미니 진공시스템을 이용한 역류방지 센터링의 배기 특성 측정

Evacuation characteristic measurement of anti-suck back centering by mini vacuum system

홍광기*, 고석일, 도우리, 양원균, 주정훈
*군산대학교 신소재공학과(E-mail:hkk@kunsan.ac.kr), 플라즈마 소재응용 센터

초 록: 자구형 오일 로터리 펌프의 정전시 오일 역류를 방지하기 위한 간단한 구조 장치로 역류 방지형 센터링 (anti suck back centering, ASBC)을 개발하고 배기 특성을 평가하기 위하여 소형 배기 시스템 (mini vacuum system)과 개인용 컴퓨터, AD converter (National instrument, NI-6009), 터치 패널 기반의 자동 제어 시스템을 제작하였다. 본 연구에서는 ASBC의 배기 특성을 확인하였고, 배기 특성을 해석하기 위하여 3차원 전산 유체 해석 프로그램인 CFD-ACE+를 사용하여 점성 유동 영역에서 유동장을 해석하였다. 그리고 평활도를 개선한 ASBC의 리크양을 측정 하였다.

The anti suck back centering (ASBC) for preventing backflow of oil for oil rotary pump was designed in the power failure. To evaluate the evacuation characteristics, we manufactured the mini vacuum system, personal computer, AD converter (National instrument, NI-6009), and automatic controller with touch panel for a basis. In this study, we measured the evacuation characteristics of ABSC and analyzed the flow field of viscous flow regime using a commercial software, CFD-ACE+. Also, the leakage of the advaced ASBC for leveling was measured.

1. 서론

최근 국가산업 경쟁력의 핵심으로 떠오르고 있는 차세대 동력산업인 첨단의 평판 디스플레이 산업이나 반도체 산업에 있어 진공 장치의 오염은 제조공정에서 반드시 제거하여야 하는 필수 요건이라 할 수 있다. 하지만 최근에 생산되는 저가형 오일 로터리 펌프는 오일 역류 방지 밸브를 가지고 있지 않기 때문에 정전, 오작동으로 인한 오일 역류가 가능하다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 ASBC을 개발 하였다. ASBC는 기본적으로 두 장의 원형 금속판에 직경 7 mm 크기의 원형 홀을 가공한 판으로 이루어져 있다(그림 1). 서로 엇갈린 세 개의 홀을 통해서 배기가 이루어지고 역압이 걸릴 경우 엇갈린 부분이 압력 차폐판으로 작용하도록 설계하였다. Moving door plate는 가벼운 알루미늄으로 만들어 오일의 역류 시에 유체의 부상 운동량만으로도 쉽게 부유할 수 있도록 하였다. 또한 두 장의 판이 맞닿는 부분의 평활도를 개선하여 리크를 최소화 하였다.

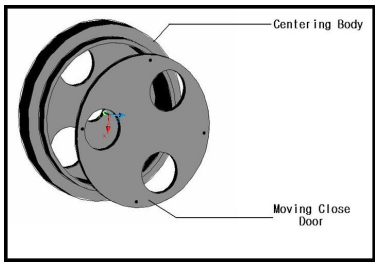


Fig. 1. A schematic of the anti-suck back centering.

2. 실험방법

본 연구에서는 ASBC의 배기 특성을 측정하기 위하여 소형 배기 시스템을 제작 하였다. 제작된 소형 배기 시스템의 구성 장비는 두 대의 오일 로터리 펌프 (Cute vac 160VP, Hitachi), NW25 투명 호스 (내경 : 25.85 mm, 길이 : 1000 mm), 펌프 작동의 정확도를 높이기 위한 터치 패널 (touch panel-CT1720, comfile technology)을 장착 하였고 기존의 센터링 (normal centering)과 ASBC의 배기 곡선의 차이를 확인하기 위하여 컨벡트론 게이지 (Granville Phillips, convectron gauge)을 사용하였다. NI USB-6009를 이용하여 시간에 따른 압력 변화의 데이터를 실시간으로 컴퓨터에 저장하기 위하여 GP-275의 교정곡선 (calibration curve)의 압력을 전압으로 전환하여 배기 시작 후의 소형 배기 시스템에서의 실제 압력을 기록하였다. 또한 정확한 리크 정도를 측정하기 위하여 moving close door plate를 센터링 본체의 위에 올려서 배기계가 폐쇄되도록 한 후 He leak detector (Pfeiffer HLT-270)를 이용하여 리크 양을 측정하였다. 160 l/min의 명목 배기 속도를 갖는 오일 로터리 펌프를 연결한 시스템에서 ASBC를 장착 하지 않았을 경우와 장착 한 경우의 배기 곡선을 그림 2에 나타내었다. 유체 역학 코드인 CFD-ACE+를 이용하여 제작전 ASBC의 작동 유무를 미리 예측한 결과를 그림 3에서 보여준다.

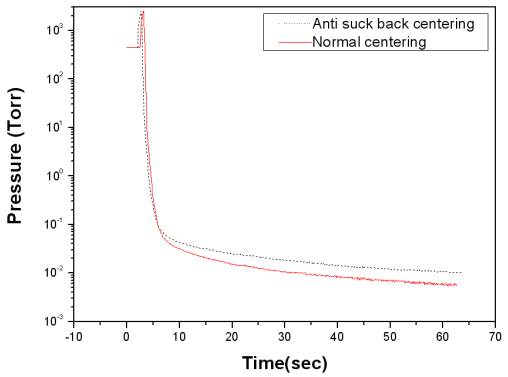


Fig. 2. Evacuation curve of anti suck back centering and normal centering

3. 실험결과 및 고찰

3.1 Normal centering과 anti suck back centering의 배기 곡선 특성 분석

NW25 규격의 역류 방지 센터링을 설치한 경우 대기압에서 50 mTorr까지의 배기 시간은 설치하지 않은 경우에 비해서 18.3 % 증가하였다. 이 결과는 기존의 센터링 단면적 501.93 mm^2에서 오일 역류 방지 센터링 단면적 250.54 mm^2로 49.91%가 줄어들어들었지만 점성 유동 영역 (continuum flow)에서는 진공 용기 내벽과 충돌에 비해 분자끼리의 충돌 (molecular collision)이 많고 한 분자 상호간의 작용이 크므로 전체적인 흐름이 유체역학을 따르고 그 방향은 펌프 쪽으로 향함을 알 수 있다. 따라서 전도의 영향을 적지 않게 받는다. 하지만 소형 배기 시스템에서의 대기압에서 저진공 (50 mTorr)까지의 배기에 큰 영향을 받지 않는 다는 것을 알 수 있다.

The number of times	Leak late of normal centering (Torr* ℓ /s)	Leak late of Anti suck back centering (Torr* ℓ /s)
1	5.07 x 10^{-7}	3.02 x 10^{-7}
2	5.15 x 10^{-7}	4.53 x 10^{-7}
3	6.03 x 10^{-7}	2.50 x 10^{-7}
4	5.42 x 10^{-7}	3.00 x 10^{-7}
5	5.45 x 10^{-7}	2.19 x 10^{-7}
6	9.35 x 10^{-7}	2.79 x 10^{-7}
7	5.38 x 10^{-7}	2.14 x 10^{-7}
8	5.52 x 10^{-7}	1.00 x 10^{-7}
9	6.14 x 10^{-7}	2.12 x 10^{-7}
10	6.22 x 10^{-7}	1.52 x 10^{-7}

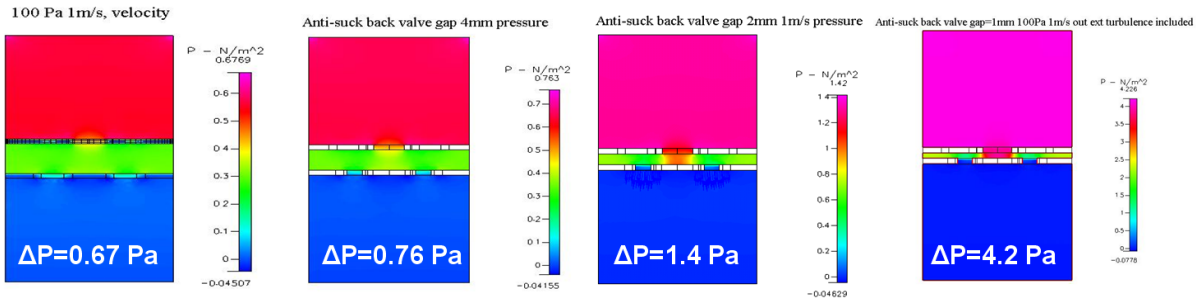
Table 1.Measure about oil Backflow restriction capability of normal centering and anti-suck back centering used HLT-270

3.2 평활도를 개선한 anti suck back centering의 리크양 측정

Normal centering과 평활도를 개선한 ASBC의 leak late 측정값을 표 1에서 보여준다. He leak detector를 이용하여 측정한 결과 평균 2.48 x 10^{-7} Torr*liter/sec으로 normal centering보다 2.4배의 역류 방지 성능을 보였다.

3.3 CFD-ACE+ 이용한 anti suck back centering의 작동 유무 예측

그림 3은 유체 역학 코드인 CFD-ACE+를 이용하여 ASBC의 상단 압력과 하단 압력의 차이를 보여준다. NW25 (ID :25.85 mm)tube에 위쪽에서 아래쪽으로 100 Pa, 1 m/s의 가스를 유입 한 결과 Moving door와 centering body의 사이 간격이 6 mm, 4 mm, 2 mm, 1mm일 때 0.67 Pa, 0.76 Pa, 1.4 Pa, 4.2 Pa의 압력 차이가 발생하고 이로 인해 ASBC의 작동 유무를 예측 할 수 있었다.



Model split conditions: gap=6, 4, 2, 1mm tube inner diameter 25.85mm

Fig. 3. Movements expectation of anti-suck back centering used CFD-ACE+.

4. 결론

본 연구에서 개발된 ASBC는 오일 부상 운동력으로만 작동을 하기 때문에 moving door plate에 고무판이나 오링을 장착하여 사용할 수 없다. 이러한 문제점 때문에 오일 로터리 펌프가 오일의 역류를 100%차단은 불가능 하다. 하지만 생산 산업이나 연구실에서의 오작동, 정전 등의 상황에서 ASBC를 장착한 오일 로타리의 펌프의 경우 92.7% 역류 방지 차단률을 확인 하였고, 저진공 영역에서의 anti suck back centering을 장착한 시스템의 pumping speed는 18.3% 감소를 보였다. 평활도를 개선한 anti suck back centering의 역류 방지 성능을 측정한 결과 normal centering보다 2.4배가 뛰어나다는 것을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

1. 김현후, 황용운, 박대희, 임기조 “Introduction to basic vacuum engineering for semiconductor and display processing”, 내
하출판사, 6 (2007).
2. 안일신, “진공물리 및 진공기술”, 한양대학교 출판부, 110 (2005)
3. 정석민, 이진원, 박종윤, “진공과학입문”, 청문각, 161 (2002)