

### [01~04] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

형상 기억 효과란 물질이 특정한 온도에서의 형상을 기억하고 있어서, 힘을 가해 전혀 다른 형상으로 변형시킨 후 이를 다시 특정한 온도로 가열하면 본래의 형상으로 돌아가는 현상이다. 이와 같은 형상 기억 효과를 나타내는 물질로는 형상 기억 합금이 있다.

금속은 탄성 한계를 가지고 있다. 탄성 한계보다 작은 힘을 받아 일어난 변형의 경우, 그 가해진 힘을 없애면 본래의 형상으로 되돌아간다. 이것을 탄성 변형이라 한다. 그러나 탄성 한계보다 큰 힘을 가하면 가했던 힘을 없애도 본래의 형상으로 돌아가지 않는 소성 변형이 일어난다. 그런데 형상 기억 합금은 외전상으로 소성 변형된 다음에도 다시 가열하면 본래의 형상으로 되돌아간다.

형상 기억 합금이 이러한 성질을 갖는 것은 온도에 따라 결정 구조가 변하기 때문이다. 금속은 원자의 가장 바깥쪽에 있는 자유 전자가 어느 한 원자에 속하지 않고 원자들 사이를 자유롭게 이동하면서 원자들을 결합하는 ‘금속 결합’을 한다. 그러나 외부의 힘에 의해 형태가 변형되면 원래 있던 금속 결합이 풀린 후 내부의 원자가 이동하면서 새로운 결합이 생성되어 그 변형된 형태가 고정된다. 합금은 하나의 금속에 성질이 다른 금속이나 원소를 섞어서 만든 것으로, 원래의 금속이 지닐 수 없는 성질을 갖는다. 대부분의 금속 합금은 어느 정도 온도가 변해도 크게 영향을 받지 않는 결정 구조를 가지고 있다. 열을 가해 주면 단지 그 성분 원자가 더 빠르게 진동해서 힘이 가해질 때 형태가 변화되기는 하지만 결정 구조가 변하지는 않는다.

반면에 형상 기억 합금은 온도에 따라 결정 구조가 바뀐다. 즉 온도가 변화함에 따라 하나의 결정 구조가 다른 결정 구조로 바뀌게 된다. 이런 변화가 일어나는 온도를 임계 온도라고 하며 임계 온도는 합금마다 다르다. 예를 들어 니티놀은 니켈과 타이타늄을 동일한 비율로 섞어 만든 합금으로, 고온에서는 오스테나이트라는 구조로 되어 있으나 저온에서는 일부의 원자가 조금씩 움직여 전체의 구조가 느슨한 마텐자이트라고 하는 결정 구조로 변한다. 마텐자이트 결정 구조는 외부에서 힘을 가하면 원자 결합이 파손되지 않고 제한된 변형이 일어난다. 이 마텐자이트 구조에 열을 가하면 마텐자이트 구조가 변형되었는지에 상관없이 원래의 오스테나이트 구조가 복구되며 원래의 형상으로 회복된다.

형상 기억 합금은 단방향성 또는 양방향성의 두 가지 기억 방식을 갖는다. 니티놀과 같은 단방향 형상 기억 합금은 임의의 형상을 기억하고 있는 합금을 냉각하여 저온에서 형상을 변화시킨 후 일정한 온도 이상으로 가열하면 본래의 형상으로 회복된다. 이것을 다시 저온으로 해도 온도를 올리기 전의 변형된 모양으로 돌아가지는 않는다. 이와 달리 양방향 형상 기억 합금은 고온에서의 형상과 온도를 올리기 전 저온에서의 형상을 동시에 기억한다. 즉 가열과 냉각을 통해 두 형상이 반복되는 가역적인 동작이 가능하다. 양방향 형상 기억 효과는 편리하고 사용이 용이할 것 같지만 양방향성의 동작 특성을 얻으려면 합금에 특수한 열처리를 하는 등 공정상의 어려움이 있어 많이 사용되지 않고 있다.

9002-0106

01 **윗글에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?**

- ① 금속에 다른 원소를 섞은 것은 합금이다.
- ② 금속 안에는 원자 사이를 이동하는 자유 전자가 있다.
- ③ 금속에 탄성 변형이 일어나면 본래의 형상으로 돌아가지 않는다.
- ④ 금속에 탄성 한계를 넘는 힘을 가해 형태를 변화시키면 소성 변형이 일어난다.
- ⑤ 금속과 금속을 결합하여 만든 합금도 원래의 금속과 다른 성질을 가질 수 있다.

9002-0107

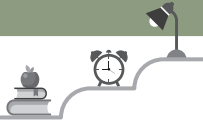
02 **윗글을 바탕으로 할 때, 형상 기억 합금인 [니티놀]의 특징으로 적절한 것은?**

- ① 니켈과 타이타늄을 1:2의 비율로 혼합하여 만든다.
- ② 탄성 한계 이내의 힘이 가해져야만 본래의 형태로 돌아갈 수 있다.
- ③ 고온 상태에서 냉각되면 원자가 강하게 결합된 결정 구조로 바뀐다.
- ④ 저온 상태에서 외부에서 힘을 가하면 다른 형태로 변형시킬 수 있다.
- ⑤ 결정 구조의 변화가 일어나는 임계 온도는 가해지는 힘에 따라 다르다.

9002-0108

03 **윗글을 근거로 다음 중, 형상 기억 합금의 응용으로 적절하지 않은 것은?**

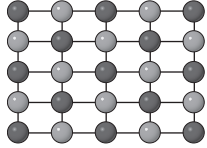
- ① 온도가 낮을 때도 사람이 착용하면 성에가 끼지 않는 스키 안경
- ② 세탁 시 구겨져도 피부에 닿으면 처음의 모양으로 돌아오는 속옷
- ③ 잘못 보관하여 휘거나 구부러져도 적은 열로도 본래의 모양으로 돌아가는 안경테
- ④ 사용하는 사람의 손 모양을 기억하고 있다가 그 사람이 사용할 때 손의 체온에 의해 가장 사용하기 편한 모양으로 변하는 마우스
- ⑤ 끝이 모아져 있는 상태에서 흔들리는 치아의 양측에 끼워 넣은 후 열을 가하면 처음처럼 끝이 둘로 벌어져 치아를 고정해 주는 치아 고정용 스프링



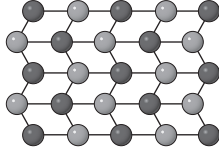
9002-0109

**04** 윗글을 근거로, <보기>에 대해 이해한 것으로 적절하지 않은 것은?

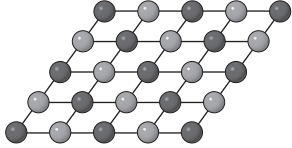
보기



Ⓐ 오스테나이트



Ⓑ 마텐자이트



Ⓒ 마텐자이트

Ⓐ~Ⓒ는 형상 기억 합금인 니티놀의 결정 구조를 2차원으로 나타낸 것으로, Ⓒ는 외부에서 힘을 가해 형태가 변형된 상태이다.  
(단, 온도와 힘 이외에 형상에 영향을 주는 외부 요인은 없다고 가정한다.)

- ① Ⓐ와 Ⓒ는 결정 구조가 동일하지 않군.
- ② Ⓑ와 Ⓒ는 모두 저온 상태의 결정 구조를 보여 주는군.
- ③ Ⓑ의 결정 구조를 갖는 물질을 가열하면 Ⓐ의 결정 구조로 회복되겠군.
- ④ Ⓒ의 결정 구조를 갖는 물질을 가열하면 Ⓐ의 결정 구조로 회복되겠군.
- ⑤ Ⓒ의 결정 구조를 갖는 물질을 가열한 후 다시 냉각하면 Ⓒ의 결정 구조로 회복되겠군.

