

Cu-P-Sn합금의 조성에 따르는 녹음점과 중간상의 변화에 대한 연구

김 정 철

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《정보기술, 나노기술, 생물공학을 비롯한 핵심기초기술과 새 재료기술, 새 에네르기 기술, 우주기술, 핵기술과 같은 중심적이고 견인력이 강한 과학기술분야를 주라격방향으로 정하고 힘을 집중하여야 합니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 39페이지)

납재료에 요구되는 일반적인 성질은 녹음점이 낮고 용융상태에서 모체에 대한 납재료의 적심성이 좋으며 당김세기와 같은 기계적성질이 좋아야 한다는것이다. 동과 동합금의 납땜재료로 납땜용접성이 좋고 녹음점도 낮은 은기지합금을 많이 리용하고있다. 은기지납땜재료는 여러가지 좋은 성질을 가지고있지만 귀금속인 은을 함유하고있는것으로 하여 그 가격이 비싸며 용접과정에 반드시 땜납용융물의 류동성과 적심성, 퍼짐성을 개선하기 위해 용제를 써야 하는것이 결함이다. 은납재료를 대신하기 위하여 개발된것이 린동계열납땜재료이다. 귀금속인 은을 함유하지 않으므로 가격도 낮고 자체용제작용이 있으므로 용제를 따로 사용하지 않아도 되는 우점이 있으나 녹음점이 높고 취성이 강한것이 결함이다.[1, 2, 4]

우리는 린동계열납재료의 녹음점을 낮추기 위하여 석을 첨가하고 이때 녹음점과 기계적성질에 주는 중간상의 영향을 고찰하였다.

실험 방법

석을 첨가한 Cu-P-Sn3원합금을 만들기 위하여 합금원소의 출발원료로서 Cu, P, Sn의 3개 원소를 개별적으로 리용하지 않고 이미 생산한 Cu-P합금을 기본소재로 하고 여기에 세번째 합금원소인 Sn을 첨가하여 Cu-P-Sn3원합금을 제조하였다.

먼저 화학분석방법으로 결정한 Cu-P합금소재에 함유되어있는 린의 함량은 15%였다. 이 합금의 녹음점은 900°C이상으로서 은납합금에 비하여 대단히 높고 취성도 강하다.

Cu-P합금계에서 녹음점은 린함량이 2원합금의 공정조성으로 되는 8.3%에서 최소로 되며 온도는 713°C이다.[3] Cu-P합금에서는 린함량이 공정조성에서 조금만 편차되어도 녹음점이 급격히 증가한다. Cu-P합금소재의 린함량이 공정조성으로부터 많이 편차되었으므로 녹음점도 매우 높아지게 되며 린함량의 증가에 따라 취성상인 Cu₃P의 량이 증가하므로 취성도 강해지게 된다.

린함량이 15%인 Cu-P합금을 바탕소재로 하고 여기에 석과 동을 첨가하여 서로 다른 조성을 가진 4가지 합금에 대한 용해를 진행하고 그것의 녹음점을 결정하였다. 제작한 합금들의 세기는 깨여보는 방법으로 정성적으로 평가하였다.

장치로는 X선회절분석기(《Rigaku-Miniflex》)를 리용하였다.

결과 및 해석

Cu-P-Sn합금의 조성에 따르는 녹음점은 표와 같다.

표. Cu-P-Sn합금의 조성에 따르는 녹음점

No.	Cu	P/%	Sn/%	녹음점/°C	세기
1	나머지	5.3	10	520	강
2	나머지	6.8	5	660	중
3	나머지	9.0	14.5	660	중
4	나머지	12.5	9.3	617	약

용해한 합금들에서 석을 첨가하고 린함량을 조절한 결과 취성은 출발소재로 한 합금에 비하여 훨씬 작아졌다.

표에서 보는바와 같이 린의 함량이 많아질수록 녹음점이 증가하며 취성도 커진다.

Cu-P계 합금상태도는 린함량이 20%이하일 때 동에 린이 고용된 고용체상과 Cu_3P 중간상만으로 이루어져있다. 이때 두 상의량은 함유된 린의 함량에 따른다.

여러 조성의 Cu-P-Sn합금의 XRD도형은 그림과 같다.

그림에서 보는바와 같이 출발소재로 되는 린함량이 15%인 Cu-P계 합금은 상태도의 결과와 일치하게 Cu와 Cu_3P 중간상으로 구성되어있다.

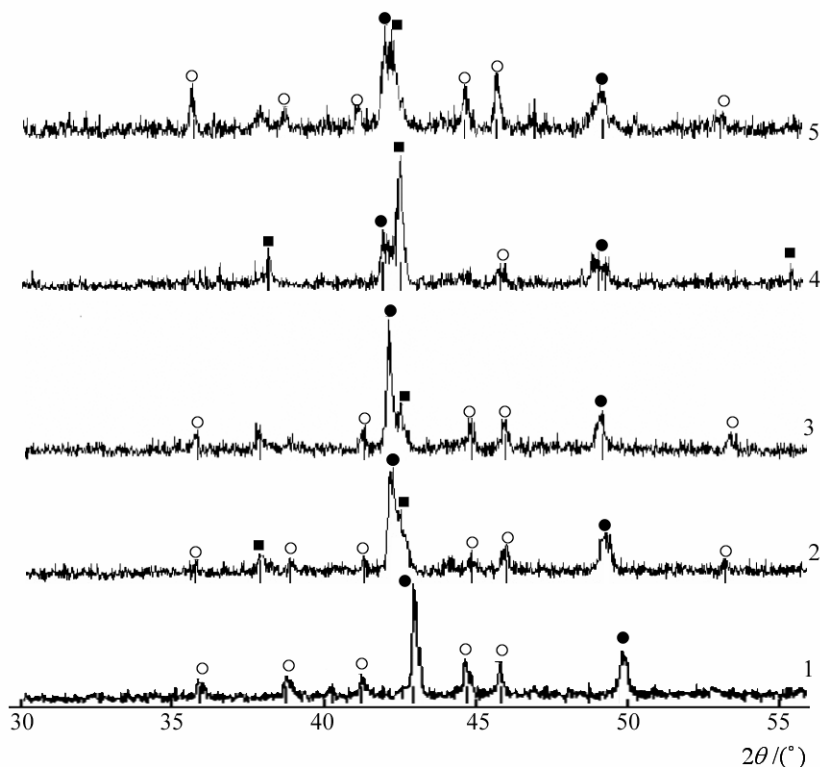


그림. 여러 조성의 Cu-P-Sn합금의 XRD도형

1은 Cu-15P계 합금, 2-5는 표의 1-4와 같음(■ Cu_3Sn , ● Cu, ○ Cu_3P)

Cu-P-Sn합금은 석과 린의 함량이 적을 때에는 동에 석과 린이 고용된 고용체상과 Cu_3P , Cu_3Sn 의 중간상들의 기계적혼합물로 존재한다.

린의 함량이 5.3%이고 석의 함량이 10%인 합금에서는 린함량이 감소된 결과 Cu_3P 상의 양이 적어지며 석이 첨가되어 많은 Cu_3Sn 상이 생겨난다. Cu_3P 중간상은 합금계의 취성을 가져오지만 Cu_3Sn 중간상은 가소성이 비교적 좋다.

린함량이 6.8%이고 석의 함량이 5%인 합금에서는 석의 함량이 적어진 결과 Cu_3Sn 상의 양이 감소하였다. 이 합금의 녹음점과 취성은 석이 들어가지 않은 린동합금에 비하여 개선되지만 은납계열의 합금에 비할 정도에는 이르지 못하게 된다.

또한 린과 석의 함량에 따라 Cu_3P , Cu_3Sn 의 중간상들의 양이 서로 달라지며 결과 녹음점과 취성도 서로 다르게 된다. 린함량을 작게 할수록 합금을 취약하게 하는 Cu_3P 상이 줄어들며 석의 함량을 늘이면 녹음점은 계속 낮아지지만 일정한 한계를 초과하면 취성이 다시 커지게 된다. 린의 함량을 지나치게 적게 하면 녹음점을 낮추는데 영향을 주는 인자는 석함량만이므로 석의 양을 늘여야 요구되는 정도의 녹음점을 얻을 수 있다. 합금성분을 이루는 원소들 가운데서 제일 값비싼것은 석이므로 석의 양을 늘이면 합금의 가격을 높이는 결과를 가져온다. 또한 린함량이 지나치게 적으면 그것의 자체용제작용을 리용할 수 없으므로 땀납으로서의 성능을 떨구게 된다.

맺는 말

Cu-P-Sn합금에서 녹음점과 취성개선에 적당한 린의 함량은 5~6%이고 석의 함량은 10%정도이다. Cu-P-Sn합금은 석과 린의 함량이 적을 때에는 동에 석과 린이 고용된 고용체상과 Cu_3P , Cu_3Sn 의 중간상들의 기계적혼합물로 존재한다.

참고 문헌

- [1] Guodong Zou et al.; Materials Science & Engineering, A 620, 10, 2015.
- [2] W. D. L. Olson et al.; ASM Metals HandBook 6, ASM International, 948~957, 1993.
- [3] W. D. L. Olson et al.; ASM Metals HandBook 3, ASM International, 754, 769, 1992.
- [4] 史耀武 等; 材料工程大词典 22, 化学工业出版社, 608~691, 2005.

주체 107(2018)년 6월 5일 원고접수

On Change of Melting Points and Intermediate Phases on the Composition of Cu-P-Sn Alloy

Kim Jong Chol

We studied quantitative relation of change of the intermediate phases and melting points on the composition of Cu-P-Sn alloy used in brazing of copper and copper alloy. In Cu-P-Sn alloy the content of phosphorus and tin appropriate to the improvement of melting points and brittleness are about 5~6% and 10%.

Key words: Cu-P-Sn, melting point, brazing