

반도체 회로를 이용한 정전기제거에 관한 연구

A Study On The Control Techniques Of Electro-Static Discharges Using Semiconductor Circuits

오 흥 재¹⁾, 박 기 주²⁾, 김 병 인²⁾, 김남오³⁾, 김 형 곤³⁾, 김 덕 태⁴⁾

H. J. OH, K. J. PARK, B. I. KIM, N.O KIM, H. G. KIM, D. T. KIM

Abstract

Static electricity is an everyday phenomenon. There can be few of us who have not experienced a static shock after sliding across a car seat. Other static nuisance effects include the cling of some fabrics to the body, the sticking of a plastic document cover, or the attraction of dust to a TV or computer screen. However, static electricity has been a serious industrial problem. The age of electronics brought with it new problems associated with static electricity and electrostatic discharge. And, as electronic devices became faster and smaller, their sensitivity to ESD increased.

In this work, We are study on the control technique of electro-static discharges using semiconductor circuits. Our circuits are prevented well to electrostatic shock or damages from triboelectric charging in cars everyday life.

Key Word: Electro Static Discharge, Triboelectric Charging, Separation and Rubbing

1. 서론

산업사회의 급속한 발달에 따라 예기치 못한 각종 재해가 발생한다. 특히 E.S.D(Electro Static Discharge: 정전기 방전)에 의한 사고는 원인불명으로 귀결되는 경우가 많이 있다. 위험요인의 하나인 정전기는 산업현장 뿐만 아니라 일상생활에서도 흔히 발생되며 또한 직접 감지되는 경우도 많지만 정전기의 발생여부 및 발생과정 대전전하량 등 대전상태를 확실히 파악할 수 없기 때문에 정전기에 의한 위험에 어느 정도 노출되어 있는지 파악하기 어렵다. 또한 정전기 제거장치의 동작 여부 및 제거정도를 알기 힘들며 정확한 정전기발생 정보나 제거완료 신호장치 등이 마련되어 있지 않다. 따라서 정전기의 발생방지를 위한 근본적인 대책의 마련은 상당히 어려운 문제이다.¹⁾

산업계의 정전기방전에 따른 인적, 물적 피해정도는 상당히 심각하다. 실제로 정전기에 의하여 화학섬유가 서로 달라붙거나 반발하여 손상되고, 전자부품산업 특히 반도체제조공정에서는 정전기 방

진이 전자부품의 산화피막에 심각한 영향을 주어 부품의 품질저하와 열화, 파손, 파열, 변화 등의 원인이 되고 있다. 화공관련산업에서도 인화성의 도료나 용제를 사용하고 있는 위험구역의 정전기는 화재 및 폭발을 일으킬 수 있으며 또한 광학산업에서는 정전기에 의한 제품의 오염이 심각한 문제로 되어있다. 특히, 제품의 품질관리, 안전, 보관, 운반 등 모든 분야에서 그 대책이 절실히 요구되고 있다. 따라서 산업시설에서는 제품의 정전기방전에 따른 피해를 방지, 경감시키기 위하여 정전기 예방, 제거를 위한 신기술들이 보급되고 있다.

정전기가 실제 우리 생활에 미치는 영향에 대해서는 잘 알려져 있지 않지만 제어되지 않은 정전기는 건조한 날씨에 문 손잡이나 다른 금속물체를 접촉할 때의 스파크, 그리고 의복이 서로 붙고 하는 현상 등으로 우리의 생활주위에 항상 존재한다. 4KV미만의 정전기는 색깔이나 냄새, 맛이 없어 인체에 아무런 느낌도 주지 않으며, 4KV정도로 대전된 작업자가 도체에 접촉하면 스파크 형태로 방전이 발생하여 약간의 전기적 충격을 느끼게 된다. 대전된 작업자가 도체가 아니고 저항체에 접촉한다면 대전전위 레벨이 더 높아야 감지될 수 있으며 4KV이상의 전압에서는 방전시 스파크나 코로나가 보이며 스파크를 통한 방전시 오존이 형성

1)목포중앙직업전문학교
2)송원대학
3)조선이공대학
4)동아인재대학

되어 특별한 냄새가 나타난다. 이와 같이 정전기의 발생은 인체에 정전기적인 충격 및 피부손상, 심지어는 신경계통의 장애까지도 발생할 수 있는 정전기 예를 들어 자동차에서 운전자의 의복과 좌석사이의 접촉, 마찰, 분리에 따라 인 초래하기 때문에 인체안전 측면에서 심각하게 다루어야 할 문제이다.

본 연구에서는 일상생체에 대전되는 소량의 정전기를 제거하기 위한 반도체회로를 구성하고 발전적으로 고찰 하고자 한다.

II. 이론

2-1 대전현상

정전기의 발생은 물질구조에 관한 분자설에 따른다. 모든 물체는 양(+)으로 대전된 양성자를 포함한 원자핵과 그 주위를 도는 음(-)으로 대전된 같은 수의 전자로 구성되며 정상상태에서 전기적으로 중성이다. 두 물체가 서로 접촉(Contact)하면 음(-)으로 대전된 핵으로부터 가장 먼 궤도상의 최외각 전자들의 이동이 일어나 경계면에 전기 이중층이 형성된다. 물체가 기계적 작용에 의하여 분리(Separation)되면 전기 이중층에서 전하분리가 일어나 한쪽의 재료는 전자를 얻어 음(-)으로 대전되고 다른쪽은 전자를 잃어 양(+)으로 대전된다.

정전기는 동종의 물체라 하더라도 재질의 종류와 표면상태 즉 표면의 부식, 평활도, 근접도 등의 차이에 따라 접촉 분리가 일어날 때 발생한다. 일반적으로 접촉 분리 과정에 따라 모든 물체에서 정전기는 발생되며 접촉압력이 강하면 강할수록, 분리와 문지름(Separation and Rubbing)속도가 빠르면 빠를수록 대전량은 많아진다. 이러한 접촉분리대전(Triboelectric Charging)에 의한 정전기 이외에도 유도성 대전(Induction Charging), 국부적인 고온으로 인하여 전자가 방출되는 열전자 방출대전(Thermal Ionic Emission Charging), 액체를 기계적으로 spray할 때 입자가 극성을 띠는 현상(Spray Charging), 빛에 의하여 전자가 방출되는 광전자 하전(Photoelectric Charging), 주위의 강력한 전기장에 의해 발생하는 전기장 방출대전(Field Emission), 코로나하전(Corona Charging), 태양광선중의 자외선, 높은 주파수, 고전압, Ion이나 전자, α -입자, X-ray 등의 빔에 의해 공기분자가 절연 파괴를 일으키면서 이온화되어 양(+)이온이나 음(-)이온을 발생시킴에 따라 정전기를 발생시킨다.

정전기는 고체뿐만 아니라 액체나 기체 등 발생 원인이 되는 재료의 상태는 다르지만 발생 원리는 동일하다. 대전의 원인은 접촉, 분리, 마찰, 충돌, 유도, 분출, 변형, 파괴, 변태, 이온흡착, 침강 또는 부상 등에 의하며, 대전의 크기를 결정하는 요인은 대전서열, 접촉면적, 압력, 마찰빈도, 속도, 온도차 등이고 대전의 극성을 결정하는 요인으로는 물질의 형태, 표면상태, 이력 등으로 설명할 수 있다.

한편 도전율이 10^{-6} S/m 이상인 도전성 재료의 표면에 있어서는 이 전하의 이동은 순식간에 이루어지며, 격리와 동시에 원상태로 복귀하므로 대전 현상은 소멸되기 쉽고 큰 대전이 일어나기 어렵다. 도전성이 낮은 절연재료에서는 정전기의 완화시간이 길어 대부분의 전하가 축적되고, 절연재료 내부에서는 전자의 이동이 제한되어 전자의 이동이 없기 때문에 접지를 하여도 의미가 없으며 따라서 큰 대전이 일어나기 쉽다. 한 개의 절연체 내에서도 부분적으로 전자가 과잉 또는 부족되는 분포가 일어나 대전상태가 다르게 나타나는 경우도 있다.

전자의 이동이 자유로운 도전성재료에서는 한 개의 도체에서 대전량은 어느 부분을 측정하여도 같고 접지하는 것으로 대전은 "0"으로 된다. 대전이 전자를 무한히 공급하고 동시에 무한히 흡수하는 저장소 역할을 하는 영전위를 이루기 때문이다. 따라서 도체는 적절히 접지하는 것으로 정전기 대책이 가능하지만 절연재료에서 정전기는 여러가지 방법의 정전기 대책기술이 이용되어야 한다.

2-2 전위, 전하량, 전도도, 완화시간

일반적으로 물질 내부에서 전자 1개를 그 표면에서 외부로 꺼내는데 필요한 에너지를 일함수(ϕ)라 한다. 접촉한 두 종류의 물질은 각각 물체의 일함수 차로써 접촉 전위차가 나타난다. 두 물체 A, B의 표면을 접촉시키면 A 표면에서 B 표면으로 전자가 이동하고 그 결과 A는 양(+), B는 음(-)으로 대전하여 전기적인 이중층이 형성된다. 이 경우 접촉 전위차는

$$V = \phi_B - \phi_A \quad \text{-----(1)}$$

로 주어진다. 또한 물체 A에서 B로 이동한 정전기의 전하량을 Q(Coulomb), 두 금속사이의 정전용량을 C(Farad)라 하면

$$Q = CV \quad \text{-----(2)}$$

의 관계이고, 전위차 V(Volt)는 임의의 점으로부터 단위 정전하를 옮기는데 필요한 에너지로 두 점사이의 전위차이다. 여기서, 인체의 정전용량은 작업장의 환경에 따라 100[pF]에서 4,000[pF]까지 변화하나 일반적으로 200[pF] 정도를 적용한다.

정전용량은 물체의 고유한 값인데 마찰면적, 횡수, 압력 등 측정조건에 따라 가변되며 일괄 적용은 불가능하다. 특히, 정전기 방전에서 정전용량 C의 값은 극히 미미하고 모든 물질에 따라 다르다. 따라서 정전기 방전에서는 V 즉, 전위의 크기를 중요하게 고려한다. 일 함수 또한 물체의 고유한 값이지만 표면상태의 변화에 의해 다소 값의 차이는 발생한다.

전도도는 물질 내에 생성되는 정전기의 양에 주요한 역할을 하며 정전기를 방출시킬 수 있는 물질의 능력을 나타낸다. 일반적으로 ESD로부터 보호하기 위하여 사용되는 물질의 저항특성(Resistive Properties)을 나타내는 방법은 체적저

항(Volume resistance of a material, R_v , ohms-cm)과 표면저항 (Surface resistance of a material, R_s , ohms per square) 등이다.

체적저항(R_v)은 주어진 물질의 고유저항이다. 물질의 저항 R 은 전류가 흐르는 방향에 수직인 단면 A 에 반비례하고 전류가 흐르는 방향과 평행한 방향의 L 에 비례한다.

$$R = \rho_v \frac{L}{A} \text{-----}(3)$$

여기서 상수 ρ_v [Ω -cm]는 고유(체적)저항이며.

$$\rho_v = R \frac{A}{L} \text{-----}(4)$$

가 된다. 순수한 물질의 저항은 길이 L , 폭 W , 두께 t 로 부터 얻을 수 있다. 단면이 정사각형인 물질 즉 $L = w$ 라면

$$\rho_v = R t \text{-----}(5)$$

로 표현된다. 일정한 체적저항 ρ_v 를 가진 전도체의 저항 R 은 식으로부터 두께에 따라 변화하게 된다. ρ_v 는 물질이 정사각형인 경우의 저항 R 을 측정하고 식에서와 같이 측정물의 두께 t 의 곱으로 얻을 수 있다. 표면저항 ρ_s 는 정사각형인 물질의 저항 R 을 측정한 것이며, 보통 상대적으로 큰 물질의 표면에 있는 얇은 전도성 물질의 층에 대한 저항의 측정이지만 체적저항 물질에도 적용할 수 있다. ρ_s [Ω/cm]는 물질의 표면 양단에서 측정한다. ρ_s 는 정사각형의 물질에 대한 체적저항 결정시 사용되는 측정 저항치 R 과 등가이다.

$$\rho_s = R \text{-----}(6)$$

살펴본 저항요소 중에서 표면저항은 주어진 물질에서 실제 저항의 측정값이기 때문에 좀더 저항의 요소를 나타내는데 적합하다. 표 1에 재료의 표면 고유저항의 크기에 따른 대전현상을 나타냈다.

표면고유저항 ρ_s [Ω/cm]	대전현상
10^{15} 이상	전하의 축적
$10^{13} \sim 10^{12}$	대전 후 서서히 감소
$10^{12} \sim 10^{10}$	대전 후 즉시 감소
$10^9 \sim 10^8$	거의 대전하지 않음
$10^8 \sim 10^3$	대전하지 않음
10^3 이하	전혀 대전 없음

Table 1 Electrostatic state and surface resistance

표 1. 표면고유저항과 대전현상

그러나 실제로 ESD를 방지하기 위해 사용되는 대부분의 물질은 정사각형이 아니다. 그러므로 표면저항은 단지 전기적으로 접촉하는 두 점 사이의 실제 저항에 대한 근사치이다. 여기서 실제 저항은 위의] 식을 사용하여 계산하는 방법과 Ohm-Meter를 사용하여 측정하는 방법이 있다.

$$\rho_s = \frac{\rho_v}{t} \text{ 또는 } \rho_s t = \rho_v \text{-----}(7)$$

두 식에서 ρ_s 는 동일한 물질이라도 그 물질의 두께 t 에 따라 변화한다. 그러므로 동일한 물질의 체적저항에서 ρ_s 와 ρ_v 의 관계는 두께 t 가 주어지지 않는 한 의미가 없다. 부도체의 표면에 전도성 물질을 입힌 경우 저항을 나타내는 계수로 표면저항을 사용한다. 전도층의 두께는 대부분 일정하고 부도체인 기판물질의 체적저항 ρ_v 가 전도성 표면물질의 저항보다 상대적으로 큰 경우는 기판물질의 두께에 영향을 받지 않는다.

한편, 완화시간(Decay time, sec / T1000: Decay time from 1000 to 100 volts)은 표면저항을 측정하는 또 하나의 방법이며 어떤 물질을 정전기로 대전하여 원래 전압의 10% 수준까지 내려가는데 걸리는 시간을 측정하는 것이다.

2-3 방전에너지

대전한 도체로부터의 방전은 보통 불꽃 방전으로 방전 전에 축적한 정전 에너지는 방전 에너지로서 공간에 방출된다. 이 방전 에너지가 가연성 물질의 최소 착화 에너지보다 크면 착화성 방전이 된다. 방전 에너지는 다음과 같이 나타낸다.

$$E = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \text{-----}(8)$$

여기서, E(Joule)는 방전에너지, C(Farad)는 대전물체 접촉표면간의 정전용량, V(Volt)는 대전전위, Q(Coul)는 대전전하량이다.

대전 물체가 절연체이면 이로부터 방전이 발생하여도 방전 전하량은 대전전하의 일부가 방전하는 것에 불과하기 때문에 방전에너지는 식 8과 같이 나타낼 수 없다. 이 경우의 방전 에너지는 다음 식과 같다.

$$E = \int IVdt = \int I^2 R dt = \int \frac{V^2}{R} dt \text{---}(9)$$

여기서, I(A)는 방전 전류, V(V)는 방전 전극간의 전압, R(Ω)은 방전 공극의 저항이다. 그러나 식으로 구할 수 있는 방전 에너지는 사전에 평가할 수 없고 또 그 측정도 곤란하다. 더욱 이 가연성 물체의 착화에는 방전 에너지의 총량이 아니라 그 시간적·공간적 밀도가 관계하기 때문에 방전 에너지는 절연물에서의 방전 착화 한계로서는 사용할 수 없다.

정전기는 물체에 축적되어 있는 상태에서는 위험성이 없으나 대전체가 방전하여 불꽃이 발생하였을 때 가연물질에 착화하여 화재, 폭발이 발생한다. 최소 발생 Energy 를 E_0 라 하면 $E > E_0$ 인 경우 인화 폭발할 가능성이 많이 있게된다.

2-4 인체에대한 정전기해해와 장애

정전기에 의한 재해가 발생하는 과정은 전하의

발생 → 전하의 축적 → 방전 → 재해(발화)의 과정을 거쳐 재해가 발생된다. 대기압하의 공기 중에서 전계가 평등일 때 급속 전극간의 전압이 350V 이상에서 불꽃방전이 일어난다. 급속 전극간에 발생하는 방전이 가연성 분위기에 있는 Gas를 발화시키는데 필요한 energy 는 가연물 종류와 농도에 따라 다르며 완전연소 농도 부근점보다도 높게 되면 발화 energy 는 급격하게 발생한다. 정전기 재해는 이와같이 복잡한 과정을 거쳐서 발생하게 되므로 과정의 연쇄성을 제거 하면 재해발생 원인을 막을 수도 있다.

정전기 현상 중에서 인체의 정전기를 문제로 하는 경우, 인체의 저항은 수kΩ~수백kΩ이어서 정전기적으로는 완전한 도체라고 볼 수가 있다. 인체가 신바닥에서 대지로부터 절연된 상태에서는 대지와일종의 축전기를 형성하므로 도체상의 정전기는 정전 용량이 커지기 쉬울 뿐 아니라 전체 전하가 한 곳에서 일시에 방전해 버리기 때문에 큰 방전에너지가 될 수 있다.

사실 정전기의 방전에너지는 작으나 방전에 따라서는 침투값이 수 ampere정도의 방전 전류가 삽시간에 흐르기 때문에 방전이 인체에서 또는 인체로 향하여 일어나면 전기충격을 받아 피부가 파괴되거나 쇼크로 인한 추락 등의 2차 재해가 발생되기도 한다. 대전된 인체나 대전물체가 전자부품 등에 방전하게 되면 방전 전류는 저항이 낮은 영역을 통과하게 되고 방전전류의 크기는

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad \text{-----(10)}$$

로 표시되고 q는 방전량, t는방전시간이다. 일반적으로 방전은 1 msec 내에 이루어 지므로 방전량이 높으면 높을수록 방전 전류는 강해진다. 또한 $E \propto I$ 관계로 방전 전류가 강할 때 생성되는 열에너지는 방전 전류에 비례하여 전자부품 등의 열파손(Thermal Breakdown), 기화(Vaporization of Metal) 등의 문제를 발생시킨다.

인체로부터 방전 전하량이 $2-3 \times 10^{-7}(C)$ 이상이 되어 전기적 충격을 발생하는 방전은 표 2와 같이 일반적으로 대전 전위가 3KV 이상이 되면 발생하므로 인체의 대전에 기인하여 발생하는 전기적 충격의 발생 한계는 인체의 대전 전위로 표현하면 약 3KV 이다. 이러한 수치는 인체의 정전용량이 100pF 인 경우이고 인체가 의자에 앉아 있다든지 발 밑에서 특별히 얇은 물질이 있는 경우는 100pF 보다 크게 되기 때문에 전기적 충격의 발생한계로 되는 인체의 대전전위는 표 2에 표시된 수치보다 적은 수치로 된다.

대전전위	인체의 전기적충격 정도
1.0KV	전혀 감지하지 못함
2.0KV	손가락에 느낌 통증 없음, 희미한 방전음
3.0KV	손가락에 미약한 통증, 방전의 발광을 봄
4.0KV	바늘로 깊게 찔린 통증을 느낀다.
5.0KV	손바닥, 팔꿈치까지 통증, 방전발광이 길어짐
6.0KV	팔이 무겁게 느껴짐, 손가락 끝에서 방전발광
7.0KV	손가락, 손바닥에 강한 통증과 마비된 느낌
8.0KV	손바닥 또는 팔꿈치까지 마비된 느낌
9.0KV	손목에 강한 통증과 손이 마비되어 무거움
10.0KV	손 전체에 통증과 전기가 흐른 느낌을 받음
11.0KV	손가락에 강한 마비와 손전체에 강한 충격
12.0KV	전기적 충격으로 손 전체를 강타한 통증

Table 2 Electrostatic discharging shock in human body

표 2. 정전기에 의한 인체의 전기적 충격정도

정전기에 의한 장애를 방지하기 위한 기본적인 대책은 물체의 대전을 방지하는 것이다. 대전의 방지를 위한 방법으로는 정전기 발생을 적게 하고 발생한 정전기를 누설시키며, 대전된 정전기를 중화하는 방법 등이 기본 대책이 된다.

III. 실험결과 및 고찰

대전 물체 가까이에 대전 전하의 극성과 반대 극성의 이온을 공급하면 쿨롱의 힘에 의하여 이온이 대전전하에 흡인되어 중화됨에 따라 정전기의 제거가 이루어진다. 제전기란, 코로나 방전으로 공기를 전리하여 양, 음이온을 생성하고 이를 대전 물체에 부착시켜서 정전기를 중화하는 것이다. 보통 제전기는 절연물의 대전을 방지하고 정전기로 인해 발생하는 재해나 장애를 예방하기 위하여 사용된다. 제전기는 이온 생성법에 따라 자기 방전식 제전기, 전압 인가식 제전기, 방사선식 제전기 등이 있다.

본 실험에서는 간단한 제전기를 구성하기 위해 사용한 IC555를 사용하였다. IC555는 출력전류가 200mA로서 상당히 많아 어지간한 부하는 트랜지스터와 같은 반도체를 사용하지 않고도 릴레이나 LED를 직접 연결할 수 있다. 또 전원전압은 최소 4.5V에서 18V 까지 이용할 수 있으므로, 전원전압의 범위도 상당히 여유가 있다. 사용용도 또한 매우 다양하여 단안정 멀티바이브레이터, 적분기, 비안정 멀티바이브레이터 등을 구성하는데 사용된다. 이 IC의 블록다이어그램을 그림 1에 나타냈다.

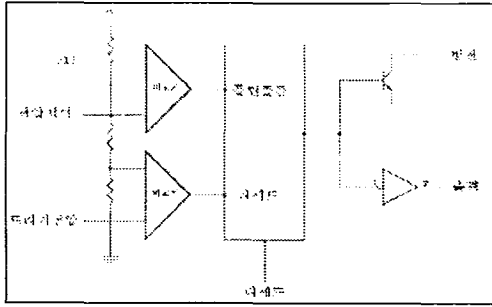


Fig. 1 Block diagram of IC 555

그림 1. IC 555의 블록 다이어그램

핀1은 접지이고 2번에 트리거전압을 가하면 IC가 동작하는데 비안정으로 사용할 때는 7번 핀은 저항을 전원전압에 연결하고 6번과 2번 핀을 연결한 상태에서 7번 핀에서 필요한 값을 사용하여 2,6핀에 연결하면 된다. 리세트 4번은 Vcc인 8번과 연결한다. 주기는 외부에 연결한 저항 R과 콘덴서 C에 의하여 좌우되며 저항이 너무 적거나 콘덴서가 너무 크면 동작이 불안정하거나 안될 경우도 있으므로 적절한 값을 사용해야 된다.

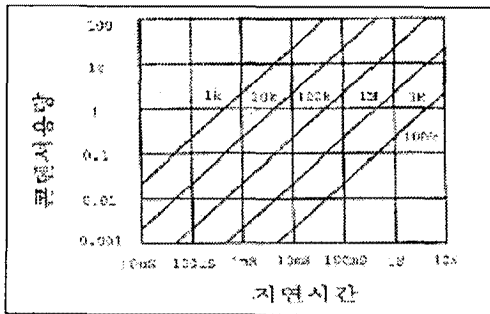


Fig. 2 Decay time vs RC

그림 2 RC값 과 지연시간

그림 2^o 저항값과 콘덴서에 의한 지연시간을 나타내었다. 이 IC의 ON TIME시간은 1.1RC이고 이론상 저항의 최고 값은 3.3MΩ이나 실험상 4.7MΩ에서도 동작하였다. 최소저항은 1kΩ이고, 콘덴서의 최소 값은 500pF, 최대 값은 절연저항이 좋은 탄탈콘덴서를 사용할 경우 100μF까지는 무난히 동작시킬 수 있다.

그림 3은 제전기 회로인데 IC555를 단안정멀티바이브레이터로 구성하여 입력에 어느 정도의 음(-)의 전압이 가해지면 양(+)으로 되어있는 입력전압이 떨어져 저항과 콘덴서에 의한 일정시간동안 릴레이를 동작시킨다. 이 릴레이 접점을 정전기가 머무는 곳에 고정시켜 놓으면 이 접점을 통하여 정전기가 방전하도록 되어 있다. 한쪽의 접점은 북

정확하게 접지 시켜야 확실한 동작을 보장받을 수 있다. 5번 핀에 연결된 소용량 콘덴서는 전원에 들어오는 잡음방지용이다.

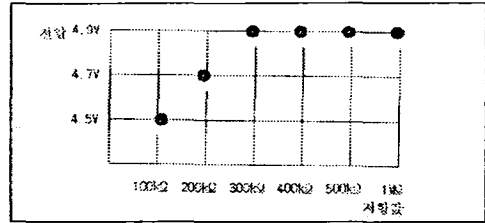


Fig. 3 Smiconductor circuit for ESD

그림 3 제전기회로도

2번 핀과 전원사이에 연결된 저항을 떼어도 동작은 하나 외부의 잡음에 의한 오동작을 방지하기 위해서 고저항을 사용하였다. 릴레이와 병렬 연결된 다이오드는 릴레이에서 발생한 역전압 감소용으로 매우 유용하다.

전원전압을 12V로 하고 2번 핀과 전원사이에 연결된 저항을 100kΩ을 넣고 2번 핀과 접지사이에 2MΩ을 넣고 이 저항을 가변하여 2번 핀의 전압을 4.5V이하로 조정하니 릴레이가 동작하였고 200kΩ일 때는 4.70V, 300kΩ일 때는 4.90V이하 일 때 각각 동작하였다. 300kΩ이상 일때는 300kΩ일 때와 동일한 전압 값을 얻을 수 있었다.

그림4에 측정치를 나타내었다.

이 표를 보면 저항 값의 변화에 따라 입력전압도 어느 정도 변하나 그 범위는 불과 영점 몇 V에 불과하므로 가변저항의 선정에 정밀 급을 요하고, 정전기의 탐지거리에도 영향을 미치므로 설치장소에도 신중을 기하여야 한다.

제전기는 AC 혹은 DC의 고전압을 뺏족한 침 끝에 인가하여 접지와 설계된 거리를 유지하면 AC 제전기의 경우는 접지 측과 코로나 방전을 일으키게 되는데 이때 이온과 오존을 생성하게 된다. 생성된 이온은 50~60Hz 교류주파수에 의해 +, - 극성을 갖고 매우 빠른 속도로 변환하여 물체에 대전된 정전기와 중화 소멸된다. 극성의 변환이 빠르고 대전체까지 도달하기 전에 자체 중화량이 많아 장거리까지 제전할 수 없는 단점이 있으며 전극의 오손으로 인한 과부하방지를 위한 안전회로를 병행 사용하여야 한다. 그러나 상대적으로 이온 발생이 안정적이며 이온 발생수가 일정량 이상 차이나면 회로 자체에서 조절할 수 있는 기능(Self control)이 가능하다.

반면 DC는 접지와 방전이 아니고 대기중의 산소분자를 전이시켜 이온화하며 따라서 오존의 발생이 AC에 비해 1/100 정도 줄어든다. 또 이온발생의 주기를 임의로 조절 사용할 수 있으며 AC에 비해 이온 발생주기가 길어 최대 제전거리가 1m 이상 가능하다. 그러나 +, - 이온발생이 각각의 전

극에서 발생되므로 전극의 마모, 오손 및 트랜스의 이상등에 따른 이온불균의 불균형 가능성이 있으므로 주기적인 관리가 필요하다.

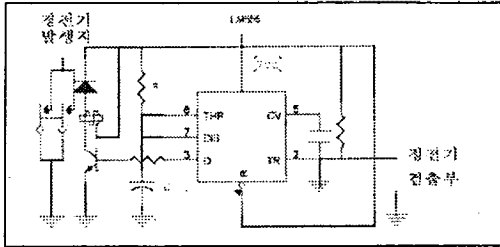


Fig. 4 Voltage vs Resistance

그림 4 회로작동의 전압과 저항관계도

IV. 결론

정전기 발생에서부터 그 영향과 대책에 관하여 서술한바와 같이 정전기는 일상 생활에서부터 산업전반에 걸쳐 관련되는 재료를 분류하고 알맞은 정전기 대책이 이루어져야 한다.

정전기를 인위적으로 방지하는 도전성 제품과 제전장치는 다종 다양하게 개발되어 있지만 요구되어지는 성능과 제전효과를 확인하고 적절한 장소에 적절한 장치를 선택하는 일이 중요하며 아울러 정전기가 일어나지 않는 환경을 만들고 정전기 대책이 효과적으로 행하여지고 있는지 확인을 통한 정전기 대책의 실시가 전제조건이다.

구체적인 대책으로서는 재료의 검토, 접지 실시, 도전성 부여, 제전기의 활용, 온도, 습도의 관리, 대전방지제의 활용, 대전선열을 이용 하는 등의 방지책을 병행하는 것이라고 사료된다.

반도체회로를 통하여 설계 개발한 제전기는 별도의 전원을 필요로 하며 때로는 오동작의 염려가 있고 정전기의 발생이 양, 음전하의 종류에 따라 기기의 동작이 설계되어진 대로 동작되지 않을 경우도 있다. 그러나 본 실험에 설계된 회로에서는 입력전압이 음(-)의 전압일 때에는 그림 4에 나타나 있는 작동 전압이하에서 정전기 제거가 확실하게 일어남을 확인할 수 있었다. 좀더 정량적으로 정밀한 정전기 발생기나 이를 저장할 수 있는 장치가 제공된다면, 좀 더 정확한 실험의 결과를 예측할 수 있으리라 사료된다.

참고문헌

1. MOTOROLA, CQ출판, "LINER INTGRATED CIRCUITS", pp6-50(1979)
2. 차서욱, "최신전자회로응용핸드북", pp252-262 (1980)

3. 이명환, "트랜지스터의 간이설계", pp243-255 (1977)
4. 김덕태외, 광명, "기초전자기학", pp46-51(1999)
5. Don Lancaster, 전자기술사. "TTL응용과 실무", pp163-178(1977)
6. 이덕출외, ohm사 "정전기재해와 장애방지", pp243-255(1996)
7. www.esda.org, www.esdjournal.com
8. www.mmp.co.kr, www.att.co.kr/~nildust