

가변주파 전류 제어형 다이어프램에 의한 공기압력 제어

임근민, 윤주혁, 안진우, 이동희
경성대학교 메카트로닉스 공학과

Air-pressure Control using Variable Frequency Current Control of Diaphragm

Geun-Min Lim, Ju-hyuk Youn, Jin-Woo Ahn, Dong-Hee Lee
Dept. of Mechatronics Engineering, Kyungsung University, Busan, Korea

ABSTRACT

다이어프램은 교류주파수에 의해 진후로 이동하는 진동판으로 공기의 압력을 조절하는 장치이다. 본 논문에서는 다이어프램의 공기 유량 및 유압을 제어하기 위해서 가변주파수의 전류 제어를 통해 다이어프램의 추력을 제어하고, 이를 통해 지령치가 요구하는 유량 및 유압의 제어가 이루어지도록 하였다. 다이어프램의 토출압력은 진동판의 주파수에 의해 조절이 가능하며, 진동 및 소음은 주파수에 반비례 하게 된다. 높은 주파수에서 충분한 추력을 내기위해서 본 논문에서는 가변주파수 전류 제어 방식을 사용하였으며, 그 결과를 실험으로 검증하였다.

1. 서 론

다이어프램은 저전력으로 고압력의 공기를 공급하는 장치로 연료전지 및 산업용 공기 공급장치로 사용되고 있다. 일반적인 공기 공급은 고정된 전압과 주파수로 일정하게 공기압을 유지하는 장치로 적용되고 있으며, 일부 인버터 방식으로 구동되는 다이어프램이 공기유량 제어를 위해 적용되고 있다. 그림 1은 본 논문의 실험에 이용된 다이어프램 모터방식의 에어펌프이다. 한 개의 전원에 대해 동작하고 배출구로부터 공기가 토출된다.

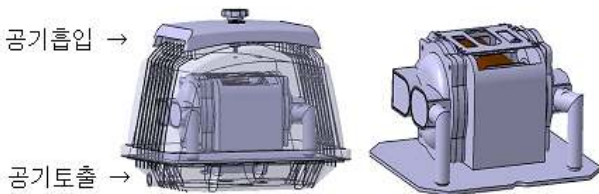


그림1. 다이어프램 에어펌프의 구조
Fig1. Structure of diaphragm

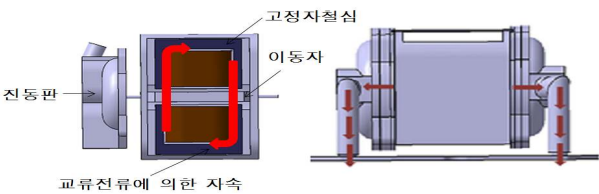


그림2. 다이어프램의 운전 원리
Fig2. Operating of diaphragm

그림 2는 다이어프램의 운전원리를 나타내고 있다. 교류전원에 의해 고정자 철심에 형성된 교류자속은 진동판에 결합된 이동자를 움직이게 되고, 이에 따라 진동판이 흡입 공기를 압축하는 형태로 동작한다. 이 때 공기의 토출압력은 이동자의 추력 및 이동속도에 의존적이다. 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 비교

2.1 다이어프램의 특성

다이어프램 에어펌프는 일정하게 공기압을 유지한다. 일정한 전압일 때 공기의 압력, 풍속, 유량 및 소음, 진동을 측정하였고 입력되는 전류 또한 전압을 가변하여 비교하였다. 일반적으로 사용하는 60Hz, 220V의 전원을 입력하였을 때 KIMO사 CP300을 이용하여 풍압, 풍속, 유량을 측정하였고, RION사 UV-14,16,22를 이용하여 소음, 진동을 측정하였다.

표 1 상용교류 인가 입력시, 공기의 압력, 풍속, 유량 측정값
Table 1 Air-pressure, Air-speed, Frow rate in nominal AC input

전압	풍압	풍속	유량
110V	3Pa	2.3 m/s	70 m ³ /h
220V	15Pa	5.0m/s	150m ³ /h

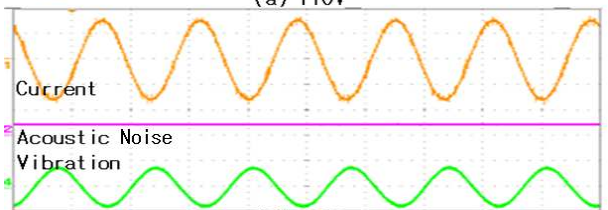
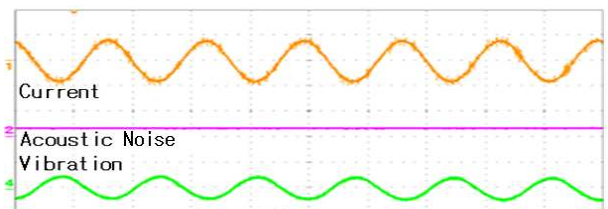


그림3. 상용 전압 인가시 다이어프램 특성
Fig3. Output characteristic of diaphragm in nominal AC input

표 1과 그림 3에서는 220V전압을 인가했을 때 다이어프램의 특성은 110V의 전압을 인가했을 때보다 소음과 진동은 높게 나타났지만 풍압, 풍속, 유량의 특성은 더 높게 나타났다.

2.2 주파수 및 전류 가변시 다이어프램의 특성

다이어프램에 인버터를 결합하여 모터에 입력되는 전류의 주파수와 전류의 양을 가변하며 각 조건에서 풍압, 풍속, 유량의 특성과 소음, 진동의 특성을 확인하였다. 입력전압과 전류를 일정하게 하고 주파수를 가변하였을 시에 풍압, 풍속 및 유량의 특성을 표 2에 나타내었다. 주파수를 높게 하였을 때는 주파수를 낮게 하였을 때보다 풍압, 풍속, 유량의 특성은 낮게 나타나고 소음과 진동 또한 낮게 변하는 것을 확인할 수 있다.

표 2 주파수 가변시 다이어프램의 풍압, 풍속, 유량 측정값
Table 2 Output of diaphragm in variable frequency

주 파 수	풍 압	풍 속	유 량
40Hz	17 Pa	5.4m/s	158m ³ /h
60Hz	14 Pa	4.7m/s	146m ³ /h
80Hz	1 Pa	1.3m/s	42m ³ /h

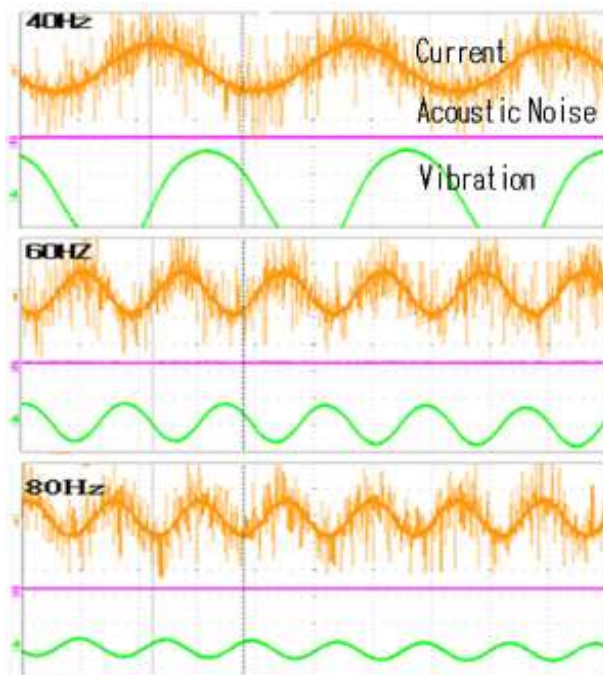


그림4. 주파수 가변시 다이어프램의 특성 결과
Fig4. Output characteristics of diaphragm in variable frequency

2.3 전류 가변시 다이어프램의 특성

이 절에서는 특정 주파수대역에서 전류의 양을 가변했을 때의 다이어프램의 특성을 비교하였다. 동일한 주파수이지만 전류를 증가했을 때는 다이어프램에서 토출되는 공기의 풍압, 풍속, 유량은 증가하는 것을 표 3에서 알 수 있다.

표 3 전류 가변시 다이어프램의 풍압, 풍속, 유량 측정값
Table 3 Output of diaphragm in variable current

주 파 수	풍 압	풍 속	유 량
40Hz	30 Pa	6.6m/s	192m ³ /h
60Hz	20 Pa	5.9m/s	162m ³ /h
80Hz	3 Pa	2.3m/s	67m ³ /h

그림 5는 각 각의 주파수 대역에서 전류의 양을 증가시켜 제어 하였을 때의 다이어프램 특성을 나타낸 것이다.

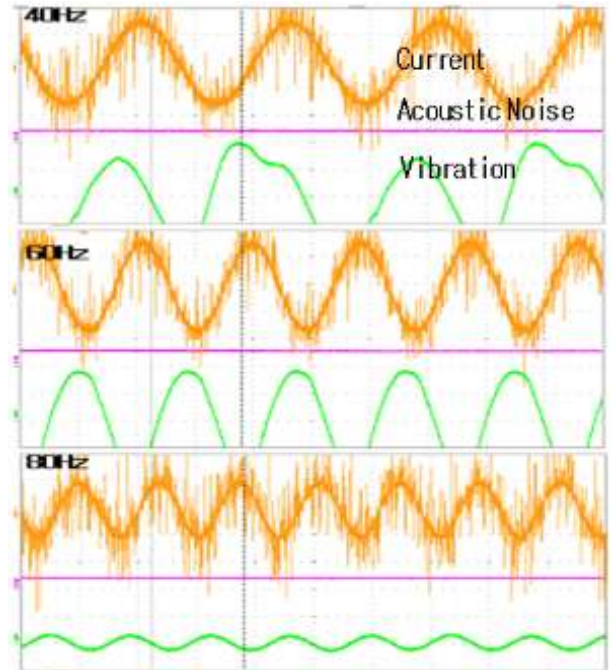


그림5. 전류 가변시 전류 및 소음, 진동 특성 결과
Fig5. Output characteristics of diaphragm in variable current

3. 결 론

본 논문은 다이어프램 에어펌프에 공급되는 전류의 주파수와 전류의 양을 제어에 따른 특성을 실험 결과를 통해 설명하였다. 주파수 가변 실험에서 주파수를 높일수록 소음, 진동의 특성이 개선되며, 전류 제어 실험에서 전류의 양을 증가시킬수록 다이어프램의 풍속 및 유량이 증가하였다. 110V의 전압을 인가했을 때의 나타나는 풍압, 풍속, 유량의 수치는 주파수를 가변한 뒤 전류를 제어했을 때의 수치랑 유사하며 소음, 진동의 성능은 훨씬 더 좋아 졌음을 알 수 있다.

제시한 가변주파 전류 제어형 다이어프램은 주파수를 증가하여 진동, 소음에 대한 특성을 높임과 동시에 전류를 제어함으로써 다이어프램의 특성을 개선 시킬 수 있다.

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

참 고 문 헌

- [1] Heuman, K., "Basic principles of Power electronics", New York : Springer-Verlag, 1986
- [2] Richard Valentine. "Motor Control Electronics Handbook" McGraw-Hill Handbooks, 1998
- [3] Muhammad H. Rashid, "Power Electronics", Prentice-Hall International, Inc, 1993