

내원자상산소형 폴리이미드필름 개발

한국과학기술정보연구원
전문연구위원 원영무
(ymwon@reseat.re.kr)

내원자상산소 폴리이미드 [BSF-30]의 소개와 개발 상황에 대해 기술했다. 모재 개질에 의한 원자상산소 내성 부여를 실현한 이 재료에 대한 내원자상산소피막 형성과 자기수복 특성을 소개한다.

일반 폴리이미드를 저궤도위성에 사용하는 경우에는 원자상산소에 대한 내성 등을 부여하는 대책이 필요하다. 원자상산소 내성을 부여하는 여러 방법 중 여기서는 모재개질을 사용하여 원자상산소 내성을 부여한 폴리이미드필름 [BSF-30]을 소개한다.

[BSF-30]은 원자상산소 내성을 갖기 위해 소재 모체에 Si를 함유시킨 것이다. 궤도상에서 원자상산소와 해당 재료가 충돌함으로써 포함되어 있는 Si 산화물을 생성시켜 산화물층, 즉 원자상산소에 대한 보호층을 형성한다.

코팅에 의한 내성이 부여된 경우, 현재 문제가 되고 있는 결합부에서 일어나는 손상이 발생하지 않는 특징을 가지고 있다. 이를 위해 JAXA는 실록산 변성폴리이미드필름인 [BSF-30]을 개발해왔고, 지금까지 1,000mm폭에 한쪽 면에 알루미늄 증착, 25 μ m두께의 롤필름을 실현했다.

JAXA 츠쿠바 우주센터에 있는 진공복합환경시험설비를 이용해 원자상산소 조사 전후의 질량변화측정, 표면근방의 단면 투과전자현미경(TEM) 관찰, XPS에 의한 정성분석 등을 통해 BAF-30 필름의 원자상산소 내성을 평가했다.

원자상산소 조사 전후에 질량변화곡선을 보면, BSF-30은 kapton과 비교하여 거의 제로에 가까운 정도로 질량변화가 없었다. 원자상 산소를 조사하기 전에는 BSF-30이나 kapton 모두 매끄러운 표면을 갖고 있으나, 일반적인 폴리이미드에 원자상산소를 조사하면 μ m 스케일 수준의 표면변화를 가져오나, 원자상산소를 조사한 BSF-30 표면근방의 단면 TEM상을 보면 수십nm의 요

철이 생긴 것을 알 수 있다.

또 TEM상의 콘트라스트로부터 표면의 두께 10nm정도의 박막층 형성이 확인된다. XPS에 의한 정성분석 결과 SiO_2 형성이 확인되고, 이 층이 원자상 산소에 대한 보호막으로 작용하여 원자상산소 침입이 방지된다고 추측된다. 또 자기수복기능을 확인했다. 이상의 결과로 BSF-30은 기대한 바와 같이 원자상산소로부터 보호막을 형성하고 충분한 원자상산소내성을 발현함을 알 수 있다.

원자상산소내성을 갖는 폴리이미드필름 [BSF-30]은 저궤도위성에서 용도를 찾을 수 있어 초저고도위성기술시험기 등에 이용이 기대된다. 또 최근에는 우주쓰레기 감축 관점에서 수명이 다 되어 기능이 정지된 인공위성을 정해진 기간 내(25년 이내)에 대기권에 돌입시켜 우주공간에 쓰레기를 발생시키지 않도록 요구되고 있다.

이때 대기권에 돌입시키는 조작을 deorbit라 하며 그 한 방법으로써 면을 펼쳐서 대기 저항을 증가시켜 서서히 고도를 낮추는 방법이 있다. 대기권 돌입까지 최장 25년이라는 장기간을 요하기 때문에 이 사이에 저궤도비행을 계속해야 하므로 구성 부재는 원자상산소에 대한 충분한 내성을 가지고 있어야 한다. 이러한 요구에 따라 BSF-30 응용이 검토되고 있다.

여기서는 내원자상산소폴리이미드 [BSF-30]의 소개와 개발상황에 대해 기술했다. 모재 개질에 의한 원자상산소내성 부여를 실현한 이 재료에 대한 내원자상산소피막 형성과 자기수복 특성을 소개했다. 이 재료는 이미 25 μm 두께, 1,000 mm폭에 한쪽 면은 알루미늄이 증착된 롤필름에 대한 시장평가가 진행되고 있다. 앞으로 저궤도우주기 및 deorbit용 응용을 중심으로 user를 찾고 있다.

출처: 宮岐 英治, “JAXAにおける材料開発 (4) 耐原子狀酸素型ポリイミドフィルムの開発”, 工業材料, 62(7), 2014, pp.20~22

이 분석물은 미래창조과학부 과학기술진흥기금, 복권기금의 지원을 받아 작성하였습니다.