

Six Sigma에 의한 컴프레서 부품의 브레이징 공정개선

Brazing process improvement for compressor components with six Sigma tool

조창현, 홍순국, 김지현, 박정규,* 옥태희**, 강정윤***

* LG 전자 생산기술원

** (주)삼호전자 접합연구소

*** 부산대학교 금속공학과

ABSTRACT Compressor, 마찰, 효율성, 진공 브레이징, 동축도, Six-sigma, DMAIC, Brainstorming, 압입공정(time, temperature, Depth), 전/후 표면처리(Lapping), 접합조건(Time, Temperature, Filler Metal), 진공브레이징 장치, 3차원 측정기, 공정능력

1. 서 론

현 Digital 가전 제품(에어컨, 냉장고)들은 친환경 및 에너지 절감을 실현할 수 있는 제품들을 요구하고 있다.

디지털 가전 제품의 핵심 부품인 컴프레서는 열 사이클(압축/팽창)에 의하여 저온을 실현 할 수 있는 것으로서, 피스톤 상하 왕복 운동시 마찰을 최소화 하여 효율성과 Life Cycle을 향상시키기 위한 연구를 많이 수행하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 마찰을 최소화 하기 위한 일환으로, 컴프레서 피스톤 왕복 운동의 상대 부품인 외곽 Shell을 진공 브레이징 시 발생하는 동축도 불량을 Six-Sigma Tool(Z value 개선)을 사용하여 향상 시키고자 하였다.

2. 실험방법 및 결과

실험에 사용된 재료는 STS304 Pipe를 $\phi 20.000 \times 50\text{mm} \times t0.5\text{mm}$, $\phi 20.100 \times 40\text{mm} \times t0.5\text{mm}$ 로 가공/연마하여 사용하고, 삽입금속은 BAg-8 Sheet ($60\mu\text{m}$)을 사용하였다.

Fig 1.은 브레이징시 사용 하였던 진공브레이징로(5×10^{-5} torr, 1200°C)이고, Fig 2.는 동축도를 측정할 수 있는 3차원 측정기 이다

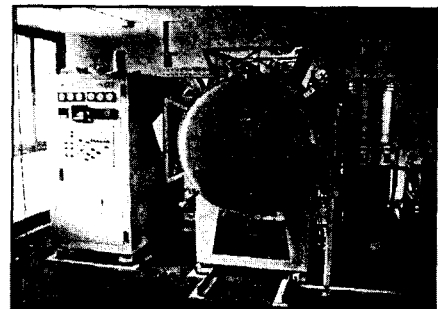


Fig1. 진공 브레이징 장치

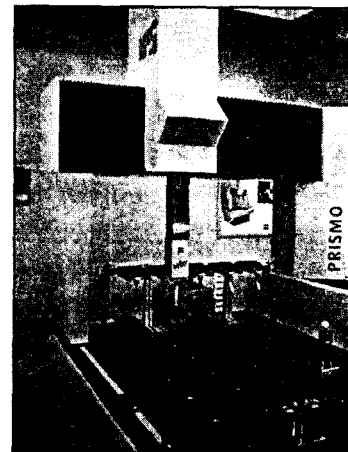


Fig2. 3차원측정기

본 개선 공정에 사용된 Six Sigma는 Manufacturing 단계인 DMAIC (Define-Measurement-Analysis-Improve-Control)을 적용하였다.

Define 단계에서는 불량 발생 원인 및 영향을 분석하였고, Measurement에서는 현재 생산되고 있는 부품에 대한 동축도 분석을 하여 공정능력을 분석하였다. 동축도 Spec(50마이크론)을 만족하는 Z Value는 0.77로서 아주 낮은 값을 나타내었다(Fig 3).

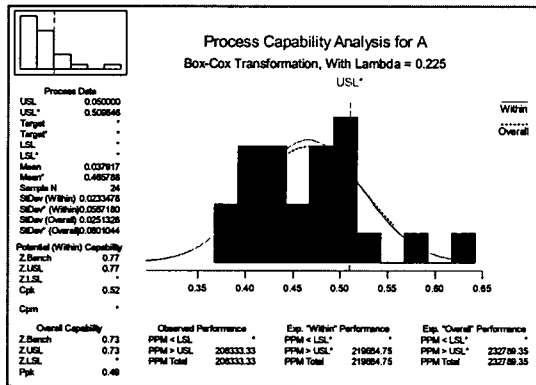


Fig3. 개선전 공정 능력 분석

따라서 이러한 불량을 개선하기 위해서 Brainstorming 기법(Process Mapping & Logic Tree)을 적용하여, 주요 인자로 예상되는 압입 (Time, Temp, Depth), 전/후 표면처리(Overlap Length, Post treatment/lapping) 및 접합조건 (time, temperature, Filler metal)을 선정하였다.

압입 공정에서의 인자들이 동축도에 미치는 영향을 파악하기 위하여 $L_4(2^3)$ 직교 배열표를 활용하여 Anova 분석을 실시하였다. Depth는 주요 인자이지만 온도와 시간은 영향이 미비하였다.

표면처리 공정 인자들이 동축도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 2인자 3수준(3^2)을 적용하여 Anova 분석을 실시하였다. 그 결과 Overlap Length 와 Post_treatment 은 동축도 변형에 미치는 주요 인자로서, Overlap Length는 5 μ m보다는 10, 15 μ m이 변형이 적으며, 후처리 공정은 Acid Cleaning(Ultra Cleaning) 보다는 Lapping 공정이 변형에 미치는 영향이 적었다.

전공브레이징 공정에서는 온도, 시간, 삽입금속량을 2 수준으로 나누어 실험계획법을 실시하였다. 그 결과 시각과 삽입금속량에 따른 변형은 미미 하였지만, 브레이징 온도는 주요 인자로서 판단 되었다.

압입공정, 표면처리 공정, 브레이징 공정의 주요 인자들을 가지고 실험계획법을 적용하여 실험해 본 결과, 동축도에 미치는 주 효과 인자로는 "Depth > Temperature > Overlap_length" 인 것을 알 수 있었다.

상기의 최적 조건에 대한 검증 실험을 실시한 결과 Z value 4.48로서 Spec(4.5)를 만족하였다.

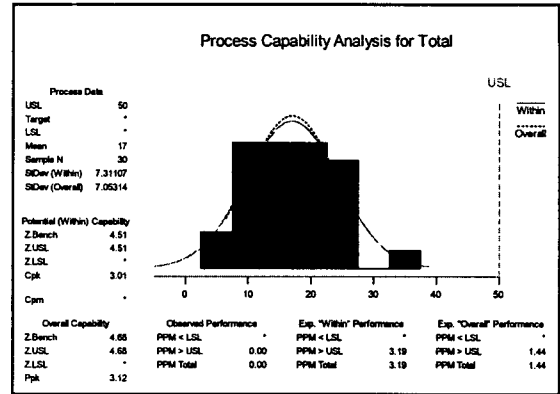


Fig 4. 개선 후 공정 능력 분석

Control단계에서는 전처리 조건, 압입조건, 브레이징 조건, 및 후처리 조건에 대한 관리 항목을 체계화 하여 불량율을 최소화 하는 관리 방안을 제시 하였다.

3. 결론

컴프레서 부품의 동축도를 개선하여 (불량율) Six Sigma Tool 적용한 결과, Zvalue 를 0.77 →4.48 로 향상 시킬 수 있었다.