

## 카드자판기 구동부의 성능 향상에 관한 연구

# A Study on Performance Improvement of the Motion Drive of a Card Vending Machine

남 명 현, 강 철 구\*

(Myeong-Hyeon Nam and Chul-Goo Kang)

**Abstract** : Earlier models of card vending machines have generally motion drives with high cost and large size. However, current trend in card vending machines requires low-cost, compact-sized and readily installable motion drives. This paper shows the operational principle of the motion drive of a card vending machine and then presents the performance test results of the motion drive with improved mechanisms proposed in the paper. The results show that the proposed mechanism is valid and improves the card dispensing performance. The proposed model in the paper is accepted and introduced in the actual production line.

**Keywords** : card vending machine, card dispenser, operation test, temperature variation, humidity

### I. 서론

초기의 카드자판기(card vending machine)는 ISO (International Organization for Standardization; 국제표준화기구) 규격[1]에 따라, 즉, 카드의 물리적 특성에 대한 ISO 7810 명세, 양각된 데이터의 위치와 크기에 대한 ISO 7811/3 명세, 그리고 자기재료의 물리적 특성에 대한 ISO 명세에 맞추어 개발되어왔다. 따라서 카드자판기가 일반적으로 대형이면서 장비가격이 고가이었다.

최근에 MS (magnetic stripe) 카드로 불리는 마그네틱카드는 많은 기술적 발전을 가져왔으나, 많은 문제점도 노출되었다. 그 중 가장 심각한 문제점은 카드 위조 문제였다. 카드 위조로 인하여 MS카드는 신뢰성을 잃게 되었고, 이를 개선하기 위해 IC (integrated circuit)를 탑재한 스마트카드(smart card)가 탄생하게 되었다.

물론 MS카드가 아직도 사회 여러 분야에서 많이 사용되고 있지만 앞으로는 스마트카드가 일반화될 것으로 보인다. 스마트카드는 카드리더기와 카드칩 사이의 물리적 접촉에 의하여 작동하는 접촉형 스마트카드(contact smart card), 무선주파수신호를 이용하여 접촉하지 않고 카드가 카드리더기 가까이 가면 작동하는 비접촉형 스마트카드(contactless smart card), 그리고 이 두 가지 방식을 하나의 칩 안에 구현한 콤비카드(combi card)로 분류할 수 있으며, 현재 연구가 활발히 진행중이다.

이러한 양각문자 데이터가 없는 스마트카드를 운용함으로써, 장비들을 소형화할 수 있고, 개발비용과 제품가격을 저렴하게 할 수 있어서 세계적으로 스마트카드의 보급률이 확산되고 있는 추세이다. 스마트카드의 예로써 우리나라의 공중전화카드, 금융기관의 현금카드, 교통분야의 지하철 및 버스카드 등이 있다.

스마트카드 관련 표준/규격으로는 ISO와IEC (International

Electrotechnical Commission; 국제전기기술위원회)가 제정한 ISO/IEC 7816 [2], European Committee for Standardization (CEN) 이 제정한 CEN/TC224 [3], Europay, MasterCard와 Visa사가 MS 카드의 취약한 보안성을 극복하기 위해 공동으로 제정한 EMV'96 [4], Microsoft, HP 등 많은 회사가 참여해 PC와 스마트카드의 상호이용을 위한 PC/SC 규격[5], 그리고 다양한 하드웨어플랫폼이 스마트카드를 액세스 할 수 있도록 Open Card Framework 컨소시엄에서 제정한 OCF 규격[6] 등이 있다.

카드자판기를 시스템화하고 다량으로 설치 운영하면 누구나 쉽게 카드를 구입할 수 있을 뿐 아니라 그 응용 범위를 공공요금 징수와 같은 분야로 확산할 수도 있다. 사회 여러 분야에서 화폐 대응으로 플라스틱(PET, PVC) 카드를 개발하여 많이 보급함으로써, 카드를 누구나 쉽게 구입할 수 있도록 하고, 카드자판기의 운영을 원격관리하여 무인판매시스템을 구축할 필요성이 있다. 카드자판기의 단위세트는 카드 판매 및 관리 무인화시스템 구축에 큰 영향을 미치기 때문에 단위 카드자판기의 성능은 매우 중요하다.

과거의 카드자판기가 소량형 단독운영기였다면, 본 논문에서 고려하고 있는 카드자판기는 한번 충전으로 한장씩 다량을 방출할 수 있고 시스템화할 수 있는 카드자판기이다.

본 논문에서는 단위 카드자판기를 소형화하고 고성능화하기 위하여 기존 카드자판기의 구동 기구부를 개선하고, 이의 성능을 IEC와 MIL 규격을 참조하여 평가하고자 한다. 특히 온도 및 습도 변화에 따른 카드방출성능을 검증하고자 한다.

2절에서는 카드자판기의 카드방출 원리를 기술하고, 3절에서 개선된 메커니즘을 기술한 다음, 4절에서 시제품의 카드방출성능을 검증한다. 5절에서 결과에 대하여 논의한다.

### II. 카드자판기의 카드방출 원리

본 절에서는 스마트카드를 방출하는 카드자판기의 기구학적 작동 원리와 기능적 작동을 간단히 살펴본다. 카드자판기의 카드 방출 원리를 알아보기 위하여 본 연구에서 개발된 카드자판기를 가지고 논의한다. 본 연구에서 고려한 카드자판기의 카드방출 메커니즘은 그림 1과 같다. 카드 투입구 호퍼에 0.76 mm 두께의 카드를 1장에서 300장 정도 투입한 후

\* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2003. 12. 2., 채택확정 : 2004. 2. 24.

남명현 : (주) GHN 부설연구소 소장(mhnam@komd.com)

강철구 : 건국대학교 기계항공공학부 교수(cgkang@konkuk.ac.kr)

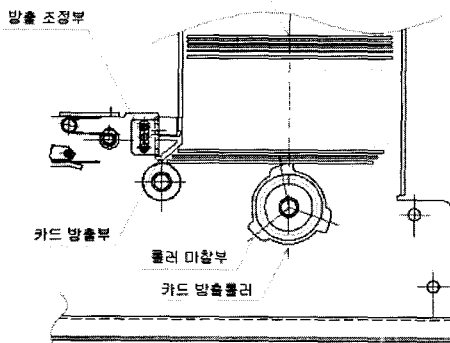


그림 1. 카드자판기의 카드방출 메커니즘.  
Fig. 1. Card dispensing mechanism of the card vending machine.

전원을 공급하면 방출신호에 따라 방출모터(load motor)가 회전하게 되고, 카드 방출확인센서가 작동하기 시작한다. 카드의 방출이 정상적으로 이루어지면 카드방출센서가 작동되어 카드위치를 감지하고, 카드위치가 확인되면 이송모터(feed motor)가 작동된다[7].

만약 센서에 카드가 감지되지 않으면 방출모터가 일시정지 하였다가 역회전 하게 되며, 방출시도를 3회까지 반복하게 되고 3회를 반복하여도 방출되지 않으면 장비 보호를 위하여 전원이 차단된다.

카드의 진행 과정을 단계별로 살펴보면 다음과 같다. 카드가 정상적으로 방출되면 포토인터럽터(photo interrupter) 방식 [8]의 방출확인센서에 의해 감지된다. 카드가 앞으로 더 전진하면 다음에는 위치확인센서에 의해 감지된다. 마지막으로, 카드는 회수센서(capture sensor)에 도달하게 되고, 여기서 정상카드이면 판매되고 불량카드(faulty card)이면 솔레노이드가 작동하여 선별부(deflector)에 의해 카드회수(card capture)가 이루어져 카드회수함에 보관된다.

마지막 방출확인센서(empty sensor)는 방출기에서 마지막 카드가 방출되었을 때 작동하여 더 이상의 카드가 없다는 것을 신호해주며 방출기의 전원이 자동으로 차단되고 정지하게 된다.

카드자판기는 그림 1에서와 같이 카드가 다량으로 적재된 상태에서 한 장씩 연속적으로 또는 간헐적으로 방출될 수 있어야 하며, 온도의 변화나 습도의 변화에 민감하게 반응하지 않고 정상 작동될 수 있어야 한다.

카드는 1장에서부터 300장까지 적재되기 때문에, 카드300장의 무게인 약 2 kg에서도 카드방출이 정상적으로 이루어져야 하며, 또 단 한 장의 카드가 남아있어도 카드방출이 정상적으로 이루어져야 한다. 이는 카드를 방출하는 롤러(roller)의 형상과 카드 표면의 위치에서 롤러의 중심위치로부터 결정되는 우레탄 롤러의 마찰에 의하여 달성된다.

롤러가 회전할 때 롤러 돌기부가 카드 표면으로부터 직각으로 되면서 가장 큰 마찰력이 발생되어 카드가 한 장씩 방출된다[9]. 카드의 두께에 따라 방출부를 조정 할 수 있으며 0.3 mm에서 0.8 mm까지 자유롭게 변환 할 수 있다. 하지만 카드 두께에 관계없이 방출속도 즉 방출율은 일정하여야 한다.

카드가 한 장씩 방출되기 위하여 카드 두께를 조정하는 방

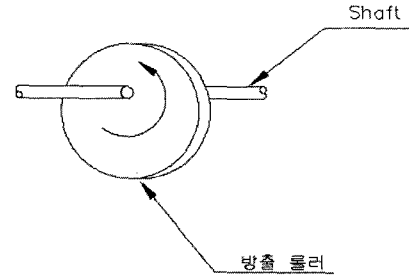


그림 2. 일본 다카미자와사의 방출롤러.  
Fig. 2. Dispensing roller of Takamisawa, Japan .

출부의 경사면을 따라 카드가 미끄러져(sliding) 내려온다. 이때 우레탄 롤러는 계속해서 회전하게 되고 롤러와 카드표면 사이의 마찰력에 의해 카드를 방출확인센서까지 이송한다. 그러면 방출확인센서에서 방출완료 신호를 발생하고, 이 신호에 의해 방출롤러가 정지하게 되면서 한 장의 카드 방출이 이루어진다.

카드의 두께가 일정하지 않은 여러 종류의 카드를 이송하기 위하여 상측과 하측 이송롤러 중 상측 이송롤러에 스프링을 달아 상하로 움직일 수 있도록 한다[10]. 그러면 카드의 두께가 불균일하여도 일정한 힘으로 카드를 이송할 수 있게 된다.

스프링 힘은 실험적으로 적절한 값을 찾아야 한다. 스프링 힘이 너무 강하면 카드가 롤러에 접촉하는 순간 일시적으로 정지하는 현상이 발생하면서 일정 속도를 유지하지 못하게 된다. 뿐만 아니라 벨트와 모터에 영향을 주어 수명을 단축시키는 원인이 된다. 스프링 힘이 너무 약하면 필요한 마찰력을 발생하지 못하여 카드의 슬립현상이 일어나면서 불규칙한 이송이 이루어지게 된다.

일반적으로 카드자판기 시스템은 모터의 연속적인 위치나 속도를 제어하는 서보시스템은 아니지만 일정 속도의 모터를 on, off 방식으로 구동함으로써 원하는 성능의 카드방출을 달성한다.

### III. 개선된 메커니즘

본 절에서는 기존의 카드자판기의 카드방출 메커니즘을 개선한 부분에 대하여 기술한다. 카드가 다량 적재되어 있을 때 온도나 습도의 변화에 민감하게 반응하지 않고 일정한 방출성능을 유지하여야 한다. 이는 카드자판기가 계절에 관계 없이 작동되어야 하고, 또 다양한 기후조건을 가진 세계 각 지역에서 작동되어야 하기 때문이다.

본 연구에서 개발한 방출롤러(dispensing roller)를 최근 연구가 활발한 일본의 다카미자와(Takamisawa)사와 아사이 세이코(Asai Seiko)사의 방출롤러와 비교 분석한다.

먼저 다카미자와사의 방출롤러는 그림 2와 같은 형상을 가지며, 다음과 같은 성능규격을 가지고 있다.

- 카드방출속도 : 약3초
- 소비전류 : 2.0 A
- 사용온도 : 0~40℃

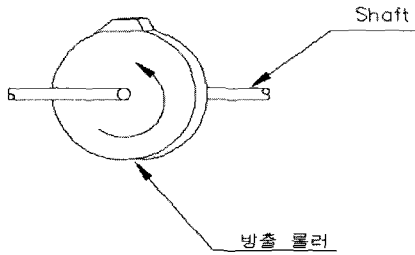


그림 3. 일본 아사이 세이코사의 방출롤러.  
Fig. 3. Dispensing roller of Asai Seiko, Japan.

사용습도 : 30 ~ 80 % RH  
롤러재질 : 우레탄

다카미자와사의 방출롤러는 우레탄 재질을 사용하였으며 회전축을 기준으로 편심되어있는 방식이다. 이 방식은 카드에 접촉하는 마찰면적이 넓어 방출 초기에는 방출효과가 좋다. 그러나 장기간 사용하게 되면 이물질이 부착되기 쉽다. 따라서 이물질로 인한 카드슬립현상이 발생하기 쉬우며, 또 기후가 다습한 환경에서 마찰면의 습기로 인하여 카드슬립현상이 발생하는 단점이 있다. 따라서 장시간 사용에는 적정치 못하며 특히 사용 환경이 습한 지역에서는 장시간 사용이 용이치 못하다.

반면에 일본 아사이 세이코사의 방출롤러는 동일한 재질인 우레탄을 사용하였으나 그림 3과 같은 형상을 가지고 있다. 이 방식은 롤러 중앙에 축이 위치하고 롤러의 한 부분이 돌출 되어 있다. 카드의 방출은 카드와 이 돌출부의 마찰로 인하여 이루어지게 되어 있다. 이 방식은 카드방출을 확실하게 할 수 있으나, 롤러의 마모가 많이 일어나 장시간 사용 시엔 방출율이 떨어지는 경향이 있으며 심지어 돌출부가 조각조각 떨어져 이탈되는 현상이 발생하기도 한다. 그리고 고온 다습한 지역에서는 급격히 방출율이 떨어지는 단점이 있다. 아사이 세이코사의 방출롤러에 대한 성능규격은 다음과 같다.

카드방출속도 : 약2.5초  
소비전류 : 1.5 A  
사용온도 : -10 ~ 40℃  
사용습도 : 30 ~ 80 % RH  
롤러재질 : 우레탄

위 두 회사 방출롤러의 단점을 보완하기 위하여, 본 연구에서도 우레탄 재질을 사용하였으나, 회전축을 롤러의 중앙에 두고 원주상에 세 개의 돌출부를 두었다. 편심의 효과를 얻기 위하여 돌출부에 원주방향에서 경사를 두었다. 이와 같이 디자인함으로써 회전축이 1회전할 때마다 3회의 카드방출을 시도하여 방출율을 높일 수 있을 뿐 아니라 하나의 돌출부에 마모가 생긴다 할지라도 나머지 돌출부에 의하여 정상작동을 기대할 수 있다.

특히 습도가 많은 지역이나 1일 온도편차가 심한 지역에서 1회전당 3회의 방출시도와 돌출부의 형상에 의하여 카드

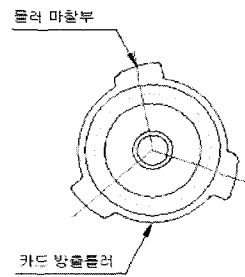


그림 4. 개발된 방출롤러.  
Fig. 4. Dispensing roller developed.

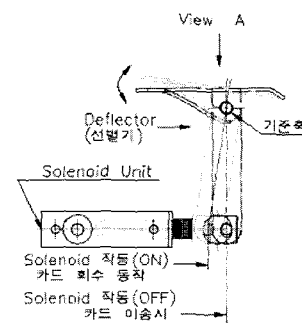


그림 5. 카드회수 메커니즘.  
Fig. 5. Card capture mechanism.

방출을 원활하게 할 수 있으므로, 고온 다습한 열대지방이나 일교차가 큰 사막지역에서도 탁월한 성능을 발휘한다. 본 연구에서 개발한 방출롤러의 형상은 그림 4와 같고, 성능규격은 다음과 같다.

카드방출속도 : 약2.5초  
소비전류 : 2.0 A  
사용온도 : -15 ~ 40℃  
사용습도 : 30 ~ 90 % RH  
롤러재질 : 우레탄

현재 출시된 방출기에는 불량카드 회수기능이 없다. 불량카드 회수기능의 필요성을 살펴보면 크게 2가지 경우를 들 수 있다.

첫째는 다량으로 적재된 카드가 방출되었을 때 카드리더에서 카드 데이터를 확인한 후 불량카드로 판정될 경우이다.

둘째는 소비자가 일정 시간이 경과하여도 카드를 인출하지 않을 경우에 카드의 분실을 방지하기 위하여 카드를 방출기 안으로 저장하는 경우이다.

이러한 필요성에 따라 본 연구개발에서는 카드회수기능을 추가하기 위하여 그림 5와 같은 카드회수 메커니즘을 추가하였다.

CPU로부터 카드회수 신호가 들어오면 솔레노이드가 작동하여 선별기(deflector) 기동을 밀어 선별기의 각도를 변화시킴으로써 카드를 회수하게 된다. 회수된 카드는 본체 하단부에 설치된 회수카드함에 보관되었다가 관리자에 의하여 처리된다.

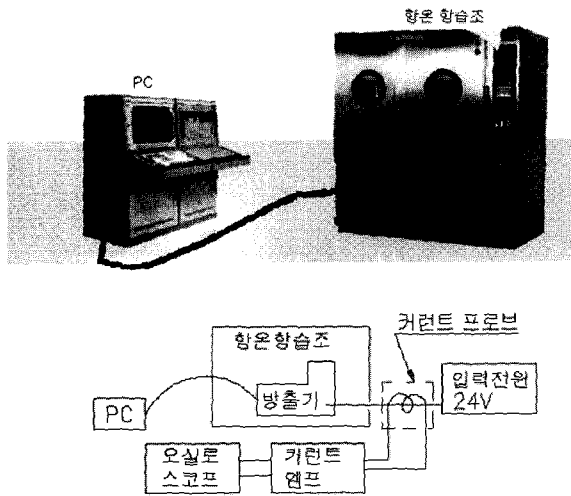


그림 6. 시험장치 구성도  
Fig. 6. Schematics of the test setup.

IV. 카드자판기의 카드방출성능 시험결과

본 논문에서 고려하고 있는 카드자판기는 세계 각국으로 수출되기 때문에, 다양한 기후조건 하에서 카드방출이 정상적으로 이루어져야 한다. 기존 제품의 운용 경험을 보면, 우리나라에서 잘 작동되던 카드자판기가 고온 다습한 열대지역이나 건조한 사막지역에서 오동작을 일으키곤 했다. 본 개선된 메커니즘을 가진 카드자판기가 이러한 문제점을 해결하는지 미리 검증하기 위하여 국제적 공업규격인 IEC, MIL-STD와 한국 공업규격인 KS의 관련 규격[11]을 참조하여 표 1과 같은 시험조건 및 성능규격을 만들었다.

표 1. 카드자판기 방출성능 시험조건 및 성능규격.  
Table 1. Test conditions and specifications for dispensing performance of the card vending machine.

시험항목 및 시험조건			성능규격
소비전류	대기시	+24.0V ± 10% 전원	500 mA 이하
	방출시	+24.0V ± 10% 전원	1000 mA 이하
	회수시	+24.0V ± 10% 전원	1500 mA 이하
소요시간	방출시	+24.0V ± 10% 전원	3 sec 이하
	회수시	+24.0V ± 10% 전원	2 sec 이하
작동환경	동작	온도범위	-15°C ~ 40°C
		습도범위	0 ~ 90 %RH
기타	통신여부: RS-232C		
	방출거리: 60 ± 10 mm		

이 시험조건 및 성능규격에 따라 카드방출과 회수시험을 수행하기 위하여 그림 6과 같은 시험장치를 구성하였다. 이 시험장치는 항온항습조, PC, 인터페이싱 카드, 디지털 오실로스코프, 커런트앰프, 커런트 프로브, 입력전원 등으로 구성되어 있다.

카드자판기를 항온항습조 내에 설치하고 24 V 입력전원에 연결된 220 V 교류전원을 공급하면서, 설정된 온도와 습도

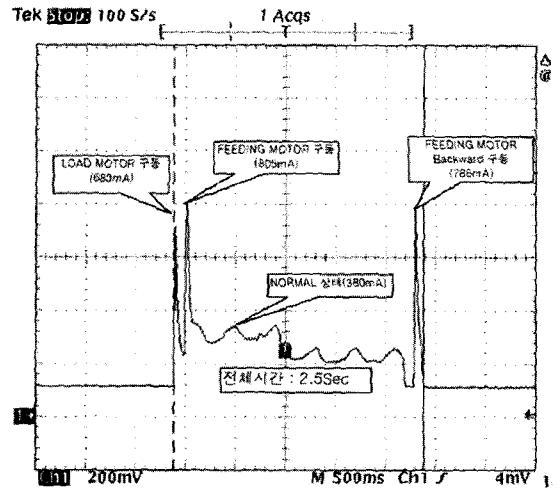


그림 7. 카드방출 시 시간에 대한 소비전류(25°C, 24V 전원).  
Fig. 7. Consumed current vs. time during card dispensing operation (25°C, 24V power supply).

환경에서 카드자판기의 작동을 시험한다. 카드자판기의 작동은 연결된 PC의 지령에 의하여 이루어진다. 카드자판기의 작동시에 발생하는 전류신호는 커런트 프로브를 거쳐 커런트 앰프로 연결하여 증폭한 다음 디지털 오실로스코프를 통해 측정된다. 이 측정된 신호로부터 카드방출시간과 전류 특성치들을 얻게 된다. 신뢰할 수 있는 데이터를 얻기 위하여 개선된 메커니즘을 가진 카드자판기의 시제품을 2대 만들어 시험하였다. 각각의 시제품에 대해 동일한 시험조건에서 5회 반복 실험한 다음 이의 평균값을 구하였다.

실험은 크게 세 가지에 대하여 수행하였다. 첫째는 상온에서 입력전원의 전압변동이 카드방출과 회수 성능에 미치는 영향에 대해서, 둘째는 고온 다습한 환경에서 카드방출 및 회수의 성능에 대해서, 셋째는 저온환경 하에서 카드방출 및 회수의 성능에 대해서 수행하였다.

먼저 입력전원의 전압변동에 대한 카드방출성능과 회수성능을 확인하기 위하여, IEC-61000-4-14, IEC-950, MIL-STD-781C, KS C0272 규격을 참조하여 입력전압을 24V ± 10%, 정격주파수로 하였다. 즉, 상온 25°C에서 입력전압을 21.6V, 24.0V, 26.4V로 바꾸어 가면서 카드방출시와 카드회수시의 전류 특성치들을 측정하였다.

그림 7은 커런트앰프로 거친 신호를 디지털 오실로스코프로 본 것이다. 이 디지털 오실로스코프 신호를 전류로 환산하여 그래프 상에 표시하였다. 그림 7의 그래프는 25°C에서 방출기1에 24V의 입력전원을 공급하였을 때의 결과이다. 이 그래프로부터, 방출모터가 구동하기 시작할 때 전류의 피크(peak)값은 683 mA이며, 잠시 후 이송모터가 같이 동작하기 시작하자 피크값이 805 mA로 증가하였다가, 정상상태의 동작상태(normal)에서는 전류의 최대치가 380 mA임을 볼 수 있다. 또 이 경우에 카드를 방출하는데 2.5 sec의 시간이 소요된 것을 볼 수 있다.

그림 8은 그림 7과 동일한 조건에서 카드를 회수할 때 소비되는 전류를 형태를 보여주고 있다. 이송모터가 구동하기 시작할 때 전류의 피크값이 697 mA이었다가, 연이어 카드를

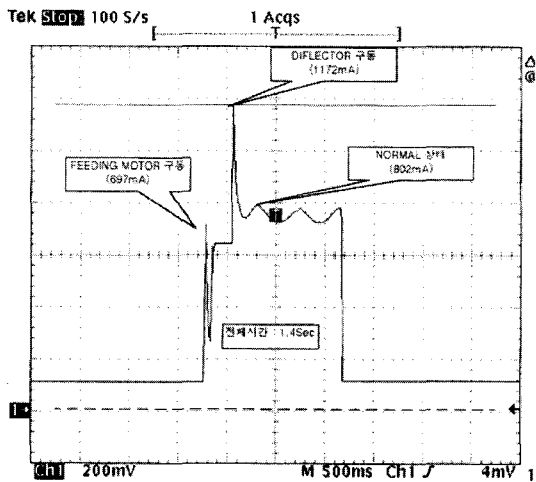


그림 8. 카드회수 시 시간에 대한 소비전류(25°C, 24V 전원).  
 Fig. 8. Consumed current vs. time during card capture operation (25°C, 24V power supply).

표 2. 입력전원의 전압변동에 대한 시험 결과.

Table 2. Test results for voltage variation of power source.

전압	동작	항목구분	방출기1	방출기2
24.0V 정격	방출	Standby	104 mA	106 mA
		Normal	380 mA	337 mA
		Peak	807 mA	815 mA
		방출시간	2.50초	2.50초
	회수	Standby	104 mA	106 mA
		Normal	806 mA	793 mA
		Peak	1172 mA	1179 mA
		회수시간	1.40초	1.41초
21.6V 최소	방출	Standby	100 mA	102 mA
		Normal	303 mA	312 mA
		Peak	757 mA	765 mA
		방출시간	2.48초	2.49초
	회수	Standby	100 mA	102 mA
		Normal	711 mA	717 mA
		Peak	1098 mA	1101 mA
		회수시간	1.49초	1.43초
26.4V 최대	방출	Standby	108 mA	108 mA
		Normal	292 mA	310 mA
		Peak	866 mA	869 mA
		방출시간	2.03초	2.03초
	회수	Standby	108 mA	108 mA
		Normal	822 mA	825 mA
		Peak	1333 mA	1337 mA
		회수시간	1.37초	1.36초

회수하기 위한 솔레노이드 작동으로 선별부가 작동하기 시작하면 피크값이 1,172 mA로 증가한 후, 정상회수동작(normal) 하에서의 전류의 최대값이 802 mA가 됨을 볼 수 있다. 이 때 카드를 회수하는데 소요된 시간은 1.4 sec임을 알 수 있다.

그림 7과 그림 8과 같은 실험을 카드방출기 1과 카드방출기 2에 대해 각각 5회씩 실험하여 얻은 결과를 평균하여 표

2에 정리하였다. 카드방출시간은 최대 2.50초, 회수시간은 최대 1.43초로서 표 1의 규격을 만족하고 있음을 알 수 있다. 표 2에서 Standby의 값은 전원이 공급되면서 대기하고 있는 상태에서 전류의 최대값을, Normal 값은 정상상태로 카드를 방출하거나 회수하고 있는 동안의 전류 최대값을, 그리고 Peak는 작동시의 최대 전류치를 표시하고 있다. 카드방출시의 최대 전류치는 869 mA이고, 카드회수시의 최대 전류치는 1,337 mA로서 표 1의 규격을 만족하고 있다.

다음에는 고온 다습한 환경 하에서의 성능을 알아보기 위하여, 그림 9와 같이, 항온항습조의 환경을 30분 동안 25°C로 유지하다가, 다음 30분 동안 일정한 증가율로 40°C까지 올리고, 다음 12시간 동안 40°C를 유지한다. 이때 상대습도는 90%를 유지한다. 이 후 30분 동안 온도를 25°C까지 내리고, 25°C에서 30분간 유지한다. 고온 실험은 40°C의 12시간 중 마지막 2시간 동안에 수행하였다. 그림 9와 같이 온도를 서서히 증가시키거나 감소시키는 이유는 카드방출 메커니즘에 급격한 온도 변화로 인한 이슬이 맺히는 것을 방지하기 위함이다.

40°C, 상대습도 90%의 고온 다습한 환경 하에서 시험한 결과는 표 3에 정리된 것과 같다. 표 3의 결과도 표 2와 마찬가지로 5회 실험하여 그 평균치를 낸 것이다. 표 3으로부터 고온 다습한 환경 하에서 카드방출 시 최대전류는 890 mA,

표 3. 고온 다습한 환경(40°C, 90% RH) 하에서 시험한 결과.

Table 3. Test results experimented at 40°C, 90% RH.

전압	동작	항목구분	방출기1 결과	방출기2 결과
24.0V 정격	방출	Standby	102 mA	104 mA
		Normal	350 mA	365 mA
		Peak	810 mA	846 mA
		방출시간	2.50초	2.50초
	회수	Standby	102 mA	104 mA
		Normal	783 mA	793 mA
		Peak	1179 mA	1184 mA
		회수시간	1.41초	1.42초
21.6V 최소	방출	Standby	100 mA	102 mA
		Normal	308 mA	314 mA
		Peak	757 mA	769 mA
		방출시간	2.61초	2.60초
	회수	Standby	100 mA	102 mA
		Normal	710 mA	728 mA
		Peak	1110 mA	1128 mA
		회수시간	1.51초	1.49초
26.4V 최대	방출	Standby	110 mA	110 mA
		Normal	302 mA	309 mA
		Peak	884 mA	890 mA
		방출시간	2.00초	2.01초
	회수	Standby	110 mA	110 mA
		Normal	825 mA	832 mA
		Peak	1336 mA	1337 mA
		회수시간	1.35초	1.38초

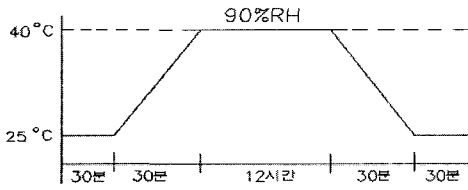


그림 9. 고온 다습 시험 환경조건.  
Fig. 9. Test condition for a hot and humid environment.

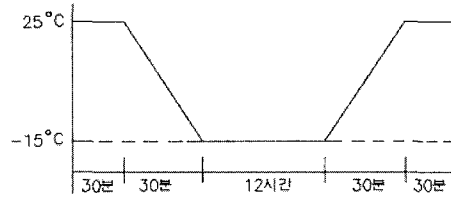


그림 10. 저온 시험 환경조건.  
Fig. 10. Test condition for a cold environment.

표 4. 저온환경(-15°C) 하에서 시험한 결과.  
Table 4. Test results experimented at -15°C.

전압	동작	항목구분	방출기1 결과	방출기2 결과
24.0V 정격	방출	Standby	110 mA	112 mA
		Normal	352 mA	363 mA
		Peak	815 mA	812 mA
		방출시간	2.72초	2.72초
	회수	Standby	110 mA	112 mA
		Normal	794 mA	797 mA
		Peak	1207 mA	1215 mA
		회수시간	1.42초	1.42초
21.6V 최소	방출	Standby	106 mA	106 mA
		Normal	308 mA	310 mA
		Peak	767 mA	765 mA
		방출시간	2.51초	2.50초
	회수	Standby	106 mA	106 mA
		Normal	720 mA	727 mA
		Peak	1105 mA	1121 mA
		회수시간	1.51초	1.50초
26.4V 최대	방출	Standby	120 mA	120 mA
		Normal	306 mA	311 mA
		Peak	891 mA	896 mA
		방출시간	2.20초	2.20초
	회수	Standby	120 mA	120 mA
		Normal	838 mA	836 mA
		Peak	1360 mA	1361 mA
		회수시간	1.35초	1.34초

최대 방출시간은 2.61초이며, 카드회수 시 최대전류는 1,337 mA, 최대 회수시간은 1.51초이다. 따라서 모두 표 1의 규격 내에 있음을 알 수 있다.

다음에는 저온환경 하에서 방출 및 회수성능을 알아보기 위하여, 그림 10과 같은 형태로 항온항습조를 유지하면서 저온실험을 수행하였다.

저온실험조건은 IEC-68과 MIL-STD-810C 규격을 참조하였다. 저온실험은 항온항습조 내에서 -15°C로 10시간 경과한 후 마지막 2시간 동안에 수행하였다. 고온실험과 같은 방법으로 저온실험의 결과를 정리하여 표 4에 나타내었다. 표 4로부터 저온환경 하에서 카드방출 시 최대전류는 896 mA, 최대 방출시간은 2.72초이며, 카드회수 시 최대전류는 1,361 mA, 최대 회수시간은 1.51초이다. 따라서 모두 표 1의 규격 내에 있음을 알 수 있다.

V. 결론

앞으로는 화폐대용으로 보다 간편한 스마트카드가 널리 사용될 것이고, 수요의 급증에 따라 이러한 카드를 자동판매할 수 있는 카드자판기의 필요성이 증가할 것이다.

본 연구에서는 이러한 카드자판기의 성능을 향상시키기 위하여, 구동 메커니즘의 기구부를 개선하여, 저온 및 고온 다습한 환경에서도 사용이 가능하도록 하였다. 일반적인 카드자판기는 사용 환경에 따라 방출율이 변경되는 문제점을 내포하고 있다는 점에 착안하여, 기온과 습도 등의 악조건에서도 방출율이 일정하도록 방출롤러를 개선하고, 불량카드를 회수할 수 있는 기능을 추가하였다.

기존의 카드자판기는 방출롤러 1회전당 한번의 카드 방출만을 시도하나, 본 연구에서 제안된 메커니즘은 1회전당 세 번의 카드 방출을 시도하고, 카드의 방출여부를 센서가 즉시 파악하도록 함으로써, 저온이나 고온 다습한 지역에서도 방출율을 거의 일정하게 유지할 수 있었다.

항온항습조 시험을 통해, 10%의 입력전압 변동에 대해 -15°C, 25°C, 40°C 90% RH의 악조건 하에서도 카드방출시간은 2.72초 이내, 방출시 전류는 896 mA이내에 있으며, 카드회수 시간은 1.51초 이내, 회수 시 전류는 1,361 mA 이내에 있음을 입증하였다.

참고문헌

- [1] International Organization for Standardization, ISO 7810, 7811, 7816, Welcome to ISO Online, <http://www.iso.ch>, 2003.
- [2] International Electrotechnical Commission, IEC Standards, ISO/IEC 7816, <http://www.iec.ch>, 2003.
- [3] European Committee for Standardization (Comité Européen de Normalisation), CEN Standards and Drafts, CEN/TC 224, <http://www.cenorm.be>, 2003.
- [4] EMVCo, LLC, EMV<sup>®</sup>96 Standards, EMV 3.1.1, EMV 4.0, <http://www.emvco.com>, 2003.
- [5] PC/SC Workgroup, PC/SC Specifications 1.0, <http://www.pcscworkgroup.com>, 2003.
- [6] The OpenCard Consortium, OCF 1.2, Welcome to OpenCard, <http://www.opencard.org>, 2003.
- [7] 편집부 역, 스테핑 모터의 활용기술, 세운출판사, 1985.
- [8] 전제성 역, 센서 인터페이싱, 기전연구소, 1997.
- [9] 정선모, 정인성 공저, 기계설계학(하), 1996.
- [10] 백운수, 심재경, 임정호, 황재혁 공역, 기구학, 희중당, 1996.
- [11] 기술표준원, KS X 6503, 6505-1, 6506-2, 6507, 6509, 한국산업규격(KS), <http://www.standard.go.kr>, 2003.



**남 명 현**

1991년 대전공업대학교 기계공학과 졸업. 1999년 건국대학교 산업대학원 석사 (제어 및 생산학전공). 2002년~현재 (주) 글로벌 한넷 부설연구소 연구소장. 관심분야는 인체감응 센서의 신호처리, RF통신+생체이식용 지능센서 반도체

개발 및 응용.



**강 철 구**

1981년 서울대학교 기계설계학과(공학사). 1985년 서울대학교 기계설계학과 (공학석사). 1989년 University of California, Berkeley 기계공학과(Ph. D). 1990년~현재 건국대학교 기계공학과 교수. 관심분야는 운동제어, 힘제어, 힘센서, 지능로봇,

제어이론, 고속전철, 실시간 임베디드시스템 등.