V2-001

초고속 터보 분자펌프의 자기부상 회전 안정성 연구

노승국[1], 경진호[1], 박용태[2], 고득용[1]

[1]한국기계연구원, [2](주)제일진공

반도체 및 디스플레이 공정등에서 고진공 및 급 배기 환경을 제공하기 위하여 사용되는 터보 분자펌프(Turbomolecular Pump, TMP)는 다층의 회전깃을 갖는 로터를 회전시켜 분자를 배출시키는 방식을 사용하는 진공펌프이다. 또한 최근에는 디스플레이 및 반도체 공정에서 높은 진공도뿐만 아니라, 높은 배기속도를 요구하는 추세에 따라, 터보 펌프와 드래그 펌프부분을 동시에 가지고 있어 상대적으로 작동 진공도 영역이 넓은 복합 분자펌프(Compound Turbomolecular Pump, CMP)의 활용도가 넓어지고 있다. 이러한 분자펌프가 장시간의 고속회전에 적합하고, 베어링에서의 오염을 없앨 수 있는 비접촉 방식인 자기부상 방식이 주로 적용된다. 자기베어링 시스템은 하드웨어와 소프트웨어로 나누어질 수 있는데, 하드웨어는 회전하게 되는 블레이드 로터 및 자기베어링 로터, 모터 로터 등이 포함된 축과 고정되어 있는 자기베어링 코어와 코일, 변위센서 등의 펌프 하우징 부분, 또한 이를 제어하기 위한 전력 증폭 시스템 등의 기전적인 요소들이 이루어져 있다. 소프트웨어라 할 수 있는 제어시스템에 있어서 자기베어링이 불안정한 특성을 갖는 개루프계를 갖고 있으므로 안정화를 위한 능동제어 시스템이 필수적이며 진동제어 등의 기능을 갖도록 적용된다. 따라서 이러한 복합분자펌프의 성능은 이러한 시스템을 구성하는 개별 요소의 성능과 이를 통합한 제어시스템의 성능이 결정한다고 할 수 있다. 본 논문에서는 현재 개발중인 2,500 l/s급의 자기부상형 고진공 복합분자펌프의 시작품에 대하여 고속회전의 안정성에 대한 연구를 수행한 내용을 보고하고 있다. 디지털 제어시스템을 적용한 시작품의 최대 26,000 rpm 까지의 고속회전시의 회전 응답 및 진동 특성을 측정 분석하였으며, 로터의 고유진동수 및 진동 모우드를 분석하였다. 또한 연속 작동시의 발열특성과 각 부분의 온도와 회전 안정성과의 관계를 평가하였다.

Keywords: 복합분자펌프, 자기베어링, 고속회전, 회전동역학, 고유진동수