

## EV-Relay의 접점에서 발생하는 전자반발력 연구

안정식\*, 주현우\*, 박홍태\*  
LS 산전\*

### Study of Electrodynamic Repulsion Force on Contact of EV-Relay

Jung-Sik An\*, Hyun-Woo Joo\*, Hong-Tae Park\*  
LSIS\*

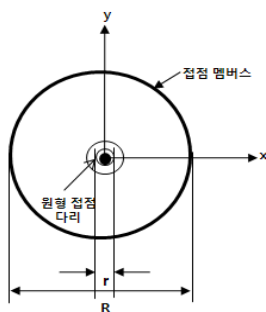
**Abstract** - 최근 지구온난화의 문제점으로 저 탄소 친환경 자동차로 배터리 전력과 가솔린 엔진을 같이 사용하는 하이브리드 자동차가 주목 받고 있다. 최근에 개발되고 있는 하이브리드 자동차는 전력의 효율적인 사용을 위해 배터리의 전압이 증가되고 있고 이에 따라 DC High Voltage를 다룰 수 있는 Relay의 용량이 요구된다. 이런 측면에서 하이브리드 자동차에 사용되는 EV-Relay의 경우 소형화에 따른 문제점이 발생한다. 그 대표적인 문제점으로 EV-Relay의 접점에 일시적인 과전류가 흐르면서 전기적 반발력이 발생하여 EV-Relay의 폭발과 같은 위험한 문제점이 발생 할 수 있다. 이에 따라 본 논문에서는 Relay에서 발생하는 전기반발력의 힘을 MAXWELL 프로그램을 통해 모의하는 연구를 하였다.

#### 1. 서 론

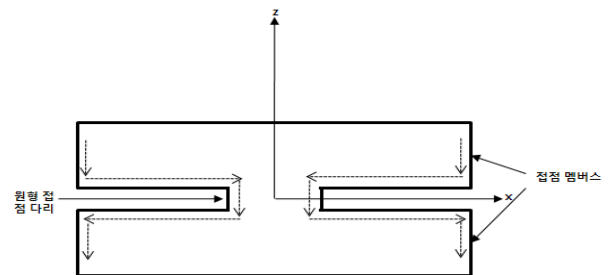
전기접점의 접점 멤버가 명목상으로 평면일지라도 그것 들은 표면이 매끈하지 않기 때문에 접점다리에 의해 각각 다른 접점과 접촉한다. 그러므로 전류압축이 접촉점에서 발생한다. 전기력은 전류의 흐르는 선들이 접점 멤버들의 접점표면에 평행인 부품들을 가진 곳에서 발생한다. 이 힘들은 전류의 상호작용과 자신의 자계로 반발력이 된다. 비 유도 접점에 전기력 반발력의 특성들은 그림1에 나타난 것과 같고 단순화된 모델을 이용하여 정량적으로 계산 할 수 있다. 모델에서 접점은 도전성이 무한이고 지름이 r인 구체 접점다리로 대체하였고, 전류는 방사형으로 흐르기 시작하여 구 주변으로 대칭적으로 분산된다. R. Holm은 원통형 접점멤버 사이의 전체 반발력을 (1)과같이 정의하였다.

$$F = 10^{-7} \cdot I^2 \cdot \epsilon \left( \frac{R}{r} \right) (N) \quad (1)$$

그림1에서 보듯이 I는 전류이며 R은 접점멤버의 반지름이며 r은 접점다리의 반지름이다[1]. (1)의 식은 대칭 접점멤버를 갖는 개폐기에서 유용할지 몰라도 비대칭 멤버들을 갖는 개폐기에서의 전자반발력계산에는 어려움이 있다. 이에 따라 MAXWELL 프로그램으로 비대칭의 접점멤버의 전자반발력을 모의하였다.



(a) 단면도



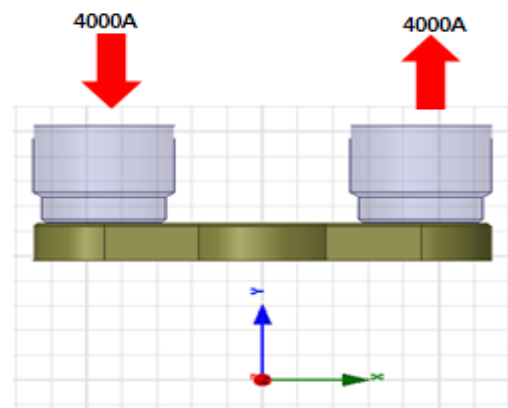
(b) 정면도

<그림 1> 접점 모델

#### 2. 본 론

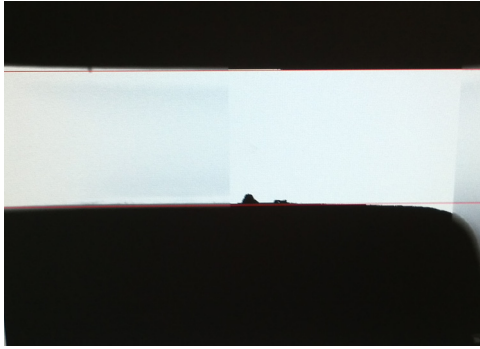
##### 2.1 릴레이 모델

그림2에서 보듯이 본 연구에서는 두 개의 고정접점과 하나의 가동접점을 갖고 있는 릴레이의 모델에서 고정접점에 4000A를 인가하고 지름 0.25mm에 높이 0.5mm의 접점다리를 좌우로 이동하여 고정접점과 가동접점사이의 전자반발력을 MAXWELL 프로그램으로 시뮬레이션 하였다.



<그림 2> 접점 멤버스

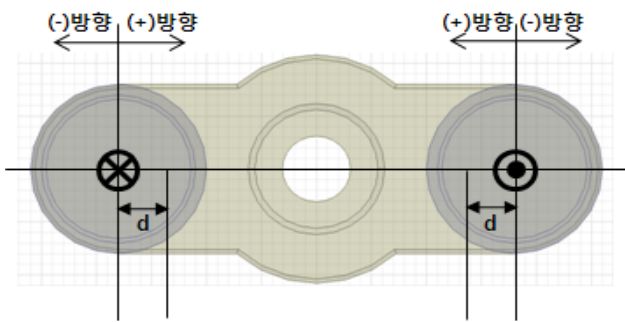
그림3은 실제 EV-Relay 접점에 있는 접점다리의 모습을 자외선 카메라로 70배 확대한 사진이다. 그림 에서처럼 미세한 접점다리가 2-3개 존재하는 것을 확인할 수 있다.



〈그림 3〉 접점다리의 접점다리의 모습

### 2.2 EV-Relay에 두 개의 접점다리의 위치

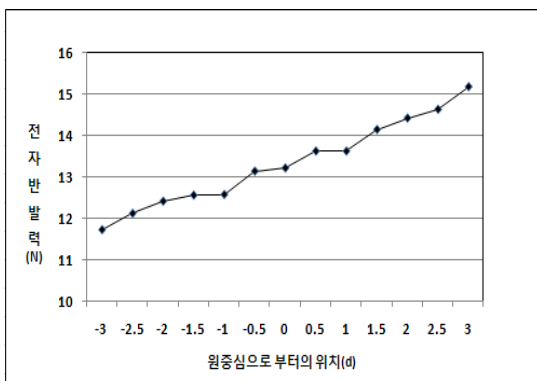
그림4에서 보듯이 두 고정접점의 중심점에서 왼쪽방향을 (-)방향 오른쪽방향을 (+)방향으로 정하고 중심점을 중심으로 두 고정접점위에 위치한 접점다리를 같은 방향으로 0.5mm이동시키면 고정접점과 가동접점사이의 전자반발력을 MAXWELL프로그램으로 시뮬레이션 하였다.



〈그림 4〉 두 개의 접점다리의 위치

#### 2.2.1 EV-Relay에 두 개의 접점다리의 위치에 따른 전자반발력

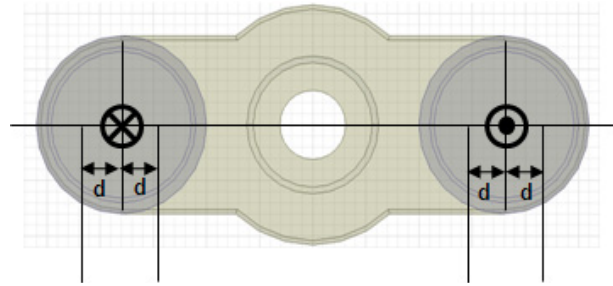
시뮬레이션 결과 그림5와 같이 고정접점과 가동접점 사이의 전자반발력은 접점다리가 (+)방향으로 이동함에 따라 증가함을 보여준다. 이결과는 접점다리가 (+)방향으로 이동함에 따라 고정접점과 가동접점에 흐르는 반대방향을 갖는 각각의 전류가 겹치는 부분이 증가함에 따라 전자반발력이 커짐을 알 수 있었다.



〈그림 5〉 두 개의 접점다리의 위치에 따른 전자반발력

### 2.4 EV-Relay에 네 개의 접점다리의 위치

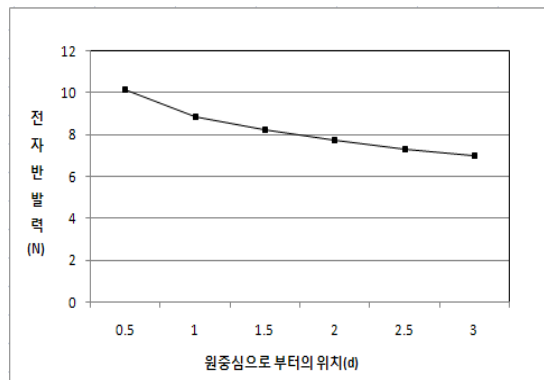
스위칭 작동으로 접점부식이 발생하며 전류의 이동은 한 접점다리보다는 여러 접점다리에서 발생한다[2]. 그림6에서 보듯이 네개의 접점다리를 두 개의 고정접점의 중심점으로부터 좌우로 d만큼 이동시키면서 고정접점과 가동접점사이의 전자반발력을 MAXWELL프로그램으로 시뮬레이션 하였다.



〈그림 6〉 네 개의 접점다리의 위치

#### 2.4.1 EV-Relay에 네 개의 접점다리의 위치에 따른 전자반발력

그림7과 같이 고정접점과 가동접점사이의 전자반발력은 중심으로부터 좌우방향으로 접점의 거리가 멀어 질수록 전자 반발력이 감소함을 보여 준다.



〈그림 7〉 네 개의 접점다리의 위치에 따른 전자반발력

## 2. 결 론

소형화된 EV-Relay의 접점에서 발생하는 전자 반발력은 EV-Relay분야에서 해결해야 할 가장 큰 과제 이다. 본 연구에서는 접점다리의 위치 및 수에 따른 전자반발력의 경향성을 분석하였다. MAXWELL프로그램 결과 접점 당 하나의 접점다리가 존재한 경우 접점의 중심에서 멀어 질수록 전자반발력이 증가하였고 접점 당 두 개의 접점다리가 존재한 경우 전자반발력이 감소하는 경향성을 나타내었다. 이러한 연구결과에서 보듯이EV-Relay의 접점 다리의 존재는 전기자동차의 전기에너지 개폐 작동에 치명적인 단점으로 작용할 수 있으며 연구에 중요성을 보여주고 있다.

### [참 고 문 헌]

- [1]R.Holm, "Electric Contacts",4th Ed.,Springer-Verlag,1967
- [2]K.Krause and J Mentel, "Magnetic Force Acting on Current-Carrying Contacts Before and After Contact Separation", Siemens Forsch. u. Entwickl. Ber. Bd.4, pp.33-38, 1975