判定する顕微鏡試験方法を規定。	ISO 643	1.	適用範囲・鋼のフェライト又はオーステナイトの見掛けの結晶粒度を判定する顕微鏡試験方法を規定	IDT	—	
2. 引用規格	関連する 3 規格を引用 ISO 3785 JIS G 0552 JIS G 0561		2.	関連する 3 規格を引用 ISO 3785 ISO 14250 ASTM E 112	MOD/削除追加	附属書 3 として混粒組織の評価及び表示方法を規定し， ISO 14250 の引用は削除。また， JIS G 0561 鋼の焼入性試験方法を引用。	ISO 14250 Steel — Metallographic characterization of duplex grain size and distributions は，国内では使用実績が低く，今後，国内での使用及び要求が増えれば対応を検討する。 ASTM E112 は，参考とした。 JIS G 0561 は，従来 JIS を踏襲し追加した。
3. 定義	用語の定義及び図		3.	用語の定義及び図	MOD/追加	細粒鋼及び粗粒鋼，混粒の定義を追加	従来 JIS を踏襲し用語を追加した。今後，ISO への提案を検討する。
4. 記号	記号及び略号		4.	記号及び略号	IDT		
5. 原理	結晶粒度の求め方を規定。		5.	原理	IDT		
6.1 試験片の採取	試験片の採取方法は、鋼材規格又は当事者間協定		6.1	試験片の採取方法は、鋼材規格又は当事者間協定	IDT		
6.2 フェライト結晶粒界の現出	フェライト現出のナイトル濃度は 2～5 %		6.2	フェライト現出のナイトル濃度は，2～3 %	MOD/変更	JIS ではナイトル濃度の上限を 5 % とした。	JIS G 0552 : 1998 ではナイトル濃度 5 % を規定しており，従来実績を踏まえ 5 % まで範囲を拡大（軽微な差異）。

JIS G 0551 : 2005 鋼—結晶粒度の顕微鏡試験方法					ISO 643 : 2003 鋼—みかけの結晶粒度の顕微鏡試験方法 Steels—Micrographic determination of the apparent grain size		
(Ⅰ) JIS の規定		(Ⅱ) 国際規格番号	(Ⅲ) 国際規格の規定		(Ⅳ) JIS と国際規格との技術的差異の項目ごとの評価及びその内容 表示箇所：本体，附属書 表示方法：点線の下線又は実線の側線	(Ⅴ) JIS と国際規格との技術的差異の理由及び今後の対策	
項目	内容		項目番号	内容	評価	技術的差異の内容	
6.3.1 一般事項	結晶組織による結晶粒界の現出の一般的な方法を記載		6.3.1	結晶組織による結晶粒界の現出の一般的な方法を記載	IDT		
6.3.2 925 °Cでの浸炭によるマッケイドエーン (McQuaid—Ehn) 法	925 度で一定時間浸炭することによって形成する，オーステナイト結晶粒を測定する鋼に適用。		6.3.4	主に浸炭して使用される鋼に適用。	MOD/追加	マ ッ ケ イ ド エ ー ン (McQuaid—Ehn) 法の適用の明確化 浸炭における熱処理の徐冷条件などを明確に記載。	浸炭法は，一定温度 (925 °C)，一定時間の浸炭で形成されるオーステナイト結晶粒を測定する方法であり，浸炭用途に限らず，幅広く利用されている。また，従来 JIS を踏襲し温度保持後の冷却速度を具体的に記載した。技術的には軽微な差異である。
6.3.3 熱処理粒度試験方法	熱処理試験方法として，浸炭法以外の 7 種類を a)～g) として記述。 なお，その他の熱処理試験方法を附属書 1 に記載。		6.3	単相オーステナイト組織の腐食方法以外として，浸炭法を含む 5 種類の腐食法を記述。	MOD/追加	JIS では，浸炭法以外の熱処理試験方法をまとめた。また，ISO に規定していない熱処理方法は，附属書 1 を引用。	JIS は従来から熱処理試験方法でまとめており，運用面を考慮した。附属書 1 の方法を，ISO へ提案する。
7.1.1 粒度番号の算出	粒度番号の算定式を定義		7.1.1	粒度番号の計算式	IDT		
7.1.2 結晶粒度標準図との比較による評価方法	結晶粒度標準図は，ASTM E112 (プレート I 及び IV) を指定。		7.1.2	結晶粒度標準図は，ASTM E112 (プレート I a 及び I b) を指定。	MOD/追加	JIS は，ASTM E112 の，浸炭法であるプレート IV の測定を追加した。	ASTM E112 では浸炭法において，プレート IV の使用を指定している。従来 JIS でも同様であり，ISO に対しプレート IV の採用を提言していく。
7.1.3 計数方法による評価方法	単位面積当たりの結晶粒数をカウントする方法を付属書 C に規定		7.1.3	計数方法による評価方法	IDT		
7.1.4 総合判定方法	平均粒度番号の算出式。 小数点以下一位に丸める。 視野数は，5～10 が望ましい。		7.1.4	粒度番号の精度の評価及び整数に丸めて表示。 3 視野以上測定する。	MOD/変更	JIS は，平均粒度番号の算出式を記述した。 丸めは ISO は，整数だが JIS は小数点以下一位。	技術的差異は，軽微である。

JIS G 0551 : 2005 鋼—結晶粒度の顕微鏡試験方法					ISO 643 : 2003 鋼—みかけの結晶粒度の顕微鏡試験方法 Steels—Micrographic determination of the apparent grain size		
(I) JIS の規定		(II) 国際規格番号	(III) 国際規格の規定		(IV) JIS と国際規格との技術的差異の項目ごとの評価及びその内容 表示箇所：本体，附属書 表示方法：点線の下線又は実線の側線	(V) JIS と国際規格との技術的差異の理由及び今後の対策	
項目	内容		項目番号	内容	評価	技術的差異の内容	
7.2 切断法による評価方法	・フェライト結晶粒の切断法による判定を附属書 2 として引用 ・結晶粒の異なる組織が存在する場合，附属書 3 の混粒判定方法を引用		7.2	・切断法の規定なし。 ・結晶粒の異なる組織が存在する場合，ISO 14250 を引用	MOD/追加	・切断法による測定を，附属書 2 に引用した。 ・附属書 3 に混粒の測定法を規定し，ISO 14250 の引用は，削除した。	・切断法は，JIS G 0552 : 1998 に規定されていた方法で，伸展された組織に対し有効である。今後，国内での使用状況を考慮し対応を検討する。 ・ISO 14250 は，国内では使用実績が少なく，附属書 3 に規定した混粒判定方法が主に使用されている。今後，国内での使用及び要求に応じて，対応を検討する。
8. 結晶粒度の表示	試験方法の種類を表示を含む結果の表示方法		8.	ISO は，表示について特に規定なし。	MOD/追加	・JIS は，詳細に規定。	・従来実績及び運用面を考慮し，従来 JIS を踏襲した。技術的差異は，軽微である。
9. 報告	報告書に 4 項目を指定。試験方法では，試験方法の種類を記述。		9.	報告書に 4 項目を指定。	MOD/追加	・8. で表示方法を追加したのに伴い，試験方法の種類を報告を追加。	・従来実績及び運用面を考慮し，従来 JIS を踏襲した。技術的差異は，軽微である。
附属書 A 結晶粒界現出方法の要約	フェライト，オーステナイト及び旧オーステナイト結晶粒界の現出方法の一覧を記載		附属書 A	フェライト，オーステナイト及び旧オーステナイト結晶粒界の現出方法の要約	MOD/追加	附属書 1 で規定した従来の JIS の熱処理法を追加した。	ISO へ提案する。
附属書 B 標準図	ASTM E112 から引用した標準図のプレート I 及び IV		附属書 B	ASTM E112 から引用した標準図のプレート I	MOD/追加	プレート IV を追加	プレート I は，フェライト用であり，オーステナイト用としては，プレート IV が使用されているのが実態である。ISO に対し修正を提案していく。
附属書 C 評価の方法	C.3.2 結晶粒内を横切る試験線の 1 結晶粒当たりの平均線分長による方法		附属書 C (C.8) 式	G (ASTM) 計算に，L を使用	MOD/変更	(C.8) 式の L を小文字の l に修正した。	本式は，本文表 1 の定義から小文字の l が正しいと考えられる。ISO に対し修正の提案をしていく。

JIS G 0551 : 2005 鋼—結晶粒度の顕微鏡試験方法					ISO 643 : 2003 鋼—みかけの結晶粒度の顕微鏡試験方法 Steels—Micrographic determination of the apparent grain size		
(I) JIS の規定		(II) 国際規格番号	(III) 国際規格の規定		(IV) JIS と国際規格との技術的差異の項目ごとの評価及びその内容 表示箇所：本体，附属書 表示方法：点線の下線又は実線の側線	(V) JIS と国際規格との技術的差異の理由及び今後の対策	
項目	内容		項目番号	内容	評価	技術的差異の内容	
附属書 1 その他の熱処理法	オーステナイト結晶粒界現出のための熱処理法のうち，徐冷法・2 回焼入法・焼入焼戻し法・一端焼入法・酸化法・固溶化熱処理法・焼入法を規定	—	—	—	MOD/追加	ISO に規定されていない熱処理方法を規定。	ISO へ提案する。
附属書 2 切断法	フェライトの切断法による測定を規定	—	—	—	MOD/追加	ISO に規定されていないフェライト組織の切断法による測定を規定。	ISO へ提案する。
附属書 3 混粒組織	混粒組織の評価及び表示方法を規定	—	—	—	MOD/追加	ISO に規定されていない混粒組織の評価及び表示方法を規定。	ISO へ提案する。
附属書 4 フェライト—パーライト混在組織の判定	フェライト—パーライトの混在組織の判定について規定	—	—	—	MOD/追加	ISO に規定されていないフェライト—パーライトの混在組織を規定。	従来実績及び運用面を考慮し，従来 JIS を踏襲した。 ISO に提案する。

JIS と国際規格との対応の程度の全体評価：MOD

備考 1. 項目ごとの評価欄の記号の意味は，次のとおりである。

- IDT…………… 技術的差異がない。
- MOD/削除…………… 国際規格の規定項目又は規定内容を削除している。
- MOD/追加…………… 国際規格にない規定項目又は規定内容を追加している。
- MOD/変更…………… 国際規格の規定内容を変更している。

2. JIS と国際規格との対応の程度の全体評価欄の記号の意味は，次のとおりである。

- MOD…………… 国際規格を修正している。

鋼—結晶粒度の顕微鏡試験方法

正 誤 票

区 分	位 置	誤	正
本体	表 1 記号 K 式及び値の欄	$K=\frac{g}{\sqrt{100}}$	$K=\frac{g}{100}$

平成 17 年 11 月 1 日作成