

가 () , 가 () , 가 () , 가 () , Mo - V - Sb - Nb 가 가 () ()

Mo - V - Sb - Nb (, " Mo - V - Sb - Nb ") () 9 - 157241 (USP 5,750,760 EP 0767164 A1), 10 - 28862 , 10 - 81990 , 10 - 310539 , 10 - 330343 , 11 - 42434 , 11 - 43314 , 11 - 57479 , 11 - 263745 , 2000 - 1464 , 2000 - 143244 , WO 0012209 A1 (DE 199832 5 T) USP 6,043,185

Mo - V - Sb - Nb () , 9 - 316023 , 10 - 118491 , 10 - 120617 (USP 5,994,580 USP 6,060,422) , 10 - 1 37585 , 11 - 285637 , 11 - 343261 , 2000 - 51693 , 11 - 343262 , 10 - 36311 , 10 - 45664 , 9 - 27 8680 10 - 128112

() () Mo - V - Sb - Nb 2 :

2

$Mo_1 V_p Sb_q Nb_r O_m$

[, p, q, r m Mo V, Sb, Nb O] .

Mo - V - Sb - Nb :

(i) V/Mo 가 Sb/Mo , 2 p q 가 p q ;

(ii) Sb/Mo 가 V/Mo , 2 p q 가 p < q

2 ,

Sb/Mo 0.5 , 2 q 가 q 0.5 .

Mo - V - Sb - Nb , 가 () () (, ()) () " " () ,

(i) Mo - V - Sb - Nb 가

(i) Mo - V - Sb - Nb

가 1 (11 - 263745);

Mo - V - Sb - Nb, Mo Co (i) Mo - Co 2 (11 - 57479).

1 가 2 Mo - Co 가 2 가

(ii) Mo - V - Sb - Nb Mo - V - Sb - Nb

Nb Mo - V - Sb - Nb Mo - V - Sb - Nb (Mo), (V), (Sb), (Nb), (O), Z Sb/Mo (b) V/Mo (a) Sb/Mo (b) 0.4

1 Mo - V - Sb - Nb

$a < b$

0.1 $a < 0.4$,

0.1 $< b < 0.4$,

0.01 $c < 0.3$,

0 $d < 1$;

n 가 1.]

2. $1 < a < 0.4$, $1 < b < 0.4$ 가 : $a < b$

0.1 $a < 0.3$.

3. $1 < a < 0.4$, $1 < b < 0.4$ 가 : $a < b$

0.1 $< b < 0.35$.

4. $1 < a < 0.4$, $1 < c < 0.3$ 가 : $a < c$

0.05 $c < 0.2$.

5. $1 < a < 0.4$, $1 < a < 0.4$ 가 : $a < a$

0.15 $a < 0.28$.

6. $1 < a < 0.4$, $1 < b < 0.4$ 가 : $a < b$

0.2 $b < 0.33$.

7. $1 < a < 0.4$, $1 < c < 0.3$ 가 : $a < c$

0.05 $c < 0.15$.

8. $1 < a < 0.4$, $1 < a, b < 0.4$ 가 : $a < b$

0.15 $a < 0.28$;

0.2 $b < 0.33$;

0.05 $c < 0.15$;

0.5 $a + b + c < 0.69$;

$\frac{a}{a+b+c} < 0.23$;

$$0.59 - \frac{0.528a}{a+b+c} - \frac{b}{a+b+c} \quad 0.7 - \frac{0.524a}{a+b+c} .$$

9. 1 , 1 a, b c 가 :

$$0.16 \quad a \quad 0.28;$$

$$0.24 \quad b \quad 0.33;$$

$$0.07 \quad c \quad 0.15;$$

$$0.53 \quad a + b + c \quad 0.67;$$

$$\frac{a}{a+b+c} \quad 0.26;$$

$$0.63 - \frac{0.549a}{a+b+c} - \frac{b}{a+b+c} \quad 0.68 - \frac{0.529a}{a+b+c} .$$

10. 1 , 1 a, b c 가 :

$$0.16 \quad a \quad 0.26;$$

$$0.24 \quad b \quad 0.30;$$

$$0.08 \quad c \quad 0.12;$$

$$0.57 \quad a + b + c \quad 0.60;$$

$$\frac{a}{a+b+c} \quad 0.28;$$

$$0.67 - \frac{0.5975a}{a+b+c} - \frac{b}{a+b+c} \quad 0.67 - \frac{0.5352a}{a+b+c} .$$

11. 1 , CuK X- X- , (2)

:

$$22.1 \pm 0.3^\circ, 28.1 \pm 0.3^\circ, 36.1 \pm 0.3^\circ \quad 45.2 \pm 0.3^\circ ;$$

$$7.8 \pm 0.3^\circ, 8.9 \pm 0.3^\circ, 22.1 \pm 0.3^\circ, 27.1 \pm 0.3^\circ, 35.2 \pm 0.3^\circ \quad 45.2 \pm 0.3^\circ ;$$

$$7.8 \pm 0.3^\circ, 8.9 \pm 0.3^\circ, 22.1 \pm 0.3^\circ, 27.1 \pm 0.3^\circ, 28.1 \pm 0.3^\circ, 35.2 \pm 0.3^\circ, 36.1 \pm 0.3^\circ \quad 45.2 \pm 0.3^\circ .$$

12. 1 가 SiO₂ SiO₂ 20 60 %

13. 1 1 Z

14. 1 Z

15. 14 가 가 500 7 00

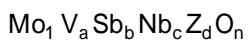
16. 14 가 1 10 가

17. 1

18. 1

가 1 :

[1]



1 , Z

, Z , Z

1 a, b, c, d n (Mo) (V), (Sb), (Nb), Z (O)
a, b, c d

1 , a : 0.1 a < 0.4, 0.1 a 0.3, 0.15 a 0.28
. a < 0.1 a 0.4 , () () ,

1 , b : 0.1 < b 0.4, 0.1 < b 0.35, 0.2 b 0.33
. b 0.1 b > 0.4 , () () ,

1 , c : 0.01 c 0.3, 0.05 c 0.2, 0.05 c 0.15
 . c < 0.01 c > 0.3 , () ()

1 , d : 0 d 1, 0 d 0.4, 0.01 d 0.1 .

A₁ Z , d : 0 d 0.1, 0.01 d 0.05

1 , a b : a < b . a b , () ()

1 , n 가

, a, b c
 1 a, b c

0.15 a 0.28;

0.2 b 0.33;

0.05 c 0.15.

, a, b c 가
 1 a, b c 가

0.15 a 0.28;

0.2 b 0.33;

0.05 c 0.15;

0.5 a + b + c 0.69;

$\frac{a}{a+b+c}$ 0.23;

$0.59 - \frac{0.528a}{a+b+c} - \frac{b}{a+b+c} = 0.7 - \frac{0.524a}{a+b+c}$.

1 a, b c 가 :

0.16 a 0.28;

0.24 b 0.33;

0.07 c 0.15;

0.53 $a + b + c$ 0.67;

$\frac{a}{a+b+c}$ 0.26;

0.63 - $\frac{0.549a}{a+b+c}$ $\frac{b}{a+b+c}$ 0.68 - $\frac{0.529a}{a+b+c}$.

1 a, b c 가 :

0.16 a 0.26;

0.24 b 0.30;

0.08 c 0.12;

0.57 $a + b + c$ 0.60;

$\frac{a}{a+b+c}$ 0.28;

0.67 - $\frac{0.5975a}{a+b+c}$ $\frac{b}{a+b+c}$ 0.67 - $\frac{0.5352a}{a+b+c}$.

가, CuK X- X- , (2)
:

$22.1 \pm 0.3^\circ$, $28.1 \pm 0.3^\circ$, $36.1 \pm 0.3^\circ$ $45.2 \pm 0.3^\circ$;

$7.8 \pm 0.3^\circ$, $8.9 \pm 0.3^\circ$, $22.1 \pm 0.3^\circ$, $27.1 \pm 0.3^\circ$, $35.2 \pm 0.3^\circ$ $45.2 \pm 0.3^\circ$;

$7.8 \pm 0.3^\circ$, $8.9 \pm 0.3^\circ$, $22.1 \pm 0.3^\circ$, $27.1 \pm 0.3^\circ$, $28.1 \pm 0.3^\circ$, $35.2 \pm 0.3^\circ$, $36.1 \pm 0.3^\circ$ $45.2 \pm 0.3^\circ$.

가, CuK X- X- , (2)
: $7.8 \pm 0.3^\circ$, $8.9 \pm 0.3^\circ$, $22.1 \pm 0.3^\circ$, $27.1 \pm 0.3^\circ$, $28.1 \pm 0.3^\circ$,

$35.2 \pm 0.3^\circ$, $36.1 \pm 0.3^\circ$ $45.2 \pm 0.3^\circ$.

, X- (XRD) :

: 40 kV

: 190 mA

: 1°

: 1 °

: 0.3 mm

: 5 ° /

: 0.02 °

X- (XRD)

가

XRD , 22.1 ± 0.3 ° , 28.1 ± 0.3 ° , 36.1 ± 0.3 ° , 45.2 ± 0.3 ° 가, CuK X- (2)
 ; / CuK X- X- , 7.8 ± 0.3 ° , 8.9 ± 0.3 ° ,
 22.1 ± 0.3 ° , 27.1 ± 0.3 ° , 35.2 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2)
 ;

X-

), x ± 0.3 ° (2) " P x " (, 7.8 ± 0.3 ° (2)
) p^{7.8})

, p^{22.1} 100 ,

p^{7.8} 0.5 30,

p^{8.9} 0.5 30,

p^{27.1} 3 90,

p^{28.1} 10 300,

p^{35.2} 0.5 30,

p^{36.1} 5 50,

p^{45.2} 3 30

X- , 25 ° 30 ° , p^{27.1} p^{28.1} X-) X-
 2 ,

2 , A₁ A₂ p^{27.1} p^{28.1} 가 .

B₁, B₂ B₃ , X- 26.4 ± 0.3 ° , 27.6 ± 0.3 ° 28.8 ± 0.3 ° (2)
 3) 가 ((2) " X- 가 (, B₁, B₂ B
 " , 2 - 가 0 , 가

C₁ 가 A₁ 2 - B₁ B₂

C₂ 가 A₂ 2 - B₂ B₃

P^{27.1}, (P^{27.1}) A₁ C₁ A₁C₁; P^{28.1}
 , (P^{28.1}) A₂ C₂ A₂C₂

X -

P^{7.8}, (P^{7.8}) A^{7.8} C^{7.8} A^{7.8} C^{7.8}, C
 7.8 A^{7.8} 2 - B^{7.1} B^{9.1} X- 7.1 ± 0.3 ° 9.1 ± 0.3 ° (2)

P^{8.9}, (P^{8.9}) A^{8.9} C^{8.9} A^{8.9} C^{8.9}, C
 8.9 A^{8.9} 2 - B^{7.1} B^{9.1} X- 7.1 ± 0.3 ° 9.1 ± 0.3 ° (2)

P^{22.1}, (P^{22.1}) A^{22.1} C^{22.1} A^{22.1} C^{22.1},
 C^{22.1} A^{22.1} 2 - B^{21.1} B^{22.9} X- 21.1 ± 0.3 ° 22.9 ± 0.3 ° (2)

P^{35.2}, (P^{35.2}) A^{35.2} C^{35.2} A^{35.2} C^{35.2},
 C^{35.2} A^{35.2} 2 - B^{34.5} B^{35.7} X- 34.5 ± 0.3 ° 35.7 ± 0.3 ° (2)

P^{36.1}, (P^{36.1}) A^{36.1} C^{36.1} A^{36.1} C^{36.1},
 C^{36.1} A^{36.1} 2 - B^{35.7} B^{36.5} X- 35.7 ± 0.3 ° 36.5 ± 0.3 ° (2)

P^{45.2}, (P^{45.2}) A^{45.2} C^{45.2} A^{45.2} C^{45.2},
 C^{45.2} A^{45.2} 2 - B^{44.5} B^{45.8} X- 44.5 ± 0.3 ° 45.8 ± 0.3 ° (2)

, R 0.01 0.80, 0.03 0.50, 0.05 0.20
 , R :

$$R = |^{27.1} / (|^{27.1} + |^{28.1})$$

[, |^{27.1} P^{27.1} (27.1 ± 0.3 ° (2)) ,

|^{28.1} P^{28.1} (28.1 ± 0.3 ° (2))].

가 가 , 20 60 %, 25 55 %, 가 40 50 %

$$= (W_2 / (W_1 + W_2)) \times 100$$

[, W₁ , W₂ SiO₂] . 20 % 가 () 60 % () ()

Z (V), 가 (V), (III), (IV), (V), (III), (V), (V), (III), (III) (, Nb(OCH₂CH₃)₅)

Z , Z 가 1

3 Z (,) Z)

(, ,), , ,
 .
 []

100 , 1 5 , (III) , 70
 , (A) ,

0.5 2 . (A) , 0.2 /kg , 0.5 /kg

% (, 0.1 10 가 (III), 가 0.01 30
 0.5 5 가 , 50 80 가 ,
 (A') . (A') , 0.2 /kg , 0.5 /kg

B) , , - (B) - (,
 (B) / , 0.05 /kg , 0.15 /kg , -
 2 4 / . X - 1 10 , 2 6,
 , / 가 2 4 , , ,
 , / 가 2 4 , , ,
 , 1 10 .

- 가 (B) 가 . 가 ,
 가 . , 가
 (space time yield)
 (B) 가 , () 0.5
 10, 2 6 .

(A) (A') - (B) ,

가 , Z - , Z -

가 , Z - , Z -

01 가 1 MPa, 0.1 0.3 MPa . , , , 0.

가 300 600 , 380 470

, 300 600 , 350 440 .

가) () , 0.1 30 (g · /Mℓ), , 0.5
 10 (g · /Mℓ) . , :

$$(g \cdot /M\ell) = \frac{W}{F} \times 60 \times \frac{273}{273+T} \times \frac{P+0.101}{0.101}$$

[, W (g) ;

F (Mℓ/) ;

T () ;

P (MPa) ()].

가 , , , . , , .

(1) , :

, 가 (%),
 (%) 가 :

$$(\%) = () / () \times 100$$

$$(\%) = () / () \times 100$$

$$(\%) = () / () \times 100$$

(2) X- :

X- MXP - 18 (MAC Science Co. Ltd.) X-
 , X- (XRD) . X-

[]

0.5 g
53 μm

() (20 mm, 16 mm 0.2 mm X-)가 , ,

[X-]

X-

X- : CuK₁ + CuK₂

:

:

: 40 kV

: 190 mA

: 1°

: 1°

: 0.3 mm

: 5° /

: 0.02°

: 2 /

(2) , X- , X-

X- , R :

$$R = I^{27.1} / (I^{27.1} + I^{28.1})$$

[, I^{27.1} P^{27.1} (27.1 ± 0.3° (2)) ,

I^{28.1} P^{28.1} (28.1 ± 0.3° (2))].

1

[]

: Mo₁ V_{0.23} Sb_{0.26} Nb_{0.09} O_n/SiO₂ (45 %)

1,000 g
 g (III) (Sb₂O₃) 53.6 g 가 , [(NH₄)₆Mo₇O₂₄ · 4H₂O] 250 g, (NH₄VO₃) 38.1
 , 50 , , SiO₂ 30 % 100 2
 가 , 30 , 5 % 250 g 가 가 829 g
 , 50 1 , (A)

150 g (Nb₂O₅ : 76 %) 22.3 g (H₂C₂O₄ · 2H₂O) 43.4 g 가
 , 60 가 , , 30
 , - (B)

30 (B) (A) 가 , 50

230 120 가 10
 0 g) , 600 NMℓ/ (NMℓ , 1 0 Mℓ
 , 640 가 2 , ,
 ruments) 가 (306WA, Teledyne Analytical Inst
 , 가 1 ppm .

1
 , CuK X- X- (XRD) 1
 , X- , 7.8 ± 0.3 ° , 8.9 ± 0.3 ° , 22.1 ± 0.3 ° , 27.1 ± 0.3 ° , 28.1 ± 0.3 ° , 3
 5.2 ± 0.3 ° , 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.08

[가]

0.35 g (W = 0.35 g) 4 mm : : :
 가 1 : 0.7 : 1.7 : 5.3 3.6 (Mℓ/) (F)
 (T) () 420 , (P) 0 MPa .
 2.3 (g · /Mℓ) :

$$= \frac{W}{F} \times 60 \times \frac{273}{273+T} \times \frac{P+0.101}{0.101}$$

, , 1 .

2

[]

: Mo₁ V_{0.23} Sb_{0.25} Nb_{0.09} O_n/SiO₂ (45 %)

1 , (III) (Sb_2O_3) 53.6 g 51.6 g , 5 %
 250 g 241 g , 829 g 823 g ,

1 .

, X- , $7.8 \pm 0.3^\circ$, $8.9 \pm 0.3^\circ$, $22.1 \pm 0.3^\circ$, $27.1 \pm 0.3^\circ$, $28.1 \pm 0.3^\circ$, 3
 $5.2 \pm 0.3^\circ$, $36.1 \pm 0.3^\circ$ $45.2 \pm 0.3^\circ$ (2) , R 0.09 .

[가]

1 , 가 1 .

3

[]

: $Mo_1 V_{0.24} Sb_{0.25} Nb_{0.09} O_n / SiO_2$ (45 %)

I) (Sb_2O_3) , (NH_4VO_3) 38.1 g 39.7 g , (II)
 53.6 g 51.6 g , 5 % 250 g 241 g
 , 829 g 827 g , 1

1 .

, X- , $7.8 \pm 0.3^\circ$, $8.9 \pm 0.3^\circ$, $22.1 \pm 0.3^\circ$, $27.1 \pm 0.3^\circ$, $28.1 \pm 0.3^\circ$, 3
 $5.2 \pm 0.3^\circ$, $36.1 \pm 0.3^\circ$ $45.2 \pm 0.3^\circ$ (2) , R 0.09 .

[가]

1 , 가 1 .

4

[]

: $Mo_1 V_{0.24} Sb_{0.26} Nb_{0.09} O_n / SiO_2$ (45 %)

829 g 833 g , (NH_4VO_3) 38.1 g 39.7 g ,
 , 1 .

1 .

, X- , $7.8 \pm 0.3^\circ$, $8.9 \pm 0.3^\circ$, $22.1 \pm 0.3^\circ$, $27.1 \pm 0.3^\circ$, $28.1 \pm 0.3^\circ$, 3
 $5.2 \pm 0.3^\circ$, $36.1 \pm 0.3^\circ$ $45.2 \pm 0.3^\circ$ (2) , R 0.10 .

[가]

1 가 1

5

[]

: $Mo_1 V_{0.25} Sb_{0.26} Nb_{0.09} O_n / SiO_2$ (45 %)

829 g 836 g (NH₄VO₃) 38.1 g 41.4 g

1

, X- , 7.8 ± 0.3 °, 8.9 ± 0.3 °, 22.1 ± 0.3 °, 27.1 ± 0.3 °, 28.1 ± 0.3 °, 3
5.2 ± 0.3 °, 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.10

[가]

1 가 1

6

[]

: $Mo_1 V_{0.20} Sb_{0.29} Nb_{0.11} O_n / SiO_2$ (45 %)

(A) (NH₄VO₃) 38.1 g 33.1 g
(III) (Sb₂O₃) 53.6 g 59.8 g , 5 % 250 g 2
79 g 829 g 846 g ;

(B) 150 g 180 g 22.3
g 27.2 g 43.4 g 53.0 g

1

, X- , 7.8 ± 0.3 °, 8.9 ± 0.3 °, 22.1 ± 0.3 °, 27.1 ± 0.3 °, 28.1 ± 0.3 °, 3
5.2 ± 0.3 °, 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.14

[가]

3.3 (Mℓ/) 가 (F) 3.6 (Mℓ/)
2.3 (g · /Mℓ) 2.5 (g · /Mℓ) 1

7

[]

: Mo₁ V_{0.22} Sb_{0.26} Nb_{0.09} O_n/SiO₂ (45 %)

829 g 825 g (NH₄VO₃) 38.1 g 36.4 g

1

, X- , 7.8 ± 0.3 °, 8.9 ± 0.3 °, 22.1 ± 0.3 °, 27.1 ± 0.3 °, 28.1 ± 0.3 °, 3
5.2 ± 0.3 °, 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.08

[가]

1 , 가 1

8

[]

: Mo₁ V_{0.22} Sb_{0.27} Nb_{0.10} O_n/SiO₂ (45 %)

(A) 38.1 g 36.4 g (III)
53.6 g 55.7 g , 5 % 250 g 260 g
829 g 836 g ;

(B) 150 g 165 g 22.3
g 24.7 g , 43.4 g 48.2 g

1

, X- , 7.8 ± 0.3 °, 8.9 ± 0.3 °, 22.1 ± 0.3 °, 27.1 ± 0.3 °, 28.1 ± 0.3 °, 3
5.2 ± 0.3 °, 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.12

[가]

3.4 (Me/) , 가 (F) 3.6 (Me/)
2.3 (g · /Me) 2.4 (g · /Me) , 1

9

[]

: Mo₁ V_{0.17} Sb_{0.30} Nb_{0.12} O_n/SiO₂ (45 %)

1

(A) , 38.1 g 28.2 g (III)
 53.6 g 61.9 g , 5 % 250 g 289 g ,
 829 g 846 g ;

(B) , 150 g 200 g 22.3
 g 29.7 g , 43.4 g 57.8 g .

1 .

, X- , 7.8 ± 0.3 ° , 8.9 ± 0.3 ° , 22.1 ± 0.3 ° , 27.1 ± 0.3 ° , 28.1 ± 0.3 ° , 3
 5.2 ± 0.3 ° , 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.16 .

[가]

가 (F) 3.6 (Mℓ/)
 3.2 (Mℓ/) , 2.3 (g · /Mℓ) 2.6 (g · /Mℓ) , 1
 . 1 .

10

[]

: Mo₁ V_{0.23} Sb_{0.25} Nb_{0.09} O_n/SiO₂ (40 %)

(III) (Sb₂O₃) 53.6 g 51.6 g , 5 %
 250 g 241 g , 829 g 671 g ,

1 .

1 .

, X- , 7.8 ± 0.3 ° , 8.9 ± 0.3 ° , 22.1 ± 0.3 ° , 27.1 ± 0.3 ° , 28.1 ± 0.3 ° , 3
 5.2 ± 0.3 ° , 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.10 .

[가]

가 (F) 3.6 (Mℓ/)
 4.0 (Mℓ/) , 2.3 (g · /Mℓ) 2.1 (g · /Mℓ) , 1
 . 1 .

11

[]

: Mo₁ V_{0.23} Sb_{0.26} Nb_{0.09} O_n/SiO₂ (45 %)

, 5 % 173 g - (B) 가 가

1 .

1 .

, X- , 7.8 ± 0.3 °, 8.9 ± 0.3 °, 22.1 ± 0.3 °, 27.1 ± 0.3 °, 28.1 ± 0.3 °, 3
 5.2 ± 0.3 °, 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.08 .

[가]

가 (F) 3.6 (Mℓ/)
 4.7 (Mℓ/) , 2.3 (g · /Mℓ) 1.7 (g · /Mℓ) , 1

1

[]

: Mo₁ V_{0.30} Sb_{0.23} Nb_{0.07} O_n/SiO₂ (45 %)

, , 1 :

(A) 38.1 g 49.7 g (III)
 53.6 g 47.5 g , 5 % 250 g 221 g ,
 829 g 826 g ;

- (B) 150 g 116 g 22.3
 g 17.3 g , 43.4 g 33.7 g .

2 .

, X- , 7.8 ± 0.3 °, 8.9 ± 0.3 °, 22.1 ± 0.3 °, 27.1 ± 0.3 °, 28.1 ± 0.3 °, 3
 5.2 ± 0.3 °, 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.18 .

[가]

, 가 1 .

2 .

2

[]

: Mo₁ V_{0.30} Sb_{0.15} Nb_{0.05} O_n/SiO₂ (45 %)

, , 1 :

(A) 38.1 g 49.7 g (III)
 53.6 g 30.9 g , 5 % 250 g 144 g ,
 829 g 771 g ;

- (B) 150 g 83 g 22.3 g
 12.4 g , 43.4 g 24.1 g .

2 .

, X- , 7.8 ± 0.3 °, 8.9 ± 0.3 °, 22.1 ± 0.3 °, 27.1 ± 0.3 °, 28.1 ± 0.3 °, 3
 5.2 ± 0.3 °, 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.10 .

[가]

3.7 (Mℓ/) , 가 (F) 3.6 (Mℓ/)
 2.3 (g · /Mℓ) 2.2 (g · /Mℓ) , 1

3

: Mo₁ V_{0.30} Sb_{0.20} Nb_{0.05} O_n/SiO₂ (45 %)

, , 1 :

(A) , 38.1 g 49.7 g , (III)
 53.6 g 41.3 g , 5 % 250 g 192 g ,
 829 g 800 g ;

- (B) , 150 g 83 g , 22.3 g
 12.4 g , 43.4 g 24.1 g .

2 .

, X- , 7.8 ± 0.3 °, 8.9 ± 0.3 °, 22.1 ± 0.3 °, 27.1 ± 0.3 °, 28.1 ± 0.3 °, 3
 5.2 ± 0.3 °, 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.12 .

[가]

, 가 1 .

2 .

4

[]

: Mo₁ V_{0.25} Sb_{0.5} Nb_{0.125} O_n/SiO₂ (45 %)

, , 1 :

(A) , 38.1 g 41.4 g , (III)
 53.6 g 103.2 g , 5 % 250 g 481 g ,
 829 g 989 g ;

- (B) , 150 g 210 g , 22.3 g
 g 30.9 g , 43.4 g 60.3 g .

2 .

, X- , 22.1 ± 0.3 °, 28.1 ± 0.3 °, 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2)
 , 7.8 ± 0.3 °, 8.9 ± 0.3 °, 27.1 ± 0.3 °, 35.2 ± 0.3 ° (2)

[가]

2.0 (Mℓ/) , 가 (F) 3.6 (Mℓ/)
 , 2.3 (g · /Mℓ) 4.2 (g · /Mℓ) , 1
 2

5

: Mo₁ V_{0.3} Sb_{0.3} Nb_{0.1} O_n/SiO₂ (45 %)

, , 1 :

(A) , 38.1 g 49.7 g , (III)
 53.6 g 61.9 g , 5 % 250 g 289 g ,
 829 g 881 g ;

- (B) , 150 g 166 g , 22.3
 g 24.7 g , 43.4 g 48.2 g .

2

, X- , 7.8 ± 0.3 °, 8.9 ± 0.3 °, 22.1 ± 0.3 °, 27.1 ± 0.3 °, 28.1 ± 0.3 °, 3
 5.2 ± 0.3 °, 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.06 .

[가]

, 가 1

2 .

6

[]

: Mo₁ V_{0.3} Sb_{0.3} Nb_{0.05} O_n/SiO₂ (45 %)

, , 1 :

(A) , 38.1 g 49.7 g , (III)
 53.6 g 61.9 g , 5 % 250 g 289 g ,
 829 g 855 g ;

- (B) , 150 g 84 g , 22.3 g
 12.4 g , 43.4 g 24.1 g .

2

, X- , 7.8 ± 0.3 °, 8.9 ± 0.3 °, 22.1 ± 0.3 °, 27.1 ± 0.3 °, 28.1 ± 0.3 °, 3
 5.2 ± 0.3 °, 36.1 ± 0.3 ° 45.2 ± 0.3 ° (2) , R 0.12 .

[가]

2.0 (Mℓ/) , 가 (F) 3.6 (Mℓ/)
 2.3 (g · /Mℓ) 4.2 (g · /Mℓ) , 1
 2

7

[]

: Mo₁ V_{0.3} Sb_{0.3} O_n/SiO₂ (45 %)

, , 1 :

(A) 38.1 g 49.7 g , (III)
 53.6 g 61.9 g , 5 % 250 g 289 g ,
 829 g 830 g ;

- (B) .

2

, X- , 22.1 ± 0.3 °, 27.1 ± 0.3 °, 28.1 ± 0.3 °, 35.2 ± 0.3 °, 36.1 ± 0.3 °
 45.2 ± 0.3 ° (2) , 7.8 ± 0.3 °, 8.9 ± 0.3 ° (2)

[가]

2.0 (Mℓ/) , 가 (F) 3.6 (Mℓ/)
 2.3 (g · /Mℓ) 4.2 (g · /Mℓ) , 1
 2

	조성	축대 제조 공정 조건 (*1)			프로판의 기암모니아 산화 (*2)		
		H ₂ C ₂ O ₄ /Nb	H ₂ O ₂ /Sb	H ₂ O ₂ /Nb	접촉 시간 (초)	프로판의 전환율 (%)	아크릴로니트 릴에 대한 선택성 (%)
실시예 1	Mo ₁ V _{0.23} Sb _{0.26} Nb _{0.09} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.3	48.5	66.4
실시예 2	Mo ₁ V _{0.23} Sb _{0.25} Nb _{0.09} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.3	48.4	66.4
실시예 3	Mo ₁ V _{0.24} Sb _{0.25} Nb _{0.09} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.3	48.6	66.1
실시예 4	Mo ₁ V _{0.24} Sb _{0.26} Nb _{0.09} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.3	48.2	66.2
실시예 5	Mo ₁ V _{0.25} Sb _{0.26} Nb _{0.09} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.3	48.1	66.0
실시예 6	Mo ₁ V _{0.20} Sb _{0.29} Nb _{0.11} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.5	48.9	64.8
실시예 7	Mo ₁ V _{0.22} Sb _{0.26} Nb _{0.09} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.3	48.7	65.8
실시예 8	Mo ₁ V _{0.22} Sb _{0.27} Nb _{0.10} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.4	48.7	65.5
실시예 9	Mo ₁ V _{0.17} Sb _{0.30} Nb _{0.12} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.6	48.2	64.8
실시예 10	Mo ₁ V _{0.23} Sb _{0.25} Nb _{0.09} O _n /SiO ₂ (40중량%)	2.7	1	0	2.1	49.0	66.8
실시예 11	Mo ₁ V _{0.23} Sb _{0.26} Nb _{0.09} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	2	1.7	49.5	68.0

	조성	축매 제조 공정 조건 ^(*1)			프로판의 가암모니아 산화 ^(*2)		
		H ₂ C ₂ O ₄ /Nb	H ₂ O ₂ /Sb	H ₂ O ₂ /Nb	접촉 시간 (초)	프로판의 전환율 (%)	아크릴로니트 릴에 대한 선택성 (%)
비교예 1	Mo ₁ V _{0.30} Sb _{0.23} Nb _{0.07} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.3	48.3	63.3
비교예 2	Mo ₁ V _{0.30} Sb _{0.15} Nb _{0.05} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.2	48.8	61.3
비교예 3	Mo ₁ V _{0.30} Sb _{0.20} Nb _{0.05} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.3	48.6	62.8
비교예 4	Mo ₁ V _{0.25} Sb _{0.5} Nb _{0.125} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	4.2	9.0	23.0
비교예 5	Mo ₁ V _{0.3} Sb _{0.3} Nb _{0.1} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	2.3	40.0	53.0
비교예 6	Mo ₁ V _{0.3} Sb _{0.3} Nb _{0.05} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	4.2	34.0	49.1
비교예 7	Mo ₁ V _{0.3} Sb _{0.3} O _n /SiO ₂ (45중량%)	2.7	1	0	4.2	4.5	5.2

표 1 및 2 에 대한 설명 :

*1 H₂C₂O₄/Nb: 니오븀-옥살산 수용액 (B)에서의 옥살산/니오븀 몰 비
H₂O₂/Sb: 수성 배합물 (A)의 산화 처리에 있어서의 과산화수소/안티몬 몰 비

H₂O₂/Nb: 니오븀-옥살산 수용액 (B)에서의 과산화수소/니오븀 몰 비

*2 기체상 프로판의 촉매적 가암모니아 산화 반응 조건은 하기와 같다.
기체 원료 배합물의 조성 : [프로판 : 암모니아 : 분자상 산소 : 헬륨] 몰 비
= 1:0.7:1.7:5.3
반응 온도 : 420 °C

[가]

1 : : 30 g 25 mm (Vycor) :
 가 1 : 0.70 : 1.68 : 5.32 420 (Mℓ/) :
 440 () , 0.049 MPa ,
 2.4 (g · /Mℓ) .
 24 , 240 , 400 1000 ,
 3 .

13

가 , 12 :
 1 30 g 11 25 g , (F)
 420 (Mℓ/) 460 (Mℓ/) , 2.4 (g · /Mℓ) 1.8 (g · /Mℓ) .
 3 .

12 13

, 가 , (,)

8

가 , 12 :
 1 30 g 1 (가) 30 g ,
 2.4 (g · /Mℓ) 2.8 (g · /Mℓ) . 가) 30 g ,

(劣化)

, 240 , 50% 380 (Mℓ/)
 (F) 400 , 360 (Mℓ/) .
 , 400
 3 .

		프로판의 가암모니아 산화(*1)							
		반응 시작으로부터 24 시간 후		반응 시작으로부터 240 시간 후		반응 시작으로부터 400 시간 후		반응 시작으로부터 1000 시간 후	
		프로판의 전환율 (%)	아크릴로니 트릴에 대한 선택성 (%)	프로판의 전환율 (%)	아크릴로니 트릴에 대한 선택성 (%)	프로판의 전환율 (%)	아크릴로니 트릴에 대한 선택성 (%)	프로판의 전환율 (%)	아크릴로니 트릴에 대한 선택성 (%)
조성									
실시에 12	$Mo_1V_{0.23}Sb_{0.26}Nb_{0.09}O_n / SiO_2$ (45중량%)	50.2	60.1	50.0	59.6	50.0	59.7	49.9	59.7
실시에 13	$Mo_1V_{0.23}Sb_{0.26}Nb_{0.09}O_n / SiO_2$ (45중량%)	50.1	61.8	50.2	61.4	50.0	61.4	49.8	61.4
비교에 8	$Mo_1V_{0.30}Sb_{0.23}Nb_{0.07}O_n / SiO_2$ (45중량%)	50.0	57.6	50.0	54.5	50.0	52.7		

설명 :

*1 기체상 프로판의 촉매적 가암모니아 산화 반응 조건은 하기와 같다.
 기체 원료 배합물의 조성 :
 [프로판 : 암모니아 : 분자상 산소 : 헬륨] 몰 비 = 1:0.7:1.68:5.32

반응 온도 : 440 °C

[]

: $Mo_1 V_{0.23} Sb_{0.26} Nb_{0.09} O_n/SiO_2$ (41 %)

829 g 704 g 1

4

, X- , $7.8 \pm 0.3^\circ$, $8.9 \pm 0.3^\circ$, $22.1 \pm 0.3^\circ$, $27.1 \pm 0.3^\circ$, $28.1 \pm 0.3^\circ$, 3
 $5.2 \pm 0.3^\circ$, $36.1 \pm 0.3^\circ$ $45.2 \pm 0.3^\circ$ (2) , R 0.08

[]

0.35 g (W = 0.35 g) 4 mm : :
 가 1 : 3 : 14 : 10 4.5 (Mℓ/)
 (T) 380 () , (P) 0 MPa 2.0 (g · /Mℓ)

4

9

[]

: $Mo_1 V_{0.30} Sb_{0.23} Nb_{0.07} O_n/SiO_2$ (41 %)

829 g 702 g 1

4

, X- , $7.8 \pm 0.3^\circ$, $8.9 \pm 0.3^\circ$, $22.1 \pm 0.3^\circ$, $27.1 \pm 0.3^\circ$, $28.1 \pm 0.3^\circ$, 3
 $5.2 \pm 0.3^\circ$, $36.1 \pm 0.3^\circ$ $45.2 \pm 0.3^\circ$ (2) , R 0.18

[]

14

4

	조성	축매 제조 공정 조건 (*1)			프로판의 산화 (*2)		
		H ₂ C ₂ O ₄ /Nb	H ₂ O ₂ /Sb	H ₂ O ₂ /Nb	접촉 시간 (초)	프로판의 산화율 (%)	아크릴산에 대한 선택성 (%)
실시에 14	Mo ₁ V _{0.23} Sb _{0.26} Nb _{0.09} O _n /SiO ₂ (41중량%)	2.7	1	0	2.0	63.8	51.5
비교예 9	Mo ₁ V _{0.30} Sb _{0.23} Nb _{0.07} O _n /SiO ₂ (41중량%)	2.7	1	0	2.0	63.5	48.1

설명 :

*1 H₂C₂O₄/Nb: 니오븀-옥살산 수용액 (B)에서의 옥살산/니오븀 몰 비
 H₂O₂/Sb: 수성 배합물 (A)의 산화 처리에 있어서의 과산화수소/안티몬 몰 비

H₂O₂/Nb: 니오븀-옥살산 수용액 (B)에서의 과산화수소/니오븀 몰 비

*2 기체상 프로판의 촉매적 산화 반응 조건은 하기와 같다.
 기체 원료 배합물의 조성 : [프로판 : 분자상 산소 : 수증기 : 헬륨]
 몰 비 = 1:3:14:10
 반응 온도 : 380 °C

$$0.05 \quad c \quad 0.2.$$

5.

$$1 \quad , \quad 1 \quad a \text{ 가} \quad :$$

$$0.15 \quad a \quad 0.28.$$

6.

$$1 \quad , \quad 1 \quad b \text{ 가} \quad :$$

$$0.2 \quad b \quad 0.33.$$

7.

$$1 \quad , \quad 1 \quad c \text{ 가} \quad :$$

$$0.05 \quad c \quad 0.15.$$

8.

$$1 \quad , \quad 1 \quad a, b \quad c \text{ 가} \quad :$$

$$0.15 \quad a \quad 0.28;$$

$$0.2 \quad b \quad 0.33;$$

$$0.05 \quad c \quad 0.15;$$

$$0.5 \quad a + b + c \quad 0.69;$$

$$\frac{a}{a+b+c} \quad 0.23;$$

$$0.59 - \frac{0.528a}{a+b+c} - \frac{b}{a+b+c} \quad 0.7 - \frac{0.524a}{a+b+c} .$$

9.

$$1 \quad , \quad 1 \quad a, b \quad c \text{ 가} \quad :$$

$$0.16 \quad a \quad 0.28;$$

$$0.24 \quad b \quad 0.33;$$

$$0.07 \quad c \quad 0.15;$$

0.53 $a + b + c = 0.67$;

$\frac{a}{a+b+c} = 0.26$;

0.63 $-\frac{0.549a}{a+b+c} - \frac{b}{a+b+c} = 0.68 - \frac{0.529a}{a+b+c}$.

10.

1 , 1 a, b c 가 :

0.16 $a = 0.26$;

0.24 $b = 0.30$;

0.08 $c = 0.12$;

0.57 $a + b + c = 0.60$;

$\frac{a}{a+b+c} = 0.28$;

0.67 $-\frac{0.5975a}{a+b+c} - \frac{b}{a+b+c} = 0.67 - \frac{0.5352a}{a+b+c}$.

11.

1 , CuK X- X- , (2) :

$22.1 \pm 0.3^\circ$, $28.1 \pm 0.3^\circ$, $36.1 \pm 0.3^\circ$ $45.2 \pm 0.3^\circ$;

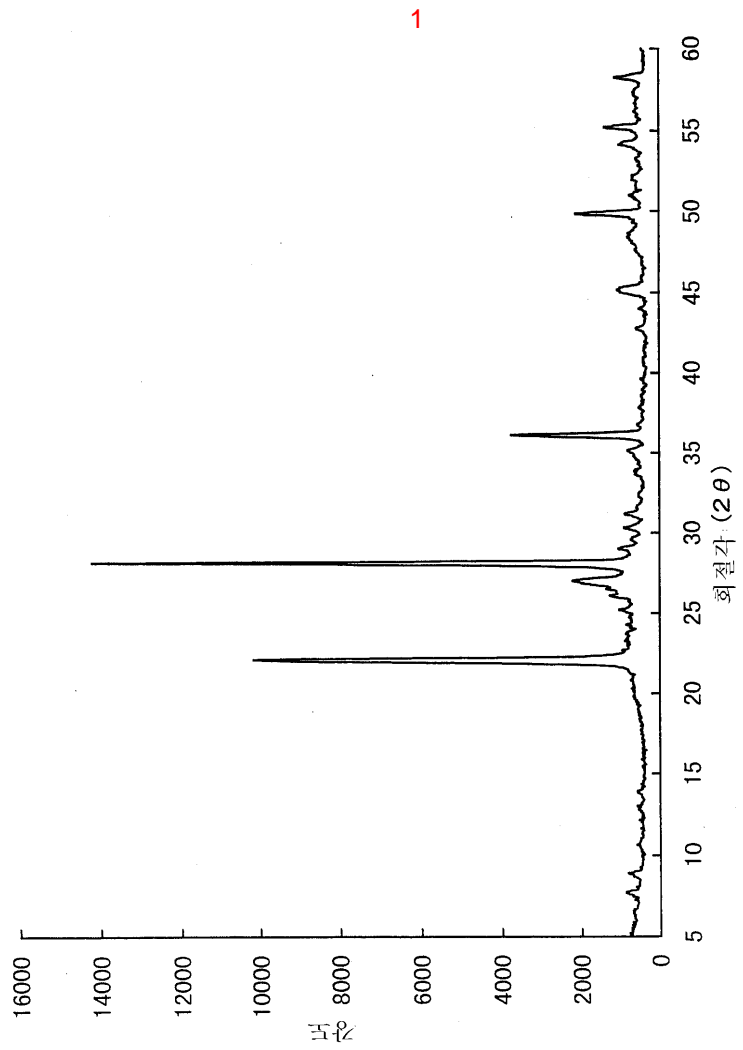
$7.8 \pm 0.3^\circ$, $8.9 \pm 0.3^\circ$, $22.1 \pm 0.3^\circ$, $27.1 \pm 0.3^\circ$, $35.2 \pm 0.3^\circ$ $45.2 \pm 0.3^\circ$;

$7.8 \pm 0.3^\circ$, $8.9 \pm 0.3^\circ$, $22.1 \pm 0.3^\circ$, $27.1 \pm 0.3^\circ$, $28.1 \pm 0.3^\circ$, $35.2 \pm 0.3^\circ$, $36.1 \pm 0.3^\circ$ $45.2 \pm 0.3^\circ$.

12.

1 , 가 , SiO₂ , SiO₂ 20 , 60 % .

13.



2

