

정밀 조립장비용 Z축 구동 VCM 장치의 디지털 지령 수신 방법 Digital Command Receiving Method for Z-Axis VCM Drive System in Precision Assembler

*조경래¹, #석줄기¹, 광기웅², 김기웅², 김상범²

*K. R. Cho¹, #J. K. Seok(doljk@yumail.ac.kr)¹, K. W. Gwak², K. W. Kim², S. B. Kim²
¹ 영남대학교 전기공학과, ²DCT(주)

Key words : Command receiving methods, voice coil motor (VCM) drive, compact camera module (CCM).

1. 서론

현재 국내 모바일 기기 산업 분야는 세계 시장을 선도하는 최고 수준을 자랑하고 있으며, 특히 Compact Camera Module (CCM)이 장착된 카메라 폰 시장은 지속적으로 확대되어감에 따라 CCM의 수요는 폭발적으로 증가하고 있다. 그러나 카메라 폰을 비롯한 국내 모바일 기기의 완제품 경쟁력이 우수함에도 불구하고 기존의 CCM 제조 공정은 수동형 장비가 주를 이루어 공정 장비들이 개별적, 단독 운영됨으로 생산성 저하, 수율 하락, 유지비용 증가 등의 단점을 안고 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 CCM 제조 공정은 별개의 공정 장비들이 아니라 하나의 자동화된 CCM 인라인 (Inline) 생산 공정을 구축해야 한다.

Z축 구동 Voice Coil Motor (VCM) 장치는 CCM 생산 공정 중 연성 Printed Circuit Board (PCB) 정밀 본딩 장비의 핵심 요소로서 빠른 동특성 및 고성능/고정밀 위치 제어를 요구하며 무엇보다도 지금까지 일련의 작업들이 연계성이 고려되지 않고 단독 운전되어 생산성 및 수율이 낮고 CCM 생산라인의 자동화를 어렵게 하였다. 따라서 Z축 구동 VCM 장치는 고성능/고정밀 위치제어와 함께 다른 구동 장치와의 연동운전이 고려되어야 한다.

VCM은 선형 전동기로써 기계적 마찰, 백래쉬 (Backlash) 등이 거의 없으며 빠른 동특성을 가지고 있어 정밀한 위치제어가 가능하다¹. VCM의 이러한 장점으로 인하여 최근 하드 디스크 드라이버(HDD)^{2,3}, 진동 억제 장치⁴, 카메라 렌즈의 정밀 위치 제어⁵ 등 정밀 모션 제어에 성공적으로 응용되고 있으며 그 사용 영역을 점차 넓혀 가고 있다. 따라서 VCM을 고성능/고정밀 위치제어를 요구하는 연성 PCB 본딩 장비의 Z축 구동용 전동기로 이용하는 것은 매우 바람직하지만 전체 CCM 생산 공정의 인라인화를 위해서는 다른 작업들과의 연계를 위한 연동운전이 필수적이다. 이러한 연동운전을 위해서는 각 장비들간의 지령의 원활한 교환 및 지령에 따른 정확한 운전이 요구된다. 본 논문에서는 Z축 구동 VCM 장치의⁶ 연동운전을 위한 디지털 펄스열 (Pulse Train)에 의한 지령 수신 방법에 대하여 연구하였다.

2. 디지털 지령 수신 방법

디지털 지령은 CW/CCW 방법과 Pulse/Direction 방법으로 나누어진다. CW/CCW 방법은 양의 지령과 음의 지령을 각각 CW 및 CCW의 두 개의 펄스열로 나누어 전송하는 방법이다. Pulse/Direction 방법은 지령의 크기를 펄스열로 지령의 부호를 Direction 신호로 각각 전송하는 방법이다.

Fig. 1은 CW/CCW 방법으로 전송된 지령을 수신하는 방법을 나타내고 있다. Erasable Programmable Logic Device (EPLD) 내에 카운터 두 개를 이용하여 각각 CW 및 CCW의 펄스열의 수를 세고 이를 다음의 식을 이용하여 지령을 계산한다.

$$R = (CW - CCW) \times EG \quad (1)$$

여기서, R은 지령, CW은 정방향 펄스열의 수, CCW는 역방향 펄스열의 수, EG는 전자 기어비 즉 단위 펄스당 지

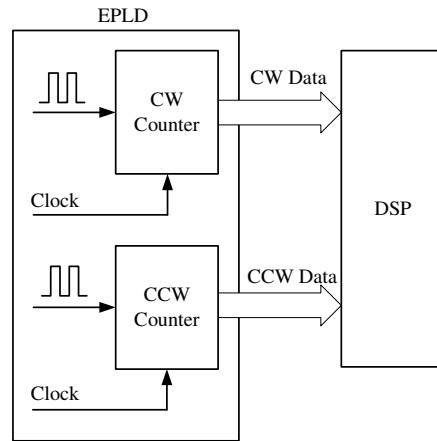


Fig. 1 Command receiving method using CW/CCW.

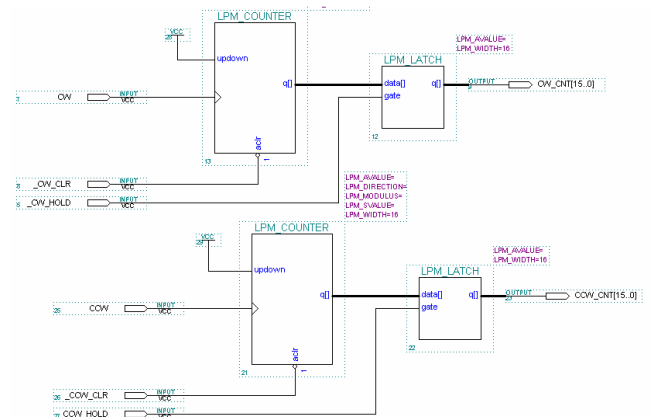


Fig. 2 EPLD logic circuit when Command is received by CW/CCW method.

령의 크기를 각각 나타낸다.

Fig. 2는 CW/CCW 방법으로 지령을 수신할 때 EPLD 내부 논리 회로를 나타낸다. 16 bit Up/Down 카운터 두 개를 이용하였으며, Up/Down 신호는 VCC로 묶여 Up 카운터로만 사용하였다. DSP가 카운터 값을 정확히 읽을 수 있도록 래치 (Latch)를 사용하였으며, DSP가 카운터 값을 읽기 직전에 직전에 래치의 게이트 (Gate) 신호를 주어 카운터 값이 래치에 로딩되도록 하였다. 이 때 래치의 게이트 신호는 DSP 주소를 디코딩 (Decoding)하여 사용한다.

Fig. 3은 Pulse/Direction 방법으로 전송된 지령을 수신하는 방법을 나타내고 있다. CW/CCW 방법이 단방향 카운터 두 개를 이용하는데 비해 이 방법은 하나의 Up/Down 카운터를 이용하며, Direction 신호를 카운터의 Up/Down 신호로 사용하여 펄스열의 수를 계산한다. Pulse/Direction 방법에서 지령은 다음과 같이 계산한다.

$$R = Pulse \times EG \quad (2)$$

여기서, Pulse는 펄스열의 수를 나타낸다.

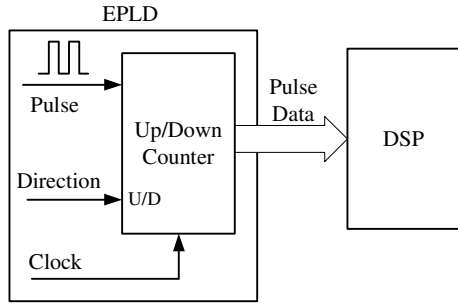


Fig. 3 Command receiving method using Pulse/Direction.

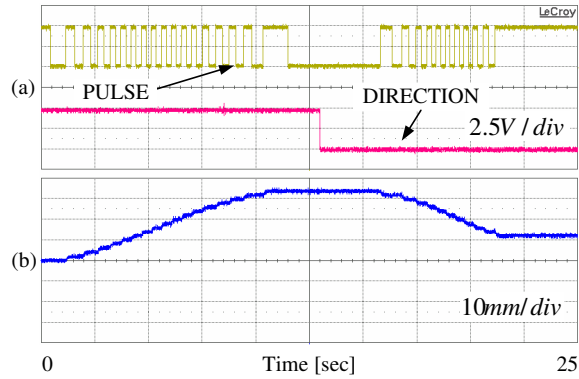


Fig. 6. Position control using Pulse/Direction method command. (a) Pulse train and Direction signal. (b) VCM position.

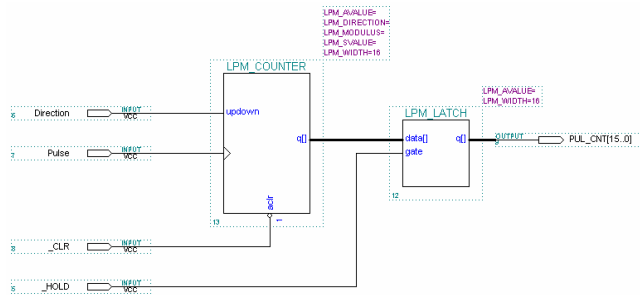


Fig. 4 EPLD logic circuit when Command is received by Pulse/Direction method.

Fig. 4 는 Pulse/Direction 방법에서 지령을 수신할 때 EPLD 내부 논리회로를 나타낸다. 16bit Up/Down 카운터를 한 개 이용하였으며, Up/Down 신호가 Direction 신호에 연결되어 있는 것을 확인할 수 있다. DSP 가 정확히 카운터 값을 읽을 수 있도록 CW/CCW 방법에서와 마찬가지로 래치를 이용하였다

3. 실험결과

실험에 사용된 Z 축 구동 VCM 의 제어/구동 일체형 보드는 고성능 제어를 위하여 DSP 는 Texas Instruments 사의 TMS320VC33-120 을 사용하였으며, DSP 와 각 부품간의 인터페이스 및 디지털 지령 수신을 위한 논리회로 설계를 위하여 Altera 사의 EP1k30QC144-3 의 EPLD 를 사용하였다. 또한 VCM 을 구동하기 위하여 National Semiconductor 사의 LMD18201 을 사용하였다.

Fig. 5 는 CW/CCW 방법으로 지령을 받아 위치제어를 수행한 결과이며, 설정된 전자 기어비는 2[mm/pulse]이다. 그림에서 보듯이 정방향 펄스열이 수신될 때 위치가 양의 방향으로 이동하며, 역방향 펄스열이 수신될 때에는 위치가 음의 방향으로 이동한다. CW/CCW 방법에서는 정방향 및 역방향 펄스열의 수에 의해 위치가 결정된다.

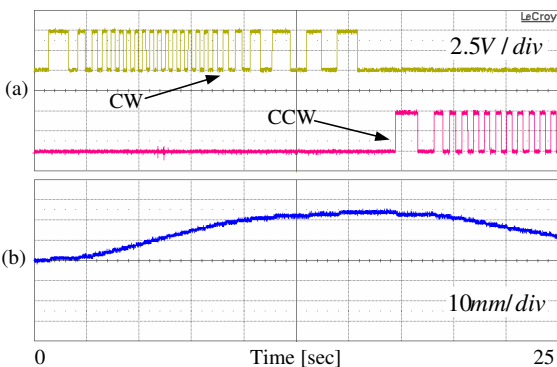


Fig. 5. Position control using CW/CCW method command. (a) CW/CCW Pulse train. (b) VCM position.

4. 결론

본 논문에서는 CCM 생산공정의 인라인 화를 위하여 사용되는 Z 축 구동 VCM 장치의 연동운전에 필요한 디지털 지령 수신 방법을 설명하고 그 구현방법을 나타내었다. 디지털 신호를 이용하여 지령을 수신하기 위해 CW/CCW 및 Pulse/Direction 방법에서 수신된 신호를 이용하여 지령을 계산하는 방법 및 EPLD 를 이용하여 펄스열을 수신하는 방법 제시하였다. 실험을 통하여 제안된 방법의 타당성을 입증하였다.

후기

본 연구는 산업자원부가 지원하는 중기거점과제(“CCM 인라인 조립장비 개발”) 사업으로 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Y. Park, J. Uh, and H. Yoo, "Control of Ultra Precision Hybrid Stage," Proceedings of the IEEE International Conference on Mechatronics & Automation, Vol. 2, pp. 906 - 910, 2005.
2. H. S. Lee, Y. H. Kim, T. Y. Hwang, and C. S. Kim, "VCM Design to Improve Dynamic Performance of an Actuator in a Disk Drive," *IEEE Trans. Mag.*, Vol. 41, No. 2, pp. 774 - 778, 2005.
3. R. Oboe, F. Marcassa, and G. Maiocchi, "Hard Disk Drive With Voltage-Driven Voice Coil Motor and Model-Based Control," *IEEE Trans. Mag.*, Vol. 41, No. 2, pp. 784 - 790, 2005.
4. Y. D. Chen, C. C. Fuh, and P. C. Tung, "Application of Voice Coil Motors in Active Dynamic Vibration Absorbers," *IEEE Trans. Mag.*, Vol. 41, No. 3, pp. 1149 - 1154, 2005.
5. H. C. Yu, T. Y. Lee, S. J. Wang, Lai, M. -L, J. J. Ju, Huang, D. -R, and S. K. Lin, "Design of a Voice Coil Motor used in the Focusing System of a Digital Video Camera," *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol. 41, No. 10, pp. 3979 - 3981, 2005.
6. 조경래, 석출기, 김동훈, 김상범, 김기웅, 박기웅, "정밀 조립장비용 Z 축 구동 VCM 장치 개발," 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집 pp. 657 - 658, 2006.