

납땜실습

1. 실험 목적

브레드보드에서 실험한 회로가 정확하게 작동되는 것을 확인되면 회로도가 그려진 PCB기판에 각종 전기, 전자소자를 고착시켜 여러 환경에서 사용할 수 있도록 한다. 이들 소자를 고착시킬 때 납땜을 이용하게 되는데, 열을 받으면 특성이 급격하게 악화되는 소자들이 많이 있으므로 되도록 짧은 시간 안에 납땜이 이루어져야 한다. 본 실험에서는 납땜과정과 납땜에 필요한 재료, 기구들을 숙지하여 신속하고 정확하게 납땜을 하는 방법을 익힌다.

2. 관련이론

2-1. 땜납(solder)

납땜은 주석과 납 합금(혼합물)이다, 일반적으로 61.9% 주석과 38.1%의 납으로 구성된 합금을 사용하며 녹는점이 183°C로 가장 낮기 때문이다. 땜납으로 표면을 코팅하는 것을 '납땜'이라 불린다. 납은 독성 물질로 납을 사용한 후에는 항상 손을 씻어야한다. 전기, 전자분야에 사용되는 땜납은 전원선 내부의 선처럼 약간의 플럭스(flux)를 포함한다. 플럭스는 산성으로 부식성을 띄므로 납땜할 때 금속의 표면을 깨끗하게 한다. 이것이 땜납을 납땜인두 팁에 녹이지 않고 연결부분에 녹여야 하는 이유이다. 플럭스를 사용하지 않으면 대부분의 납땜은 실패한다. 왜냐하면 금속은 대기 중에서 매우 빨리 산화되며 이렇게 산화되거나 오염된 금속표면에서 땜납이 적절하게 흐르지 못하기 때문이다. 전자 회로기판에 적당한 땜납의 직경은 0.7 mm로 22 SWG에 해당된다 (SWG = Standard Wire Gage). 플러그, 구성품 지지대 그리고 다른 큰 부위를 연결할 경우 직경 1.2 mm (18 SWG)을 사용할 수 있다.

모든 금속을 납땜으로 연결할 수 있는 것은 아니다. 흔히 접하는 납땜으로 연결할 수 있는 금속은 구리, 니켈, 주석, 납이고, 알루미늄, 스테인레스 스틸은 납땜이 되지 않는다.

2-2. 무연 땜납(lead-free soldering)

근래에 환경법안들이 전자공업분야에서 널리 사용되는 납을 겨냥하고 있다. 유럽의 RoHS 훈령은 2006년 7월 1일부터 회로기판에 납을 사용하는 것을 금지하고 있다. 일본은 납을 포함하는 물품을 재활용을 할 때 추가적 비용의 증가로 입법이전에 납을 사용하지 않고 있다. 그러나 납을 포함하고 있지 않더라도 납땜은 인간에 해로운 증기를 방출할 수 있다. 따라서 일하는 공간으로부터 증기를 제거할 수 있는 환기장치의 사용이 적극 권장되고 있다.

납을 포함하지 않는 납땜, 즉 무연의 경우 납-주석의 납땜온도보다 높아진다고 잘못 인식하고 있다. 납-주석 납땜에서 젖음 온도가 융점보다 높고 이것은 조절할 수 있다. 집단 납땜(wave soldering)은 납-주석과 같은 온도에서 실행될 수 있다. 그럼에도 불구하고 새로운 기술적 도전이 계속되고 있다. 납을 포함한 합금의 융점을 낮추고 다른 특성을 개선하기 위해 구리, 은, 비스무스 등이 납에 첨가되고 있으며 더욱이 주석은 부식이 잘 되는 금속이므로 땜납용기를 파괴한다.

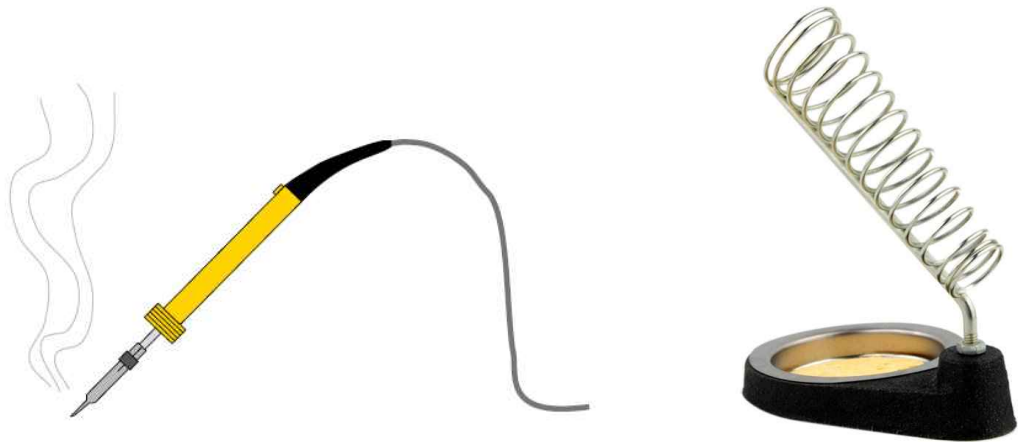


그림 1 납땜 인구(왼쪽)와 인두 거치대(오른쪽)



그림 2 땀잡과 납땜용 플럭스(오른쪽)

2-3. 안전 예방책

- 인두 끝과 부품에 절대 손대지 말 것. 그 부품은 아주 뜨거워 (400 °C 정도) 굉장한 화상을 입게 될 것이다.
- 인두 끝이 코드에 닿지 않도록 특별히 주의해라. 인두는 특별한 보호를 위해 내열 코드를 사용해야 한다. 일반적인 플라스틱 코드가 뜨거운 인두에 접촉되면 순식간에 녹아서 연소되거나 전기충격의 위험이 있다.
- 사용하지 않을 때는 인두를 거치대에 세워 둔다. 잠시라도, 절대 당신의 실험대에 내려 놓지 말라.
- 접합부에 손대기 전에 접합 후 몇 분을 기다려 그것이 냉각되도록 해라.
- 실험을 할 때는 통풍이 잘 되는 곳에서 한다. 당신이 납땜을 녹이면 주로 플럭스로부터 연기가 생기고 매우 유해하다. 머리를 작업대 위가 아닌 밖으로 두어 연기를 흡입하지 않도록 해라.
- 납땜을 사용한 후에는 손을 닦는다. 땀납엔 납의 함금이다.

2-4. 화상 처치

납땀에 의한 대부분의 화상은 미미하고 처치는 간단하다.

- 화상을 입은 부위를 천천히 흐르는 차가운 물 아래에 두어 곧 바로 냉각시킨다. 최소 5분 동안 차가운 물에 화상 부분을 갖다 댈다(15분을 추천함). 만약에 얼음을 쉽게 구할 수 있으며 도움이 될 수 있다. 그러나 차가운 물로 냉각시키는 첫 처치를 지연시키지 말라.
- 어떠한 크림 또는 연고는 사용하지 않는다. 화상은 그것들 없이 더욱 잘 낫는다. 만약에 화상 입은 부위가 더럽혀지지 않도록 하려면 깨끗한 손수건으로 드레싱을 하라.
- 만약에 화상부위가 당신 손보다 크다면 병원으로 가라.

2-5. 납땀 준비

1. 납땀 인두를 거치대에 두고 전원을 넣는다. 납땀인두의 온도를 작업온도인 400 °C로 올리는데 몇 분이 소요된다.
2. 거치대의 스폰지를 물로 적셔둔다. 가장 좋은 방법은 스폰지를 거치대 밖으로 들어 차가운 수도물 아래 잠시 둔 후 스폰지를 짜 과잉의 물을 제거한다. 스폰지는 적셔두면 물이 뚝뚝 떨어지지 않도록 한다.
3. 인두가 가열될 때까지 몇 분을 기다린다. 당신은 약간의 납납을 팁으로 녹게 함으로써 가열이 되었는지 확인해야 한다.
4. 젖은 스폰지로 인두 팁을 닦아 팁을 깨끗하게 한다.
5. 인두 팁으로 약간의 납을 녹인다. 이것을 "tinning" 라 부르고 인두 팁으로부터 접합부로 열이 흐르게 도와 줄 수 있다. 이것은 코드를 뽑았을 때 그리고 납땀하는 동안 가끔 인두 팁을 스폰지로 닦을 필요가 있을 때 행한다.
6. 이상으로 납땀 준비는 완료된다.

2-6. 납땀하기

1. 인두의 손잡이 밑부분을 펜처럼 잡는다. 자신의 이름을 쓰는 것을 상상하다. 절대 납땀기의 부품이나 팁을 손대지 않는다.
2. 인두를 접합 부분 위에 갖다 댈다. 팁이 부품의 리드선과 구리트랙 모두와 접촉하고 있는지 확인해야 한다. 팁을 몇 초 동안 그곳에 유지시킨다.
3. 접합부에 약간의 납을 공급한다. 그림에 보여 지는 것처럼 화산 모양으로 만들기 위해 납납이 리드나 트랙 위에 부드럽게 흘러야 한다. 인두에 납을 묻혀 납을 공급하지 말고 자신이 직접 납을 공급해야 한다.
4. 납납을 제거한 후 인두도 제거한다. 이때 접합부가 움직이지 않게 한다. 회로판을 움직이기 전에 접합 부분이 냉각되도록 몇 초 동안 그대로 두라.
5. 접합부로 세밀하게 관찰한다. 광택이 나고 화산처럼 보여야 한다. 그렇지 않다면, 다시 열을 가하고 약간의 납납을 더 공급할 필요가 있다. 이 시간은 납납을 공급하기 전 리드나 트랙을 충분히 가열되도록 한다.
6. 납땀용 플럭스가 있을 경우 가장 효율적으로 납땀을 할 수 있다. 연결할 두 부분에 각각 약간

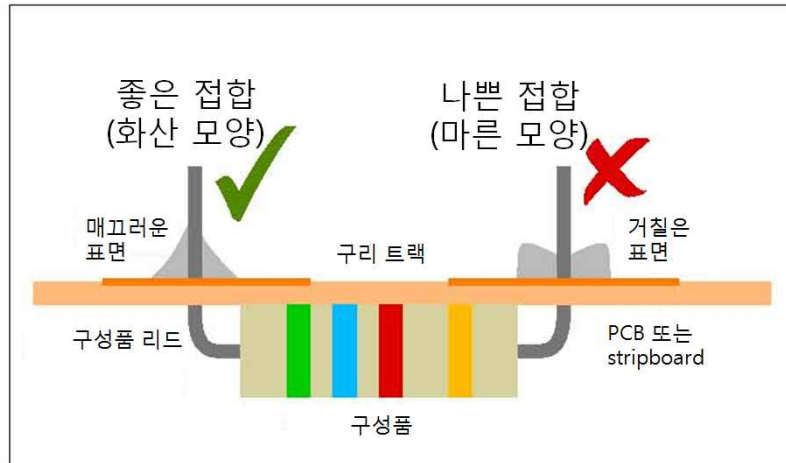


그림 3 접합이 잘된 부위와 그렇지 않은 부위의 접합형상

의 플럭스를 묻히고 인두로 가열하여 표면을 세정한다.

7. 두 부분을 맞대고 2-5의 과정을 행한다.

2-7. 방열체(heat sink)의 사용

트랜지스터같은 어떤 부품은 납땀할 때 열때문에 피해를 입을 수 있다. 그림 4에서 보는 것처럼 접합부와 구성품 사이의 리드에 방열체인 클립을 사용하는 것이 현명한 방법이다. 방열체 기구를 사용할 수 있지만 악어 클립으로도 충분할 뿐 아니라 매우 저렴하다.



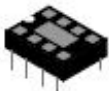

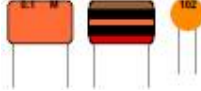
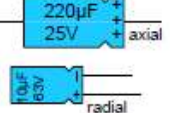
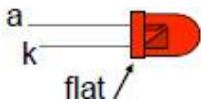
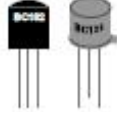

2-8. 부품별 주의사항

납땀을 할 때 어떤 구성품은 특별한 주의가 필요하다. 대부분 부품들을 올바른 방법으로 위치시켜야 몇 가지 부품은 땀납의 열에 의해 쉽게 피해를 입는다. 다음 표는 납땀시 유용한 다른 조언과 함께 적당한 경고도 함께 실었다.



그림 4. 악어클립을 열방사체로 이용한 예

표 1 납땜할 때 부품 종류에 따른 주의사항

부품	형상	주의사항
저항		특별한 주의가 필요하진 않으며 어떻게 연결해도 좋다.
다이오드		다이오드는 올바른 방향으로 연결해야한다: a=anode, k=cathode. 게르마늄 다이오드는 방열체를 사용해야 한다.
IC 소켓(DIL 소켓)		홈 표시가 정확히 끝에 위치해야한다. 열에 의해 손상되지 않도록 하려면 이 단계에서 IC를 넣으면 안된다.
프리셋(소형 가변저항)		특별한 주의가 필요하진 않다. Stripboard에 소자를 올바르게 삽입시키기 위해 주의를 요한다.
커패시터 (1 μ F 이하)		특별한 주의가 필요하진 않고, 어떻게 연결해도 좋다. 용량값이 정확한지 확인해라.
전해질 커패시터 (1 μ F 이상)		전해질 커패시터는 정확한 방법으로 연결해야 하고, 리드와 가까운 곳에 + 또는 - 표시가 있다.
LED		LED는 정확한 방향으로 연결해야한다:a=anode, k = cathode. 소형(3 mm) LED는 방열체와 함께 사용한다.
트랜지스터		트랜지스터는 3개의 단자가 있으며 정확히 연결을 해야 한다. 트랜지스터와 연결부 사이의 단자에 방열클립을 차례로 사용한다.
보드에서 지점사이 전선 연결		주석으로 도금된 구리선(저항 단자의 자투리와 같은) 또는 단선 플라스틱 코팅선을 사용한다.
보드에 장착된 다른 부품		특별한 주의 사항은 없다, 하지만 부품들이 정확하게 연결되어있는지 확인해야한다.
배터리, 클립, 버저 및 전선이 연결된 다른부품		적색(+) 과 흑색(-) 전선이 정확한 방향으로 연결되어야한다.
스위치와 같이 보드에 없는 부품과의 연결선		유연한 플라스틱 코팅 전선을 사용하고, 단선 전선은 접합부에서 파괴될 분리될 수 있다.
IC 부품		모든 납땜이 완료되면 IC를 올바른 방법으로 홀더에 끼운다. 단단히 밀어넣기 전에 모든 핀이 정렬되었는지 확인한다.

2-9. 땀납 제거

어떤 단계에서 너는 전선 또는 구성 요소를 제거하거나 재배치시키기 위해 땀납을 제거해야 할 필요가 있다. 땀납제거에는 두 가지 방법이 있다.

· 납제거 펌프 사용(desoldering pump, solder sucker)

1. 스프링과 연결된 누름쇠를 밑으로 끝까지 눌러 걸쇠에 걸리게 한다.
2. 펌프 노즐과 인두 팁을 납땀한 부분에 함께 접촉시킨다.
3. 납땀을 녹을 때까지 몇 초 동안 기다린다.
4. 펌퍼의 버턴을 눌러 누름쇠를 해제하고 녹은 납땀을 빨아 들인다.
5. 가능한 많은 납을 제거가 필요할 경우 위 작업을 반복한다.
6. 때때로 노즐을 풀어 펌프에서 흡입된 땀납을 비울 필요가 있다.

땀납제거용 구리심지 사용(copper wick, copper braid)

1. 구리심지 끝과 인두 팁을 접합부에 접촉시킨다.
2. 땀납이 녹으면서 대부분 심지로 스며들어 연결부위에서 떨어진다.
3. 구리심지를 제거한 후 인두를 제거한다.
4. 땀납으로 코팅된 심지의 끝을 잘라버린다.

대부분의 납땀을 연결부분에서 제거 후 전선 또는 부품단자를 바로 제거 할 수 있습니다(냉각 되는 몇 초 필요). 연결부분이 쉽게 분리되지 않을 경우 인두를 다시 접촉시켜 남은 납을 녹임 과 동시에 접합부를 당겨 분리시킨다. 이때 화상을 주의하라.



그림 5 땀납제거용 펌프



그림 6 땀납제거용 구리심지(왼쪽), 땀납제거 전(오른쪽 위)과 후(오른쪽 아래)의 심지 형상

3. 실험기기 및 부품

납땀인두, 인두 거치대, 땀납(직경 0.7 mm), 땀납 페이스트(플럭스), 브레드보드용 전선, 에나멜선(직경 0.1 mm), 땀납 제거 펌프, 10 Ω 저항 4개, 구리심지, 악어클립, 일반 문서용 클립, 핀셋, 만능기판, 8 pin IC 소켓, 사포(emery paper)

4. 실험 방법

4-1. 납땀 연습

- ① 위 이론부분에 서술된 납땀하는 방법을 숙지하라.
- ② 브레드보드용 전선과 저항을 납땀으로 연결하라.
- ③ 연결된 부위를 각자의 핸드폰 카메라로 촬영하라.

4-2. 문서용 클립과 브레드보드용 전선과 납땀

- ① 문서용 클립과 전선에 플럭스를 묻혀 인두로 연결부분을 먼저 세정한다.
- ② 핀셋과 악어클립으로 각각 전선과 클립을 잡고 접촉시킨 후 인두도 접촉시킨다.
- ③ 땀납을 공급하여 클립과 전선을 연결시킨다.
- ④ 2-3번 반복해도 연결되지 않으면 실험을 중단하라.

4-3. 에나멜선의 납땀

- ① 네 줄의 에나멜선을 준비한다.
- ② 에나멜층을 사포로 갈아 제거한다. (에나멜선은 고온에서 녹기 때문에 납땀 전 반드시 제거해야 한다.)
- ③ 플럭스를 사용하지 않고, 땀납만으로 두 선을 연결해 본다.
- ④ 사포로 벗긴 두 에나멜선에 플럭스를 약간 묻히고 약간의 땀납을 인두에 녹여 땀납을 에나멜선에 코팅한다.
- ⑤ 두 에나멜선을 인두와 접촉시켜 접합한다.
- ⑥ 플럭스를 사용했을 때와 하지 않았을 때의 차이를 확인하라.

4-4. 만능기판에 IC소켓의 납땀

- ① 만능기판에 8 pin IC 소켓을 정확하게 삽입시킨다.
- ② 기판을 뒤집어 핀 2개를 기판과 납땀한다.
- ③ 연결된 부위를 각자의 핸드폰 카메라로 촬영하라.

4-5. 만능기판에서 IC소켓의 탈착(땀납제거 펌프 사용)

- ① 위 이론부분에 서술된 펌프로 땀납을 제거하는 방법을 숙지하라.
- ② 펌프로 만능기판에서 납땀된 IC소켓을 탈착시켜라.
- ③ 탈착된 부품과 만능기판의 탈착부위를 각자의 핸드폰 카메라로 촬영하라.

4-6. 만능기판에서 IC소켓의 탈착(구리심지 사용)

- ① 위 이론부분에 서술된 펌프로 땀납을 제거하는 방법을 숙지하라.
- ② 구리심지로 만능기판에서 납땀된 IC소켓을 탈착시켜라.
- ③ 탈착된 부품, 만능기판의 탈착부위 그리고 땀납이 묻은 구리심지를 각자의 핸드폰 카메라로 촬영하라.

5. 예비과제

1. 열이 제일 잘 전달되는 금속을 순서대로 5개 적어라.
2. 열전달계수와 전기전도도 사이에 상관관계가 있는가? 있다면 대략적으로 어떤 관계인가?
3. 굵은 전선과 가는 전선 중 어떤 것이 납땀이 잘 되겠는가?
4. 저항 단자는 구리로 만든다. 그런데 회색으로 보이는 것은 주석을 코팅했기 때문이다. 주석을 코팅하는 이유는 무엇인가?
5. 거의 모든 금속은 대기 중에서 산화되므로 금속표면엔 산화층이 존재한다. 전선에 산화층이 있게 되면 납땀이 불가능할 수도 있다. 이 산화층을 어떻게 없앨 수 있겠는가?
6. 에나멜선이란 무엇이고, 어떻게 납땀해야 하는가?

6. 실험결과 및 과제

6-1. 납땜 연습



6-2. 문서용 클립과 브레드보드용 전선과 납땜



6-3. 에나멜선의 납땜

두 경우 중 어떤 방식에서 납땜이 더 잘 되는가? 그리고 그 이유는?

6-4. 만능기판에 IC소켓의 납땜

사진 및 설명

6-5. 만능기판에서 IC소켓의 탈착(멤납제거 펌프 사용)

사진 및 설명

6-6. 만능기판에서 IC소켓의 탈착(구리심지 사용)

사진 및 설명

7. 과제

1. 에나멜선을 납땜할 때 에나멜선을 반드시 제거해야 하는 이유는?
2. 전선이 오래되면 표면에 산화물이 잔뜩 묻어 있다. 이 전선을 어떻게 납땜해야 하는가?
3. 오차 1%인 $10\ \Omega$ 두 저항을 손으로 꼬아 연결했더니 $25\ \Omega$ 로 저항이 측정되었다. 이 저항을 납땜하였더니 $20\ \Omega$ 로 측정되었다. 왜 차이가 났을까?
4. 트랜지스터가 열에 취약한 이유는 무엇인가?