

550

교안정수정발견자 연구

서 론

본 연구는 각종 수정발진자 제작에 소요되는 미완성수정편의 국내 생산을 위한 기반을 확립하기 위하여 인공원식에 대한 소요방위각의 산정과 방위측정기술 및 절단방법에 대한 기술연구에 목적을 두고 있다.

이 연구에서 X-Ray 에 의한 확도높은 방위측정은 미완성수정편의 절단까지의 공정에서 가장 중요한 것일 뿐 아니라 양호한 발진자의 제작을 결정지을 수 있는 중요한 요소이다.

수정원석으로 부터 X-tal blank 를 절출함에 앞서 사용온도 범위와 허용주파수범위의 결정은 수정편의 전기적특성의 양부를 좌우하므로 매우 중요한 것이다.

미완성 수정편을 만드는데 필요한 X-Ray 기기의 운영과 수정관계측에 대한 임의의 사양에 대한 방위측정기술에 대하여 연구 소개한다.

1. X-Ray technique

개 요

방위 측정에 대한 광학적 방법이 언제나 소망하는 정확도를 주지는 못한다. X-Ray 에 의한 방위 측정은 고정밀성을 갖고 있으므로 제조 공정의 어느 과정에 있어서는 편리하다.

X-Ray 공정은 분석의 복잡성에 의해 사용상 제한을 받는다.
Quartz를 대체적으로 방위 측정할 때는 측정은 1부내로 정확하게 확실하고 애매하지 않게 측정가능하며 보간이 필요없고 1부보다 적게되며 기술자세가 고도의 기술을 요구치 않으므로 X-Ray 기법은 크게 편리한 것이다.

회절현상 (Diffraction Phenomenon)

1) Crystal은 잘 정돈된 배열로 적은 동일한 Unit로 구성되어 있다. 이 Unit은 원자의 교차면인 것이다. (intersecting planes) 원자의 세가지 치수 모양형은 (격자를 말함) 격자간 상호간에 근사한 파장에 해당되는 전자파를 위해 세가지 치수의 회절 격자로서 동작한다.

그러므로 X-Ray가 X-TAL에 마주치면 광학 격자에 의해서 통상적으로 광선의 회절과 비슷한 현상이 일어난다. 일반적으로 파장은 1.539 Angstrom unit를 사용한다. (1 Angstrom unit는 1미리메타의 1,000만분의 일이며 빛의 파장 단위임) 이러한 적은 파장의 광선이 일정하게 정해진 각도로 원자 조직에 부딪치면 2차적 X-Ray 파장이 각 원자의 회절 중심 주위에 발생한다.

이들 중심은 틀린 격자면에 의해 형성되어 있고 각 원자면으로 나온 제2의 파 (Secondary wave)는 서로 간섭하면서 회절한다. 이들 파장이 동상일 때는 높고 180°이상이 버러지면 상쇄한다.

이 X-Ray 회절은 빛의 굴절과 똑같이 입사 Beam 과 반사 Beam 가 원자격자면에서 이루는 회절의 각과 동일하다는 것이 담았다.

반사라는 용어가 이같은 개념을 단일화 하기 위해 회절이란 말 대신 쓰여진다. 투사빔의 방향 및 반사 Beam 방향은 수정편 원자면의 상위성에 의해 각도를 가지고 있다.

이 각도를 통상 glancing angle 이라고 부른다. 수정편 표면은 여러 원자격자면을 가지고 있으며 이들은 참조축(Reference axes)에 교차하는 자리를 나타내는 여러 index 번호에 의해 식별 확인된다.

2) 빛의 반사와 다른 X-Ray 반사는 Braggs 법칙으로 알려진 다음 방정식(공식)에 의해 이해 할 수 있다.

$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

여기서 n은 회절의 차수를 나타내는 정수

λ ...사용한 X선의 파장(1.539 Angstrom)

d...원자 격자면간의 거리(Angstrom)

θ ... X선과 원자 격자면의 각(Bragg 각)에 있어서

설명하면 다음과 같다.

fig-1에 있어서 반사점 C에 대해 A → B → C 로 반사된 X선에 대해 A' → C 로 입사된 X선이 동위상이 되었다면 서로 합쳐져 강력한 X선이 되어 D 방향으로 되고 역위상인 경우 상쇄되어 반사 X선은 얻어지지 않는다.

λ, n, d 는 불변수이고 단지 θ 만이 변수이다.

X선은 결정 격자면에서 반사하므로 수정편의 판면을 회전시켜 반사 X선의 최대 각도를 구하면 이때 Bragg 법칙을 만족시키므로 입사 X선과 반사 X선의 보각은 2θ 를 이루고 있다.

따라서 원자격자면과 판면으로 이루는 각이 측정되며 원자격자지수부터 결정축에 대한 판면의 각도가 측정된다.

b. X-Ray 장치

X-Ray 장치는 아래와 같은 것으로 이루고 있다.

1) 좁고 알맞게 여과된 Beam 나 얇은 광속으로 제한된 고 유 과장으로 된 X선

2) 회절 광선을 측정하기 위한 검출실 (ionization Chamber)

X선은 일정한 gas 를 이온화하여 전류를 도전하여 일으킨다.

ionization chamber 는 본질적으로 전극을 지닌 gas 충전 금속 원통으로 이루어지고 있다.

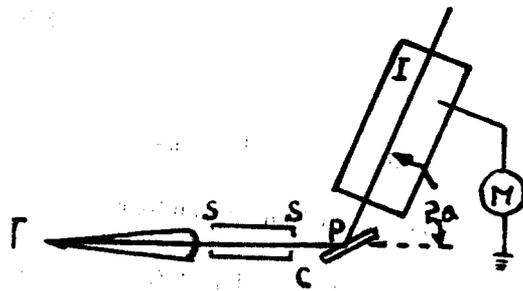
전압은 전극과 cylinder 사이에 유지되므로 gas 가 X선에 의해 이온화되면 양이온 및 음이온은 충전되어 있는 전극에 상대적으로 끌려간다.

출력 전류는 일반적으로 특수 진공관 증폭기에 붙어 있는 milliammeter 에 의해 지시된다.

Cylinder 에 사용되는 gas는 공기, 알콜, 메칠취화물 (Methyl bromide) 및 포세논 (Xe) 이다.

e. X-Ray Goniometer

6각과 반사의 강도는 여러가지 격자면에 따라 변경한다. 이 계수는 이들 격자면을 동일시하여 사용할 수 있다. 즉 알고 있는 원자 격자면과 수정편, 판면과의 각을 측정하므로 수정편의 방위 측정을 한다. (fig. 2)



- T - 강도 모양을 나타낸 진공관 타겟트
- SS - 좁은 빛만이 통과하는 슬릿도
- C - 수정편
- I - ionization chamber
- M - 이온화 전류를 측정하는 Meter

fig. 2

ionization chamber 는 입사 beam 가 2θ 의 각으로 위치하고 있다. 여기서 θ 는 사용되고 있는 원자격자면에 대한 Bragg 각으로 반사가 원자격자면에서 이루어지는 동안 움직이지 않는다. 그리고 수정편이 수직축 P (수정편 분면에 대한) 근처에서 원자격자면이 반사에 대한 고유각에 위치 하였을 때 ionization chamber 의 전류를 기록한다.

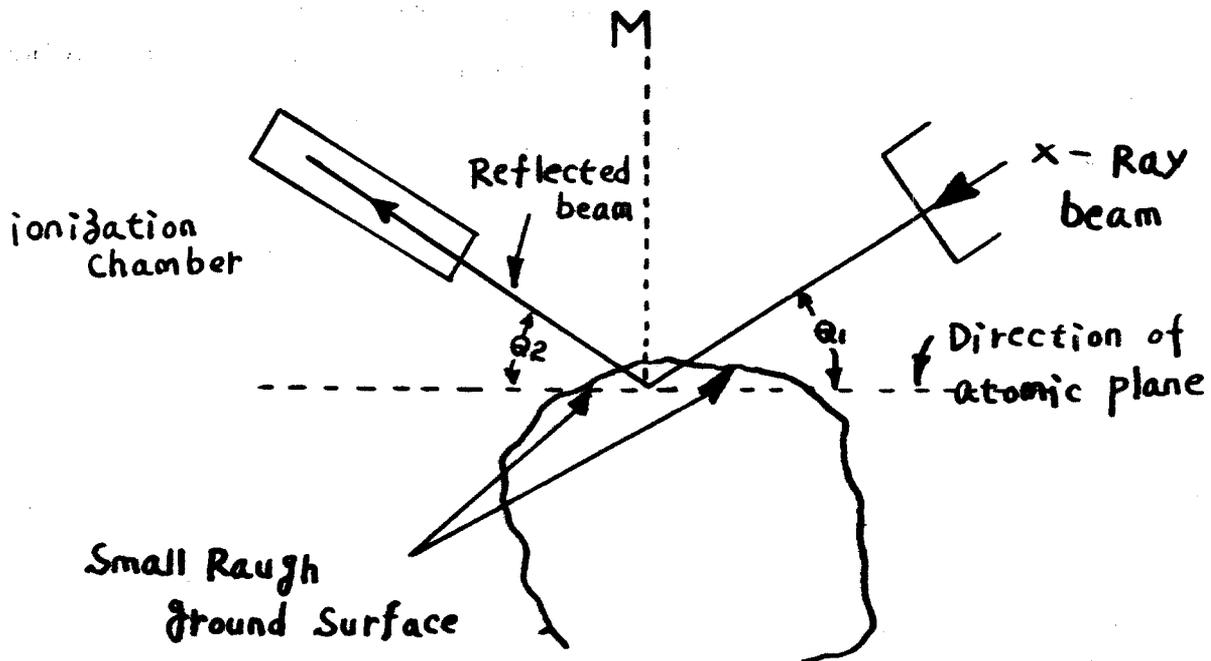


fig. 3

fig 3은 한 Sheet 격자면에 수직인 축에서 석영을 회전하였을 때 θ_1 각이 θ_2 로 증가와 감소됨을 나타낸 것이다. 이 두각이 같을 때에는 원자격자면은 입사 및 반사 X선 사이의 각을 2등분한 X선에 대해 같은 각을 갖게 된다.

1) 수정편판면과 평행인 원자격자면

X-TAL은 코일스포링에 의해 기준점 (reference Point)에 지지되어 있다. X-TAL 홀대는 수직축 P쪽으로 회전 가능하게 되어 있고 회전각은 눈금이 매겨진 scale로 읽을 수 있게 되었다.

입사각 (입사 Beam와 격자면 사이의 각)이 공식 $n\lambda = 2d \sin \theta$ 를 만족하는 것이라면 반사각 (Leaving angle) θ 로 된 반사 X선이 있게 된다.

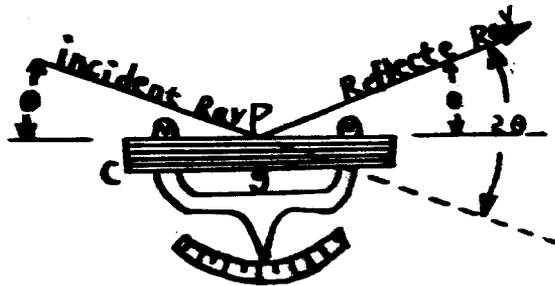


fig. 4

fig 4에서 보는 바와 같이 반사 X선은 최초로 X선의 향로 선에서 2θ 에 의해 벗어나 있게 된다.

X-TAL 이 X선을 반사할 때 X-TAL 은 기준점 (reference point) 상에 있는 그 자신의 격자면을 회전시키며 반사에는 변화를 주지 않는다.

2) 기계 격자면의 통상선에 있어 수정편

판면과 교차한 원자격자면

수정편 원자격자면에 대한 X-TAL 의 회전이 이온화전류 변화에 요인이 되지 않는다면 X-TAL 표면은 원자격자면과 평행이 이루어지지 않는다.

표면이 원자격자면에 Δ 각을 가졌을 때의 경우에 대해 fig. 5에 예시한다. 즉 이 교차는 이 면의 격자면에 정상적 상태에 있다.

X선 Beam 에 원자격자면간의 각이 θ 가 되게 하기 위해 Beam 와 Plate face 간의 각은 θ 가 되어야 한다. (한쪽은 Δ 이고 다른쪽은 $\theta + \Delta$ 이다)

2θ 의 편차는 이들 두각의 합이다. 그리하여 기기 격자면에 대한 규정한 선에서 원자 격자면이 Plate face 에 교차되게 하기 위해 ionization chamber 은 원자격자면과 Plate 표면 사이의 각에 개의치 않고 2θ 에 Set한다.

실질적인 X-선 방위 측정기술 「X-Ray goniometer」에 관한 상세한 내용은 따로 기술치 않겠다.

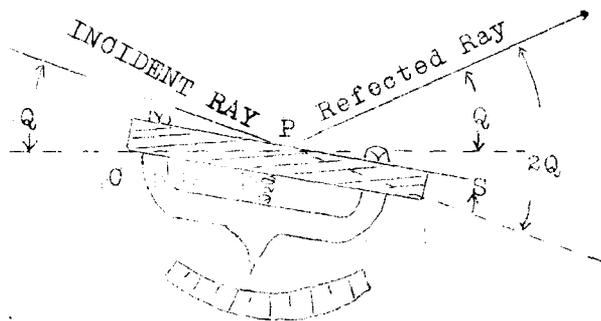


fig 5

2. 방위측정

개 요

압전기 효과를 지닌 수정판은 천연수정 또는 인공수정으로 부터 취출하기전에 수정의 관계축의 위치선정 형상 (좌수정 또는 우수정), X축의 전기적 극성 (Plus 또는 Minus)이 결정되지 않으면 안된다.

비록 워석이 울통 불통되어 있을지라도 상기 범위와 특성은 고정적으로 남아 있으며 워석내의 원자조직도 관계축에게 고정관계를 유지하고 있다.

이같은 특성과 방향이 정확하게 결정되지 않으면 안되는 이유는 아래와 같다.

즉 수정판의 물리적 전기적 특성은 방향, 방위측정, Shape (외양) 및 크기에 의해 크게 변화할뿐 아니라 수정판 자체의 특성에도 영향을 미친다.

예를 들면 전기적 Conductivity는 측정 방법에 따라 1에서 200까지 변화한다.

이외에 다른 몇개의 특성은 온도 전도율 (Thermal Conductivity)이 1에서 2까지, Linear thermal expansion이 1.75 - 1, Young's modulus가 1에서 1.6까지 Piezoelectric Constants가 0 ~ 1까지 dielectric Constant가 1 ~ 1.01, 굴절율이 1 ~ 1.006, Optical rotary power가 0에서 1까지 변화

한다.

Faced quartz 에 있어서 X축과 Z방위의 위치선정은 비교적 용이하다. 이들의 방향은 fig. 6에서 보는 바와 같이 m면상의 성장성이나 능형면의 교차점과 m면에 의해 간단히 표시된다.

이 두 cut는 X block을 생성하는데 있어서 X축에 수직방향으로, 그리고 X축의 양끝의 어느쪽에 대해 용이하게 시행할 수 있다.

그러나 Unfaced quartz의 방위측정 문제는 두가지 factor에 의해 까다롭다.

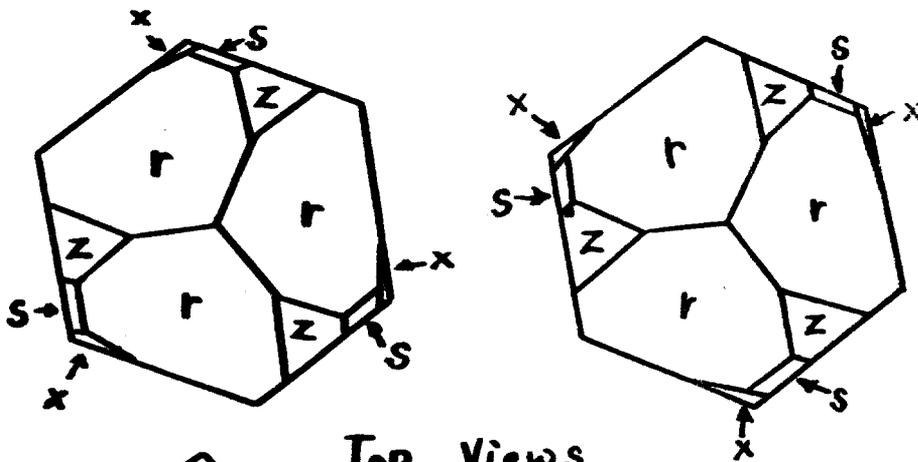
첫째 원석의 상태에서 조직의 방위 측정을 정확하게 하여 결정할 수 있을 만큼 원석의 덩어리가 크지 않다.

둘째로 원석의 한덩어리는 쌍정으로 되어 있다.

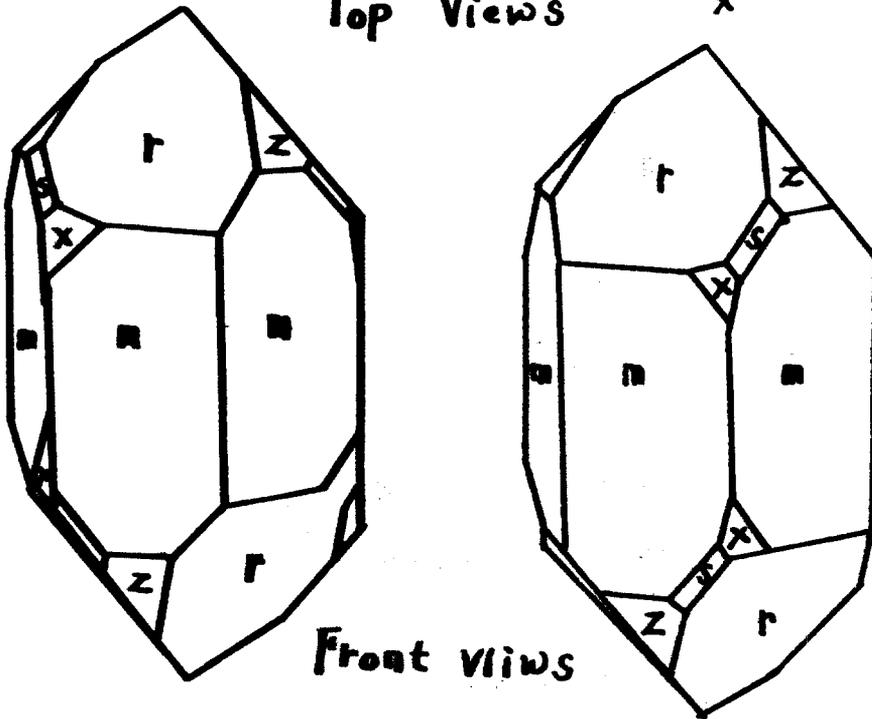
즉 그들은 동일한 방위를 가지고 있지 않다. 대체적으로 unfaced quartz의 조직에 대한 방위를 결정하는데 널리 사용되는 방법은 다음과 같다.

즉 광학효과 (birefringence & rotary power)에 의한 방법, 원자면에서의 X-Ray 반사에 의한것, 그리고 불소 용액내에서 수정판 표면의 etching 진행에 따른 etch-pits를 사용하는 방법이 있다.

특수한 경우에 사용되는 다른 방법으로는 예를 들어 Electrometer의 사용, 저항 주파수 온도계수의 시험, 분열현상 연마시 발생하는 극히 적은 부스러짐 상태, Oriascope 기기



Top views



Front views

fig. 6

장치의 사용등이 있다.

a. 광학적 방법

이 방법은 원적 조직의 어느 일정한 방향 즉 광축 또는 Z 축에 관계해서 수정원석의 방위측정을 결정 할 수가 있다. 그러므로 광학적 방법은 광축과 성장선이나 수정원석의 몸체과의 사이의 각을 결정하는데에 한정되어 있다.

광학적 쌍정은 이 방법에 의해서 검출 가능하다. 내부적인 광학적인 쌍정도 검출 가능하지만 위치하고 있는 값이에 관한 확정은 미제지인 것이다.

b. X-Ray 에 의한 방법

이 방법에 의해 시행하면 수정원석 몸체의 조직의 방위측정은 정확하게 그리고 완전하게 결정지을 수가 있다. 그전에 알려져 있는 내재적인 방위측정을 제하고는 이 방법은 분석의 복잡성으로 인해 응용에 제한이 있다.

일반적으로 쌍정은 원석 몸체의 표면 위에서 결정되지만 쌍정과 의 경계를 이루고 있는 표면을 탐색한다는 것은 가능성이 없는 것이다.

아울더 방위측정에 의한 각 Sense 는 X-Ray 에 의해 Positive 나 Negative로 얻어지지만 이 부분에 대한 완전한 결정은 공시품이 쌍정이 아니라는것 그리고 쌍정의 경계의 위치를

알지 않고서는 믿을수가 없다.

그러므로 방위측정에 대한 X-Ray의 확정은 통상적으로 대체적으로 알고 있는 방위의 수정 문제에 대한 정확한 방위측정을 결정하는 것에 한정되어 있다.

c. Etch 방법

이 방법은 후기의 방법에 의해 얻을 수 없는 정보를 취득키 위해 상기 a와 b의 방법과 관련해서 통상 사용한다.

Etch 방법은 대체적이고 실용적인 것으로 정확한 방위각을 얻을 수는 없으며 완전히 미지의 방위측정에 사용할 수도 없다. 그렇지만 대체적으로 알고 있는 방위에 대한 공시품 표현을 Etch 할 때는 통상 공시품의 완전한 방위 (sense 를 포함)를 확정 지을 수 있고 표면에 대한 전기적 광학적 상정의 검출이 가능하며 또 상정 경계의 위치를 정확하게 결정지을 수 있다.

2.1 광학적 방법

a. 개요

방위측정을 위한 광학적 방법은 수정 자체의 고유한 rotary power 와 birefringence 에 기초를 둔 것이고 또 수정 조직체의 간섭 현상에 기초를 둔 것이다. 그러므로 통상적인 광선 (Ordinary White Light) 의 Beam 편광 프리즘

(Polarizer)를 통과할 때는 불시에 나타난 방사선은 수정판 격자면내에서 진동을 하며 다른 파형 분석기(Analyzer)는 불시에 들어온 얼마간의 빛을 처음에 막게끔 그의 진송주축에 수직이 되게 위치하고 있다.

지금 빛의 Beam에 평행으로 수정판의 Z축이 형성되고 있는 수정 원석이 이들 두개의 Plate(편광 프리즘 파형분석기) 사이에 위치하면 편광광선(Polarized Light)는 두개의 Plate에 갑자기 방해를 받게된다. (birefringence effect 복굴절 효과)

그리고 이들은 투사빔(incident beam)에서 부터 떨어져 따로 따로의 Plane으로 되어 있다. (rotary-effect)

이들 방사선의 두 요소는 다른 속도로 동상으로 그리고 역상으로 합쳐 가면서 전송한다.

그리고 이 방법에 의해서 수정의 광학적 특성만이 이용되므로 광학적 방향만을 확정 할 수 있다. 그러므로 광학적 방법은 Z축과 단지 어느 평면에 대한 선의 표면과 사이의 각을 정하는데 사용함에 그친다.

광학쌍정은 이 방법에 의해 확정할 수 있으나 쌍정이 위치한 깊이는 내적으로 근사한 것을 찾는에 그친다. 이들 광학적 현상은 Polariscopes와 Conoscopes에 의해 시행 할 수가 있다.

b. Conoscope

conoscope 는 모인 광선을 사용한
Polariscope 의 특수형이다. 이의 모양과 구조를 fig. 7 에
나타낸다.

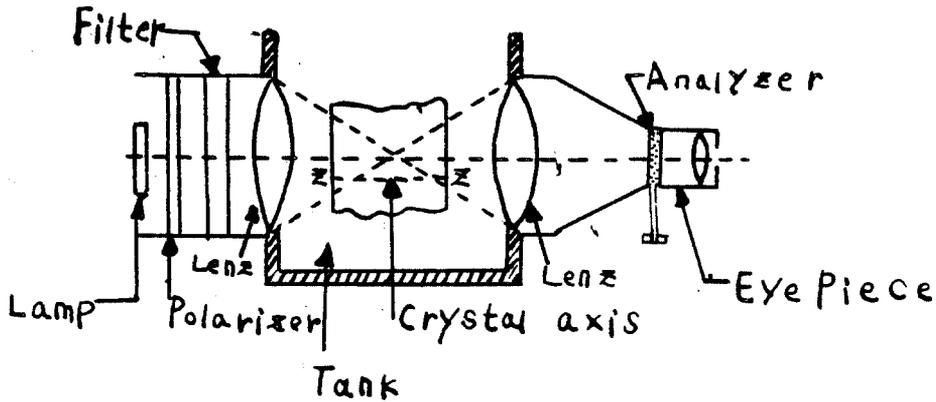


fig. 7

1) 수은 Lamp 에서 발하는 단색 광선은 Polarizer 를
통과한다. 이때 편광된 광선은 fig. 7 에서 보는 바와 같이
tank 중심을 정점으로 하여 원수형으로 광선을 모으는
Convex 렌즈를 통과한다.

다음에 광선은 제 2 Convex 렌즈에 저변을 남기게 하는 다른
원수형으로 확산된다. 이 렌즈는 광선을 Analyzer (분석기) 에
초점을 맞추게 하는 역할을 한다.

이 Analyzer 는 오로지 한 방향으로만 샤프트 (회전기) 에 의
해 회전될 수 있다.

Cross-hair 선을 가진 확대투시 장치는 기계의 끝에 붙어있다.

tank 는 대체로 수정편의 굴절율과 같은 동일한 굴절율을 가
진 기름으로 채워진다. (굴절계수 1.546)

2) 회전가능한 glass reference plate (fig. 8 참조) 가
tank 안에 준비되어 있고 기기의 전송주축에 대해 좌측각에 위
치하고 있다.

수정편은 이곳에 설치할 수 있게 되어 있고 확정되어진 것과
같이 수정편에 직접 reference line 이 표시되어 있다.

한편 수정편은 조절 가능한 Orienting Jig 에 끼어질 수 있고
Jig 는 Conoscope tank 내의 Reference edge 반대편에 위치하
고 있다.

방위측정후 수정편은 직접 Cutting Jig 에 옮겨진다. 동심원
으로 이루어지는 명암의 Ring 상이 확대투시 장치 (Viewer) 에
보여질 때까지 거치되어 있는 quartz 를 Conoscope 밑에 있는
핸들을 가지고 회전시킨다.

이들 동심원 (Conocentric ring) 이 Cross-hair filament

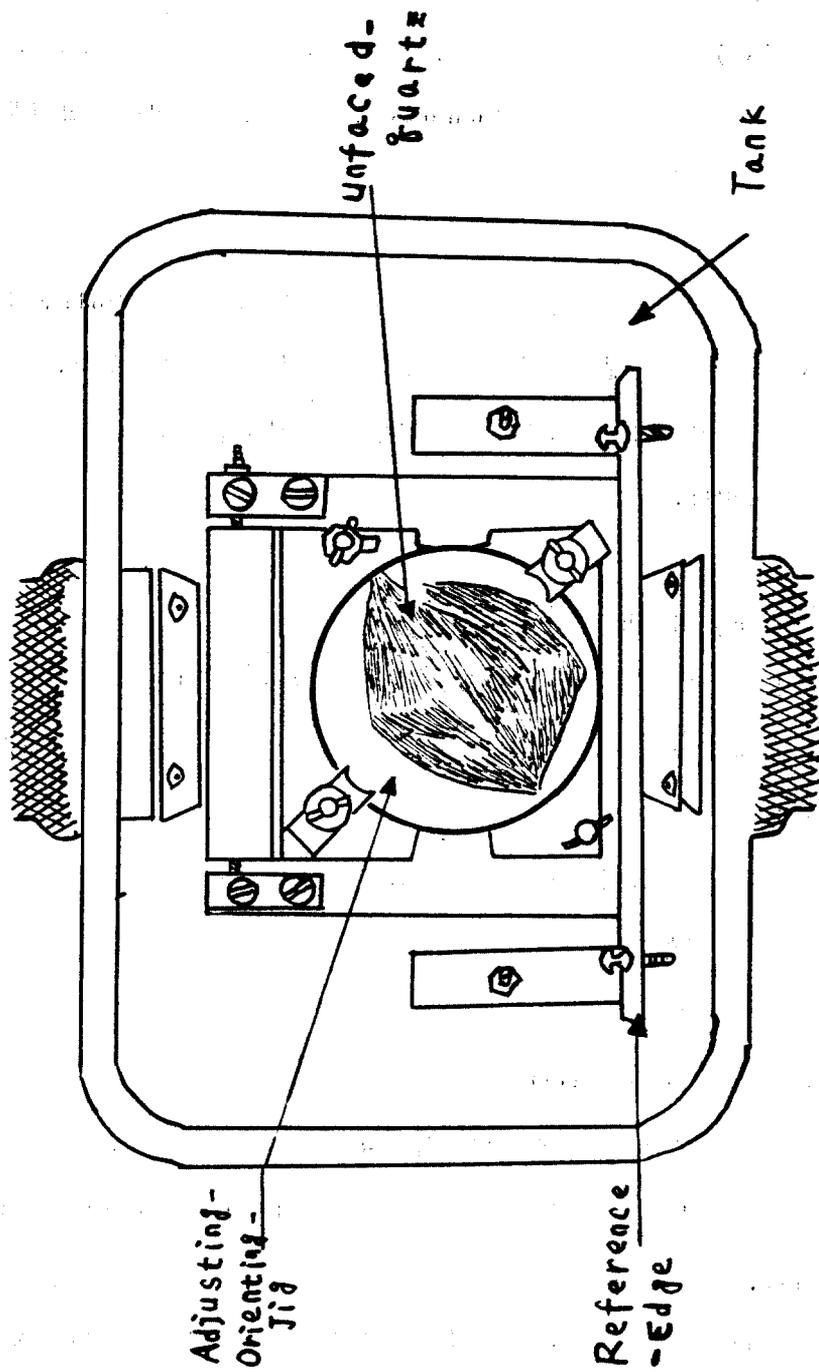


fig. 8

의 교차점에 있으면 수정편의 Z축은 기기의 전송축 (transmission axis)에 평행하게 된다. 이 방법은 대체적으로 1° 내로 정확하다. (광축 방향은 Conoscope 의 밑에 있는 확대투시 장치 치 다이알 눈금의 목록으로 알 수 있다)

3) 수정편의 외관명 (좌수정 혹은 우수정)은 Polaroid analyzer (편광 분석기)를 회전하여 결정할 수 있다. 동심원이 방사상으로 확산 또는 평창하면 공시품은 우수정이고 난축하면 좌수정이다.

3. X-Ray Check

원자격자면과 관련하여 Wafer 의 표면의 방위를 측정하기 위해 X-Ray 장치를 사용하여 처음 이루어진 조각이나 Wafer 를 검사한다.

이같이하여 광축에 상관하는 Wafer 의 정밀한 각도관계는 정확하게 측정 가능하다.

1) AT - cut Wafer

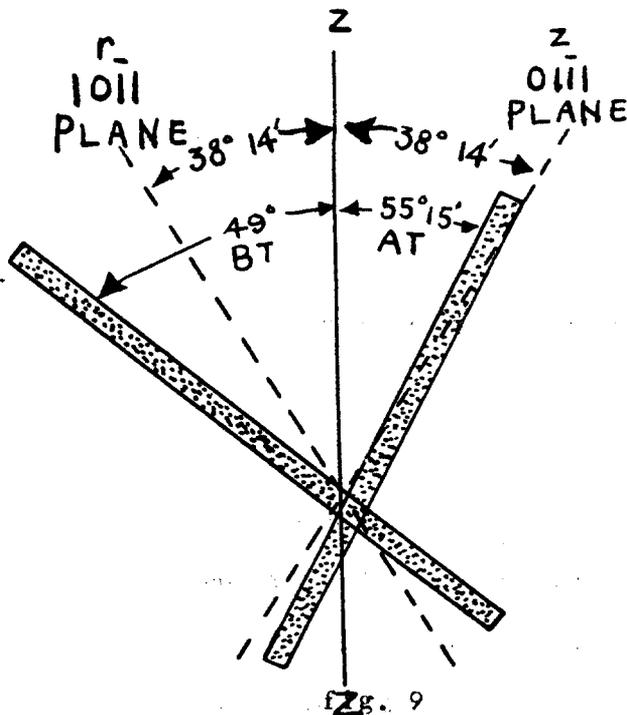
Z - Z' 에서 $35^\circ 15'$ 의 각은 가져야 한다. 이 Cut 의 확도를 Check 하기 위해 0111 의 Miller - Bravais index 를 사용한다.

이 Plane 는 모석의 Z 면에 평행이거나 적은 능면체에 평행

이고 광축과 $38^{\circ} 14'$ 의 각을 이루고 있다.

AT Wafer 가 정확하게 방위측정되어 있다면 원자격자면은 Cut Wafer 표면에 대해 $2^{\circ} 59'$ 의 각을 이루고 있다. BT-cut는 Miller - Bravais index 1011의 원자격자를 사용한다. 이 Plane 은 r면이나 모석의 큰 능면체가 평행이고 광축에 대해 $38^{\circ} 14'$ 의 각을 이루고 있다.

BT-cut 가 정확하게 방위측정되었다면 Z축 (Z-Z' 각)에 대해 49° 의 각을 이루고 있으며 Cut Wafer 표면은 원자격자면과 $10^{\circ} 46'$ 의 각도 관계를 지니고 있다.



2) X-Ray 장치를 사용하여 Wafer 표면에 대한 원자격자면의 각도관계를 측정한다. X축이 수직상태가 되도록 goniometer arm 에 Wafer 를 장치한다.

011 격자면을 위한 glancing angle (θ)은 $13^{\circ} 18'$ 이다. 원자격자면이 절단한 수정판면과 평행이라면 goniometer arm 이 $13^{\circ} 18'$ 에 정지되었을 때 최대의 지시가 나타날 것이다. 이때 격자면은 입사 및 반사 Beam 의 교점인 M선 수직을 이룬다.

(fig. 10 의 A)

이같은 수직관계는 Meter 의 최대의 지시를 얻기 위해 필요한 것이다. 그렇지만 Wafer 의 표면은 원자격자면에 대해 $2^{\circ} 59'$ 의 각도 관계를 가져야 한다. (fig. 10 의 B)

그러므로 goniometer arm 은 $16^{\circ} 17'$ ($13^{\circ} 11' + 2^{\circ} 59'$) 에 장치하여야 한다.

이렇게 되어 입사각과 반사각은 똑같아지며 원자격자면은 M선 (Meter 의 최대지시) 에 수직이 된다. X-Ray Beam 을 Wafer 표면에 고르게 쏘이게 하면서 Wafer 를 180° 로 역전시킨다.

(fig. 10 의 C)

원자격자면이 교선 M에 수직을 이룰때 입력 및 출력의 glancing angle 은 동일 할 것이다. 이같은 조건은 goniometer arm 가 $10^{\circ} 19'$ 에 정지되었을 때 달성된다.

이것은 Wafer 표면과 원자격자면의 각도인 $2^{\circ} 59'$ 이 모자락 $13^{\circ} 18' - 2^{\circ} 59'$ (즉 $13^{\circ} 18' - 2^{\circ} 59'$) 인 것이다.

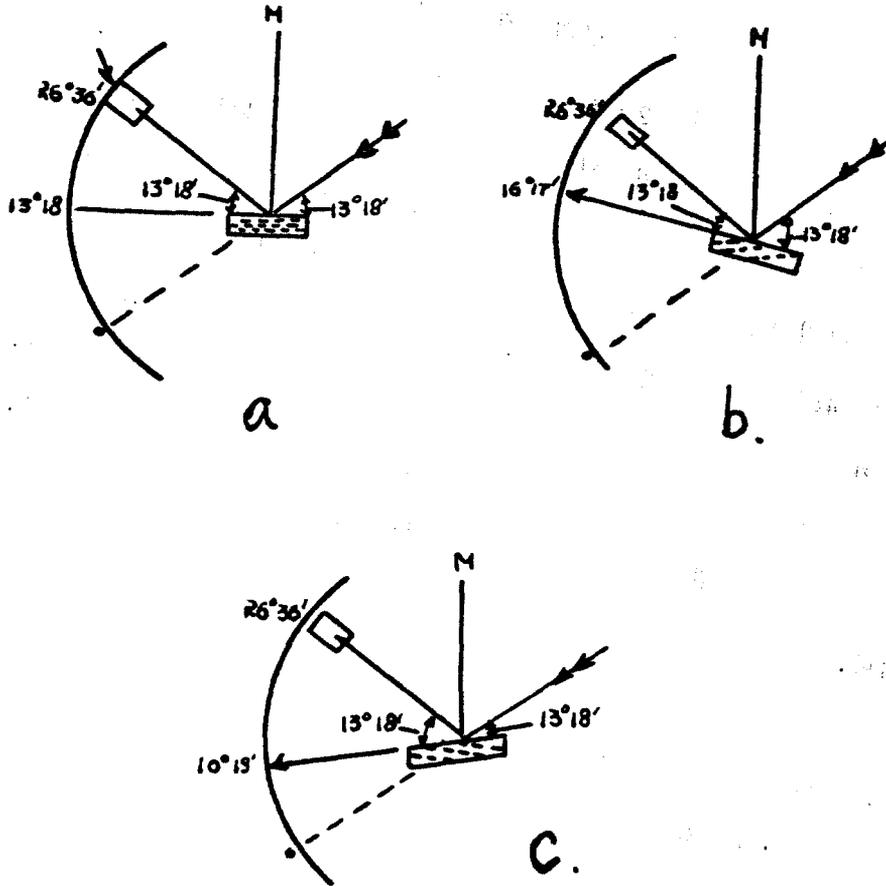


fig. 10

이리하여 Meter 의 최대 지시가 나타날 것이다. 따라서
 goniometer arm 의 총체적 편차는 $16^{\circ} 17' - 10^{\circ} 19' = 5^{\circ} 58'$
 이 된다.

Wafer 표면에 대한 원자격자면의 각도 관계는 격자면이 $5^{\circ} 58'$
 $1/2$ 각이나 표면에 대해 $2^{\circ} 59'$ 인 두자리에서 측정되어 진다.
BT - cut Wafer 를 만들기 위해 Z - Z' 각을 측정하기 위해서도
이와 동일한 편의 방법을 사용하면 된다.

1011 원자격자면은 Cut Wafer 의 표면에 대해 $49^{\circ} - 38^{\circ}$
 $14' = 10^{\circ} 46'$ 의 각도관계를 이루게 만든다. 지시 Meter 에
최대지시가 나타나는 두자리는 $24^{\circ} 04'$ 와 $2^{\circ} 32'$ 가 될 것이다.
그러므로 총체적 편의치는 $24^{\circ} 04' - 2^{\circ} 32' = 21^{\circ} 32'$ 가 된다.
판면과 원자격자면간의 각도 관계는 $21^{\circ} 32'$ 의 $1/2$ 이나 10°
 $46'$ 이다.

外
6

3) AT - Cut Wafer

총체적 편의가 $5^{\circ} 58'$ 보다 적다면 수정은 격자면의 각에
대해 대단히 밀접하게 째여져지며 따라서 Z - Z' 각은 축소되어짐에
틀림없다. 이때는 Sawtable 을 이 각도가 축소되어지는 방향
(Z 축 쪽으로)으로 회전시키면 된다.

총체적 편의치가 너무 크다면 수정은 광축이 너무 밀접하게 째
려진다.

그러므로 Saw - table 을 Z 축에서 멀어지는 방향으로(광축에
수직인 방향으로) 돌려 Z - Z' 각을 증가시키면 된다.

4) BT - Cut Wafer

이의 경우는 Wafer 의 표면이 1011 격자면의 외측이 되므로 상기 조건의 반대가 된다. 총체적 편이치가 대하면 절단은 원자격자면에 너무 밀접하게 이루어 진다.

이때는 Sawtable 을 광축에서 멀어지는 각도 방향으로 (Z 축에 대해 수직 방향으로) 회전 시켜서 Z - Z' 각을 증가시키면 된다. 총체적 편이치가 크면 수정은 광축에서 대단히 멀어지게 절단 된다.

그러므로 근본적으로 톱날 (Saw - blade) 이 광축에 평행이 되는 자리에 설치되는 방향으로 Saw-Table 을 회전시켜 Z - Z' 각을 축소시키면 된다.

이같이 하여 소망하는 교정치 (도 또는 분) 은 쉽사리 산정되어 여러 경우에 있어서의 편이량을 알 수 있다.

Saw - Table 은 회전시켰을 때의 각도를 측정키 위한 눈금 (Scale) 을 가지고 있으므로 어떠한 편이를 정할 필요가 있을 때는 Saw - Table 을 회전시키면 된다.

5) 정확한 방위를 시시로 측정하면서 X block 으로 부터 Wafer 를 추출하여야 한다. 방위 측정이 Wafer 공정중에 변화하지 않았나를 정확하게 확인하기 위해 매 네번째나 다섯번째의 Wafer 에 대한 방위 측정을 시행하여야 한다. 이 공전후 사염화탄소 (Carbon Tetrachloride) 을 가지고 Wafer 를 깨끗이 씻는다.

그리고 48% 불화수소산 용액 (48% - Solution of hvdr
ofluoric acid) 내에서 Wafer 을 holder 에 달아매서 부식
(또는 이불화암모니아 포화 용액에서 8 시간 ~ 12 시간) 시키면 소망
하는 수정편의 생성이 끝나게 된다.

4. 결 론

본 연구에서 AT BT 절단각을 위한 방위측정방법을 습득되었으
나 당소에 거치되어 있는 X선회절장치는 미지물질의 회절상과 기지
물질의 회절상과의 비교에 의해 행할 수 있는 정성분석방법에 사용
하기에는 유익하나 단결정 Cut 면의 측정 목적에는 적당하지 않았
다.

따라서 당소에 거치되어 있는 X-Ray 장치의 시료지지대부에
특수 Attachment 를 외부하게 되면 소망하는 각종 절단각의 검
사 및 측정이 가능함을 믿으며 연구보고를 끝맺고저 한다.