

귀속형 디지털 보청기 제작을 위한 PCB 설계

장순석, 김경석

조선대학교 정보제어계측공학과

PCB design for ITE digital hearing aids manufacture

Soon Suck Jarng, Kyoung Suck Kim

Chosun University, ssjarng@chosun.ac.kr

요약

대부분의 보청기 이용자들은 자신이 장애를 겪고 있다는 사실이 알려지는 것을 꺼린다. 따라서 보청기 사용자들은 귀 바깥쪽으로 들어 나지 않는 귀속형(ITE type) 보청기를 선호한다. 하지만, 이러한 귀속형 보청기를 제작하는 것은 쉬운 일이 아니다. 보청기의 각각 부품들만을 볼 때는 그 크기가 소형이지만, 부품 모두를 귀속에 넣는다고 한다면, 공간의 확보는 꼭 필요한 사항이다. 또한 보청기는 하나의 칩(chip)에 부품이 전선(wire)을 통해 납땜이 되는 구조이다. 이는 전선의 단락을 유발할 뿐만 아니라 칩과 전선이 쉽게 떨어지며, 잦은 납땜 작업으로 인해 열적으로 칩의 파손까지도 일으킨다. 이를 보완하고자 여기에서는 보청기 소형화 방법으로 PCB(Printed Circuit Board)를 제시하였다. PCB 를 사용함으로써 전선의 사용을 최소화하고, 부품과 PCB 와의 직접적인 결합으로 인해 보다 견고한 보청기 제작을 목표로 하였다. 아울러 PCB 를 통한 부품의 실장으로 기존의 수작업이던 보청기 제작을 자동화와 제작 시간의 단축이라는 이점을 얻을 수 있다.

1. 서론

보청기의 내부를 살펴보면, 외부로부터 신호를 받아들여 전기적 신호로 바꾸어주는 마이크로폰과 받아들인 신호를 증폭하고 잡음을 제거하거나 특정 주파수 대역을 강조하는 증폭기 그리고, 변화된 신호를

실제 귀로 전달해 주는 리시버로 이루어 진다. 실제 보청기에는 기본적으로 각 부품의 동작을 위한 배터리가 들어가며, 편리를 위해 몇몇의 부품이 더 추가 되어진다. 볼륨 컨트롤 등이 그것이다. 여기에 디지털 보청기 칩을 사용할 경우에는 칩 안에 존재하는 메모리에 프로그램할 수 있도록 인터페이스 소켓이 필요하며, 여기에 짜여진 프로그램을 필요에 따라 선택할 수 있는 스위치가 들어가게 된다. 그리고 T-coil 이 들어간다. 즉, 적게는 4 개에서 많게는 6~8 개의 부품이 귀속에 그리고 보청기 쉘(shell) 안에 들어 가게 되는 것이다.

이러한 부품들은 보기에는 소형이지만, 많은 보청기 수요자들이 귀 밖으로 잘 보이지 않는 귀속형 보청기를 원하고 있기 때문에 그 크기가 하나의 결림돌이 되고 있다. 그리고 각 부품들은 전선(wire)을 가지고 하나의 칩에 모두 연결을 하는데 이는 번거로운 수작업이 뒤따르게 된다. 칩의 경우 각각의 패드(pad)가 작아 전선과의 연결 시 납이 적게 묻어 전선이 쉽게 떨어지는 현상이 나타난다. 이를 보정하기 위해 리츠와이어(litz wire)를 사용하여 저항을 감소시키고, 전선의 넓어진 표면적을 이용 패드와의 접촉성 향상을 꾀하였으나 칩에만 20 여 차례에 가까운 납땜작업으로 인해 납땜의 신뢰도가 떨어지는 문제를 여전히 안고있다. 또한 잦은 납땜작업은 칩 자체에 직접적으로 열을 가하기 때문에 칩이 파손까지도 초래한다. 이

문제를 해결하기 위해 여기에서 보청기의 회로를 PCB(Printed Circuit Board)로 만들어 전선의 사용을 최소화하고, 보청기에 가해질 수 있는 외부 충격에도 보다 견고함을 시도하였다.

2. 설계 환경

2.1 설계 툴과 기본 환경

설계의 기본 툴은 OrCAD Capture®을 가지고 회로도면을 작성하고, OrCAD Layout®을 가지고 PCB에 실장되어지는 부품의 핀(Pin)에 맞는 풋프린트(Footprint)를 만들고, 부품의 배치 배선 후 작업한 내용을 필름으로 출력하는데 필요한 정보를 담고있는 거버파일(gerber file)을 생성하였다. 설계의 기준은 그림 1)에서 보는 것과 같이 2층 기판을 기준으로 배선과 비아(via) 그리고, 부품의 최소 간격은 8mil (0.2032mm) 배선의 두께는 5mil (0.127mm)로 하였다. 최소 비아의 크기는 20mil (0.508mm) 드릴(drill) 13mil (0.3302mm) 등으로 하였는데 이 같은 사항은 샘플 기판 의뢰 회사의 기술을 고려함과 아울러 사람마다 각각 귀의 사이즈가 다르며, 모든 부품이 보청기 쉘의 안에 자리하여야 하므로 최소형 설계를 원칙으로 하였다.

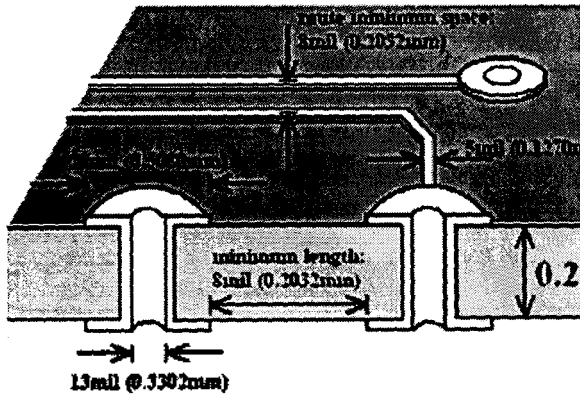


그림 1). PCB 설계의 기본 환경

3. 설계

3.1 부품의 라이브러리 생성

앞서 말한 보청기의 부품 마이크로폰(microphone), 리시버(receiver), 보청기 칩(chip), 스위치(switch), 티-코일(T-coil), 볼륨컨트롤(volume control), 페이스플레이트

(faceplate)에 관한 부품 라이브러리를 생성한다.

3.2 Chip Footprint의 생성

본 논문에서는 Gennum社의 보청기용 소형 DSP 칩으로 GB3211 그림 2), GB3215 그림 3), GA3214 그림 4) 이렇게 3개의 제품에 맞춰 설계하였는데, 칩 패키지

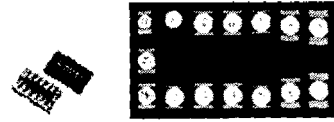


그림 2). GB3211 and Footprint

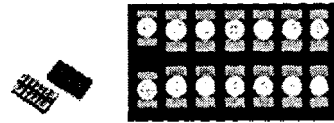


그림 3). GB3215 and Footprint

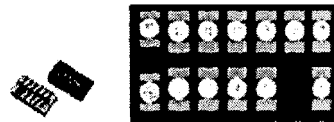


그림 4). GA3214 and Footprint

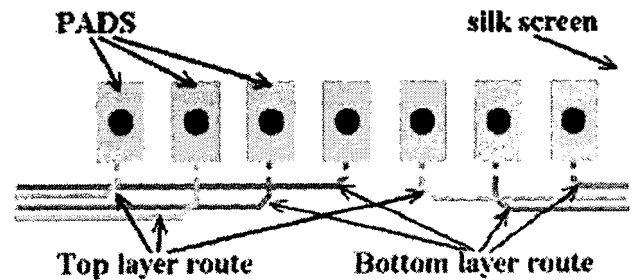


그림 5). Chip PADS

가 SMD 타입이나 그림 5)에서 보는 것과 같이 칩이 실장 될 패드에 비아 홀을 뚫음으로써 PCB의 윗면에서 만 배선할 경우 배선의 간격 유지로 인해 인쇄 회로 기판의 전체 면적이 넓어짐을 최소화 하였다. 즉, 배선을 PCB의 윗면(top layer)과 아랫면(bottom layer)으로 양분하는 효과를 얻을 수 있다.

3.3 Faceplate Footprint의 생성

페이스플레이트(Faceplate)는 보청기의 배터리 도어(door)가 달려있는 부품이다. 페이스플레이트는 배터리

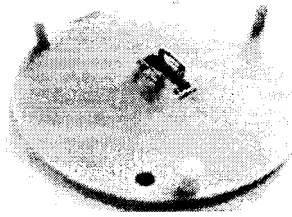


그림 6). Faceplate

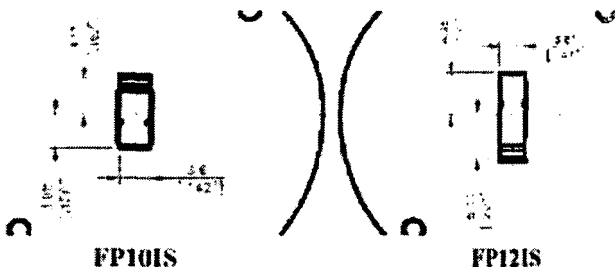


그림 7). Mechanical dimension of FP10IS and FP12IS

의 크기에 따라 종류가 나뉘며, 여기에서는 주로 쓰는 V10AT와 V312AT 형식의 배터리 페이스플레이트인 FP10IS와 FP12IS에 맞추어 설계하였다. 배터리 도어의 경우 왼쪽 귀용과 오른쪽 귀용이 구분되어 있기 때문에 풋프린트(footprint) 생성시 이점을 고려하여 배터리와 연결이 되는 패드의 극성이 서로 다르게 설계하였다. (그림 8)의 1, 2번 패드) 또한 피팅(fitting)을 할 수 있는 소켓(그림 8)에서 4, 5, 6번 패드)을 포함하는 것과 포함하지 않는 두 가지 종류가 있으나 별도의 소켓 (CS4X series)을 사용시 공간이 소비되므로 소켓이 포함된 풋프린트를 생성하였다.

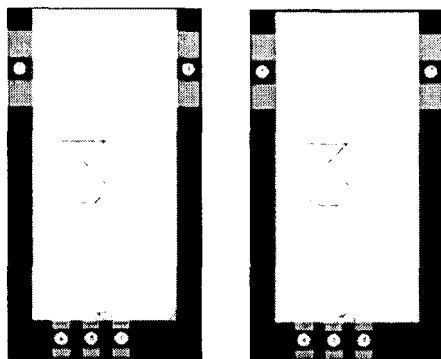


그림 8). Detail shape of FP10IS left and right

3.4 Connector hole의 생성

리시버와 마이크론과 같은 부품은 PCB와 분리되어

부득이하게 전선을 사용하게 되기 때문에 전선과 PCB 간의 연결 홀(hole)이 필요하였다. 전선이 하나의 홀에 두개 이상 연결이 되어야 하는 경우와 그렇지 않은 경우를 서로 구분하여 connector1 (30mil = 0.762mm) drill (13mil = 0.3302mm) connector2 (33mil = 0.8382mm) drill (16mil = 0.4064mm)로 생성하였다. 그림 9)

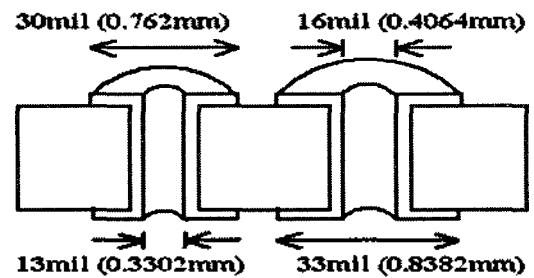


그림 9). Connect Hole (connector1 & connector2)

3.5 부품의 배치와 배선

부품의 배치에서 중요시 되는 것은 바로 실제 부품들이 들어가는 셀의 모양과 크기다. 그림 10)에서는 셀의 예를 보여주고 있다. 하지만 이러한 셀의 모양과 크기는 사람마다 귀 모양이 모두 다르고 같은 사람도 오른쪽과 왼쪽이 다르기 때문에 어느것도 표준이 될 수 없다. 때문에 비교적 귀가 작은 사람의 셀 모양의 크기에 맞추어 그림 11)에서 보는 바와 같이 가장 크기가 큰 부품인 페이스플레이트를 세로방향으로 칩을 가로방향으로 가운데에 놓고 기타 부품들이 셀의 빈 공간에 자리할 수 있도록 하였다. 전체 크기는 가로 또는 세로가 12mm를 벗어나지 않도록 부품의 배치와 배선을 하였다. 마지막으로 왼쪽과 오른쪽은 서로 대칭이 된다. 즉, 왼쪽 귀용은 PCB의 윗면(Top layer)이 보청기 shell의 안쪽이 된다면, 오른쪽 귀용은 PCB의 아랫면(Bottom layer)이 보청기 셀의 안쪽이 된다.

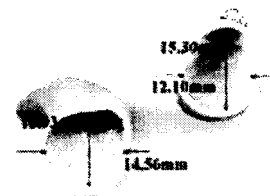


그림 10). Hearing Aid Shell

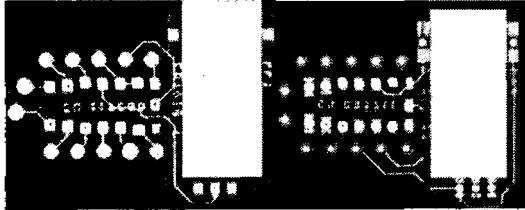
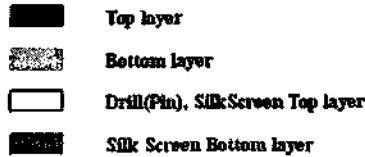


그림 11). Detail of PCB layout left and right

3.6 PCB

그림 12)에 보이는 그림은 완성된 샘플 PCB이다. 좌측부터 GB3211, GB3215, GA3214로 나뉘며, 왼쪽, 오른쪽 순이다. 첫번째 행은 칩의 패드에 전선 납땜의 어려움과 열로 인한 칩의 파손만을 보완하기 위해 설계된 것이다. 두 번째 행은 페이스플레이트 FP10IS(그림 7) 왼쪽에 맞추어 설계된 것이며, 세 번째 행은 FP12IS(그림 7)오른쪽에 맞게 설계된 것이다.

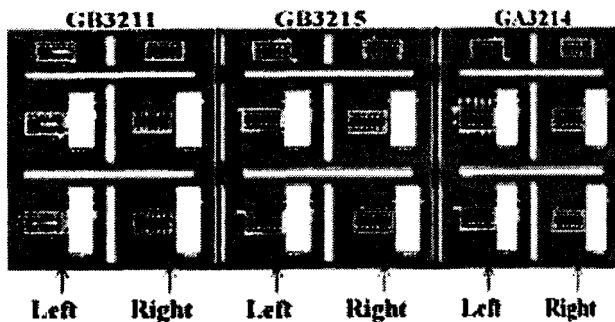


그림 12). 완성된 PCB



그림 13). Assembled hearing aid faceplate

결론

본 연구는 보청기의 국산화에 목표를 두고 수행되는

과정으로 인쇄 회로 기판을 통해 보청기 제작에 있어 기존의 번거로운 수작업을 최소화하며, 부품의 파손을 배제함으로써 보다 완성도 높은 보청기의 생산방법을 제시하였다.

참고문헌

1. Soon Suck Jarng, You Jung Kwon, 2004 "Making ITE Digital Hearing Aids", Dooyangsa
2. Harvey Dillon, Ph.D. 2001 "Hearing Aids", Thieme
3. Brian Csermak, 2000 (Applications Engineer Gennum Corporation) The Hearing Review, Vol. 7, No. 1, page 56, 58 & 60
4. A.L. Corcoran "hearing Aids"
5. J.O.Pickles, 1982, "An Introduction to the Physiology of Hearing", Academic Press, PP:56
6. Kwang Sun Lee, 2002 "Hearing Aids", iljogak, Vol. 22, pp.727~742
7. MIPS Computer Systems. Mark I. Montrose 2002, "Printed Circuit Board Design Techniques for EMC Compliance
8. Chul-woo Park, Seong-Sun Paek, Kyoung-Chul Sin, Sang-Ho Lee, Hae-Young Lee, Joo-Soo Jung, 2004 "New Edition OrCAD"
9. Moo-Sung Kang, Sang-Chul Park, Seong-Moo Lee, 2002 "Level up OrCAD", sungandang
10. Gennum Corporation, October 2001, "20475DOC.pdf" printed in Canada, <http://www.gennum.com/hip/pdffiles/20475DOC.pdf>
11. Gennum Corporation, February 2002, "22735DOC.pdf" printed in Canada, <http://www.gennum.com/hip/pdffiles/22735DOC.pdf>
12. Gennum Corporation, February 2002, "22736DOC.pdf", printed in Canada, <http://www.gennum.com/hip/pdffiles/22736DOC.pdf>
13. Sonion Corporation, 10 May 2002, "creuna.pdb_group_contents_portlet.pdf", http://www.sonion.com/servlet/page? pageid=3137& dad=portal_ext& schema=PORTAL_EXT&p_pdbgroup_id=Faceplates