

ODD Spindle 모터의 진동저감 및 동특성 향상에 대한 연구

A Research on the Vibration Reduction and Improvement of Dynamic Characteristics in ODD Spindle Motors

김선[†] · 이용관^{*}
Sun Kim, Yong-Kwan Lee

1. 서론

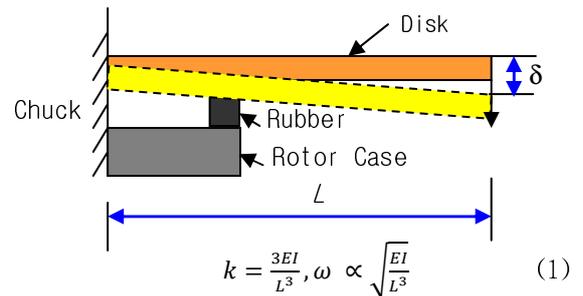
정보 저장기기의 저장용량이 증가하고 정보 전달 속도를 높이기 위해 광학적 방식의 정보저장 장치인 광디스크 드라이브(Optical disk drive, ODD)의 회전 속도 또한 급격하게 증가하고 있다. 이에 따라 그 상부에 탑재되는 디스크(Disk)가 턴테이블로부터 슬립(Slip)되거나 디스크가 진동하는 위블(Wobble) 현상에 의해 정확한 데이터 리딩(Reading) 또는 라이팅(Writing)이 되지 않는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해, 디스크가 탑재되는 턴테이블의 상부 테두리영역에 마찰력이 우수한 고무시트와 같은 재질의 링형상 슬립방지부재(Rubber)를 부착하는 방법으로 제품개발이 이루어 지고 있지만, 링형상을 갖는 슬립방지부재는 디스크에 마찰력을 제공하여 슬립현상을 방지하는 기능을 수행할 뿐, 디스크가 상하방향으로 진동하는 위블현상을 방지할 수 없는 한계가 있다.

본 연구에서는 고속 회전하는 디스크의 공기흐름 조절을 통해 임계속도의 변화를 이론적인 식과 실험 결과를 통하여 공기유동의 영향에 대해 소개한다.

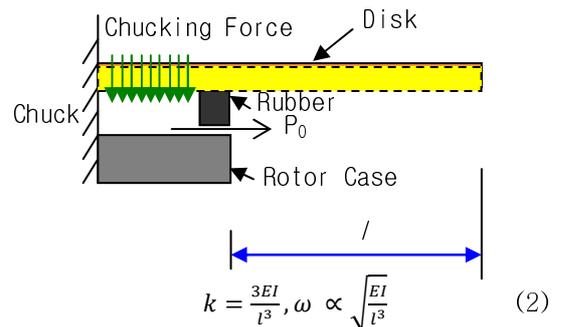
2. 메커니즘 분석

디스크는 ODD 모터의 턴테이블의 척(Chuck)에 안착되고, 슬립방지부재 상부에 탑재되어 고속 회전하게 된다. 이 때 회전하는 디스크와 슬립방지부재 사이의 간격이 모터의 회전에 따른 자체진동 및 공력저항으로 인하여 Fig. 1(a)의 δ 만큼 처지게 된다. 이러한 이유로 디스크가 고속 회전하는 경우 위블현상이 더욱 심해져 데이터 리딩 및 라이팅이 더욱 어려워질 수 밖에 없다.

하지만 Fig. 1 (b)의 경우에는 턴테이블 상면의 슬립방지부재에 홈을 뚫으로써 디스크와 슬립방지부재가 형성하는 내부공간의 공기가 외부로 배출되어 내부와 외부 공간의 압력 차가 유도될 수 있도록 한 경우이다.



(a) Stiffness of without air flow



(b) Stiffness of with air flow

Fig. 1 Stiffness of a Disk for Transverse Vibration

이 경우에는 고속회전 시 회전속도의 제곱에 비례해서 흡입력이 강해지기 때문에, 슬립방지부재의 위치가 강력한 지지점의 역할을 해주게 되어 자연스럽게 임계속도가 상승하게 된다. 특히, 기존의 모터는 회전속도가 빠르면 디스크의 위블현상이 커질 수 있는 반면, 회전속도가 클수록 디스크를 잡는 힘이 커져서 임계속도 상승효과가 더 커지는 장점이 있으며, 흡입력(F)는 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$F = n\Delta P \cdot A = n \left(\frac{1}{2} \rho v^2 \right) [\pi(L-l)^2] = n \left[\frac{1}{2} \rho (L-l)^2 \omega^2 \right] [\pi(L-l)^2] \quad (4)$$

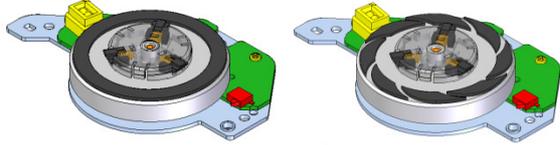
$$= \frac{1}{2} n \pi \rho \omega^2 (L-l)^4$$

n : 홈 개수, ω : 회전수 [rad/s], ρ : 공기밀도

3. 실험 및 분석

3.1 슬립방지부재 공기유동 변경

일반 슬립방지부재가 부착된 모터를 Fig. 2(a)를 (b)와 같이 헬리컬(Helical) 모양의 홈(Groove)을 파내어 모터가 회전함에 따라 내부가 진공상태로 될 수 있도록 한 구조로 모터를 변경하였다.



(a) Normal Motor (b) Motor with helical grooves
Fig. 2 Motors used in the experiments

3.2 실험장치

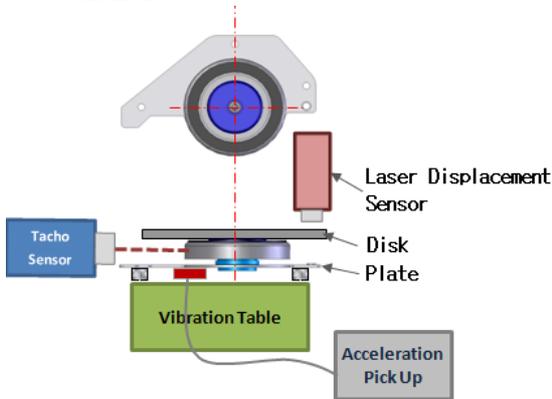


Fig. 3 Experimental Setup

앞에서 이론적으로 해석한 임계속도의 경향을 실험적으로 확인하고 결과적으로 공기유동의 조건에 따른 회전 디스크의 동특성 변화를 측정하기 위해 Fig. 3 과 같은 디스크 반경 50 mm 외곽영역에 레이저면위 센서를 부착하였다. 회전 디스크는 두께가 1.2 mm 인 DVD 디스크를 사용하였으며, 전용 드라이버를 이용하여 1,000 rpm 에서 11,000 rpm 까지 모터를 서서히 회전시키며 디스크 수직방향 변위, 회전속도의 각 신호를 실시간으로 측정하였다.

4. 결과 및 고찰

디스크가 턴테이블로부터 슬립되거나 진동하는 위블 현상에 의해 정확하게 데이터를 리딩하기 위해서는 최대변위 발생 회전수를 구동하는 회전속도보다 낮추거나 높이는 방법이 있지만, 내리는 경우 디스크의 임계속도가 6,000 rpm 이상인 점을 고려할 때 오히려 역효과가 날 수 있다. 그러므로 최대변위 발생 회전속도를 높이는 방법이 유리하겠다.

이렇게 공기 흐름조절을 통해 디스크를 붙잡는 흡입력을 강하게 만들고, 접착성(Sticky)이 있는 슬립방지부재 부착 시 최대 상하진동 발생 회전수가 8,000 rpm 영역에서 10,000 rpm 영역으로 2,000 rpm 이상까지 상승하고 있음을 알 수 있다.

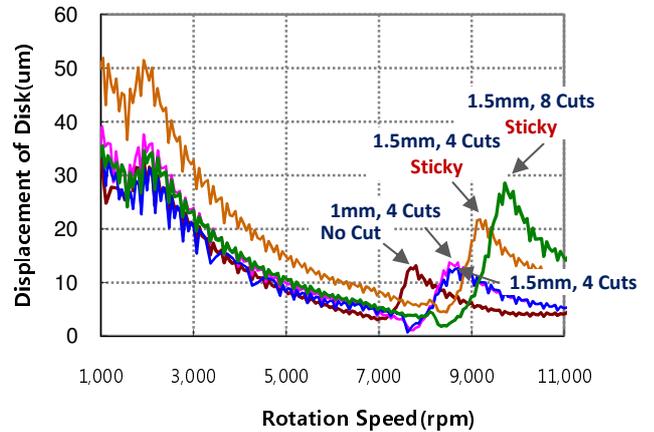


Fig. 4 Max. Wobble Rotation Speed of Disk

5. 결론

디스크와 슬립방지부재의 공기유동 조절을 통해 디스크가 상하방향으로 진동하는 위블현상이 발생하는 회전속도를 증가시킬 수 있는 방법을 연구하였다. 슬립방지부재에 홈을 내 공기유동 조절을 통해 회전속도가 커질수록 디스크의 진동이 커지는 것이 아니라, 오히려 회전 유동압의 상승으로 디스크를 슬립방지부재 쪽으로 강하게 밀착시키는 효과가 있으며, 이를 극대화 하기 위해서는 슬립방지부재와 디스크의 밀착력을 높이기 위해 접착성이 있는 슬립방지부재를 사용하면 더 큰 효과가 나타남을 보였다.

후 기

본 논문의 연구 결과는 당사 국내 및 해외특허로 출원되었음.

참 고 문 헌

- (1) Lim, H. S. and Lee, S. Y., 2003, "Dynamic Characteristics Research of DVD Disk due to Disk-Wall Gap", Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference, pp. 1095~1100.
- (2) Park, K. W. and Lee, S. Y., 2000, "Critical Speed and Flutter Instability of a Rotation Disk in CD-ROM Drives", Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 492~498.