

▶ RoHS 지령 및 WEEE 지령의 예외 조항은?

RoHS 지령 및 WEEE 지령의 예외는 많이 있다. 엔드 프로덕트 또는 서브 프로덕트에 예외가 적용되는지 어떤지를 확인하기 위해서는 이들 지령을 면밀히 조사할 필요가 있다. 일반적으로 군사용 및 항공우주산업용 전자 기기는 제외된다. 또한 일부 의료기기와 납 농도가 85%를 넘는 합금도 제외된다.

▶ WEEE 지령 및 RoHS 지령의 최신 웹 정보와 진행상황은 어디에서 알 수 있는가?

최신 정보를 입수하는 것은 고객 기업의 이행 로드맵에 있어서 대단히 중요하다. 인터넷은 우수한 정보 입수 장소다. 아래의 웹사이트에서는 RoHS 지령에 대한 기술적용위원회

(TAC: Technical Adaptive Committee)에서 발표한 최신 정보가 게재돼 있다.

웹 사이트 www.dti.gov.uk/sustainability에는 WEEE 지령 및 RoHS 지령의 내용 외에 TAC 회합의 의사록도 있다.

웹 사이트 www.europa.eu.int/comm/environment/waste/weee_index.htm에는 WEEE 지령에 관련된 EU의 전망에 대한 정보가 게재돼 있다.

▶ IPC-1066 및 IPC-1085의 내용은? 또 이들 문서가 RoHS 무연으로의 이행에 어떤 역할을 하는가?

이들 IPC 문서는 2005년 1월에 발행되었다. IPC-1066의 타이틀

은 “ Marking, Symbols and Labels for Identification of Lead-free and Other Reportable Materials in Lead-free Assemblies, Components and Devices(무연 및 무연 어셈블리 중의 신고 의무가 있는 그 외의 물질을 표시하기 위한 마킹, 신호, 라벨)”이다. 이 문서는 무연 처리를 포함한 부품을 지정하기 위한 방법을 상세히 규정하는 것이지만, 어셈블리에 이용되는 기관의 표면처리 및 솔더로도 확장할 수 있다. e1부터 e9까지의 문자를 사용하여 각종 무연 처리를 지정하는 방법이다. 이 문서는 주로 부품 업체에서의 무연 부품 식별과 라벨 표기에 사용된다.

이 문서를 이용하여 조달 담당자, 재고관리 및 생산 담당자를 훈련시켜 납땜을 목표로 하는 부품 표면처리에 대한 인식을 높이는 것이는 좋다.

IPC-1065 “Material Declaration Handbook(재료선언 핸드북)”에는 전자 기기 어셈블리에서 금지하고 있는, 그 외 관리 화학품이 몇 백 종류나 상세히 기재돼 있다. 또 이것들을 검출하기 위한 공인 시험방법에 대해서도 상세히 기재돼 있다. 이 문서는 RoHS 금지 물질의 시험이 필요한 경우에 편리하다.

▶ RoHS 제품의 준수 사실을 표시하기 위한 라벨 표기 요건은?

RoHS 지령에서는 어셈블리 또는 박스 구조체에 지정 라벨을 표기하도록 하는 요구는 없다. 독자적인 라벨을 디자인하여 사용하고 있는 기업도 있지만, 법률 상 필요성은 없다. 유럽 시장으로 수출되는 제품은 모두 RoHS 준수 제품 일 것으로 판단된다. 무연 로고에 대해서도 마찬가지다. 이것도 필수는 아니다.

제품이 무연인 것을 나타내는 독자적인 로고를 사용하는 제조업체도 있지만, 이는 보통 마케팅 목적이다.

▶ 최종 제품에 대한 재료선언은 필요한가?

EC법에서는 제품의 적합성을 나타내는 재료선언(Material Declaration)을 요구하고 있지 않다. 다만, 2006년 7월 이후 유럽 시장으로 수입되는 제품을 추출 검사하여, RoHS를 준수하지 않은 것으로 판명될 경우에 적합성을 보증하기 위해 기업에서 가능한 모든 수단을 실시했다는 것을 증명하는 것이 중요하다. 이 때 재료선언 또는 어셈블리에서 사용되고 있는 각 부품의 데이터가 필요하다. 구조체에서 사용하고 있는 개별 품목의 재료선언을 보관하고 있어야 한다. 이러한 것으로 적절한 대응을 실천해 온 것을 증명할 수 있다. 공급자와의 친밀한 협력관계가 가장 중요하다.

▶ 부품, 기관, 배선 등의 재료선언 양식에서 요구하는 주요 요소는?

재료선언에 포함될 필요가 있는 중요 요소는 다음과 같다.

- 유럽 RoHS 지령의 금지 물질에 대한 적합성
- 폴리불소화비페닐 난연제 및 폴리불소화디페닐에텔 난연제가 사용되지 않을 것(이 중 일부는 수지 성형 재료나 적층 성형품에 사용되고 있기도 하다)
- 무연 납땜 공정의 최고 온도 한계값
- 무연 어셈블리의 습기 감도 정격

중요한 것은 금지 물질이 존재하지 않을 것과 부품이 무연 공정에 적합하다는 것을 보증하는 것이다. SAC 합금을 사용하는 경우, 무연 납땜에 필요한 습도 프로파일이 높아진다. 신뢰성을 보증하기 위해서는 부품이 놓일 가능성이 있는 최고 온도와 습기의 영향에도 세심한 주의를 기울여야 한다.

▶ '무연'의 정의는? 그리고 무연의 허용한계는 없는가?

EU의 RoHS 지령에서는 의도적으로 납을 첨가하지 않은 경우(즉, 납땜 전의 각 재료), 0.1중량%(1,000ppm)를 균질 재료에 대한 납 함유량의 한계값으로 정의하고 있다. 이 값은 각 균질 재료(즉 부품 리드, 납 도금, 유리섬유, 수지 성형, 솔더, 패드 처리 등)에 대한 한계로 정의되고 있다. 0.1%란 한도는 최종 제품 또는 회로기판의 질량에 대한 정의가 아니다.

▶ 무연 접합부 상의 납 오염은 장력시험 및 전단시험의 결과에 어떻게 영향을 미치는가?

SAC 합금이 미량으로 함유된 납의 경우, 장력시험 및 전단시험의 데이터에 대한 영향은 보이지 않았다. Gintic Singapore Consortium의 보고에서, 무연 SAC 접합부에서 중량 2%까지의 납에 의한 식별 가능한 악영향은 없었다는 보고가 있다. 그렇다고는 하지만 역시 무연 솔더로 납땜된 무연 단자가 가장 신뢰성이 높을 것으로 판단된다.

웨이브 납땜의 경우에는 납에 따라 필렛 리프팅(fillet lifting)이 일어날 가능성이 있다.

▶ 무연 솔더에 의한 SMT, 웨이브 솔더 공정의 신뢰성을 확보하기 위해 가장 먼저 실시해야 하는 것은 무엇인가?

무연 조립에 관한 지식 기반이 계속해서 확대되고 있다. 면밀히 연구된 합금을 선택하는 것이 가장 중요하다. SAC 솔더는 확실히 이 범주라고 말할 수 있으며, 현재 많은 데이터가 존재하지만, 다른 합금에는 해당되지 않는다. 따라서 과거의 사용실적이 충분하지 않은 합금이나 데이터만 있는 합금을 선택하는 경우에는 신

되성 시험에 상당한 경비를 들여야 할 필요가 있다.

무연 솔더 합금의 대부분은 젖음성이 낮고 표면장력이 높기 때문에, 이들 물리적 특성 및 화학적 특성을 파악해 두는 것이 중요하다. 엔지니어들은 이들 상이점을 고려하여 납땜 공정을 최적화함으로써 확실한 솔더 접합부를 보증할 수 있다.

부품 및 기관의 표면처리나 납땜 중에 예상되는 거동에 대해 인식함으로써 납땜에 적합한 플럭스를 올바르게 선택할 수 있다. 무연용으로 개발된 플럭스 시스템을 이용해야 한다.

장치 호환성 시험에는 DOE를 실행하여, 우수한 무연 접합부를 달성하기 위한 최적의 공정 파라미터를 결정할 필요가 있다. 63/37 솔더 접합부에 비해서 무연 접합부는 외형이나 젖음 속도 및 젖음 각도가 다르기 때문에 적절한 훈련도 필요하다.

▶ 무연 솔더 합금은 표준이 있는가?

납 사용 솔더 합금과 같이 일반적으로 잘 사용되는 합금이 있다. SPVC(Solder Products Value Council)라는 세계적인 솔더 제조업체 그룹은 SnAg3.0Cu0.5를 합금 선택의 기준으로 정하고 있다. SnAgCu에는 은 3~4%, 구리 0.5~0.7%를 비롯한 여러 종류가 있지만 용점은 217~220℃ 범위이다.

▶ 주석-납 합금에 비해 무연 솔더는 비중이 극도로 낮는데 어떤 이점이 있을까?

비중은 밀도로써 g/cc로 나타낸다. 가장 표준적인 납 사용 합금인 Sn63Pb37 또는 Sn63Pb36Ag02에 대한 값은 8.4이다. 무연 합금의 비중은 대부분 주석에 의한 것으로, 값이 약 7.3으로 되어 있으며 같은 용량의 솔더를 사용한 경우 무연 솔더 쪽을 약 15% 경량화 할 수 있다.

▶ 저온의 무연 합금에는 어떤 것이 있으며, 어떤 곳에 사용하는가?

주석-은-구리 합금보다 저온에서 용해되는 무연 솔더 합금은 주석 또는 주석 합금에 비스무트, 인듐, 또는 아연을 첨가하여 각각의 장단점을 함께 가지고 있다.

비스무트 합금에는 소량 또는 대량의 비스무트가 포함돼 있다. 일반적으로 비스무트 양이 약 8%를 넘는 솔더 합금은 불안정하다.

- SnAg3.0Bi3.0은 213℃에서 용해
- SnAg3.4Bi4.8은 202~215℃에서 용해
- SnAg2.0Cu0.5Bi7.5는 211℃에서 용해
- SnBi58은 138℃에서 용해

인듐 합금에는 소량 또는 대량의 인듐이 포함돼 있다. 일반적으로 인듐량이 약 50%인 솔더 합금은 강도가 그다지 없는 대신 가소성이 좋다. 인듐을 사용하면 비용이 높아진다.

- SnAg3.3In4.8은 212~214℃에서 용해
- SnAg3.0Cu0.5In10은 194~200℃에서 용해
- SnIn52는 117℃에서 용해

아연 합금은 보통 10% 미만의 아연을 함유하고 있는데, 부식성이 높기 때문에 적용범위가 한정돼 있다.

- SnAg3.0Zn15.0은 200~202℃에서 용해

- SnZn09는 199℃에서 용해

물론 비스무트, 인듐 및 아연을 함유하고 있는 합금도 있다.

- SnBi3.0Zn9.0은 187~195℃에서 용해되고, SnZn보다도 우수한 젖음성을 갖는다.

- SnBi50.0In2.0은 135~137℃에서 용해되고, SnBi보다 우수한 가소성을 나타낸다.

- SnBi15.0Zn5.0은 170~193℃에서 용해

▶ 고온의 무연 합금에는 어떤 것이 있으며, 어떤 곳에 사용하는가?

현재, 납을 85% 이상 많이 함유하고 있는 물질에 대해서는 현실적으로 이것을 대신할 것이 없기 때문에 사용이 금지돼 있지 않다. 그러나 언젠가는 대체품이 나올 것으로 판단된다.

- Sn95Sb05는 232~240℃에서 용해되지만, SnAgCu(217℃)에 비해 그다지 높지 않다.

- Sn20Au80은 280℃에서 용해되지만, 비용이 너무 많이 든다.

- BiAg2.5는 262℃에서 용해

- BiZn2.7은 255℃에서 용해

- BiZn15는 255~313℃에서 용해

- SnAl05는 382℃에서 용해

- Sn65Ag25Sb10은 230~235℃에서 용해

▶ 무연 솔더의 사용에 대해서 특허 상의 문제는 없는가?

특허는 세계적으로 150건 이상이나 되기 때문에 무연 솔더 합금의 선택에 있어서 충분한 주의를 기울일 필요가 있다. 합금의 종류에 따라서는 일반적으로 장기간 사용되었기 때문에 특허가 되어 있지 않으며, 사용료를 필요로 하지 않는 것도 있다.

- SnAg, SnCu, SnSb, SnIn, SnBi 및 SnZn 합금

- SnAg3.0Cu0.5 및 SnAg4.0Cu0.5(적용 방법에 따름)

무연 솔더를 위한 그의 금속의 조합은 거의 특허로 돼 있다. SnAgCu 합금에 대해서 일반적으로 보급되어 있는 특허는 다음과 같다.

- 미국 아이오와 주립대학 연구재단(ISURF)에 의한 미국특허 제5,527,628호는 합

금 SnAg(3.5~7.7) Cu(0.9~4.0)에 적용된다.

- 쉐주금속과 마쓰시타전기에 의한 일본특허 제JP302744호는 합금 SnAg(3.0~5.0)Cu(0.5~3.0)에 적용된다.

Kester는 이들의 특허화된 SnAgCu 솔더 합금에 대해 사용 계약을 맺고, 세계적으로 제조 및 판매를 하고 있으며 합금 사용권은 Kester 제품을 이용하는 고객에게 인도된다.

▶ 무연 솔더 내의 납 불순물 조성의 규격은 어떻게 돼 있는가?

무연 솔더 내의 납 불순물 함유량 규격은 500ppm 미만이다. 주석의 정제 공정에 의한 소량의 납 오염은 항상 존재한다. 이 0.05%라는 값은 RoHS의 한도값인 0.1%보다 낮은 값이지만, 웨이브 납땜 중의 납 오염 방지에는 특히 주의할 필요가 있다.

▶ 무연 솔더의 분석방법은?

무연 솔더는 스파크 분석 장치 및 원자 흡수 분광광도계로 분석할 수 있다. 스파크 분석 장치 및 원자 흡수 분광광도계는 모두 ICP-AES와 비슷한 결과를 얻을 수 있지만, 스파크 분석 장치 쪽이 적합하다.

▶ Sn10Pb90과 같은 정도의 고용점 무연 솔더가 있는가?

Sn10Pb90을 대체할 수 있는 무연 솔더는 존재하지 않는다. 그러나 85% 이상의 납을 함유하는 고용점 솔더는 RoHS에서 면제돼 있으므로 이들은 문제없이 사용할 수 있다.

▶ 저융점의 무연 솔더가 있는가?

솔더 페이스트용으로 35~58%의 Bi와 기타 여러 성분(비스무트 함유량을 경감시킨 아연 등)을 함유하는 무연 합금이 있다. 예를 들면 Sn89Zn8Bi3 등이 있다.

Bi는 융점을 저하시키는 효과가 있지만, 동시에 솔더가 물러진다. 비스무트는 솔더의 융점 저하와 젖음성 향상에 효과적이지만 규제가 있다. 아연은 산화가 지극히 빠르고, 전해부식성의 경향이 있기 때문에 사용 시에는 세심한 주의가 필요하다. 이들 합금은 주로 가정용 전기 제품의 조립업자가 사용하고 있다.

▶ 부품 단자는 무연으로 써야만 하는가?

부품 단자가 납땜되는 표면은 무연으로 해야 한다. BGA의 솔더 비즈(beads)도 무연으로 해야 한다. 부품의 내부 구조에 이용되는 솔더에 대해서는 솔더의 85% 미만이면 납을 함유할 수 있다.

▶ 무연 표면처리 중, 어느 것이 주석-납 표면처리를 대신할 수 있는가?

용해된 솔더에서 주석 도금을 하면 부품 단자는 보다 안정된 납땜이 가능하다. 주석 도금용 무연 솔더의 대체에는 주석-은-구리, 주석-은, 주석-구리, 및 주석-비스무트가 있다. 단자는 그 외 금속으로 도금하는 것도 가능하지만, PCB의 경우와 같은 문제를 발생시킬 가능성이 있다. 무광택 주석 도금이나 팔라듐-니켈에 있어서는 각 부품 제조업체가 이미 표준화를 진행하고 있다. 침지금 하의 무전해 니켈에 대해서는 니켈의 린 함유율이 약 7~8% 미만이면 사용할 수 있다.

▶ 무연 솔더 부품을 사용할 때, 어떤 문제가 있는가?

대부분의 문제는 솔더 디웨팅(dewetting), 솔더 젖음불량 등 주석-납 코팅 부품 단자에 이미 존재하고 있는 것과 다르지 않다. 단자는 도금돼 있는 표면처리가 납땜을 받아들이지 않는 경우에도 주석으로 도금할 수 있다. 금 및 팔라듐은 솔더에 빠르게 용해되기 때문에 귀금속 하의 니켈은 납땜이 가능하다.

▶ 2004년 7월의 J-STD-020에서 무연 조립에 대한 변경점은 무엇이었나?

2004년 7월에 발행된 IPC/JEDEC J-STD-020C “Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Non-hermetic Solid State Surface Mount Devices(비 기밀 솔리드 스테이트 표면실장 디바이스용 습기/환류 감도 분류)”에서는, SMD 부품이 무연 공정 대응으로 분류되기 때문에 적합할 필요가 있는 온도 프로파일이 상

세하게 규정돼 있다.

무연의 온도 프로파일이 비교적 높아서, 235~255℃ 범위의 경우, 새로운 습기 감도의 한도값에 대해 부품의 재인정이 필요하다. 이것을 인식하여, 무연 솔더의 리플로 중의 팝콘 현상, 층간 박리, 균열 문제 등, 습기의 원인을 회피하기 위한 적절한 수단을 강구할 필요가 있다.

이 문서는 조달에도 편리하다. 이 기준으로 설정된 요건에 대응하는 무연 부품을 참조할 수 있다.

▶ 무연 웨이브 납땜 공정에서 유납 부품을 납땜할 수 있는가?

무연 웨이브 납땜 공정에서 유납 단자는 납땜 할 수 없다. 수령 시 무연 봉 솔더에는 보통, 0.01~0.08% 범위의 미량의 납이 함유돼 있다. RoHS 지령에서는 납의 최대 함유량이 0.1%로 규정돼 있어서 아주 적은 양의 납도 이 한도를 넘기게 된다. 한도를 넘지 않도록 하기 위해서 유납 단자는 허가될 수 없다. 납이 0.1%를 넘는 경우에는 회석밖에는 납의 함유를 저감하는 유효한 방법이 없다.

납 오염도 필렛 리프팅이나 필렛 균열의 한 원인이 될 가능성이 있다. 이는 IPC-610D에서는 불량이지 않지만, 상세한 연구로 고신뢰성의 조립에 미치는 영향을 가려 낼 필요가 있다. 가정용 전기 제품의 경우, 단자의 재이용이나 사용 중인 단자의 충격이 거의 없기 때문에 신뢰성이 문제가 되는 일은 없을 것이다.

▶ SMT 공정에서 무연 솔더로 유연 단자를 납땜 할 경우에 신뢰성을 확보할 수 있는가?

SMD 단자 상의 납 함유량은 미량이며 보통, 부품 업체에서는 주석 도금용으로 10/90 또는 15/85를 사용한다. 미량의 납은 무연 접합부에 도입되어 중량으로 2% 미만의 미량의 납은, 시험 시의 장력이나 전단력에 영향을 미치지 않는다. 일부 조립업자는 유연과 무연의 SMD 혼합 백을 사용하고 있지만, 제품의 신뢰성에는 전혀 영향을 미치지 않는다. 이들 대부분은 가정용 전기 제품 분야다.

최고 수준의 신뢰성을 확보하기 위해서는 완전한 무연 시스템이 바람직하다. 유연 SMD 부품을 사용할 수밖에 없는 경우에는 제품의 신뢰성 평가를 추천한다. 따라서 어떤 식이든 시험이 필요하다.

RoHS를 준수하기 위해 중요한 것은 접합부 내부도 납을 0.1% 미만으로 유지해야 할 필요가 있다는 점이다. 이 점에서 단자 내의 납이 불리한 방향으로 영향을 미칠 가능성이 있다.

▶ 유연 솔더를 사용하여, 예를 들어 63/37로 무연 단자의 납땜을 할 수 있는가?

순수 주석, 은-팔라듐, 주석-비스무트 등의 무연 단자가 오랜 세월을 걸쳐 사용되고 있다. 이들은 이미 63/37 솔더에서 큰 문제없이 납땜되고 있다.

현재 점점 많은 부품이 무연화 되고 있다. 이들은 지금까지 유납 처리되고 있을 가능성이 있다. 부품 조립업자에 따라서는 부품번호를 다르게 발행하기도 하지만, 그렇지 않은 업자도 있다. 또 판매대리점이나 조립업자에게 변경을 통지하고 있는 제조업체가 있는가 하면 그렇지 않은 업체도 있다. 조립업자에게 있어서, 예를 들어 무연 납땜으로 이행하지 않는 경우에도 이들의 새로운 처리 내용에 대해 인식하는 것이 중요하다. 제품의 신뢰성을 유지하기 위해서는 납땜성 면부터 공정의 최적화가 필요하기 때문이다.

▶ 거래처의 부품 공급자가 틀림없이 무연 제품을 납품하고 있는지 확인할 방법이 있는가?

모든 공급자가 부품번호를 변경한다고는 할 수 없기 때문에 확인하기가 대단히 곤란할 가능성이 있다. 무연

을 나타내는 어떤 심볼을 패키지에 마킹하고 있는 공급자가 많다. 의심스러운 경우, 파괴시험 또는 비파괴시험으로 분석할 수 있다.

비파괴시험에서는 부품의 리드 표면을 면봉으로 닦아 그 면봉을 반응약에 넣는다. 납이 존재하는 경우에는 약품이 핑크색에서 붉은색으로 변한다. 파괴시험은 SEM/EDX, ICP, 또는 AAS 계측으로 한다.

▶ RoHS 준수나 무연을 어셈블리 상에서 표기하기 위한 통일된 마킹은 있는가?

그러한 통일된 마킹은 존재하지 않는다. RoHS 지령에서는 최종 어셈블리로의 마킹은 요구하지 않는다. SolderTec 및 IPC에서 마킹에 대한 조언적인 가이드라인이 몇 개 발행되고 있다. 이들은 붉은 원으로 둘러싸인 Pb 문자에 엑스 표가 붙어있는 기호부터 검은 문자로 쓰여진 RoHS의 마름모꼴까지 여러 가지가 있다. PCB의 공통기호로는 e라고 하는 문자에 번호를 표기한 것이 있다. 각각의 번호는 합금의 계열을 나타낸다. SnPb를 나타내는 마킹은 없다.

상세한 것은, www.ipc.org 또는 www.soldertec.org를 참고하기 바란다.

▶ 무연 납땜 재료와 무연이 아닌 납땜 재료가 생산현장에서 혼동되지 않도록 하려면 어떻게 해야 하는가?
현재 재료를 모두 망라한 완벽한 재고 목록을 작성하여 각종 품목에 라벨을 붙여 명확하게 식별할 필요가 있다. 생산 라인에서는 유연 재료와 무연 재료의 상호 오염을 방지하도록 적절하게 대처하여, 이들을 분리시켜 취급할 필요가 있다.

Kester의 무연 솔더 제품은 페이스트의 패키지 색이나 봉 솔더의 패키지 형상이 다르기 때문에 간단히 구별할 수 있다.

▶ PCB는 무연으로 해야만 하는가?

추측하건대 60~70%의 PCB에는 일반적으로 HASL(hot-air solder-level)에 의한 주석-납 솔더 피복제가 사용되고 있다. 이 솔더 피복제를 PCB의 구리 면에 적용함으로써 납땜성을 유지하면서도 환경적인 부식으로부터 구리 배선을 보호하고 있다. 유럽 RoHS(European Restriction of Hazardous Substances) 지령 002/95/EC에 따르면 주석-납 솔더는 사용할 수 없다.

▶ 무연 표면처리 중 어느 것이 주석-납 표면처리를 대신하게 되는가?

주석-납 표면처리 대체안이 몇 개 있지만, 주석-납과 동등한 성능을 제공하는 것은 아니다. 무연으로의 이행은 단순히 다른 피복제의 사용으로 바꾸는 정도의 간단한 것이 아니다. 아래에 몇 개의 대체품을 제시한다.

- 주석-은-구리, 주석-은, 또는 주석-구리 등의 무연 솔더를 사용한 HASL

- 구리 상에 발라진 유기계 납땜성 보호 피복(OSP)

- 1~2마이크론의 박피막, 또는 0.1마이크론 미만의 은피복에 적용된 침지 주석 또는 비스무트

- 구리 상에 직접 무전해 적용되는 팔라듐, 또는 니켈로 피복한 후에 적용된 팔라듐

- 침지금으로 피복된 무전해 니켈(ENIG)

▶ 무연 PCB의 사용에서 예상되는 문제는 없는가?

구리 상에 아무것도 피복되어 있지 않으면 보관 및 조립 중, 구리의 표면을 깨끗하게 하여 활성을 지키는 것

이 어려워 질 것이라는 문제가 약간 있다. 피복은 선택에 따라 여러 가지 문제가 발생된다.

1. HASL 피막의 일반적인 문제는 주석-납 솔더와 같이 표면실장 부품의 배치에 균일성이 없는 패드가 원인이다. 또 무연 대체품의 외형은 주석-납과 달리 일반적으로 그을음이나 입자상을 드러낸다.
2. 유기계 납땜성 보호피막(OSP: Organic solderability preservative)은 열안정성이 그다지 우수하지 않다. OSP 피막은 한번의 납땜은 견디겠지만, 두 번째로 리플로 솔더를 하는 것은 대단히 곤란하다.
3. 구리 위에 1마이크론 미만의 침지 주석의 박피막을 만들면 구리-주석의 금속 간 형성에 따라 납땜성이 저해된다. 따라서 주석 피막에서 일어난 휘스커를 형성할 우려가 있다. 주석 아래 니켈 피막을 실시하면 납땜성이 향상되어, 주석 휘스커의 형성을 최대한 억제할 수 있다.
4. 팔라듐은 구리에 씌워진 니켈 위에 퇴적된다. 이 피막 형성은 경비가 들기 때문에 부품에는 사용해도 기판에는 그다지 사용하지 않는다.
5. 침지금으로 피복된 무전해 니켈(ENIG: Electroless Nickel/Immersion Gold)은 납땜 가능한 피복이지만 비용이 든다. 금(약 0.1마이크론 두께)은 솔더 중에 바로 용해되기 때문에 그 아래에 있는 니켈에 솔더도 쉽게 할 수 있다. 니켈을 사용할 때 린의 양은 솔더의 신뢰성을 좌우한다.

▶ 리플로 납땜에 추천되는 무연 솔더 합금에는 어떤 것이 있는가?

SMT 조립용 합금을 선택할 때, 주요 변수가 되는 것은 합금의 리플로 온도다. 여기서는 많은 무연 솔더 합금에 이용되는 높은 온도를 플라스틱이 유지할 수 있겠는가, 등 부품에 대해 관찰해야 하는 온도문제를 다룬다. 온도를 높게 해도 부품의 신뢰성에 영향은 없는가? 무연 합금의 젖음 특성은 각각 다르고 납땜되는 표면 처리의 특성에 따라 변한다. 현재 대부분의 SMT 조립에는 주석-은-구리가 흔히 사용된다. 이들 합금은 217~221℃에서 리플로 되며 주석, 은, 니켈을 덮는 금, 노출된 구리 OSP 등, 대부분의 무연 표면에 대해 양호한 납땜에 235~255℃의 피크 온도가 적합하다.

주석-아연 및 주석-은-구리 비스무트 등 저온을 선택할 수도 있지만, 신뢰성 있는 솔더 접합부를 얻기 위해서는 특수한 플럭스가 필요하며, 또 리드선과 기판이 완전히 비스무트 프리이어야 할 필요가 있다.

▶ 무연 솔더 페이스트의 사용에 대한 적정 시험의 주요 항목으로 어떤 것이 있는가?

좋은 무연 페이스트를 선택한 공정은 불량 발생하지 않는 SMT 공정을 위해 중요하다. 우선, 처음에 기판 표면처리와 부품 표면처리를 정하고나서 적절하게 납땜할 수 있는 플럭스의 화학반응을 선택한다. 페이스트에 따라서는 주석 도금된 표면에는 잘 기능하지만, 노출된 구리 OSP 솔더에는 우수하지 않은 경우가 있다. 솔더 페이스트 제조업체에서는 일반적으로 대기 및 질소 공간 중에서 특정 솔더 페이스트에 대한 퍼짐성이나 젖음성 등에 대해 광범위하게 시험한다. 이들 정보는 필수적인 것이다. 그외에 중요한 시험항목은 다음과 같다.

- 고온 늘어짐 시험, 180~185℃의 고온에서 실시
- 저온 늘어짐 시험
- 솔더볼 시험은 대기 및 질소 공간에서 일반적인 리플로 온도 프로파일을 사용한다
- 각종 표면에 대한 젖음성, 퍼짐성 시험

- 점착 유지 시간
- 판상의 라이프
- 잔사 성질
- 잔사의 핀 시험가능성
- 잔사의 세정성, 특히 물세정 가능한 페이스트의 경우

▶ 스텐실 설계나 인쇄 공정을 무연용으로 바꿀 필요가 있는가?

스텐실 및 인쇄 공정은 변하지 않는다. 주석-은-구리 등의 무연 합금은 패드의 끝에 완전한 젖음성을 나타내지 않기 때문에 스텐실의 축소율을 내리거나 1:1의 비율을 이용하여 이 현상을 억제한다. 정밀한 설계가 이루어진 무연 솔더 페이스트는 뛰어난 점착 유지시간을 가지므로 판상의 수명도 기존의 납을 사용한 페이스트와 비교해 손색이 없다. 또 인쇄 속도가 저하되어서는 안된다.

▶ 무연 온도 프로파일은 기존의 주석-납 공정과 전혀 변함없는가?

주석-은-구리를 페이스트 합금으로 이용한 경우의 큰 차이는 피크 온도다. 이 합금은 217~221℃ 범위에서 용해되어 피크 온도는 조립 시 열량에 대응하여 230~255℃의 범위가 된다. 잔사의 탄화를 방지하기 위해 액상선 상의 시간(TAL)을 90초 미만으로 하는 것이 추천되고 있다. 이것으로 금속 간 현상의 발생도 줄어든다.

▶ 리플로 공정에서는 질소를 사용해야 하는가?

질소를 사용할지 여떨지는 솔더 페이스트 플럭스의 화학작용에 의존한다. 무연 페이스트용 플럭스 화학작용의 새로운 개발에 있어서는 양호한 젖음성과 솔더 접합부의 강도를 달성하기 위해서 질소를 필요로 하지 않는다. 주석-납 계와 같이 질소에 의해 솔더 접합부는 매끄럽게 보이고, 양호한 젖음성도 질소의 이용으로 얻을 수 있다.

▶ 무연 솔더를 용해하기 위해서 필요한 고온 상태에 의해 리플로 오븐 내의 발연이나 응축액의 양이 늘어날 가능성은 없는가?

무연 합금에 대해서는 무세정 및 수세성 가능한 페이스트의 새로운 배합물이 개발돼 있으며, 그에 따라 분해 부산물의 양도 주석-납 기반의 솔더 페이스트에 비해 훨씬 감소해 있다. 이 배합물의 피크 온도가 주석-은-구리 솔더 페이스트에 요구되는 230~260℃의 범위를 대상으로 하여 설계되지 않을 경우, 플럭스 재료의 분해도는 약간 현저화 되고, 리플로 오븐이나 배기 시스템에서 형성되는 응축액도 증가한다.

▶ 무연의 수용성 페이스트의 잔사는 제거하기가 더욱 곤란한가?

주석-은-구리 솔더 페이스트를 사용하면 피크 온도가 상승하여, 플럭스가 고온용으로 설계되어 있지 않은 경우에는 제거가 훨씬 어려워진다. 플럭스 잔사를 제거하기 위해서는 세정용 화합물을 재평가하기 위한 조립이 필요하다. 세정제의 압력을 높이거나 송출속도 또는 용액온도를 내림으로써 세정효과를 높이는 경우가 있다. 양면 리플로에서는 처음의 리플로부터의 잔사가 그을려져서 기관에 달라붙기 때문에 잔사

의 세정성이 더욱 열화 될 가능성이 있다. 그러므로 세정 특성이 좋은 페이스트를 선택하는 것이 중요하다.

▶ 리플로 온도가 높아지면 무세정 플럭스의 잔사에는 어떤 변화가 생기는가?

주석-은-구리를 사용하면 액상선 상의 시간의 온도가 높아지기 때문에 공기에서 리플로 됐을 때에 플럭스 잔사는 검어진다. 무연용으로 개발된 플럭스를 사용하면 이러한 현상의 발생 정도가 억제된다. 플럭스 잔사는 시험 가능하게 하기 위해 필요한 곳까지 압력을 높이면 중합되어 경화되는 경향이 있다. 핀 시험 가능한 플럭스 잔사는 리플로 후에도 유연한 채로 핀 시험 가능한 상태를 유지한다. 이 플럭스는 피크 온도가 높아져도 경화되지 않도록 돼 있다.

▶ 무연 솔더의 접합부 외관은 주석-납 솔더의 것과 변함은 없는가?

기존의 Sn63 솔더 접합부는 리플로 후에 밝은 색을 드러낸다. 또 주석-은-구리 합금의 접합부는 선명하지 않은 색깔에 약간 균열이 있는 표면이 된다. 이 합금에서는 이러한 현상이 일반적인 것이며, 특별하게 솔더 접합부의 열화를 나타내는 것은 아니다. 이외의 차이점에는 접촉각이 큰 것, 패드 부근의 젖음성의 저하, 주석-은-구리가 Sn63만큼 급속하면서 완전한 젖음을 나타내지 않는 것 등이다.

▶ 무연 리플로 납땀에서 발생하는 주요 솔더 불량에는 어떤 것이 있는가?

무연에서는 솔더의 불량 현상이 늘어나기 때문에, 이를 방지하기 위해서 무연 합금과 플럭스의 특성을 잘 파악해 둘 필요가 있다. 브리지, 솔더 젖음성 불량, 솔더 디웨팅 및 솔더 볼 가능성 등 불량의 발생률을 높일 경우가 있다. 납땀하는 금속과 호환성이 있는 적절한 플럭스 화학작용을 선택하고 최적화된 리플로 프로파일을 설정함으로써 이런 불량을 막을 수 있다. 보관이나 취급을 제대로 함으로써 기관 및 부품의 납땀성을 지키는 것도 무연 페이스트로 양호한 납땀을 실현하는 요인이 된다. 화학작용을 신중하게 선택하여 SMT 공정을 관리함으로써 생산성은 Sn63에서의 공정과 다르지 않게 할 수 있다.

▶ 무연 리플로 솔더로 이행함에 따라 또 어떤 문제가 생길 수 있는가?

무연 SMT의 실장 전후에 대처해야 하는 문제는 다음과 같다.

- 무연 기관의 표면처리와 호환성이 있는 공정의 판단
- 무연 부품의 실현성의 사용가능 정도 판단
- 기관 및 부품 모두에 대해 새로운 온도 프로파일에 대한 호환성 판단
- 조립 공정 및 납땀된 조립품의 신뢰성 및 작업환경에 적합한 솔더 페이스트 화학반응의 선택
- 공정의 최적화 및 통계적 공정관리 개발
- 새로운 무연 공정용 작업 요원 및 라인 관리자 훈련
- 이중화 시스템에서 납 사용과 무연의 양 공정을 가동하고 있는 경우의 재료와 물류의 관리
- 무연 조립에 적절한 수정작업의 정의
- 현장 서비스를 위한 무연 조립의 식별

무연 합금을 이용한 웨이브 납땀

▶ 웨이브 납땜에 추천되는 무연 솔더 합금에는 어떤 것이 있는가?

웨이브 납땜은 Sn96.5Ag3.0Cu0.5 및 Sn99.3Cu0.7의 합금이 추천되고 있다.

▶ 현재 사용되고 있는 웨이브 납땜기는 이용가능한가, 혹은 어떤 개조가 필요한가?

기존의 웨이브 납땜기에는 2~3개의 문제점에 대해 처리할 필요가 있다. 현재 공급되는 대부분의 웨이브 납땜기는 이에 대응하고 있다.

- 무연의 웨이브 납땜에 최적인 가열 방식은 대류식 예열이다.

- 솔더 조 내에 발라진 주석에는 부식성이 있기 때문에 솔더 조 내에 다시 발라야 할 가능성도 있다.

▶ 무연 합금을 이용하면 드로스(dross, 불순물)의 생성량은 증가하는가?

무연 합금을 이용하면 드로스의 생성량은 약 2배가 된다. Sn-Cu의 드로스량은 SnAgCu보다도 약간 많아진다. 솔더 조에 질소 브래킷(bracket)을 이용하면 드로스량을 현저하게 줄일 수 있다.

▶ 현재 사용하고 있는 액체 플럭스에 무연 솔더 합금을 맞춰 사용해도 충분히 납땜되는가?

원래 Sn63 솔더 전용으로 개발된 플럭스는 신뢰도가 높은 무연 웨이브 납땜에 필요한 양호한 젖음성 및 홀 채우기를 실현할 수 없을 가능성이 있다. 무연 플럭스에 포함된 활성제는 열안정성이 향상되어 어느 정도 높은 솔더 온도를 유지할 수 있다. 이 열안정성에 따라 솔더와의 접촉시간 증을 통해 플럭스의 활성도를 유지할 수 있다. 무세정 플럭스는 특히 과잉된 솔더 온도에 따라 영향을 받기 쉽고, 이용하고 있는 활성제보다 함유율을 높임으로써 수세정 가능한 플럭스 쪽이 무연에는 적합할 가능성이 있다. 그러나 무연 웨이브 납땜 전용의 액체 플럭스가 있으니 이용을 추천한다.