한국금형공학회지, 제8권 제2호, 2014
J. Korea Society of Die & Mold Engineering, Vol.8 No.2, 2014 ISSN 2092-9692

MIM 공법 적용 커넥터 금형 가공용 방전 전극 개발

신광호[1] · 전용준[1] · 허영무[†]
한국생산기술연구원 금형기술실용화연구그룹

Development of Discharge Electrode for Machining Connector Mold applying MIM Process

Kwang-Ho Shin[1] · Yong-Jun Jeon[1] · Young-Moo Heo[†]
Mold&Dies Technology R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology[1,†]
(Accepted November 00, 2014)

Abstract : A discharge electrode plays a role of shaving off workpiece with spark generated by current in discharge machining. Accordingly, for the discharge electrode, an electrode with excellent wear resistance is necessary. Generally, Graphite and Cu are used as the materials of the electrode, and recently Cu-W is mainly used as an electrode with excellent wear resistance. However, the form of the electrode generally used is produced mostly using cutting work, so a lot of costs incur if several similar forms are needed.
Thus, this study developed a Cu-W electrode using Metal Injection Molding (MIM) process to produce similar forms with excellent productivity and a great quantity of electrodes in a similar form in discharge machining and carried out a discharge machining test.
In developing an electrode applying MIM, predicting contraction of a product in a sintering process, a mold expansion ratio of 1.29486 was given, but the actual product showed a percentage of contraction 24% to 32%, which showed a difference of 3% to 5%. In addition, to verify wear resistance of the discharge electrode, abrasion loss was measured after the discharge.

Key Words : Electrode, Cu-W, Connector, MIM(Metal Injection Molding), Draft angle

1. 서 론

방전 전극은 방전 가공시 전류에 의해 발생되는 스파크로 피가공재를 깎아내는 역할을 한다. 이에 따라 방전 전극의 경우 내마모성이 우수한 전극이 요구되어 진다. 일반적으로 주로 쓰이는 전극 소재로 Graphite, Cu 등을 사용하는데 최근 내마모성이 우수한 전극으로 Cu-W이 주로 쓰이고 있다. 그러나 일반적으로 사용되고 있는 전극의 경우 주로 절삭 가공을 이용하여 전극 형상을 제작 하여 여러 개의 유사형상이 필요한 경우 가공비용이 많이 드는 현실이다.

1,† 교신저자 : 한국생산기술연구원 금형기술실용화연구그룹
E-mail : ymheo@kitech.re.kr

이러한 유사형상의 전극을 다량으로 생산할 수 있는 방법으로 MIM(Metal Injection Molding)이 있다. MIM의 겨우 금속 미세 분말을 사용하여 사출성형으로 제품 형상을 성형 한 뒤 소결공정을 거쳐 금속 제품을 생산 할 수 있다.

이에 따라 본 연구에서는 유사 형상의 전극이 다량으로 요구되는 형상의 방전가공에서 전극생산을 위하여 생산성이 우수하고 유사 형상을 다량으로 생산할 수 있도록 MIM 공정을 활용하여 Cu-W 전극을 개발하였다. 또한 사출 공정에서의 제품 취출 시 성형부위가 얇은 제품의 경우 낮은 강성에 의한 파손 등의 불량의 문제를 해결하기 위한 방법으로 빼기구배를 부여하여 빼기 기울기 각에 따른 성형 특성 파악을 위해 방전가공 시험을 실시하였다.

2. MIM 적용 방전 전극 제작

2.1 MIM 적용 전극 형상 설계 및 금형 제작

2.1.1 방전 전극 형상 설계

형상이 얇은 제품의 경우 MIM 성형공정에서 제품 취출 시 Green part의 경우 강성이 매우 낮아 파손 등의 불량이 주로 발생된다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 제품에 빼기구배를 부여 한다.

이와 같은 빼기구배를 부여 할 때 빼기구배의 각도에 따른 성형품의 취출 정도 및 가공 특성을 확인하고자 길이 10 mm, 두께 1 mm, 높이 5 mm의 전극에 0°30', 1°, 1°30', 2°의 4종의 빼기구배 각을 부여하여 방전 전극 형상을 설계는 Fig. 1과 같다.

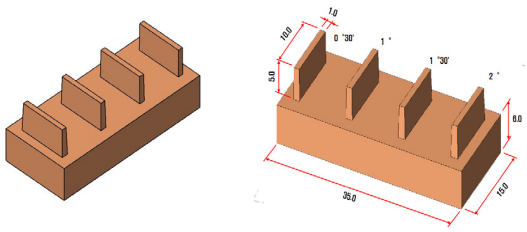
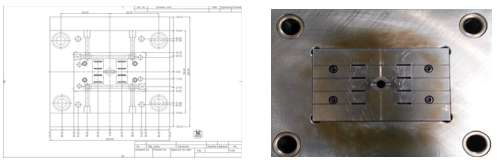
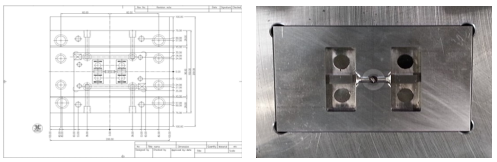


Fig. 1 Shape of the electrodes for discharged



(a) upper mold



(b) Lower mold

Fig. 2 Shape of the MIM mold for electrodes

2.1.2 MIM 성형용 금형 제작

앞서 설계한 방전 전극을 제작하기 위해 MIM 성형용 금형을 설계 및 제작 하였다. 앞서 설계된 전극 형상과 같이 4개의 빼기구배 각각의 형상을 성형 할 수 있도록 설계 하였다. 또한 금형 코어부의 치수는 소결공정에서의 성형품이 수축되는 것을 고려하여 금형 확대비를 적용 설계 하였다. 적용 금형 확대비는 1.29486이다. 설계 및 제작된 금형 형상은 Fig. 2와 같다.

2.2 MIM 적용 방전 전극 성형 특성 파악

2.2.1 MIM 적용 방전 전극 성형 시험

앞서 제작한 금형을 사용하여 MIM 성형 시험을 실시하여 방전 전극의 Green part를 성형 하였다. MIM 성형시험에 적용된 금속 분말은 Cu, W으로 조성비는 Cu : 35%, W : 65%이다. MIM 성형공정으로 제작된 Green part를 수소분위기 환경하에 1,150℃에서 1시간 동안 소결공정을 실시하여 소결체를 얻었다. 이를 통해 얻어진 Green part와 소결체는 Fig. 3과 같다.

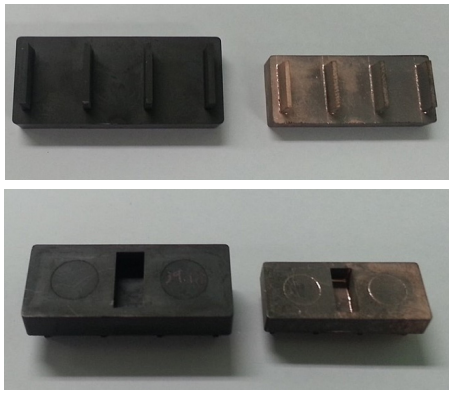


Fig. 3 Shape of the green part and sintered part

2.2.2 MIM 적용 방전 전극 수축량 측정

방전 가공 시험에 앞서 금형 설계 시 소결공정에서의 수축을 고려하여 적용한 금형 확대비의 타당성을 파악하기 위해 성형품 수축량을 측정 하였다.

측정 부위는 Fig. 4와 같이 전극의 상측 두께와 빼기구배가 적용된 하측 두께, 전극의 길이 및 높이 등을 측정 하였다.

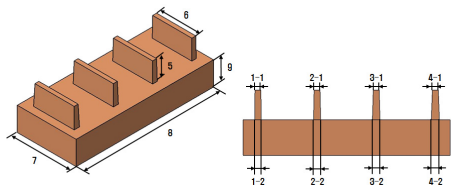


Fig. 4 Measurement regions for the shrinkage

수축량 측정 결과는 Fig. 5의 그래프와 같다. 모든 측정 부위에서 수축률이 약 24%~32%의 수축률

을 보였다. 이는 금형 설계 시 적용한 금형 확대비 1.29486 즉 29.486% 보다 3%~5% 오차를 보인다. 빼기구배 각에 따른 수축률 경향을 파악해 보면 빼기구배 각 0.5도의 상측의 경우 금형 확대비에 매우 유사한 수축률을 보이고 있으며 빼기구배 각도가 커질수록 전극 상단부의 수축률이 낮아지는 경향을 보이고 있다. 또한 대체로 금형확대비 보다 낮은 수축률을 보이나 빼기구배 각도 1°, 1.5°의 경우 수축률이 금형확대비 보다 과하기 수축됨을 확인 하였다. 이와 같은 결과를 확인 하였을 때 빼기구배 각도가 소결공정에서의 수축에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

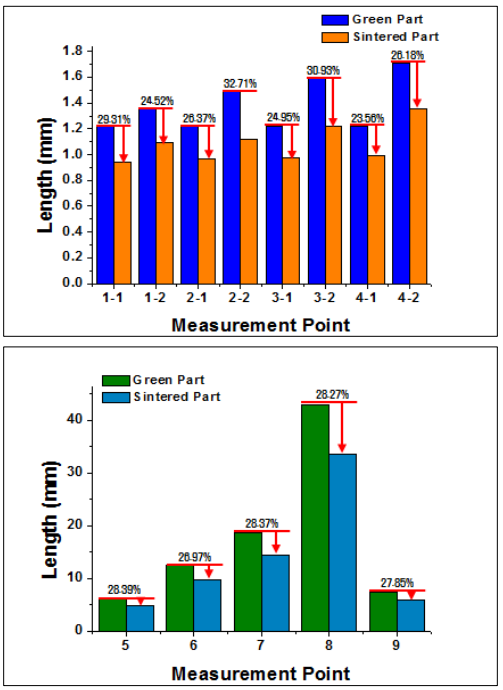


Fig. 5 Shrinkage result for measurement regions

3. MIM 적용 방전 전극 방전 가공 실험

앞서 제작한 MIM 방전 전극을 적용하여 커넥터 하우징 성형용 금형에 주로 쓰이고 있는 SKH51, DC53 소재에 대해 방전 가공 실험을 실시하였다.

3.1 방전 가공 시험 조건

방전 가공 조건은 Fig. 6의 방전 가공도에서 보는 바와 같이 앞서 언급한 SKH51, DC53에 대해 빼기구배 각도 4종의 전극을 가공 깊이 0.5 mm, 4 mm 등 2종에 대해 황삭 및 정삭 가공을 각각 실시하였다. 정삭의 경우 각 조건에서의 전극 마모량을 확인하고자 황삭 공정을 거치지 않고 바로 정삭 가공을 실시하였다.

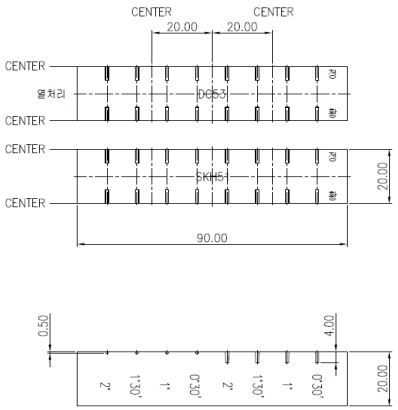
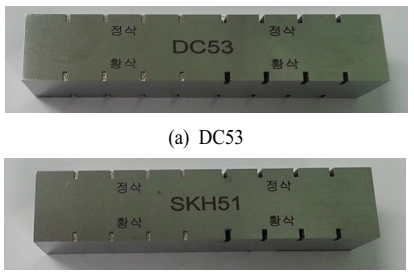


Fig. 6 Concept of electric discharge machining

3.2 방전 전극 마모 특성 파악

앞서 선정한 방전 가공 조건을 통해 각 조건에서의 방전 가공을 실시하였다. 방전 가공 결과 시편 및 전극은 Fig. 7, Fig. 8과 같다.



(a) DC53

(b) SKH51

Fig. 7 Shape of the specimen after electric discharge machining

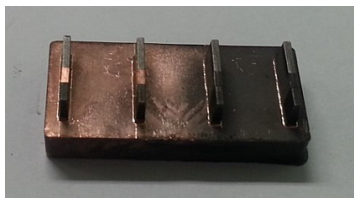


Fig. 8 Shape of the electrode after electric discharge machining

각 조건에서의 방전 전극의 마모 특성 파악을 위해 마모량 측정을 실시하였다. 마모량 측정의 경우 4 mm 깊이 가공한 전극에 대해 Fig. 9와 같이 전극 상단에서 2 mm 떨어진 지점에서 방전 가공 전 전극과 방전 가공 후의 전극에 대해 전극 폭에 대해 측정 하여 마모량을 비교 하였다.

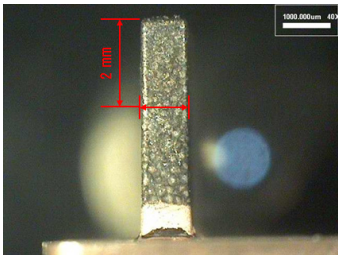
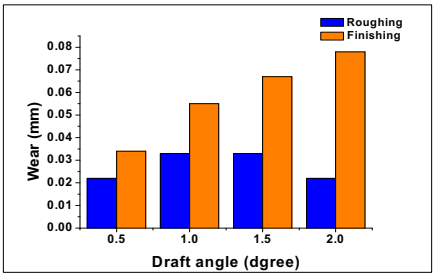
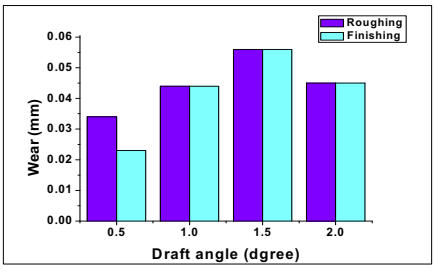


Fig. 9 Measurement regions for the wear

마모량 측정 결과는 Fig. 10과 같다. DC53 정삭 조건을 제외하면 대체로 빼기구배 각도가 커짐에 따라 마모량이 증가함을 확인 할 수 있다. 또한 DC53의 경우 정삭에 비해 황삭 조건에서 마모량이 크게 나타나나 SKH51 시편의 경우 황삭 및 정삭 조건에서 비슷한 마모량을 보인다. 이는 추후 커넥터 하우징 성형용 금형 가공을 위한 방전 전극 제작 시 데이터로 활용하고자 한다.



(a) DC53



(b) SKH51

Fig. 10 Wear result for measurement regions

4. 결론 및 토의

본 연구에서 도출된 결론은 다음과 같다.

1) MIM 성형공정에서 얇은 형상의 제품 취출 시 Green part의 낮은 강성에 의해 제품이 파손되는 것을 방지하기 위한 빼기구배를 부여 할 때 빼기구배 각에 따른 취출 및 가공 특성 파악하기 위해 4종의 빼기구배 각을 같는 제품을 설계 및 성형 하였다.

2) 적용된 금형확대비의 경우 본 형상 대비 약 5% 이상의 확대비가 적용된 결과를 보였고 또한 빼기구배 각에 따라 소결공정에서의 제품 수축에 영향을 미치는 것을 확인 하였다.

3) 일반적으로 커넥터 하우징 금형소재로 주로 쓰이는 DC53, SKH51에 대해 방전 가공 실험을 실시하고 빼기구배 각이 커짐에 따라 방전 전극 마모량이 커짐을 확인하였다.

후기

본 연구는 우수제조기술연구센터사업(과제번호:KF-12-0004)으로 연구 성과 내용의 일부로 게재되었습니다.

참고문헌

1) 탁현석, 하창승, 김동현, 이해준, 강명창, “마이크로 방전가공의 전기광학적 특성 및 가공특성 평가,” 한국기계공학회 추계학술대회 논문집, 183-187, 2000.

2) 박성준, 김영태, 민병권, 시상조, “마이크로 방전가공에서 Round Trip Method를 이용한 전극 마모 보정,” 한국정밀공학회지, 제21권, 제10호,42-49, 2004.

3) 정태성, 이상훈, “전극 소재에 따른 방전 가공 특성에 관한 연구,” 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, 569-570, 2006.