마이크로파 Plasma 탄소 섬유 처리 장치에서 입력 전력에 따른 온도 변화

Sample of Presentation Title of Surface Engineering

노지현[a], 홍광기, 양원균, 주정훈[*]
[a]군산대학교 신소재공학과(E-mail:jhroh@kunsan.ac.kr), 플라즈마 소재응용 센터
[*]군산대학교 신소재공학과(E-mail:jhjoo@kunsan.ac.kr), 플라즈마 소재응용 센터

초 록: 고강도 저가형 탄소 섬유 제작에 마이크로파 장비를 이용하는데 있어 공정 제어를 위한 온도 측정이 중요하다. 석영관 내부에 들어 있는 섬유의 표면 온도를 측정하기 어려우므로 직접 삽입한 K타입 열전대를 이용하여 입력 전력에 따른 섬유 다발 표면의 온도를 측정 하였다. 그 결과 안정화에 필요한 300℃ 부근의 온도는 쉽게 얻을 수 있었으나 마이크로파가 방사되는 영역의 온도만 빠른 상승을 보여서 불균일도 해결을 위한 노력이 필요하다. 탄화 처리를 위한 고온 가열을 위해서 투입 전력을 648 W까지 증가시켰을 때 727℃까지는 쉽게 상승하였으나 2,000℃ 이상을 획득하기 위해서는 고온 복사 손실을 줄 일 수 있는 전략이 필요하다.

1. 서론

탄소 섬유 제작에 일반 열처리로 대신 마이크로파 장비를 이용함으로써 경제성을 높이려고 한다.[1] 탄소 섬유의 안정화, 탄화 처리를 위해서는 정확한 온도 제어가 필요하다. 이에 가장 큰 영향을 미치는 것은 입력 전력이므로 각 전력에 따른 온도를 측정하는 방법의 개발이 필요하고, 이의 재현성 연구도 필요하다. 따라서 본 연구에서는 직경 30 mm 의 석영관을 반응로로 하고 2.45 GHz 1500 W의 마이크로파를 이용해서 Ar 플라즈마를 발생시키고, 전력에 따른 온도의 변화를 측정하였다. 앞으로 이 데이터를 근간으로 수 ㎛의 섬유 다발을 균일하게 가열, 처리할 수 있는 장치를 개발하고자한다

2. 본론

마이크로파 발생 장치를 이용해서 플라즈마를 발생시켰다. 이때 입력 전력을 100 W에서 700 W 까지 변화 시키면서 온도를 측정 하였다. 가스는 Ar, 유량은 90 sccm, 압력은 2 Torr 로 유지 하며 실험 하였다. 온도의 측정은 열전대를 이용하여 측정 하였다. 열전대의 위치는 마이크로파 도파관의 바로 위 석영관의 중심이다. 100 W 에서는 272 ℃, 200 W 에서는 414 ℃, 550 W에서 727 ℃가 되었으며 정비례하지 않는 이유는 주로 고온에서 복사 열손실 때문 인 것으로 보인다. 현재까지 측정한 것을 근사 시켰을 때 2차 근사가 가장 잘 맞는 것을 확인 하였고 이로 100 W에서 648 W까지의 마이크로파에 의한 반응기 내의 온도 상승값을 구했다. 이 전력 범위에서의 근사식은 다음과 같다. 마이크로파 반응기 내부 온도 T (K) = $372+1.86P-0.00137P^2$ 으로 표현 할 수 있으며 이때의 통계적 상관도는 0.9995 이다. P는 입력 전력 [W]이다. 석영관 중심부에서 반경방향 약 3 cm 까지는 비슷한 값이어서 15 K까지의 섬유 다발을 균일한 온도로 처리할 수 있음을 실험상으로 확인 할 수 있었다.

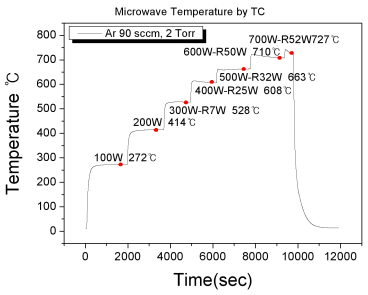

Fig. 1. Microwave temperature by input power and time

3. 결론

마이크로파 플라즈마 탄소 섬유 처리 장치 내부의 온도를 열전대를 이용하여 측정한 결과, PAN 섬유의 안정화에 필요한 300 ℃를 마이크로파로 만들 수 있었다. 100 W 실험 결과 섬유 장입 없이는 272 ℃, 섬유 장입 후에 223 ℃가 되었다. 648 W에서 727 ℃까지 상승하였으나 고온에서 T^4에 비례하는 복사 열손실에 의해서 탄화 온도인 2,000 ℃까지 상승시키기 위해서는 고온 단열이 필요함을 확인 하였다

참고문헌

1. Felix L. Paulauskas, Kenneth D. Yarborough, Thomas T. Meek, United States Patent, US 6372192 B1(2002)

후기

본 연구는 한국과학기술연구원이 지원하는 “마이크로웨이브 장치를 이용한 PAN 섬유 안정화 - 탄화 장치 개발 ” 을 통해 개발된 결과임을 밝힙니다.