光像法による等軸金屬單結晶棒の方位決定について (II)

實驗: Fe-Al 合金單結晶の方位決定

山 本 美喜雄* 渡 邊 慈 朗*

Mikio Yamamoto and Jirô Watanabé: On the Orientation Determination of Single Crystal Rods of Cubic Metals by the Light-Figure Method, II. Experiments: The Orientation Determination of Single Crystals of Iron-Aluminium Alloys

It is shown that orientation of single crystal rods of iron-aluminium alloys containing less than 6 percent aluminium can be determined with a precision well within 1° by the use of light figures found in our previous investigation and, in connection with these experiments, the results of considerations made in Part I concerning the orientation determination by the light-figure method of single crystal rods of cubic metals were confirmed.

(Received September 25, 1952)

光像法による等軸金屬單結晶棒の方位決定に關して第 I 部⁽¹⁾において行つた一般的考察の結果を實驗的にたしかめ

正確な方位決定をなし得ることを示すために實驗を行つた。用いた結晶試料は歪焼鈍法によつて製作された 0.02,

Table 1 An Example of the Actual Determination of Angles between the Rod Axis and Principal Crystal Directions by the Light-Figure Method for a Single Crystal Rod of an Iron-aluminium Alloy Containing 0.53 % Al (Crystal mark: 1-IV-1D-5; diameter: 2.5 mm; length: 5.2 cm; etching: 20% aq. sol. of $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, several min.)

Meas- ured point	α_3 (degree)			β_5 (degree)			β_7 (degree)			β_8 (degree)			γ_3 (degree)		
	Meas- ured value	Mean value at each point	Final mean	Meas- ured value	Mean value at each point	Final mean	Meas- ured value	Mean value at each point	Final mean	Meas- ured value	Mean value at each point	Final mean	Meas- ured value	Mean value at each point	Final mean
1	72.2	72.2	72.2	81.5	81.5	81.5	70.9	70.9	70.8	80.0	80.0	80.0	92.8	92.9	92.8
	72.2			81.6			70.9			80.0			93.0		
	72.2			81.5			71.0			80.1			92.9		
2	72.2	72.2		81.4	81.5		70.8	70.8		79.9	79.9		92.9	92.8	
	72.2			81.4			70.9			79.9			92.8		
	72.2			81.6			70.7			79.9			92.8		
3	72.2	72.3		81.6	81.5		70.8	70.7		79.9	80.0		92.8	92.8	
	72.2			81.4			70.7			80.0			92.8		
	72.4			81.6			70.7			80.1			92.8		

るとともに、Fe-Al 合金の圓棒單結晶についてわれわれの前研究⁽²⁾において見出だされた適當な光像によつて實際に

0.53, 2.47, 4.07 および 5.86 % Al を含む Fe-Al 合金の圓棒單結晶⁽³⁾であつて、その寸法は直徑 2.4~2.8 mm, 長さ 3.5~6.5 cm である。光像に關する研究結果⁽²⁾に従つ

* 東北大學金屬材料研究所

(1) 山本および渡邊, 本誌, 16 (1953), 5.

(2) 山本, 宮澤および渡邊, 本誌, 16 (1952), 475.

(3) 山本及び宮澤, 本誌, 16 (1952), 305.

て 4% 以下の Al を含む 合金単結晶に對しては鹽化第 2 鐵の飽和水溶液によつて、また 5.86% Al 合金の單結晶のみに對しては過硫酸アンモンの 20% 水溶液によつて

何れも數分間腐蝕した場合の光像を用いて、棒軸と主要結晶方向との成す角度を試料の長さによつて 1~3 個所において各 3 回測定して平均値を採つた。その一例を Table 1

Table 2 Selected Examples of the Orientation Determination by the Light-Figure Method of Single Crystal Rods of Iron Aluminium Alloys Containing less than 6 Percent Aluminium.

Crystal No.	α_1 degree	α_2 degree	α_3 degree	β_1 degree	β_5 degree	β_7 degree	β_8 degree	γ_2 degree	γ_3 degree	Formulae used for calculat- ion*
1 Crystal mark: 3-III-3-1 Al content: 2.47 % Diameter: 2.6 mm Length: 3.8 cm No. of measured points : 2	17.4(C) 17.7(C) 17.0(C) 17.7(C) 17.4(C) 17.3(C)	74.0(M) 73.4(C) 74.5(C) 74.0(M) 74.0(M) 74.0(C)	83.7(M) 83.7(M) 83.7(M) 83.2(C) 83.2(C) 83.2(C)	— 73.8(M) — 73.8(M) — 73.8(M)	— — — — — —	— — — — — —	— — 83.6(M) — 83.6(M) 83.6(M)	— — — — — —	— — — — — —	(1) (2) & (1) (3) & (1) (2) & (1) (5) & (1) (7) & (1)
2 Crystal mark: 7-VI-1C-3 Al content: 5.86 % Diameter: 2.7 mm Length: 6.5 cm No. of measured points : 3	42.3(C) 42.4(C) 42.2(C) 42.8(C) 42.0(C) 42.7(C) 42.6(C) 41.8(C) 42.0(C) 42.4(C) 42.3(C) 42.0(C) 42.4(C) 42.0(C) 42.0(C)	60.7(M) 60.5(C) 60.8(C) 60.1(C) 61.1(C) 60.7(M) 60.7(M) 60.7(M) 60.7(M) 60.7(M) 60.4(C) 60.4(C) 60.2(C) 60.3(C) 61.2(C) 60.6(C)	62.5(M) 62.5(M) 62.5(M) 62.5(M) 62.5(M) 62.0(C) 62.8(C) 63.1(C) 62.9(C) 62.7(C) 62.8(C) 63.4(C) 62.7(C) 62.4(C) 63.0(C)	— — — — — — — — — — — — — — — —	80.0(M) — — — 80.0(M) — — — — 80.0(M) 80.0(M) 80.0(M) 80.0(M) — —	— 78.6(M) — — — 78.6(M) — — — 78.6(M) 78.6(M) — 78.6(M) 78.6(M) —	— — 88.5(M) — — — — 88.5(M) — — — 88.5(M) — 88.5(M) 88.5(M)	— — — — — — — — — — — — — — — —	96.7(M) — — — — — — — 96.7(M) — — — 96.7(M) — 96.7(M) 96.7(M)	(1) (4) (3) & (1) (3) & (1) (13) (3) & (1) (4) (5) & (1) (13) (8) (6) (9) (8) (11) (10)
3 Crystal mark: 0-II-6-2 Al content: 0.02 % Diameter: 2.6 mm Length: 4.2 cm No. of measured points : 2	35.3(C) 35.2(C) 35.8(C) 35.2(C) 35.0(C) 34.9(C) 35.2(C) 34.4(C) 35.2(C) 34.7(C)	61.2(M) 61.3(C) 60.6(C) 61.3(C) 61.2(M) 61.2(M) 61.2(M) 60.8(C) 61.3(C) 60.8(C)	71.4(M) 71.4(M) 71.4(M) 71.4(M) 71.8(C) 72.0(C) 71.5(C) 71.6(C) 71.4(C) 71.6(C)	— — — — — — — — — —	76.2(M) — — — 76.2(M) — — 76.2(M) 76.2(M) 76.2(M)	— — — — — — — — — —	— — 83.0(M) — — 83.0(M) — 83.0(M) — 83.0(M)	— — — — — — — — — —	— — 89.4(M) — — — 89.4(M) — 89.4(M) 89.4(M)	(1) (4) (3) & (1) (13) (3) & (1) (5) & (1) (13) (6) (9) (10)
4 Crystal mark: 5-VIII-3B-1 Al content: 4.07 % Diameter : 2.5mm Length : 4.8cm No of measured points : 2	25.4(C) 25.2(C) 25.4(C) 25.8(C) 25.4(C) 25.4(C) 25.4(C) 25.4(C) 25.4(C) 25.5(C) 25.5(C)	64.6(M) 64.8(C) 64.6(C) 64.2(C) 64.6(M) 64.6(M) 64.6(M) 64.6(C) 64.7(C) 64.5(C) 64.6(C)	89.2(M) 89.2(M) 89.2(M) 89.2(M) 89.4(C) 89.7(C) 89.5(C) 89.4(C) 89.4(C) 89.5(C) 89.5(C)	71.9(M) — — — 71.9(M) — — 71.9(M) 71.9(M) 71.9(M) —	— 70.4(M) — — 70.4(M) — — 70.4(M) 70.4(M) — 70.4(M)	— — — — — — — — — — —	— — — 72.7(M) — — 72.7(M) — — 72.7(M) 72.7(M)	— — — — — — — — — — —	— — — — — — — — — — —	(1) (2) & (1) (4) (3) & (1) (2) & (1) (3) & (1) (5) & (1) (6) (7) & (1) (6)
5 Crystal mark: 7-III-1A-1 Al content: 5.86 % Diameter: 2.8 mm Length: 4.6 cm No. of measured points : 2	52.2(C) 52.5(C) 52.0(C)	53.8(C) 54.6(C) 54.2(C)	58.4(C) 58.0(C) 58.2(C)	— — —	89.1(M) 89.1(M) —	86.4(M) — 86.4(M)	— 87.7(M) 87.7(M)	— — —	— — —	(8) (6) (8)
6 Crystal mark: 1-IV-1D-5 Al content: 0.53 % Diameter: 2.5 mm Length: 5.2 cm No. of measured points : 3	39.7(C) 39.6(C) 39.1(C) 39.2(C) 39.7(C) 39.8(C) 39.4(C) 39.3(C) 39.1(C) 39.2(C)	55.9(C) 56.1(C) 56.6(C) 56.4(C) 55.9(C) 56.0(C) 55.7(C) 56.4(C) 56.6(C) 56.5(C)	72.2(M) 72.2(M) 72.2(M) 72.2(M) 72.2(C) 71.7(C) 72.9(C) 72.0(C) 71.9(C) 72.1(C)	— — — — — — — — — —	81.5(M) — — — 81.5(M) 81.5(M) 81.5(M) — — —	70.8(M) — — — 70.8(M) — — 70.8(M) 70.8(M) —	— — 80.0(M) — — 80.0(M) — 80.0(M) — 80.0(M)	— — — — — — — — 92.8(M) — 92.8(M) — 92.8(M) — 92.8(M)	— — — — — — — — — — — — — — —	(4) (3) & (1) (3) & (1) (13) (8) (6) (9) (8) (11) (10)
Crystal mark: 5-III-2-4 Al content: 4.07 % Diameter: 2.8 mm Length: 3.5cm No. of measured points : 1	39.9(C) 40.0(C) 40.2(C) 39.9(C) 40.0(C) 40.2(C)	51.9(C) 51.8(C) 51.7(C) 51.9(C) 52.0(C) 51.7(C)	79.7(M) 76.7(M) 79.7(M) 79.6(C) 79.2(C) 79.6(C)	— — — — — —	83.9(M) — — 83.9(M) 83.9(M) —	— — — — — —	71.9(M) — — 71.9(M) — 71.9(M)	— — — — — —	— — 91.2(M) — 91.2(M) 91.2(M)	(4) (3) & (1) (13) (6) (9) (10)

Table 2 Continued.

8 Crystal mark: 1-IV- IC-2 Al content: 0.53 % Diameter: 2.4 mm Length: 3.8 cm No. of measured points: 2	46.8(C)	50.9(C)	68.6(M)	—	87.8(M)	—	—	—	—	(4)
	47.3(C)	50.4(C)	68.6(M)	—	—	77.2(M)	—	—	—	(3)&(1)
	47.1(C)	50.6(C)	68.6(M)	—	—	—	79.0(M)	—	—	(3)&(1)
	46.9(C)	51.0(C)	68.3(C)	—	87.8(M)	77.2(M)	—	—	—	(8)
	46.7(C)	50.8(C)	68.8(C)	—	87.8(M)	—	79.0(M)	—	—	(6)
9 Crystal mark: 7-VII- 2G-2 Al content: 5.86 % Diameter: 2.4 mm Length: 3.7 cm No. of measured points: 2	44.6(C)	45.6(C)	86.6(M)	—	89.5(M)	—	—	—	—	(4)
	44.4(C)	45.8(C)	86.5(M)	—	—	—	—	87.5(M)	—	(14)
	44.6(C)	45.6(C)	86.6(M)	—	—	—	—	—	91.6(M)	(13)
	44.6(C)	45.6(C)	86.4(C)	—	89.5(M)	—	—	87.5(M)	—	(9)
	44.6(C)	45.6(C)	86.5(C)	—	89.5(M)	—	—	—	91.6(M)	(9)
	44.6(C)	45.7(C)	86.4(C)	—	—	—	—	87.5(M)	91.6(M)	(12)&(14) or(13)

* Cf. Part I.

に示したが、これから角度測定が $\pm 0.1^\circ$ の正確度をもつて行われ得ることが知られる。斯様にして種々の組成の Fe-Al 合金単結晶の結晶方向を決定した例を Table 2 に

Fig. 1. Stereographic Representation of Orientations of Single Crystal Rods of Iron-aluminium Alloys Containing less than 6 Percent Aluminium as Determined by the Light-Figure Method.

示した。この表において (M) は直接に測定された角度の値を、また (C) は (M) を用いて第 I 部⁽¹⁾に記述した幾何学的関係 (1)~(14) によつて計算された角度の値を示すが、両者の値は充分に 1° 以内で一致している。なお、決定された方位は Fig. 1 にステレオ投影的に表示してある。

第 I 部において、等軸結晶棒の方位を (100)-(110)-(111) ステレオを角形内の点をもつて表示すれば、その正

確な決定には (010), (001), (011), (110), (101), (011); (111) および (111) の 8 種類の光像が用い得られ、そしてそれらの光像によつて正確に決定される $\alpha_2, \alpha_3; \beta_2, \beta_3, \beta_7, \beta_8; \gamma_2$ および γ_3 なる角度の範囲は一般に $\alpha_i = 60 \sim 90^\circ$ ($i=2$ および 3), $\beta_j = 70 \sim 90^\circ$ ($j=2, 5, 7$ および 8) そして $\gamma_k = 80 \sim 100^\circ$ ($k=2$ および 3) であることを述べたが、Table 2 の実験結果はそれらのことと全く一致している。たとえば α_i の最低および最高測定値はそれぞれ結晶 No. 2 に對する 60.7° および結晶 No. 4 に對する 89.2° であり、 β_j のそれらはそれぞれ結晶 No. 4 に對する 70.4° および結晶 No. 2 に對する 88.5° であり、そして γ_k に對するそれらはそれぞれ結晶 No. 9 に對する 87.5° および結晶 No. 2 に對する 96.7° である。

また、第 I 部において、今述べた角度範囲が存在するために正確な方位決定のために用い得られる光像乃至そのために直接に正確に測定し得る角度の種類と数は決定されるべき棒軸の方位によつて異なり、その結果ステレオ投影三角形は 18 個の領域に分たれることを示したが (第 I 部の Fig. 3 および Table 1 参照), Table 2 の実験結果がこの考察と全く一致することは Table 2, Fig. 1 ならびに第 I 報の Table 1 を相互に對照すれば明らかである。

最後に、Table 2 は光像法による Fe-Al 合金単結晶の方位決定が充分に 1° 以内の正確度をもつて行われることを示している。

本研究に要した費用の一部は文部省科學研究費によつて支辨されたものである。