



정전기(정전하)란?

1. 개요

정전기의 영어 표현은 사전적 용어로는 static electricity, 전문 용어로는 electrostatic이 주로 사용된다. 간단히 static이라고도 한다. 정전기의 유사한 용어로 주로 정전하(electrostatic charge)가, 그리고 간단히 전하(electric charge 또는 charge)로 쓰인다. 같은 의미로 마찰전기(troboelectricity 또는 frictional electricity)가 활용되기도 한다.

용어, '정전기', 곧 '정전하'에 대한 표준 문서의 정의는 정지 상태의 전하(electric charge at rest)이다. 정전기는 종종 절연체 또는 접지되지 않은 전도체상에 정지해 있는 전하의 거동으로 정의된다. 그럼에도 불구하고 정전기학(electrostatics)의 중요한 부분은 전하가 스스로 생성하는 전기장의 작용 하에서 전하를 분산하고 중화하고 전기장을 감소시키는 전하의 이동을 다룬다.

2. 정전기 현상의 구분

정전기 현상은 다음과 같이 구분될 수 있다.

- 1) 정전기 인력(ESA : electrostatic attraction)
- 2) 정전기 반발력(ESR : electrostatic repulsion)
- 3) 정전기 방전(ESD : electrostatic discharge)

정전기 현상은 전하의 불균형으로부터 나타내 보이는 현상이다. 먼저 전하에 대한 설명을 해보기로 하자. 전하는 근처에 다른 전기적으로 대전된 물체에서 힘을 겪게 되는 물체의 물리적 특성을 말한다. 전하는 양극성(positive)과 음극성(negative)로 불리는 두 가지 형태가 있고, 같은 극성끼리는 반발력을, 다른 극성끼리는 인력을 겪게 된다. 양극성 전하는 물질의 기본 단위인 원자의 핵에 있는 양성자의 수를 말하고, 음극성 전하는 핵 주위 궤도에 있는 전자의 수를 말한다. 자연 상태에서 모든 물체는 양성자와 전자 간에 그 수가 같은 균형을 꾀한다. 그러나 정전기 발생 메커니즘인 접촉과 분리로부터 이런 균형이 깨지면 우리가 느끼거나 볼 수 있는 정전기 현상이 나타나고, 이것은 곧 물체를 구성하는 원자나 분자가 양성자와 전자 간에 수량 차이가 발생하여 나타난 현상이고, 이런 현상을 대전(electrification 또는 charging) 현상이라고 한다.

(다음 쪽에 계속)



정전기(정전하)란?

(앞 쪽으로부터 계속)

대전 현상은 고체를 예로 들자면, 물질의 기본 단위인 원자의 핵에 있는 양성자가 움직이는 것이 아니라 전자가 이동하여 나타나게 되는데, 원소주기율표 상 원자번호가 커짐에 따라 전자들은 양파와 같은 껍질 층을 구성하게 되고 맨 바깥 껍질에 있는 전자들의 수에 따라 두 재료 간 접촉과 분리, 즉 마찰 << 박리로부터 전자들이 이동해 전자가 이탈된 물질은 양성자에 비해 전자의 수가 부족해 양극성 대전 현상을 보이고, 이탈된 전하를 얻은 물질은 전자의 수가 많아 음극성 대전 현상을 보인다. 이런 현상은 전자의 구속력 정도에 따라 결정되는데, 예를 들면, 바깥 껍질의 전자 수가 외톨이면 버리기 쉽고 (대개 8 개에서) 하나 부족하면 채워 완전해지려는 성향이 있게 되는데, 채우려는 성향이 곧 전자에 대한 구속력이 강하다고 할 수 있겠다. 이렇듯 원래 맨 바깥 껍질의 전자 수가 불안정한 상태에 있는 물질은 대전되기 쉬운 물질이 되겠다. 이런 성향은 흔히 마찰전기 서열로 이해를 구하게 되고, 말하자면 일함수(work function)나 전기음극도(electronegativity)가 클수록 전자에 대한 구속력이 강해져 주로 음극성으로 대전되는 경향이 있고, 작을수록 양극성으로 대전되는 경향이 있다 하겠다. 또한 유전율(permittivity)이 클수록, 또는 전기양극성(electropositivit)가 클수록 양극성으로, 작을수록 음극성으로 대전되는 경향이 있다고 할 수도 있겠다. 어쨌든 움직이는 곳에는 정전기가 발생한다고 생각하면 되겠다. 눈을 뜨고 감아도, 가만 있어도 땀구멍의 움직임으로도 정전기는 발생하는데 너무 미약해서 알기 어려울 뿐이다.

비유 설명하자면, 정전기 세계나 자기 세계는 이성 교제한다고 할 수 있겠다. 그러나 자기는 N극과 S극이 항상 쌍으로 노닐고 홀로 남은 홀극(monopole)이 아직 발견되지 않았다. 반면에 정전기는 홀극이 있는 셈이다.

전하의 SI 단위는 쿨롬(C : coulomb)이고 전기 공학에서는 A·처럼 Ah(ampere-hour)를 흔히 사용하기도 한다. 전하는 공간적인 방향에는 무관계한 것이므로 스칼라량이다. 대전된 물체들이 어떻게 상호작용하는가에 대한 연구는 양자 효과(quantum effect)가 무시될 수 있는 한에 있어서 정확한 고전적인 전기 역학이다.

전하는 원자 내 일부 입자들의 근본적인 보존 특성이고 그것들의 전기자기 상호작용을 결정한다. 전기적으로 대전된 물체는 전기자기장에 의해 영향을 받고 전기자기장을 발생시킨다. 움직이는 전하와 전기자기장 간에 상호작용은 전기자기력의 원천이고 네 가지 근본적인 힘들 중의 하나이다.

(다음 쪽에 계속)



정전기(정전하)란?

(앞 쪽으로부터 계속)

3. 정전기 방전(ESD : electrostatic discharge)

ESD에 대한 ESD ADV1.0 : 2014의 정의는 다음과 같다. :

“높은 정전기장에 의해 유도된 정전하의 급속하고 자발적인 이동이다.

주 : 보통 전하는 다른 정전위에 있는 두 물체 간에 서로 접근함에 따라 불꽃(spark)을 통해 흐른다.

전하 이동률과 같은 그런 프로세스의 상세한 내용은 특정 ESD 모델에서 기술된다.”

정전기 방전 현상은 여러 가지가 있으나 일상적인 경험에 대해 서술하면 인체를 포함하여 전위차가 있는 두 도체 간에 접촉 또는 근접을 통해 급속 방전한다. 겨울철에 다른 사람과 악수할 때이나 금속 손잡이를 잡을 때, 접촉 시 또는 접촉 직전에 전격을 느끼는 경험이 있을 것이다. 일단 두 도체 간 방전 현상이 일어나면 두 도체는 등전위를 이룰 것이다. (그러나 두 도체 간 전하량은 각각의 전기용량에 따라 다르다 ; $Q = CV$)

산업체에서 수행되고 있는 정전기 제어는 주로 예방책이다. “대전이 없으면 방전이 없다(No Charge, No discharge)”는 격언처럼 두 단계의 제어책들이 시행되고 있다. 먼저 허용할 수 없는 수준의 대전 현상을 감시하여 제어하고, 그런 다음 연속 프로세스에서 어쩔 수 없이 높게 대전되는 경우, 방전을 제어하게 된다. 자세한 내용은 여기서는 생략하기로 한다.

반도체, 전자 부품, 조립품 등을 취급하는 작업장은 100 V 미만의 정전위로, 화재·폭발 위험 분위기 작업장에서는 500 V 수준으로 제어 및 관리를 요구할 수도 있다. 그러나 일상생활에서는 대개 3,000 V 미만이면 전격을 느끼지 못한다. 따라서 일상생활의 정전기 방전은 피부가 느끼는 불쾌감 정도이나 반도체 등은 인체가 느끼지 못하는 수준에서 피해를 입고, 가연성·폭발성 물질은 화재나 폭발을 일으킬 수 있다.

정전기 현상은 제어되어야 하는 분야가 있는 반면, 활용하는 분야도 있다. 복사기, 도장, 인쇄기, 분류기, 식모(flocking), 1회용 라이터와 그릴 버너의 점화, 콘택즈 렌즈 등 다양한 분야에서 이용하기도 한다.

- ESDTECH -