

액체 로켓 엔진 연소기 내벽 코팅용 무전해 Ni-P/전해 Cr 도금층의 밀착력 향상을 위한 산세 및 열처리 효과에 관한 연구

Study on the effect of acid dipping and heat treatment on the adhesion of electroless Ni-P/electrolytic Cr deposition for liquid-fuel rocket combustor

최명희^{ab*}, 변응선^a, 박영배^b, 이규환^a

^{a*}한국기계연구원 부설 재료연구소 표면기술연구본부 (E-mail:cho2mh@kims.re.kr),

^b안동대학교 신소재공학부

초 록 : 현재 액체로켓 엔진 연소기 내벽은 bonding layer NiCrAlY와 Top layer ZrO₂가 플라즈마 용사 방식으로 형성 된다. 이는 뛰어난 열 차폐 특성과 작업시간이 짧은 장점이 있지만, bonding layer와 Top layer 사이의 열팽창 계수 차이로 인한 균열 발생 가능성이 내재 되어 있고, 연소실 내벽에 균일한 두께의 코팅층을 형성하기 어렵고 설비가 비싸다는 단점으로 인하여 세라믹 코팅 층을 금속 코팅 층으로 대체 하고자 한다. 금속 코팅층은 모재와의 밀착성이 높고, 우수한 산화 및 부식방지 기능을 가지며 저렴하다는 장점이 있다. 또한 코팅 후 연마 작업이 가능해 연소실 내부형상을 설계조건 대로 유지 할 수 있는 특징이 있다. 따라서 본 연구에서는 연소실 내벽에 적용할 모재, 무전해 Ni-P 도금과 전해 Cr 도금층 사이의 밀착력 향상을 위한 방법에 대한 연구를 하였다. 밀착력 향상을 위한 요소로 전처리 용액과 열처리 시간에 따른 영향을 알아보려고 하였으며, 이를 위해서 5가지의 산세 용액으로 각 시편을 산세 한 후, 6시간, 12시간, 18시간 열처리 하여 단면을 비교하여 열처리에 영향을 알아보려고 하였다. 연구 결과 산세 용액의 영향은 크게 나타나지 않았으며, 열처리 시간이 길수록 Ni-P/Cr의 확산이 더 잘 일어나 확산층이 더 넓어지면서 밀착력이 더 좋아 진 것으로 판단되어 진다.

1. 서론

현재 액체 로켓 엔진 연소기의 내벽은 Bonding layer 150 μm NiCrAlY 플라즈마 용사하고, 같은 방법으로 Top layer를 ZrO₂를 250 μm 로 형성 하는 방법이다. 이러한 내벽은 ZrO₂의 뛰어난 열 차폐 특성으로 인하여 내벽의 열 하중을 상당부분 감소시키는 장점이 있지만, 금속 계열의 모재 시편과 Bonding layer와 Top layer 사이 발생하는 열팽창 계수 차이로 인한 균열 발생 가능성이 항상 내재되어 있고, 용사에 의한 기공 발생의 가능성이 높은 단점이 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 NiCrAlY/ZrO₂을 Ni-P/Cr으로 대체 하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 Ni-P/Cr 도금 층 사이의 밀착력 향상을 위하여 전처리 용액과 열처리 시간에 따른 영향을 알아보려고 하였다. 이를 위해서 5가지의 산세 용액으로 각 시편을 산세 한 후, 6시간, 12시간, 18시간 열처리 하여 단면을 비교하여 열처리에 영향을 알아보려고 하였다.

2. 본론

본 연구에서는 산세 및 열처리 시간에 따른 Ni-P/Cr 사이의 밀착력을 관찰 하였다. 7%-9%의 중인 Uyemura 용액으로 Ni-P 무전해 도금을 하여 약 20 μm 의 도금층을 형성 하였고, Ni-P 도금층에 전처리 용액에 따른 전해 Cr 도금의 밀착력의 영향을 알아보기 위하여 각 시편에 5가지 산세 용액 Ni Strike, H₂ SO₄, HCl, H₂ SO₄+HF, HCl+HF으로 산세 하였다. 알칼리 탈지 후 시편을 산세 용액에 2분간 담근 후 증류수로 세척 하여 Sargent 용액에서 30ASD로 전해 Cr 도금 하여 약 20 μm 의 Cr층을 형성 하여, 이를 750°C에서 각 6시간 12시간 18시간 열처리 한 후 Ni-P/Cr 도금층을 단면 절단 하여 Field Emission Scanning Electron Microscope(FE-SEM)을 이용하여 단면 이미지를 관찰 하였고, EDS(Energy Dispersive X-ray spectroscopy)를 이용하여 형성된 도금 층을 단면 분석 하여 확산 된 정도를 확인 하였다.

3. 결론

산세 용액(Ni Strike, H₂ SO₄, HCl, H₂ SO₄+HF, HCl+HF)에 따른 Ni-P/Cr 사이에 밀착력을 관찰 하여 본 결과 Ni Strike를 제외 하고는 열처리 전 4가지 시편 모두 모서리 부분의 Cr 층의 약간의 박리 발생 외 시편 전체적으로 깨끗함을 관찰 할 수 있었다. 모서리 부분의 Cr층의 박리는 단면 관찰을 위하여 단면 커팅 시에 발생된 박리로 판단되어 진다. 열처리 시간에 따른 시편의 밀착력을 관찰하기 위해 5가지 산세에 따른 시편을 6시간 12시간 18시간 열처리 하였고, 이를 EDS 분석한 결과 열처리 시간이 길수록 Ni-P와 Cr 사이의 확산이 더 많이 일어남을 관찰 할 수 있었다. 따라서, Ni-P/Cr 사이의 밀착력 향상은 산세 용액보다 열처리가 더 큰 영향을 미칠 것으로 판단되어 진다.

참고문헌

1. 임병직, 우주발사체기술 심포지움 (2008) 16-17.
2. 조황래, 한국추진공학회 (2009) 1-5.