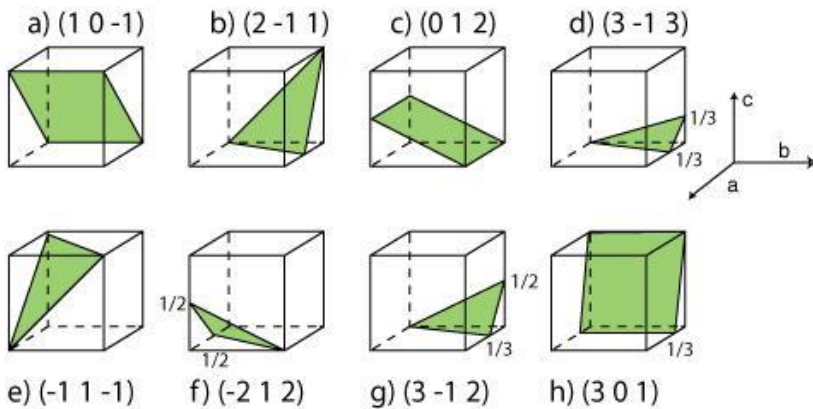


Miller indices는 결정학에서 결정 구조 속 특정한 면을 지칭하기 위해 사용하는 표현법이다. 세 개의 축을 가지고 있는 결정계에서 단위구조의 특정한 면은 Miller indices로 특정될 수 있으며 기호로 (hkl) 로 나타낸다. h, k, l 은 다음 규칙에 따라서 결정된다.

- (1) 먼저 unit cell에서 특정한 지점을 원점으로 삼는다.
- (2) 원점을 기준으로 lattice parameter의 순서에 따라 세 축을 정한다.
- (3) 표현하고자 하는 plane이 세 축과 어디서 만나는지 혹은 평행한지를 확인한다.
plane이 지정한 원점을 지나지 않는 경우 그 plane과 만나지 않는 다른 지점에 원점을 다시 지정하거나, plane과 평행하면서 원점에서 같은 거리를 가지며 원점을 지나지 않는 plane을 설정해서 그 plane에 대해 구한다.
- (4) 세 축과 만나는 경우 축과 만나는 지점을 lattice parameter a, b, c 에 대해 비율로 나타낸다.
축과 만나지 않는 경우 무한대의 지점에서 만나는 것으로 한다.
- (5) (4)에서 구한 각 숫자의 역수를 구한다. 무한대의 경우 역수를 0으로 한다.
- (6) 세 숫자에 공통된 수를 곱하거나 나누어서 정수의 집합으로 만든다.
- (7) (6)에서 구한 정수들을 parenthesis, $()$, 속에 축의 순서대로 써넣는다. 값이 $(-)$ 인 경우에는 해당 숫자 위에 bar로 표시한다. 이것이 Miller indices (hkl) 이다. figure1은 Miller indices로 표현한 결정면들을 보여주고 있다[1].

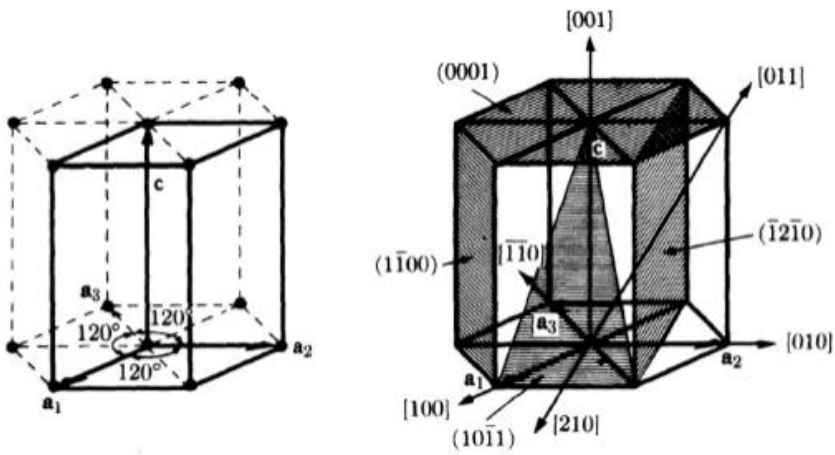


[Figure 1. Miller indices of orthorhombic crystal]

Miller indices는 다음과 같은 특징을 가진다.

- (1) 원점에서 같은 거리를 가지면서 평행한 plane들은 서로 동등한 것으로 보고 같은 Miller indices를 가진다.
- (2) Miller indices의 부호를 반대로 하면, 원래 plane과 동등하고, 원점에서 같은 거리에 위치하지만 반대방향에 위치한 plane을 나타내게 된다.
- (3) $a=b=c$ 이고, 각 축 사이의 각도가 90° 인 cubic 결정구조에서는 (hkl) plane이 방향벡터 $[hkl]$ 에 수직이다.

Hexagonal crystal의 경우에는 4개의 축을 이용하는 Miller-Bravais indices를 사용해서 표현한다. 4개의 축은 120° 의 사이각을 가지는 3개의 축과, 3개의 축이 이루는 plane에 수직인 1개의 축으로 이루어져 있다. 4개의 축을 사용한다는 점을 제외하면 앞에서 제시한 방법을 그대로 적용해서 Miller-Bravais indices $(hkil)$ 를 구할 수 있다. 여기서 $i = -(h+k)$ 임으로 (hkl) 로 간단하게 표현하는 경우도 있다.



[Figure2. some planes of hexagonal crystal][2]

참고 문헌

[1] EDUCATION BLOG, Salient features of miller indices of crystal planes,

"<http://www.smartway2study.com/2016/03/salient-features-of-miller-indices-of.html>", 2017/09/25

[2] <http://rumahabi.info>, hexagonal unit cell planes, "<http://rumahabi.info/hexagonal-unit-cell-planes>", 2017/09/25

[3] W. D. Callister; D. G. Rethwisch, Material Science and Engineering An Introduction, wiley, 2009, 64-68