

중저압차단기용 접점재질의 생산공정에 따른 Brazing 특성연구
Brazing Characteristics on various Material Processes for the Contact
Tip of the Vacuum Circuit Braker

김 석 원, 김 대 영, 김 대 순*
 현대중공업(주), 산업기술연구소

1. 서 론

중저압 차단기 (Vacuum Circuit Braker) 용 접점부에는 진공에서의 차단 (Interruption) 기능 작동시 내 Arc성 및 내마모성이 요구되기 때문에 이에 강한 CuCr(50/50)합금이 사용되고 있다. 이합금은 무산소동과 진공 Brazing 되어 사용되고 있으며 접점(Contact Tip)은 Arc Melting 방식에 의해 생산된 재질이 사용되어져 왔으나 이방법은 생산단가가 높다는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 채택되는 방법이 소결(Sintering)공정인데 본연구에서는 이러한 소결접점의 적용을 위하여 기존의 Arc Melting 방식에 의한 접점과 Dry-Sintered 접점, Sintering-Infiltrated 접점 등으로 생산된 접점에 대해서 실제 Brazing 공정 및 품질에 어떠한 영향을 미치는지 알아 보았다.

2. 모재의 종류와 성질

차단기용 접점은 사용 특성상 높은 Density 를 가져야 하며 내마모성 및 전기전도도가 우수하여야 한다. 이러한 특성을 근거로 하여 본연구에서는 기본적인 Spec. 과 선택된 모재들의 화학성분과 특성을 분석하였다. 그결과 는 아래 Table과 같다.

Table 1 Chemical Compositions of the Contact Tips (Wt.-%)

종 류	Cr	O ₂	N ₂	Cu
Arc Melted	46.5	0.05	0.003	Rem.
Dry Sintered	54.8	0.06	0.002	"
Sintering Infiltrated	50.9	0.04	0.003	"
Req.	46~52	0.06이하	0.003이하	"

Table 2 Hardness and Density

종 류	Hardness (Hv 5)											Density
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	av.	
Arc Melted	124	124	127	127	125	117	115	115	123	118	122.5	8.006
Dry Sintered	92	92	89	87	86	88	90	93	93	94	90.4	7.868
Sintering Infiltrated	89	89	87	86	88	90	91	89	87	89	88.5	7.935
Req.	H _B 80 ~ 100 (Hv 5 : 81 ~ 105)											8±0.06

화학성분 분석결과와 Hardness & Density 결과는 대부분 만족하고 있으나 Sintering Process에 의한 접점의 경우 Density 에서 약간 낮은 값을 나타내고 있다. Fig.1 ~ Fig.3 은 각각의 Contact Tip 소재의 Microstructure 를 보여주고 있는데 Dry Sintered 접점의 경우 다른것에 비해 Cr 의 Grain 들이 각진 형태를 보여주고 있으며 약간 높은 기공률과 낮은 Density를 가지고 있음을 알 수 있다.

3. Brazing 실험

Brazing 본실험은 하기와 같은 시편을 제작하여 Wetting 현상과 joint의 Filing 정도 및 Joint 특성을 관찰하였다.

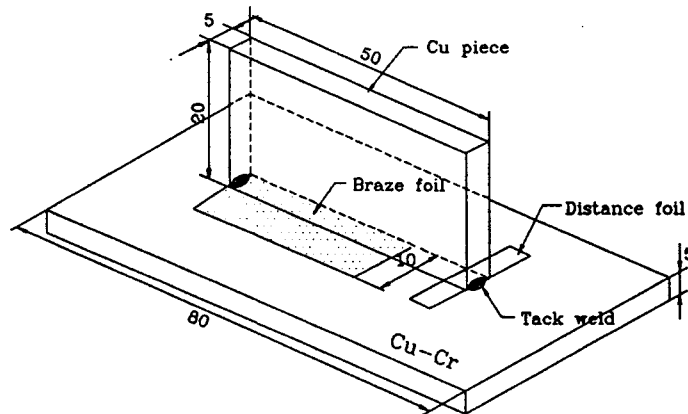


그림 Test Specimen.

본실험에 사용된 Filler Material은 Ag-Cu Eutectic 합금으로써 Liquidus Temp. 가 779°C이다. 이에 따라 주된 Brazing Temp. 를 815°C로 설정 하였으며 Erosion 및 Diffusion 정도를 알기 위하여 Holding Time 을 두가지로 변화 시켰다. Dry Sintered 접점의 경우에는 약간 높은 기공률로 인하여 Filler의 용융시 Ag 의 과도한 모재내에로의 Infiltration 현상이 예상되기 때문에 Alternative 로써 박막 Coating 방법인 PVD 를 적용한 PVD Coated 접점을 동시에 실험대상으로 하였다. 본실험에 사용된 Brazing Cycle 은 Table 3과 같다.

Table 3 Brazing Cycle

시 편 명	Brazing Cycle
A-1	815°C, 5 min. Dry Sintered
A-2	815°C, 15 min. Dry Sintered
B-1	815°C, 5 min. Sintering Infiltrated
B-2	815°C, 15 min. Sintering Infiltrated
C	815°C, 10 min. Dry Sintered & PVD Cu Coated
D-960	960°C, 5 min. Dry Sintered

4. 실험결과 및 고찰

모든 시편 공히 Erosion 및 Diffusion 거리의 차이는 발견 할 수 없었으나 Dry Sintered 시편의 경우 접점 자체의 많은 기공으로 인하여 Filler의 용융시 이러한 기공들을 Filling 시킴으로써 상부 Cu-Piece 와 전혀결합이 되지 않았다. Fig.4 에서 볼수 있듯이 함침공정(Infiltration)에 의한 접점 Brazment에서는 어떠한 결함도 발견되지 않았으며 Joint Seam 내부에 Ag-Cu의 Eutectin Structure 가 잘 형성되어 있으며 Ag Dot Mapping 결과 Diffusion 역시 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. Dry Sintered & PVD Cu Coated (4~5 μ m) 접점의 경우 Fig. 6에서 알수 있듯이 CuCr 모재로의 Ag의 Diffusion 이나 상부 Cu-Piece 로의 Erosion 현상이 전혀 없었으며 외부 육안검사시 Fillet부위의 Pellet이 잘형성되어 있음을 알수 있다. Joint 내부의 Microstructure 는 전형적인 Ag-Cu 의 특징을 나타내고 있으며 적용시제품의 He-Leak Test결과 10^{-12} Bar 에서 Leak 가 없음이 증명 되었다. 이는 Cu-PVD Coating 층이 Filler의 가열용융과정에서 용해되어 기존의 AgCu28의 Eutectic 합금과 Joint부의 Matrix를 구성하므로써 Ag의 CuCr 모재로의 Diffusion을 일으킬 시간과 Potential을 줄이기 때문이다. 즉 Cu-PVD층이 하나의 Damping역할을 하기 때문이다. 이공정은 생산단가가 높아지기는 하지만 산세작업 등의 전처리 공정이 필요 없으며 가공공급된 그대로 접합공정에 사용되는 장점으로 인하여 전체적인 공정의 원가절감을 이룰수 있다.

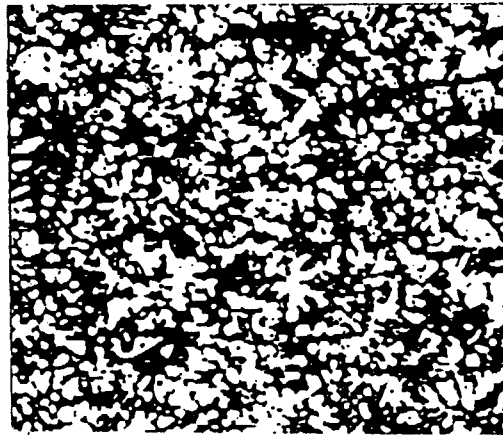


Fig.1 Arc Melted Contact Tip

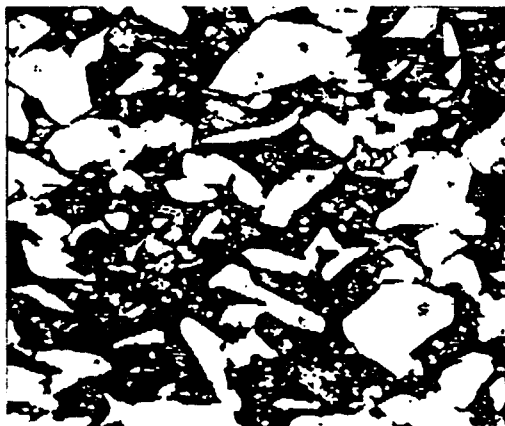


Fig.2 Dry Sintered Contact Tip

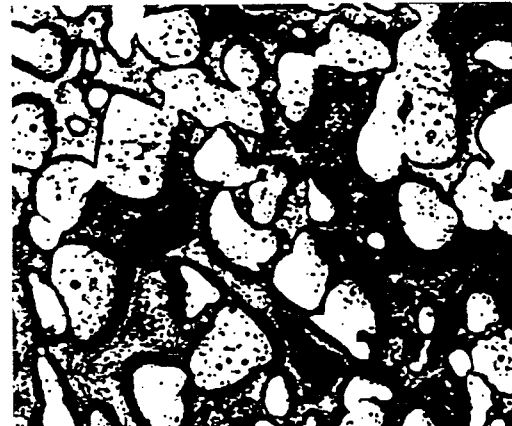


Fig.3 Sintering-Infiltrated Contact Tip

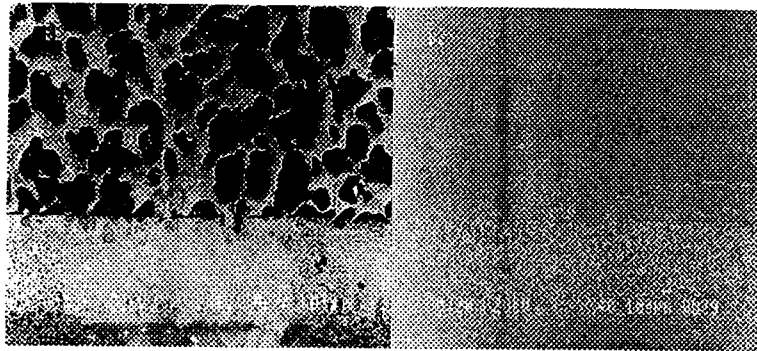


Fig.4 B-2 specimen brazement and Ag mapping.

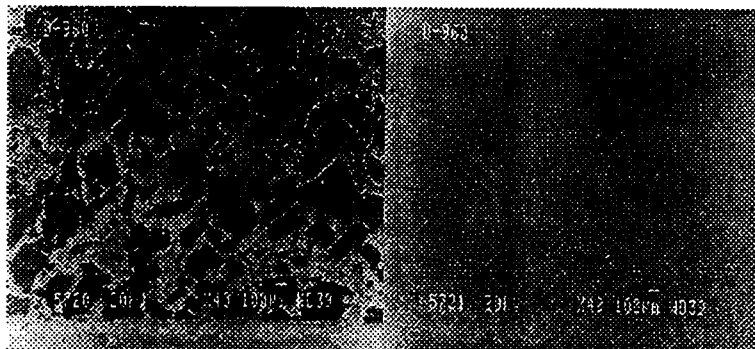


Fig.5 D-960 specimen brazement and Ag mapping.

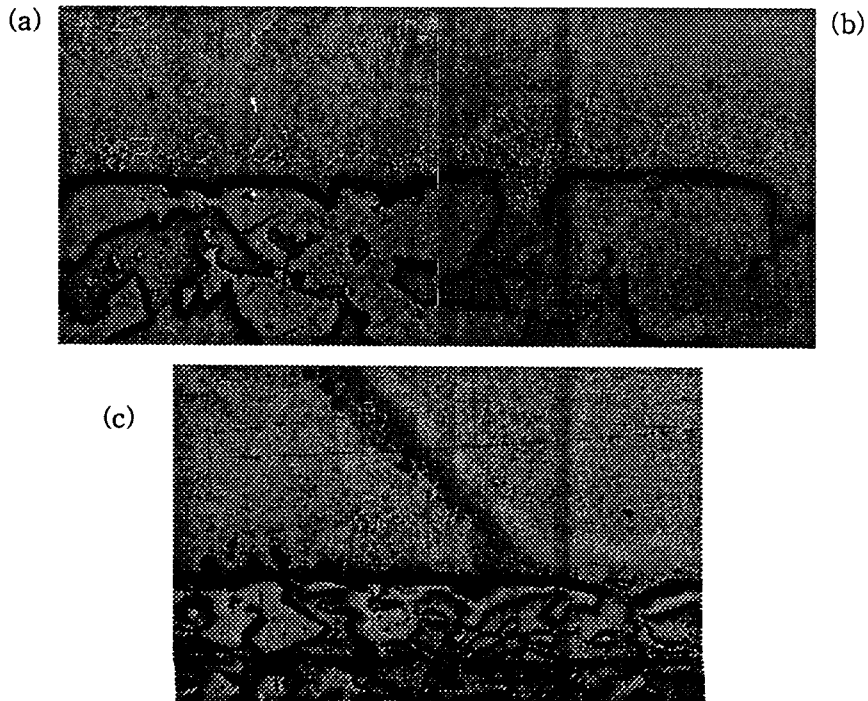


Fig.6 Brazing joint between PVD-Cu coated CuCr contact and oxygen-free Cu
 (a) 배율 150 (b) 배율 300 (c) pellet 형성부