

## 전자파 차단을 위한 쉴드캔용 고정 클립 개발에 관한 연구

박태현<sup>1</sup>, 박만규<sup>2</sup>, 박상흠<sup>3</sup>, 김기선<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>(재)충남테크노파크 기업지원팀, <sup>2</sup>에프엔티(주), <sup>3</sup>공주대학교 기계자동차공학부

### The Study on a Fixing-clip of a Shield Can Shielding Electromagnetic wave

Tai-Heoun, Park<sup>1</sup>, Man-Gyu, Park<sup>2</sup>, Sang-Heup Park<sup>3</sup> and Key-Sun Kim<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Technology Support Team, Chungnam Techno Park

<sup>2</sup>FNT Co., Ltd.

<sup>3</sup>Div. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

**요약** 본 연구에서는 양쪽 대칭으로 지지할 수 있는 쉴드캔 클립을 제안하며, 그 특징은 장착과 탈착의 하중을 일정하게 하고 납땜 부위의 평판도를 유지 할 수 있도록 개발하였다. 또한 인쇄회로기판에 부착 고정되는 베이스부 및 쉴드캔의 측벽을 집게 형태로 집을 수 있도록 하는 클립부로 구성되며, 클립부 중앙을 절단하여 2군데를 지지 할 수 있게 이루어진다. 또한 넓어진 베이스부와 인쇄회로기판 사이에 납땜이 잘될 수 있도록 오목한 홈을 만들었다. 연구 절차는 우선 메커니즘을 설정하고 구조해석 및 진동모드 해석을 수행하여 설계변수를 확정된 후, 제품을 설계하였다. 제조를 위한 전용기를 개발한 후 시제품을 제작하여 성능 평가 후 해석값과 비교 분석하였다.

**Abstract** This study proposes an structure that fixes the shielding device to two parts of the board by its two arranged clips. Said structure evenly distributes its loading/unloading load of the board and maintains the flatness of soldering area of the board. The structure of this study comprises a base part fixed to a printed circuit board and a clip part fixing a side wall of a shield can to the board, wherein the clip part is constituted with two clips fixable to two part of the shield can. Also, the structure of this study comprises a dented groove in order to easily solder the base part of clips and the printed circuit board. A mechanism is established and a design parameter was determined by a structure analysis and a vibration mode analysis. A single purpose machine for the production of the product was developed, the final workpiece was produced and the measuring-data and the computered-data was compared and reviewed.

**Key Words** : Electromagnetic wave, Shield can, Clip, EMI: Electro Magnetic Interference, Cell phone

### 1. 서론

최근 휴대폰, e-Book, 노트북, PDA, Navigation 및 무선전화기등과 같이 무선을 사용하는 다양한 제품군이 출시되고 있다. 이 전기에너지 이용 설비는 크기의 차이는 있으나 전자파 잡음을 발생시키며 이러한 잡음은 공중을 통한 전자파 방사의 형태나 전원선 같은 도선을 통한 전도의 형태로 전달된다[1]. 전자파 장애 현상에는 3가지

요소가 존재하며 전도나 방사형태의 전자에너지를 방출하는 잡음원과 전자에너지를 전달하는 전파매체 및 잡음에 의하여 방해를 받는 대상 즉 통신설비, 제어설비, 컴퓨터기기로부터 인간에 이르기까지 다양하다[2-3]. 이러한 전자파 장애(EMI: Electro Magnetic Interference) 영향은 잡음원의 세기, 전달경로, 잡음 원으로부터의 거리, 결합구조 및 피해기기의 내력 정도에 좌우된다[4-5]. 이러한 무선 휴대기기의 보급 확대와 함께 4-5GHz의 높은

\*Corresponding Author : Key-Sun Kim (Kongju National Univ.)

Tel: +82-41-521-9272 email: keysun@kongju.ac.kr

Received October 5, 2012

Revised (1st October 25, 2012, 2nd February 1, 2013)

Accepted February 6, 2013

고주파 차폐규정의 강화로 인해 1차 전자파 차단장치인 쉴드캔(Shield can)의 수요가 급격히 증가하고 있다[6-7].

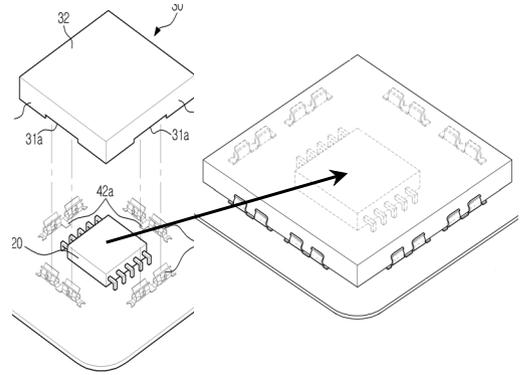
쉴드캔은 Fig. 1에서처럼 인쇄회로기판 상에 실장되는 반도체소자와 같은 전자부품을 소정의 금속 박스로 덮어 전자부품들로부터 발생하게 되는 EMI를 차단함으로써 자체 전자기기는 물론 타 전자기기의 동작에 영향을 미치지 못하도록 하는 기능을 한다. 이 쉴드캔은 기판에 고정된 판 스프링형 클립의 장력에 의하여 장·탈착되며 클립의 스프링 장력이 중요한 요인으로 작용한다. 통상 쉴드캔을 기판에 장착하는 역할을 하는 고정 클립은 자동 납땜 공정을 통해 인쇄회로기판에 용착 고정된다. 최근 연구 동향을 보면 쉴드캔에 의한 EMI 차단 효과에 대하여 전자적으로 연구가 이루어지고 있다. 기계적 공정에서는 클립 납땜 공정은 다소 연구되고 있으나 클립 모양이나 장착 하중에 대한 연구가 미흡하고 특히 컴퓨터 시뮬레이션에 의하여 해석적으로 분석한 연구는 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 양쪽 대칭인 제품으로 하여 두 군데를 지지할 수 있는 구조를 제안하며, 이를 통하여 장착과 탈착 하중을 일정하게 하고 납땜 부위의 평판도를 유지 할 수 있도록 개발하였다.

또한 넓어진 베이스부와 인쇄회로기판 사이에 납땜이 잘될 수 있도록 오목한 홈을 만들었다.

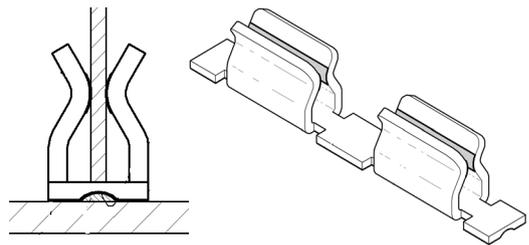
연구절차는, 우선 메커니즘을 설정하고 구조해석 및 진동모드 해석을 수행하여 설계변수를 확정된 후, 제품을 설계하였다. 제조를 위한 전용기를 개발한 후 시제품을 제작하여 성능 평가 후 해석값과 비교 분석하였다.

## 2. 제품 해석 및 설계

Fig. 1은 전자인쇄회로보드에 쉴드캔과 클립의 설치도를 나타낸 것이며 우선 보드에 판스프링 형 클립이 납땜에 의해 고정되고 그 클립의 장력에 의하여 쉴드캔이 장·탈착된다. 쉴드캔은 전자부품을 덮을 수 있도록 사각 박스 모양으로 되어있으며 전자파를 차단할 수 있는 강성 재료로 제조되며 양측면이 스프링 판형인 클립에 삽입되어 장착된다. 쉴드캔용 클립 구조는 Fig. 2와 같이 인쇄회로기판에 부착 고정되는 베이스부 및 쉴드캔의 측벽을 집게 형태로 집을 수 있도록 하는 클립부로 구성되며, 본 제안 모델은 클립부 중양을 절단하여 두 군데를 지지할 수 있는 클립부로 개발 되고 또한 넓어진 베이스부와 인쇄회로기판 사이에 솔더가 잘 유입되어 안착되도록 홈으로 설계하였다. 그 사용 재질은 STS 3011/2H 를 사용하였으며 그 화학적 조성 및 물성치는 Table 1 및 Table 2와 같다.



[Fig. 1] Setup of Shield can & Fixed clip



[Fig. 2] Model of fixed clip

[Table 1] The chemical composition of clip wt(%)

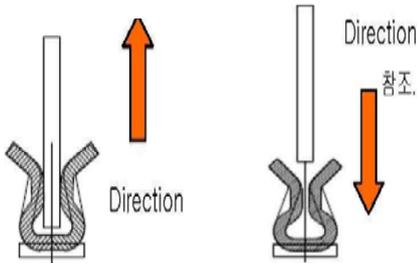
C	Mn	Si	Cr	Ni	Fe
0.15	2	1	17	7	vol.

[Table 2] The mechanical property of material

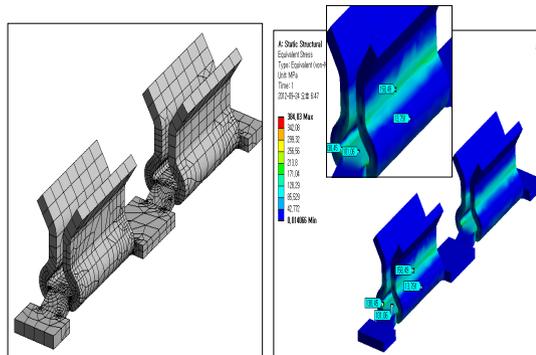
Young's modulus	Yield strength	Tensile strength	Poisson's ratio	Hardness
19.8*10 <sup>4</sup> kgf/mm <sup>2</sup>	275MPa	726MPa	0.3	Hv335

우선 설정 모델에 대한 체결력을 확인하기 위하여 구조 해석을 수행하였다. 사용된 상용 코드는 Ansys 10으로 하였으며 Fig. 4와 같이 요소 분할하였고 해석은 Fig. 3과 같이 하부를 고정하고 정중앙에서 1.5 mm 두께의 강체 판을 삽입 하강하도록 설정 하였다. 해석 결과를 분석하면, 우선 제품 삽입시 발생하는 등가응력을 Fig. 5에 도시하였으며 오목한 중간목 부분에서 최대 응력이 발생하며 158 MPa로 항복응력의 약 57% 정도로 되어 안전함을 보였다. 또한 바닥 부분은 130 - 140 MPa 정도의 등가응력 분포를 보였다. 다음으로 Fig. 6에 변형율(strain)를 도시하였으며 제일 큰 곳은 하부에 절곡된 부분으로 0.00067이며 다음으로 오목한 중간목 부분이 0.00056으로 변형

이 심함을 확인하였다. Fig. 7은 하부에서부터 전변형량을 나타내며 상부 끝부분에서 0.01 mm의 변형량이 발생됨을 확인하였다. 따라서 재료의 물성치에 비교하여 충분한 안전성이 있는 설계로 파악 되었다. 다음으로 제품에 대한 진동 모드 해석을 수행한 결과 Fig. 8과 같이 도시하였으며 각 모드의 진동수를 Table 3에 나타냈다. 여기에서 1st 모드는 3,855 Hz 로 나타났으며 일반적으로 10,000 rpm 이하의 액추에이터로 쓰는 것을 감안하면 기관에 장착한 본 연구 개발품은 공진에서 안전한 설계를 확인하였다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 구조 해석에서 얻은 설계 변수 결과를 토대로 제품을 설계하였으며 그에 대한 형상 및 치수는 Fig. 9와 같다.

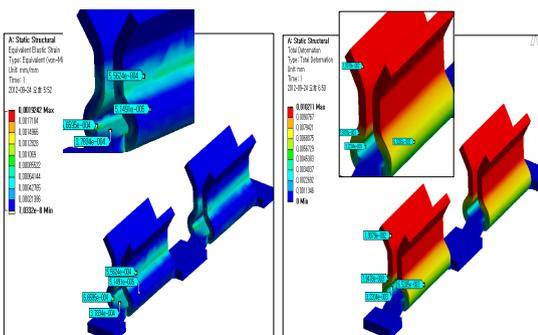


[Fig. 3] Loading & unloading of test jig



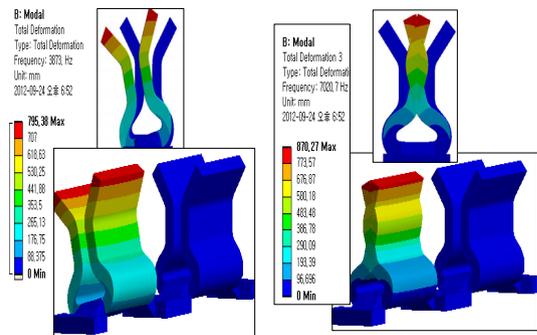
[Fig. 4] FEM mesh

[Fig. 5] Von- Mises stress



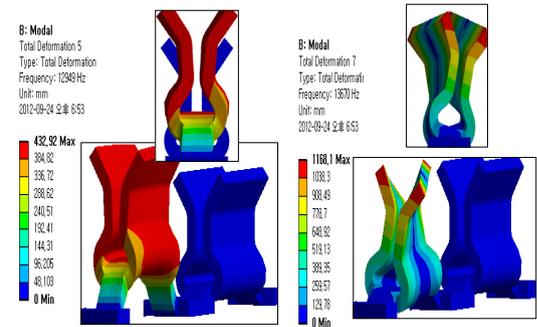
[Fig. 6] Strain

[Fig. 7] Deformation



(a) 1st mode

(b) 2nd mode



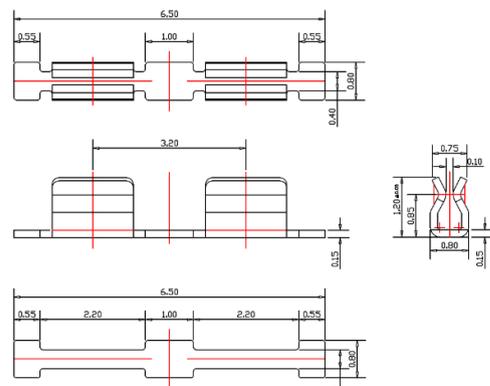
(c) 3rd mode

(d) 4th mode

[Fig. 8] Vibration mode shape

[Table 3] Natural frequency mode

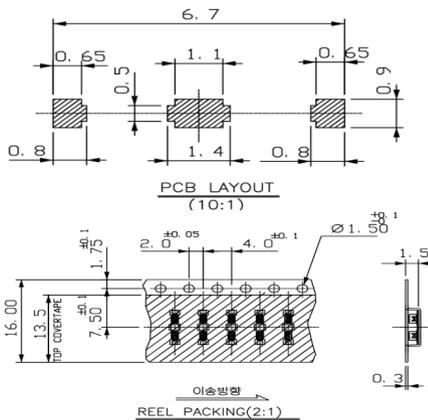
Mode	Natural frequency(Hz)
1	3,873
2	7,020
3	12,949
4	13,670
5	14,591
6	15,732



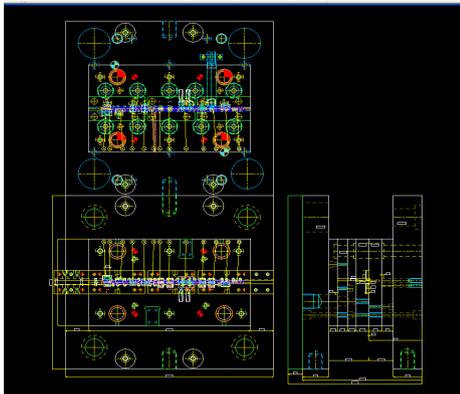
[Fig. 9] Design dimension for clip

### 3. 제조장치 개발 및 시작품 제조

재질은 납땀이 잘되도록 Ni 도금을 0.5 $\mu$ m한 후 다시 Sn 도금을 2.5 $\mu$ m하여 소재의 품질을 향상시켰다. 제품 제조를 위한 설비는 순차이송 금형을 통한 연속 생산 시스템으로 Fig. 10과 같이 설계하였으며 5단계 공정 이동으로 제품이 완성되도록 배치하였다. 다음으로 Fig. 11과 같이 그 생산에 맞는 순차이송 금형을 설계하였다. 금형의 수명을 감안하여 다이와 펀치는 STD 11종을 열처리한 재료로 사용하였으며 Fig. 12에 제작된 금형 사진을 도시하였다.



[Fig. 10] Layout for manufacturing of the clip

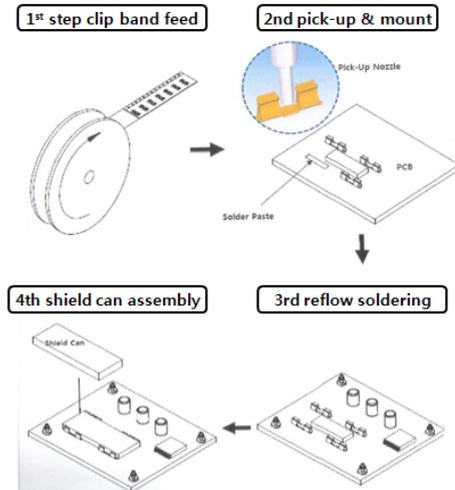


[Fig. 11] Design of die mould

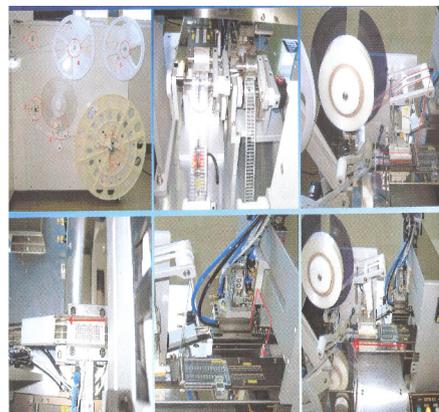


[Fig. 12] Die mould for manufacturing of the clip

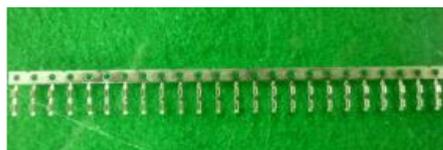
다음으로 Fig. 13에서 제조 공정 순서를 도시하였으며 우선 소재 공급 장치인 릴에 감긴 밴드 소재를 연속하여 금형에 공급하면 순차금형은 피어싱 작업하여 제품 외곽 형상을 만들고 다음으로 벤딩 장치에 의하여 절곡하여 제품이 완성된다. 완성된 제품을 다시 기판 위에 삽입하고 솔더링 용착시켜 장착을 완성한다. Fig. 14는 제품을 생산하기 위하여 개발한 전용 제조 설비이며 이 장비로 시험편을 제조하였으며 순차이송 금형과 개발된 전용장비에 의하여 연속 제조된 클립 제품이 Fig. 15에 나타났다.



[Fig. 13] Test process



[Fig. 14] Manufacturing device

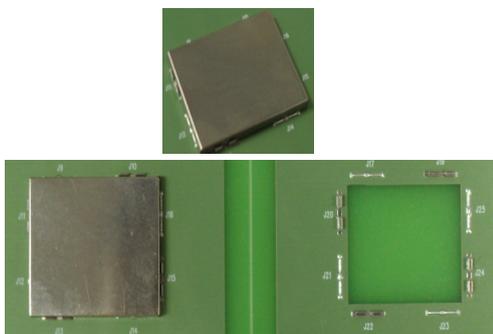


[Fig. 15] Manufactured new products

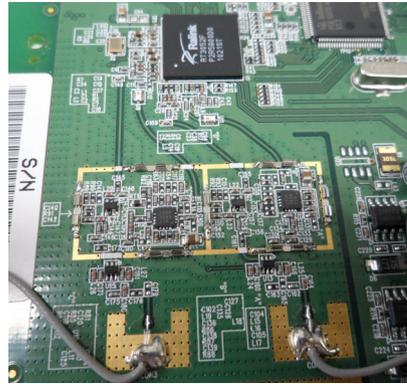
#### 4. 실험 및 고찰

앞에서 개발된 Fig. 15의 클립 제품을 Fig. 16과 같이 인쇄회로기판에 삽입하여 납땜으로 용착시켰다. 다음으로 슬라이더를 하중 측정 가능한 시험 장치로 힘을 가하여 클립에 장·탈착시키는 실험을 하였다. 실험 장치는 Fig. 17과 같이 구성하여 장·탈착 시 작용 하중을 기록하도록 하였으며 Fig. 18과 같이 반복하여 같은 행정거리로 이동 가능하도록 구성하여 실험하였다. 실험은 25 mm/min의 속도로 장차 삽입한 후 10초 후에 같은 속도로 탈착하는 시험을 20회 반복하여 실험한 결과를 Fig. 19에 도시하였다. 여기에서 장차시 초기 1회 삽입하중이 1.7 Kg/ea 였으나 점차 줄어 6회 이후부터는 안정적으로 1.0 Kg/ea 을 유지하였다. 탈착시에는 비교적 일정하게 0.6 Kg/ea 정도의 하중이 작용함을 확인하였다. 장차시 하중의 변화가 심하며 초기 하중이 높게 나타난 것은 초기 삽입시 슬라이더 캡과 고정 클립의 각도가 직각으로 있지 않다가 장·탈착을 반복하면서 제위치로 이동하면서 일정한 하중 값이 된 것으로 판단한다. 다음으로 탈착 보다 장차에 소요되는 하중이 약 1.7 배 큰 것으로 측정되었으며 이는 클립의 열림량에 따라 클램핑력이 변한 것으로 추정된다. 다음으로 크립과 인쇄회로기판간의 납땜 접착력을 시험하기 위하여 클립을 90° 방향으로 전단시켜 인쇄회로기판과 납땜 부위가 파괴될 때의 힘을 측정된 결과 4.5 Kgf 에서 파괴가 일어나 안전 기준에 부합됨을 보였다.

다음으로 열 충격 시험을 완성 메이커의 기준에 의하여 시행하였으며 -55°C에서 부터 25°C까지 Fig. 20과 같은 조건으로 행하였다. 또한 내한성은 -40°C에서 96시간 방치후 상온에서 검사한 결과 기준 칫수 및 외관이 양호하였다. 결론적으로 본 연구를 통하여 개발된 필드캔용 고정 클립이 장차시와 탈착시 부가하중, 납땜 전단력 및 항온 충격시험 모두 성능이 우수함을 확인하였다.



(a) shield can with clip

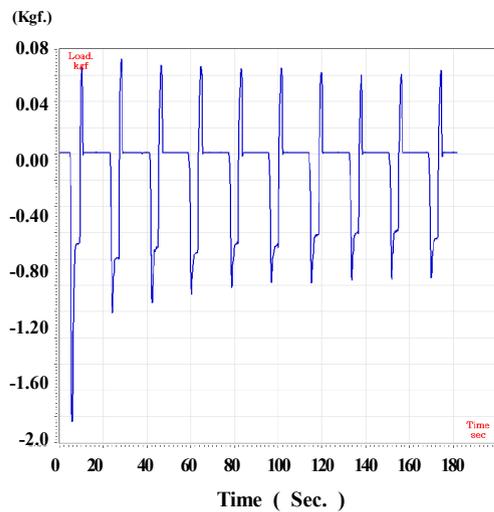


(b) the printed circuit board

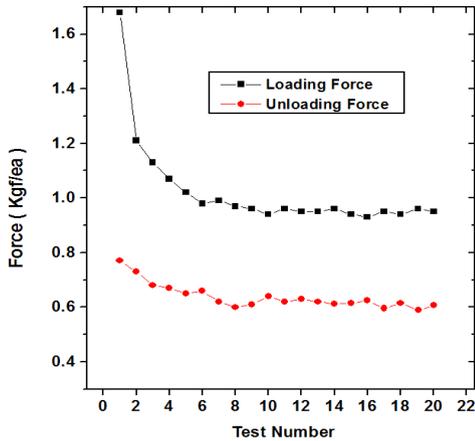
[Fig. 16] Mounting shield can with clip



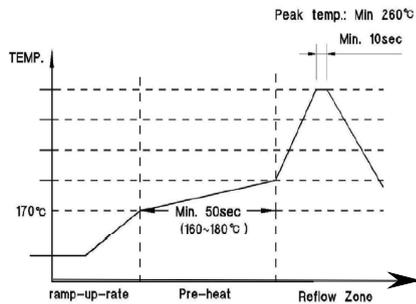
[Fig. 17] Setup of test device



[Fig. 18] Data of fatigue load test



[Fig. 19] Result of loading force test



[Fig. 20] Temp. condition of heat impact

## 5. 결론

본 논문은 전자파 차단을 위한 쉴드캔을 인쇄회로기판에 고정 할수 있는 새로운 타입의 고정 클립을 개발하였으며 그에 대한 결과는 다음과 같다.

1. 제안 모델을 구조 해석한 결과 오목한 중간목 부분에서 최대응력이 발생하여 항복응력의 57% 되었으며, 변형율은 하부에 절곡된 부분으로 0.00067으로 최대가 되었다. 따라서 스프링 역할 할 수 있는 충분한 구조와 안전성확보 설계로 확인되었다.
2. 제품에 대한 진동 모드 해석 결과 1st 모드는 3,855 Hz 로 나타났으며 이는 기존 사용 주파수의 공진에서 안전함을 보였다.
3. 해석을 바탕으로 제품을 설계하고 금형 및 전용기를 개발 후 시제품을 제작하여 성능 평가를 수행한 결과, 장착하중이 약 1.0 Kg/EA이며 탈착시약 0.6 Kg/EA정도로 장착에 소요되는 하중이 약 1.7 배 큰

것으로 나타났으며 크립과 PCB간의 납땜 접착력을 시험한 결과 4.5 Kgf 의 전단 하중에서 파괴가 일어나 안전 기준에 부합됨을 보였다.

4. 열 충격시험을 -55°C에서 25°C까지, 내한성 실험을 -40°C에서 검사한 결과 기준 칫수 및 외관이 양호하였다.

결론적으로 제안한 쉴드캔용 고정 클립이 장착시와 탈착시 부가하중, 납땜 전단력 및 항온 충격시험 모두 성능이 우수함을 확인하였다.

## References

- [1] Eui Hong Min, "Study of an Electromagnetic Wave Absorber Prepared with Fe-Si-Cr for Mobile Phones", The Korean Physical Society, Journal of the Korean Physical Society, 53(4), pp.2086~2089, 2008.
- [2] Nak-Bong Sung, "Synthesis of Application on the Product Design for the Shielding of the Electromagnetic wave in the Electrical Appliances", The Korea Contents Society, Vol.11 No.9 [2011], pp.129-136, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2011.11.9.129>
- [3] Sonehara, M, et al., "Development of an Electromagnetic Wave Shielding Textile by Electroless Ni-Based Alloy Plating", IEEE transactions on magnetics, Vol.45 No.10, pp4173-4175, 2009.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TMAG.2009.2021403>
- [4] Jae-Sung Kim, et al., "the effects of electromagnetic field emitted by cellular phone on cognitive function in human", Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science, 14(6), pp.606~615, 2003.
- [5] Jae-Sung Kim, et al. "the effects of electromagnetic field emitted by cellular phone on cognitive function in human", Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science, 14(6), pp.606~615, 2003.
- [6] Hyun Bin Kim, "Electromagnetic wave shielding effectiveness of Fe73.5Si13.5B9Nb3Cu1 powder/epoxy composites", The Korean Society of Industrial and Engineering Chemistry, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 16(3), pp.437~440, 2010.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jiec.2009.08.010>
- [7] Y. C. Chung, et al., "Electrical Properties and Shielding Effectiveness of Electromagnetic Shielding Materials", The Institute of Electronics of Korea, Vol.19 No.2 [1996], pp.115-120, 1996.

**박 태 현**(Tai Heoun, Park)

[정회원]



- 1988년 2월 : 건국대학교 기계공학(공학사)
- 2003년 2월 : 공주대학교 기계공학(공학석사)
- 1999년 5월 ~ 현재 : (재)충남테크노파크 기업지원단 팀장

<관심분야>

자동차 의장부품, 새시부품

**김 기 선**(Key-Sun Kim)

[종신회원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학사)
- 1983년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학석사)
- 1994년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학박사)
- 1989년 7월 : 기계제작기술사
- 1994년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

자동차 의장부품, 새시부품

**박 만 규**(Man-Gyu, Park)

[정회원]



- 1996년 2월 : 단국대학교 재료공학과(공학사)
- 1998년 2월 : 단국대학교 무기재료전공(공학석사)
- 2010년 8월 : 단국대학교 무기전자재료전공(공학박사)
- 2005년 2월 ~ 현재 : 에프엔티 주식회사 대표이사

<관심분야>

무기전자재료

**박 상 흡**(Sang-Heup, Park)

[정회원]



- 1984년 2월 : 단국대학교 기계공학과(공학사)
- 1986년 8월 : 단국대학교 기계공학과(공학석사)
- 2000년 2월 : 홍익대학교 기계공학과(공학박사)
- 1989년 4월 ~ 현재 : 공주대학교 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

용접 시공 및 용접 자동화, 비파괴 검사