미니프린터 제조 공정을 위한 자동 나사 체결 시스템 개발

Development of Automatic Screw Drive System for Mini Printer Manufacturing Process

*김현욱[1], 김태훈[1], #김경범[3]

*H. W. Kim[1], T. H Kim[1], #G . B . Kim(kimgb@ut.ac.kr)[2]

[1]한국교통대학교 대학원, [2]한국교통대학교 항공기계설계학과

Key words : Mimi Printer, Screw Drive, 4-Axis feeding mechanism

1. 서론

미니프린터란 인쇄용지의 폭이 4인치 이하인 소형 프린터를 말한다. 이와 같은 미니프린터의 제품 품질과 생산성을 위해 제조 공정 자동화가 필요하다.

기존 자동 나사 체결시스템에서는 나사의 공급, 나사 정렬, 체결 헤드까지의 나사 이송, 체결 메커니즘 과정이 독립적인 형태이다.[1,2] 세부적으로 체결을 위한 체결부의 드라이버 구동축은 완충장치가 장착되어 작동 하고 나사의 공급은 피더기(Feed machine)에서 공급하고 있으며 진공 흡입 관 을 이용하여 공급된 나사를 체결 헤드(Fasten head)에 장착하여 정렬을 하는 방식이다.

본 논문에서는 자동 나사체결시스템의 유기적인 동작 및 체결을 위한 준비 과정의 축소를 위해 새로운 저비용 단순구조의 체결 시스템 메커니즘을 개발 하였다.

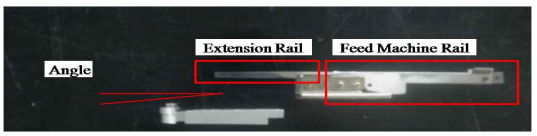
2. 자동 나사 체결 시스템

2.1 나사 공급 및 이송 메커니즘

나사의 공급과 이송을 통해 체결 위치의 정렬까지 한 번의 과정으로 해결하기위해 Fig. 1과 같이 나사 공급 및 이송 메커니즘을 구성 하였다.

먼저 나사의 안정적인 공급을 위해 피더기 에서 공급되는 이송 전달력이 연장 이송부(Extension rail)로 전달되게 하기 위해 Fig. 1(a)와 같이 나사 피더기의 이송부에 연장 이송부를 직결하여 이송 전달력이 직결된 연장 이송부에 균일하게 전달 되도록 설계하였다.

나사 이송 시 나사 자세의 안정성을 위해서는 나사의 정체로 인한 나사들의 밀림현상을 방지하기 위해 연장 이송부에 전체적인 기울기를 추가하였다. 이에 따른 나사 자체의 이송에 필요한 최소 이송력이 감소하여 Fig. 1(b)에서 보이는 바와 같이 나사의 정체 현상에 의한 밀림을 방지하여 연속적인 나사의 공급이 가능 하도록 설계 하였다.



(a) Extension rail mechanism

(b) Description of screw feeding in the extension rail

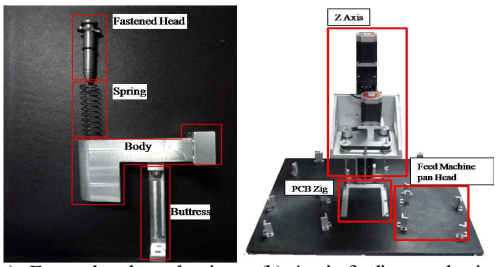
Fig. 1 A mechanism for supply and feeding of screw

2.2 나사 체결 메커니즘

자동 체결기의 체결 과정에서 나사의 최종 체결 및 자세제어를 하기위해서 Fig. 2와 같이 체결 헤드부와 자동 나사 회전부로 구성하였다.

체결 헤드부의 메커니즘은 Fig. 2(a)와 같이 설계하여 나사의 체결 시 체결 헤드에 나사의 안착 및 하강 과정을 하나의 과정으로 통합하였다. 여기서 체결 헤드에 모터와 같은 구동기가 아닌 스프링을 설치하고 체결부 몸체를 연장 이송부에 결합하여 체결 축의 하강과 함께 체결 헤드에 나사의 안착 및 하강과정이 가능하도록 설계 하였다.

자동 나사 회전부는 4축을 동시에 체결을 하기위해 4축 이송 메커니즘(4-Axis feeding mechanism)[3], 베이스(Base),회로기판 고정지그(PCB zig)로 구성되고 Fig. 2(b)에 나타내었다. 이 4축 체결 메커니즘에는 2개의 스테핑 모터와 타이밍 벨트, 4개의 풀리와 드라이버 팁으로 구성되어 4개의 체결 위치를 두 개의 모터를 사용하여 동시에 체결할 수 있도록 설계하였다.



(a) Fasten head mechanism (b) 4-axis feeding mechanism

Fig. 2 A mechanism of fastening screw

2. 3 전체 시스템 구성도

전체적인 시스템은 Fig. 3과 같이 체결메커니즘과 공급 및 이송 메커니즘으로 구성 하였다. 여기서 연장 이송부는 4개의 피더기에 각각 장착하였고, 4부분의 체결 점 좌표를 기준으로 배치하였다.

스테핑 모터의 회전과 속도 제어를 위해 모터 드라이버와 모션 컨트롤 보드를 장착하여 Visual C++의 MFC를 기반으로 접촉단계, 볼트 정렬, 미니 프린터 회로기판 체결의 3단계 과정에 필요한 스테핑 모터의 회전각과 축의 가속도 및 속도를 설정하여 3단계 과정을 수행할 수 있도록 소프트웨어를 구현 하였다.

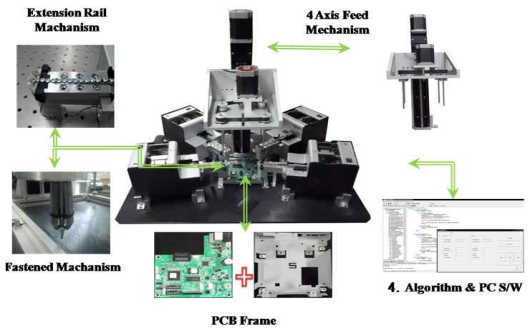


Fig. 3 Automatic screw drive system

3. 성능평가

완성된 시스템의 검증을 위해 5종류의 회로기판 샘플을 이용하여 각 10회 총 50회 반복 실험을 통해 체결 성공률과 체결 균일도 성능평가를 실시하였다. 체결 성공률은 4축의 체결이 모두 성공한 경우 회로기판 샘플의 체결 성공으로 판단하였다. 또한, 성공한 회로기판의 체결 균일도는 최종 나사 체결위치와 기판 사이 공간을 x, 나사산의 총 길이를 L 로 설정하여 식(1)로 평가하였다.

$$\frac{(L-x)}{L}\times 100 = \mathrm{y}(\%) \qquad (1)$$

Table 1 Performance evaluation of automatic screw drive system

	1st PCB	2th PCB	3th PCB	4th PCB	5th PCB
no. 1	94	99	96	95	96
no. 2	95	97	95	96	95
no. 3	96	99	94	X	94
no. 4	93	98	95	95	95
no. 5	95	99	X	97	98
no. 6	95	96	98	99	96
no. 7	99	96	95	96	98
no. 8	94	97	97	95	X
no. 9	95	96	97	95	97
no. 10	96	98	98	96	98
Fastened success			94%		
Fastened uniformity			93%		

4축의 체결의 성능을 판정한 결과 Table 1과 같이 성공률 93%와 체결균일도 94%의 결과를 도출하였다. 여기서 성공률을 증대하기 위해서는 회로기판과 브래킷의 체결 구멍의 틀어짐에 의한 체결 시 편심을 제거 한다면 성공률은 더 좋아질 것으로 판단된다.

4. 결론

본 논문에서는 기존의 자동 나사체결 시스템의 기계적 요소들과 구동 메커니즘의 통합을 함으로써 새로운 저비용 단순구조의 자동 나사체결 시스템을 개발 하였다. 그 결과 93%의 성공률과 회로기판의 안정적인 안착을 할 수 있는 94%의 체결균일도로 만족스러운 결과를 도출하였다. 이 결과로 개발한 메커니즘을 이용하여 미니프린터의 공정에 적용하여 생산성과 품질의 향상을 가져올 수 있을 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 2012년 한국연구재단 기초연구지원사업(2012001630)과 중소기업청 산학 공동기술개발사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Chu, B. S. and Hong, D. H., "Automated Bolt-Inserting Device for Robot-Base Multiple Bolt Insertion," KSPE, 2011, pp. 57~58, 2011
2. 장성호., "진공흡착식 자동나사체결기의 배큠팁," KR-B-20-2006-0006667, 0312, 2006
3. An, B. I. an Kim, G. B., " Development of Inspection System for Solar Cell Wafer based on Optical Scanning mechanism," KSPE, 2011, pp. 999~1000, 2011