버없는 커넥터 단자 제작을 위한 에칭 공정 최적화

Optimization of Etching Process for Manufacturing the Burrless Connector Terminal

*김웅겸[1], #표창률[1], 김헌영[2], 박형서[2],이상일[1], 고태순[1], 손윤석[1], 박건우[1], 방인우[1]

*W.K Kim[1], #C. R. Pyo[1](crpyo@probepin.com) , B. H. Jeon[2], H. S. Park[3], S. I. Lee[1], T. S. Ko[1], Y. S. Son[1], G. W. Park[1], I. W. Bang[1]

[1](주)새한마이크로텍, [2]강원대학교 기계의용공학과

Key words : Connector, Terminal, Etching, Burrless

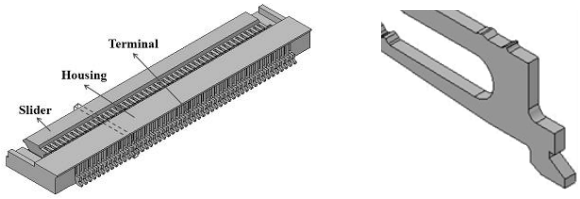
1. 서론

최근 휴대폰과 같은 통신기기에 대한 소비자의 요구는 날로 높아지고 있다. 예를 들어 휴대폰의 소형화, 슬림화 및 휴대폰에 카메라, MP3, 음악, 영상기능 등의 다기능화를 구현하도록 요구하는 것이다. 이러한 소비자의 요구를 충족시키기 위하여 사용되어지는 필수 핵심부품으로 커넥터가 있다. 휴대폰과 같은 통신기기 뿐만 아니라 각종 전자제품들의 소형화 및 다기능화는 단순히 하나의 보드로는 그 기능과 역할을 충족할 수 없기 때문에, 각각의 기능을 갖춘 보드를 커넥터로 간단하게 연결함으로써 제품의 소형화가 가능하게 되었으며, 모든 음성 및 영상데이터, 그리고 그 기능들을 상호간에 연결해 줌으로써 제품의 안정적인 다기능화를 이룰 수 있게 되었다. 이처럼 커넥터는 IT산업 분야에서 없어서는 안되는 중요한 부품으로서, 거의 모든 전자제품에 수없이 많이 사용되어지고 있으며, 세계적으로 IT산업 자체가 소형-집적화를 지향한다는 맥락에서 우수한 구조 및 성능을 갖춘 커넥터 개발은 관련업계에서 최대의 화두가 되고 있는 실정이다.[1,2]

본 연구에서는 습식에칭 방식을 이용하여 커넥터 단자의 가공오차를 줄임으로써 커넥터 조립시 발생할 수 있는 불량을 최소화하고자 한다.

2. 커넥터 단자의 설계

FPCB 커넥터의 구조는 Fig.1 (a)와 같이 하우징, 슬라이더, 단자로 구성된다. 단자는 하우징에 일렬로 정렬되어 전기적 신호를 연결해주는 역할을 한다. 슬라이더는 삽입된 FPCB와 커넥터 단자와의 연결을 확실히 하기 위한 기능을 수행한다. FPCB 커넥터의 가장 핵심적인 부품은 커넥터 단자이다. 단자는 전기적 신호를 연결할 뿐만 아니라 삽입되어진 FPCB의 이탈을 방지하는 역할을 수행한다. 본 연구에 사용된 커넥터 단자의 형상은 특허문제로 인하여 제작업체와 협의하여 사용되었다.

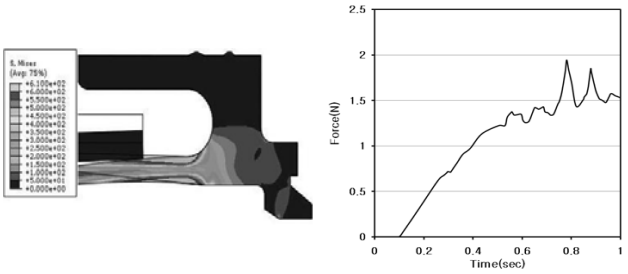


(a) Connector (b) Terminal

Fig. 1 Components of FPCB connector

커넥터 단자의 형상 최적화를 위하여 초기 모델을 바탕으로 최적화 시뮬레이션을 수행하였으며, 이를 바탕으로한 결과를 Fig. 2에 나타냈었다. 초기 모델의 경우 접촉부 하단에 집중적으로 응력이 발생하였으며, 이를 바탕으로 Fig. 2 (a)의 해석결과와 같이 하단부 최대 응력을 약 600MPa로 감소시킬 수 있었다.

슬라이더가 닫힘으로 인하여 발생하는 커넥터 단자의 반력을 Fig. 2 (b)에 나타내고 있다. 커넥터 단자 설계에 있어 예상목표치로 2N의 반력을 설정하였으며, 시뮬레이션 결과 약 1.6N의 반력이 발생함을 알 수 있었다.



(a) Distribution of stress (b) Reaction force of y-axis

Fig. 2 FEA simulation results

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 습식 에칭

습식에칭은 액상의 화학약품으로 기판표면에 불필요한 부분을 부식시키는 방식이다. 커넥터 단자는 MEMS방식을 이용하여 제작하고자하는 형상을 박판에 전사 후 에칭하여 형상을 만들게 된다. 에칭은 단면 에칭과 양면에칭의 두 가지 방식으로 나뉘며, 이 중 정밀도가 높은 양면에칭을 사용하였다. Fig. 3은 커넥터 단자를 제작하기 위한 양면에칭방식의 개념도를 나타내고 있으며, 금속박판의 에칭용액으로는 염화제2철(FeCl3)을 사용하였다.

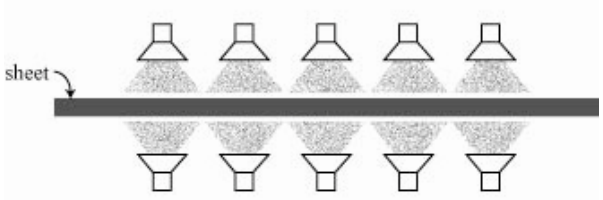
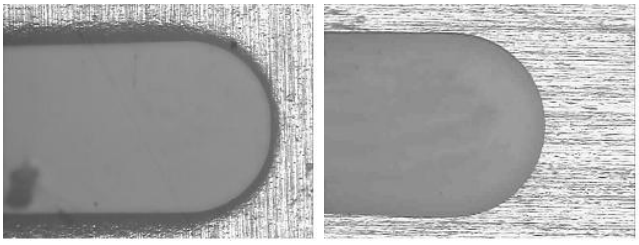


Fig. 3 Schematic diagram of wet etching

3.2 에칭결과

에칭공정에 있어 주요 변수로는 재질두께, 에칭 분사압, 박판 이송 속도등 여러 가지가 있다. 본 연구에서는 금속박판의 이송속도를 주요 변수로 설정하였다. Fig. 4는 터미널 단자의 제작 방법에 따른 커넥터 단자의 형상을 나타내고 있다. 프레스 방식에 의하여 제작할 경우 끝단에 Fig. 4 (a)와 같이 전단면의 특징인 롤오버(roll over)가 나타났으며, Fig. 4 (b)와 같이 에칭방식으로 제작할 경우 깨끗한 단면을 얻을 수 있었다.



(a) Pressing (b) Etching

Fig. 4 Terminal shapes by manufacturing method

습식에칭을 마친 터미널 박판 형상은 Fig. 5와 같다. 박판의 재질로는 베릴륨동(Beryllium copper), 두께 0.2㎜를 사용하였으며, 시트의 사이트는 200×100㎜이다. 에칭편차를 측정하기 위하여 9구간을 설정하였으며, 구간별 커넥터 단자의 길이를 측정하였다.

Fig. 6는 터미널의 위치별 길이 측정데이터를 나타내고 있다. 에칭실험은 박판 3개를 이용하여 실험하였으며, 에칭 후 동일한 위치에 해당하는 터미널 단자를 선별하여 측정하였다. 터미널 단자의 길이 측정 결과 시트별 최대 50㎛, 최소 5㎛의 편차를 보였다. 시트 구간별 측정 오차는 좌측(1, 2, 3)과 우측(7, 8, 9)에 비하여 중간(4, 5, 5)의 오차가 가장 적었다.

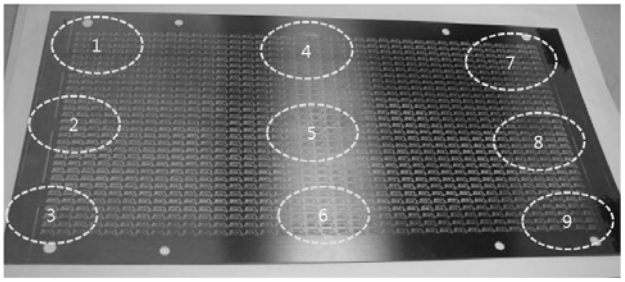


Fig. 5 Sheets after wet etching

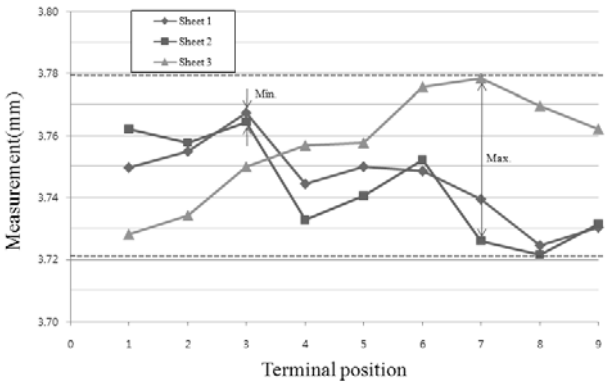
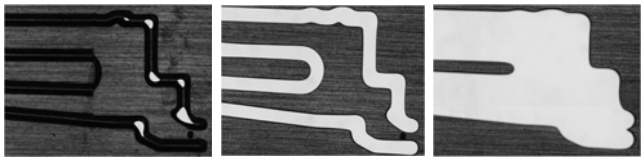


Fig. 6 Compare dimension area

Fig. 7은 박판의 이송속도에 따른 커넥터 단자의 형상을 나타내고 있다. 그림에서 보는바와 같이 이송속도가 6㎜/s일 경우 에칭이 이루어지지 않았으며, 이송속도가 10㎜/s일 경우 에칭량이 많아 커넥터 단자가 박판에서 떨어져 나갔다. 박판의 이송속도가 8㎜/s일 경우 원하는 형상의 단자를 얻을 수 있었다.



(a) 6㎜/s (b) 8㎜/s (c) 10㎜/s

Fig. 7 Etching terminals by sheet feeding velocity

최적 형상을 얻을 수 있는 박판이송속도를 이용하여 Fig. 8과 같이 단자의 각 주요부의 치수를 측정하였다. 각 부위의 측정결과를 Table 1에 나타내었다. 전체적인 치수는 설계치수 보다 약 50㎛ 작게 나타났다. 이는 에칭에 의한 박판의 부식속도가 이송속도 보다 빠르기 때문에 나타난 현상이며, 추후 박판의 이송속도를 정밀하게 조절하여 에칭실험을 수행할 예정이다.

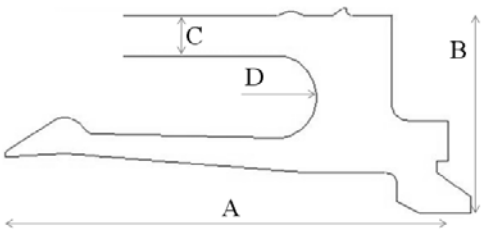


Fig. 8 Measuring point

Table 1 Measurement results of each point

Item	A(㎜)	B(㎜)	C(㎜)	D(㎜)
Model dimension	3.8	1.7	0.35	0.71
Average	3.749	1.644	0.31	0.74
Max.	3.779	1.667	0.325	0.75
Min.	3.722	1.624	0.302	0.64
Tolerance	-0.031	-0.056	0.04	0.03

4. 결론

커넥터 단자를 제작하기 위하여 기존의 프레스 방식과 습식칭 방식을 비교하였으며, 습식에칭을 통한 터미널 단자를 제작하였다. 습식에칭 공정의 주요변수로는 박판의 이송속도를 조절하여 최소 버를 갖는 이송속도를 얻을 수 있었다.

(1) 프레스 방식으로 터미널을 제작할 경우 롤 오버(roll over)가 발생하였으며, 습식에칭의 경우 롤오버가 없는 깨끗한 단면을 얻을 수 있었다.

(2) 베릴륨 동 시트를 사용하여 습식 에칭을 하였을 경우 시트의 좌우 치수 편차가 최대 60㎛, 최소 10㎛ 발생하였으며, 중간부분의 치수는 최대 20㎛, 최소 5㎛로 발생하였다.

(3) 설계 모델과 비교하였을 경우 각 측정 구간별 공차는 측정 평균에 비하여 최대 56㎛로 매우 정밀한 커넥터 단자를 얻을 수 이었으며, 더욱 정밀한 단자를 제작하기 위하여 많은 실험을 수행할 예정이다.

후기

본 논문은 산업자원부 2008-22호 중소기업기술혁신개발사업의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Kim, C. J., Han, S. Z., Jung, Y. C and Lee, J. M., "Development of High Strength and High Elastic Alloy for Connectors," Bulletin of the Korean Inst. Of Met. & Mat, Vol. 10, No. 6, pp. 676., 1997

2. 박형서, 김대영, 표창률, 전병희, 김웅겸, 김헌영, "협피치 Board to Board 커넥터의 체결성능 향상을 위한 수치해석," 대한기계학회 추계학술대회, 445~450, 2009.