

다이어프램의 소음, 진동 특성 개선을 위한 가변주파 전류제어

임근민, 김홍민, 백승호, 안진우, 이동희
경성대학교 메카트로닉스공학과

Variable Frequency Current Control of the Diaphragm for the improving the Vibration characteristic

Geun-Min Lim, Hong-Min Kim, Seung-Ho Baek, Jin-Woo Ahn, Dong-Hee Lee
Dept. of Mechatronics Engineering, Kyungsung University, Busan, Korea

ABSTRACT

다이어프램은 고정된 주파수의 전압을 이용하여 저전력으로 고압력의 공기를 공급하는 장치로 연료전지 및 산업용 공기 공급장치로 사용되고 있다.

본 논문에서는 다이어프램의 공기유량 및 유압을 저소음 및 저진동으로 제어하기 위해서 인버터를 이용한 가변주파수의 전류제어를 수행하였다. 제안된 다이어프램의 공기압 제어 방식은 지령 압력을 추종하기 위한 최대주파수 운전 방식으로, 토출압력이 만족하는 최대 주파수의 전류제어를 수행한다. 제안된 방식을 실험을 통하여 검증하였다.

1. 서론

다이어프램의 공기 공급은 일반적으로 고정 전압과 주파수로 일정하게 공기압을 유지하는 장치로 적용되고 있다. 그림 1은 본 논문의 실험에 이용된 다이어프램 모터방식의 에어펌프이다.

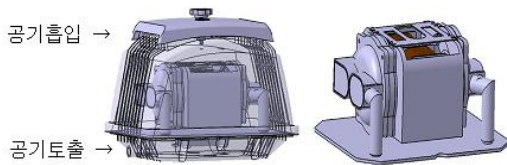


그림 1. 다이어프램 에어펌프의 구조
Fig 1. Structure of diaphragm

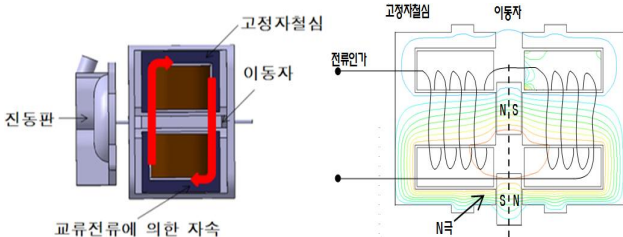


그림 2. 다이어프램의 구조와 자속 흐름
Fig 2. Structure and flux flow of diaphragm

그림 2는 다이어프램의 구조와 자속 흐름을 나타내고 있다. 고정자 철심에 형성된 교류자속은 진동판에 결합된 이동자를 움직이게 하고, 이에 따라 진동판이 흡입 공기를 압축하는 형태로 동작한다. 이 때 공기의 토출압력은 이동자의 추력 및 이동속도에 의존적이다. 그림 3은 이동자의 위치와 전류에 따른 이동자의 X축과 Y축 추력 해석 결과이다.

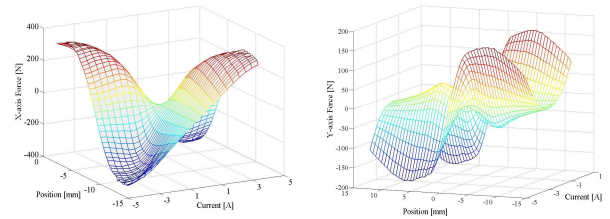


그림 3. 이동자의 위치에 따른 X축과 Y축의 추력
Fig 3. According to the position of mobile x and y-axis thrust

일반적인 다이어프램에서는 배출구에 공기조절밸브를 설치하여 공기의 양을 조절하게 되어있다. 본 논문에서는 인버터를 이용하여 주파수와 전류를 제어함으로써 공기의 압력을 제어할 수 있음을 실험을 통하여 증명하였다.

2. 다이어프램의 특성

2.1 주파수에 따른 다이어프램의 소음, 진동 특성

다이어프램 에어펌프는 일정하게 공기압을 유지한다. 일반적으로 사용되는 60Hz, 220V 전원을 입력하였을 때 최대로 나타나는 기계적인 특성을 기준으로 하여 주파수를 가변하여 다이어프램의 소음과 진동 특성을 비교하였다. 그림 4와 표1은 주파수 가변에 따른 소음 및 진동 특성이다.



그림 4. 주파수 가변시 다이어프램의 특성 결과
Fig 4. Output characteristics of diaphragm in variable frequency

표 1 주파수 가변시 다이어프램의 특성 결과

Table 1 Output characteristics of diaphragm in variable frequency

주파수	풍압(Pa)	풍속(m/s ²)	소음(dB)	진동(mm/s)
40Hz	17	5.1	67.5	9.2
60Hz	17	5.0	72	2.5
80Hz	17	5.1	75.8	1.14

다이어프램에 인버터를 결합하여 입력되는 전류의 주파수와 전류의 양을 가변하면서 일정한 출력을 가지도록 할 때, 주파수를 높게 하였을 시에 진동 특성이 향상되는 것을 확인할 수 있고, 소음 특성은 일정한 전압과 전류를 입력하면 주파수를 높일수록 특성이 향상되지만 일정한 출력을 유지하기 위해서 추력을 증가하기 위한 전류가 상승하게 된다.

2.2 제안된 다이어프램 압력 제어 방식

인버터를 이용하여 주파수와 전류를 독립적으로 제어하는 다이어프램의 경우 각 주파수 대역에서 전류의 최대는 한정적이므로 각 주파수에서 토출되는 공기압의 최대는 한정되고, 주파수를 증가시키므로써 소음, 진동 특성은 향상이 되나 기계적인 특성은 낮아진다.

2.2.1 제어 블록도

그림 5는 본 논문에서 제안된 PWM을 이용한 가변 주파수 전류 제어 방식의 제어 블록도를 나타내고 있다.

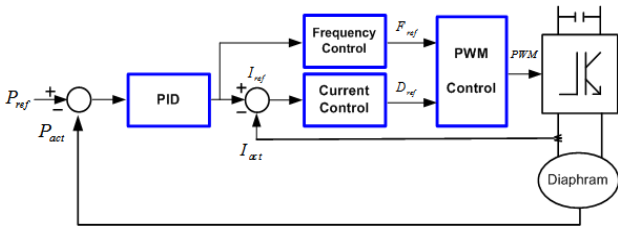


그림 5. 제어 블록도

Fig 5. The proposed control block diagram

제안된 압력 제어 기법은 인버터의 PWM 제어로 주파수와 전류를 제어한다. 지령치의 압력을 입력하면 주파수 가변으로써 소음과 진동의 특성을 향상시키는 동시에 실제 압력을 PID 제어기에 의해 전류의 양을 증가시키므로써 토출 압력 특성을 향상시킨다.

3. 실험 결과

제안된 제어기의 검증을 위해 다이어프램에 대한 인버터 회로를 구성하고 실험을 수행하였다. PWM 제어 및 DSP2811을 적용하여 ADC 및 DAC를 이용하여 다이어프램의 토출 압력과 주파수를 검출하였다. 그림 6은 지령치 압력을 입력 후 운전상태에서 낮은 지령치 압력을 입력하였을 때의 실험 결과이다.

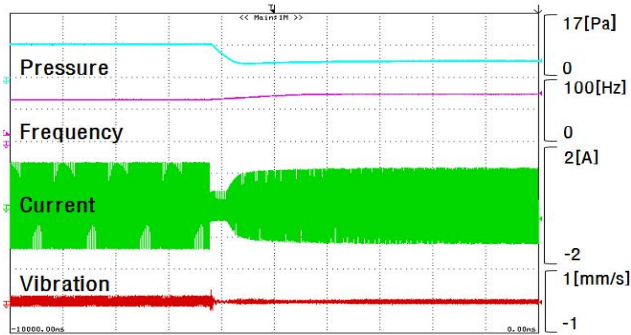


그림 6. 전원 투입 후 압력 지령치 입력 상태의 실험결과

Fig 6. After power on, experimental result in pressure input

지령 압력을 낮게 입력하였을 때는 주파수를 증가시키고 전류의 양을 조절하여 소음과 진동특성을 향상시키고 제어가 이루어지도록 한다. 그림 7은 높은 지령치 압력을 입력하였을 때의 실험결과이다.

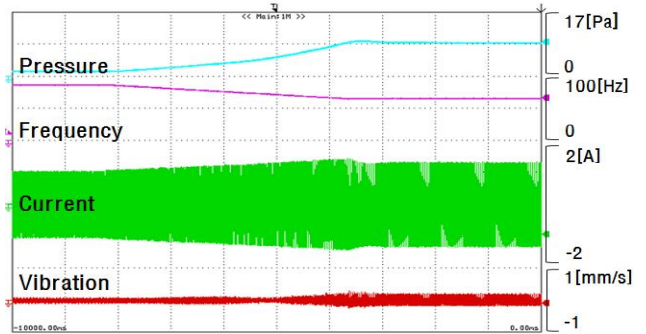


그림 7. 고압력 지령치 입력 상태의 실험결과

Fig 7. Experimental result in high pressure input

높은 지령치 압력을 입력하였을 때 높은 주파수에서는 전류의 양이 최대라고 해도 따라가기 힘들기 때문에 최대의 전류로 지령 압력을 나타낼 수 있는 주파수로 가변된다. 그림 8의 저압력 지령치에 입력상태에서는 높은 주파수로 가변되고 전류의 양을 조절하여 소음과 진동의 특성을 향상시키는 동시에 제어가 가능해진다.

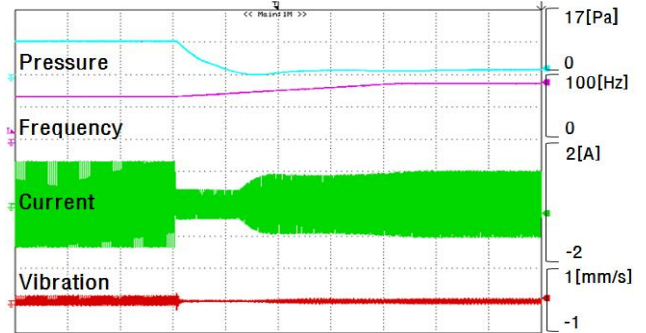


그림 8. 저압력 지령치 입력 상태의 실험결과

Fig 8. Experimental result in low pressure input

4. 결론

본 논문은 다이어프램의 소음, 진동 특성을 향상시키기 위해 가변주파 전류 제어 방식을 제안하였다. 제안된 가변주파 전류 제어 방식은 지령치 압력에 대해 소음, 진동 특성을 극대화할 수 있는 주파수와 전류로 제어하도록 하여 기존 다이어프램에 비해 소음과 진동 특성 향상 및 저전력으로 구동할 수 있는 장점을 가지며 이를 실험을 통하여 검증하였다.

이 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.
(No. 2009T100100654)

참고 문헌

- [1] Heuman, K., "Basic principles of Power electronics", New York : Springer-Verlag, 1986
- [2] Richard Valentine. "Motor Control Electronics Handbook" Mcgraw-Hill Handbooks, 1998