한국산학기술학회논문지
Vol. 11, No. 10 pp. 3923-3927, 2010

고품질 화상형성을 위한 도전성 탄성체 롤러의 개발

전호익[1*], 조현섭[2]
[1]혜전대학 국방전자부사관과, [2]청운대학교 전자공학과

Development of Conductive elastomer Roller for Image Forming High-Quality

Ho-Ik Jun[1*] and Hyun-Seob Cho[2]
[1]**Dept. of Military Electronics for Non Commissioned Officer, Hyejieon College**
[2]**Dept. of Digital Broadcasting & Electronic Engineering, Chungwoon Univ.,**

요 약 대전롤러는 감광체의 표면과 접촉된 상태로 회전하면서 드럼 표면을 대전시켜야 하므로 접촉이 잘 되도록 적당한 도전성을 갖는 탄성체로 만들어 진다. 또한 그 롤러 표면은 코팅을 하게 되는데 코팅제의 종류나 코팅 방식에 따라서 대전특성이나 화상특성이 달라지고, 또한 환경의 변화에 따라 화상특성이 달라진다. 본 연구에서는 고품질의 화상형성을 얻을 수 있는 대전 롤러의 제조를 위하여 적합한 도전성 탄성체 롤러를 개발하였다.

Abstract Primary charging roller rotated with contacting surface of OPC drum and take charge OPC drum. Owing to this reason, primary charging roller is made by elasticity substance with electric conduction. Properties of charging and image is changed by class of coating, method of coating and environment. This study developed coating material and coating method to make Image Forming of High- quality.

Key Words : High-Quality Cartridge, Conductive elastomer, Thermal Gravimetry Analyzer

1. 서론

LBP(Laser Beam Printer)는 non-임팩트타입의 전자사진방식 프린터의 대표적인 프린터이다. LBP는 먼저 프린트 아웃할 데이터를 프린터에 내장된 메모리에 계산·입력, 빛에 민감한 감광드럼 위를 레이저 광선을 통과시켜 스캐닝해 영상·정전 잠상을 만들고 이를 다시 종이 위에 옮기는 방식의 인쇄장치로 그 속도가 연속지를 사용할 경우 분당 1만~2만행 정도로 빠르고 인자의 질이 매우 우수하다. 또한 고휘도이며 미세한 점에 집속할 수 있는 레이저광의 극히 높은 집광성의 특성을 이용, 변조광을 주사하여 화상을 형성하며 화상노광부 이외의 구조는 복사기와 같은 기본 구성으로 되어 있다. 다른 방식의 프린터에 비해 인자 품질이 좋고 DTP(Desk Top Publishing)에서의 사용례가 많다[1,2].

LBP에서 화상형성 방법은 전자사진 방식을 이용한 것이며, 대전(Charging), 노광(Exposure), 현상(Development), 전사(Transfer), 정착(Fusing)의 과정을 통하여 이루어진다. 즉, 어두운 상태에서 감광체(OPC : Organic Photo Conductor Drum)의 표면을 전체적으로 정전기적으로 대전시킨 다음, 적외선 영역의 광원에 의하여 화상 노광하면 드럼의 표면에 정전기적인 잠상이 형성된다. 그 잠상의 위에 음색의 미립자 토너를 근접시키면 정전기적인 인력에 의하여 토너 입자가 흡인 부착되므로 화상이 보이게 되고, 이 토너의 입자로 된 화상을 종이에 옮겨서, 그 토너의 입자를 열융착시켜 영구화상을 얻게 되는 것이다. LBP에서 화상형성을 위하여 감광체의 표면을 대전시켜야 하는데 종전에는 코로나 충전 방식이 사용되었으나, 4~10[kV] DC의 고압을 사용하기 때문에 인체에 유해한 오존이 발생하는 문제가 있었다. 따라서 최근에 이 문제를 해결하기 위하여 개발된 기술이 접촉 대전 방식인데 이를 위하여 사용하는 것이 대전 롤러(Primary Charging Roller : PCR)이다. 즉 PCR은 OPC 드럼의 표면과 접촉된 상태로 회전하면서 드럼의 표면을 대전시켜야

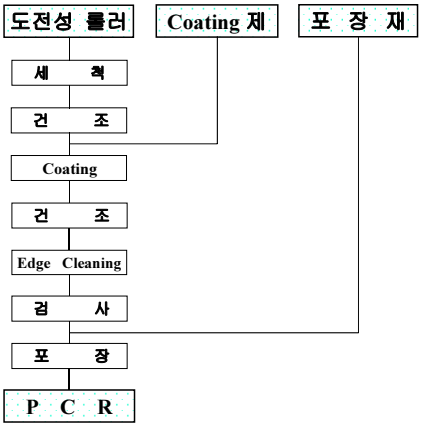
*교신저자 : 전호익(report@hyejeon.ac.kr)
접수일 10년 09월 14일 수정일 10년 10월 13일 게재확정일 10년 10월 15일

하므로 접촉이 잘 되도록 적당한 도전성을 갖는 탄성체로 만들어야하고, 또한 그 롤러의 표면은 코팅을 하게 되는데 코팅제의 종류나 코팅방식에 따라서 대전특성이나 화상특성이 달라지게 되고, 또한 환경의 변화에 따라 화상특성이 달라지게 된다. 따라서 고품질의 프린트 화상을 얻을 수 있는 대전 롤러의 제조를 위하여 적합한 도전성 탄성체 롤러의 개발과 적합한 코팅제의 개발 및 적절한 코팅 방법의 개발을 하고자 한다.

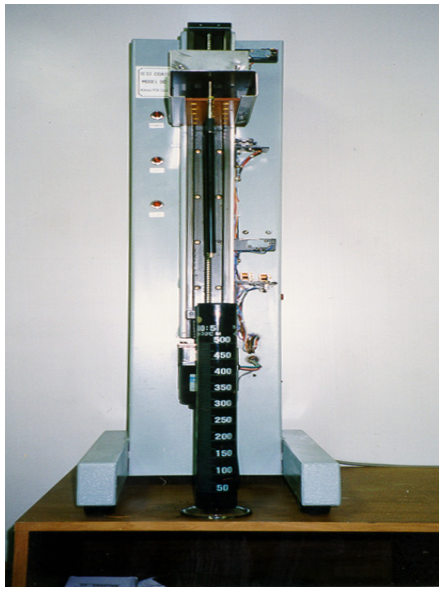
2. 연구 개발 내용

2.1 도전성 탄성체 롤러

기존의 도전성 탄성체 롤러인 고무 롤러는 제조방법이 고상 배합 방법이다. 고상배합 방법은 입자들의 비중차이로 결합에 의한 배합의 불균일성이 나타나게 되는 것은 불가피한 문제점이었다. 이와 같은 고상 배합 방법의 문제점을 해결하기 위한 방안으로서 액상 배합인 2액형 PU 주조 방법을 이용하여 저압 500V용의 프린터 카트리지용 도전성 탄성체 롤러(PCR)를 개발하였고, 제조공정은 그림 1에 나타내었다. 기존의 대전 롤러를 수집하여 도전성 롤러의 기계적, 전기적, 이화학적 등의 특성을 측정하였다. 실험한 결과를 분석하였고 분석한 그 결과를 근거로 하여 롤러의 샘플을 만들고 다시 그 샘플 롤러의 제반 특성을 측정, 분석한 결과에 의하여 저압 500V용의 프린터 카트리지용 도전성 탄성체 롤러의 사양을 제정하였고, 샘플 롤러는 그림 2에 나타내었으며 그림 3은 롤러의 특성 시험 장치이다. 샤프트의 재질은 SUS 304 또는 그 동등이상의 스테인리스로 하고, 천연고무, 합성고무 또는 합성수지 탄성체 등을 사용한다.



[그림 1] 대전 롤러의 제조 공정



[그림 1] Dip 코팅 장치

[그림 2] 도전성 탄성체 롤러의 샘플

2.2 이화학적 성능

(가) Hardness(HsA) : NN조건에서 롤러상태로 측정하여 40~50[ ]이어야 한다.

(나) Resistance(Ohm) :

① 측정기는 SIMCO Japan INC. Work Surface Tester ST-3을 사용하여 NN 조건에서 3시간 이상 방치한 후 동일한 환경에서 측정한다.

② 5.0×10^{6}~5.0×10^{7}이내이고 동일 롤러 내에서의 저항의 편차는 없어야 한다.

③ 10[℃], 20[%RH] ~ 32[℃], 80[%RH]의 환경 변화에 대한 저항의 변화는 $10^{1.2}$[Ω] 이내이어야 한다.

※ 시험 환경의 조건은 NN(23[℃], 55[%RH]), HH(32[℃], 80[%RH]), LL(10[℃], 20[%RH])에서 3시간 방치하고 동일 조건에서 측정한다.

(다) 고압시험 :

① 장치 : 정전압 DC 전원장치와 DC Micro Ampere Meter 및 롤러 회전 장치로 구성하며 롤러 회전 장치는 [RPM]을 조정할 수 있는 직경 30[㎜]의 금속 회전 롤러와 평행으로 시험할 롤러를 장착하여 700[g]의 힘으로 접촉시켜 금속 롤러에 따라서 회전할 수 있도록 제작한다.

② Bias Leak Test : 금속 롤러와 시험 견본 롤러 사이에 DC 500[V]를 정지 상태로 3초 동안 인가하여 절연 파괴로 인한 누출이 없어야 한다.

③ 전류 측정 : 금속 롤러를 30[RPM]으로 회전시키면서 금속 롤러와 시험롤러 사이에 DC 500[V]를 인가하여 시험 롤러의 제3회전에 흐르는 전류치를 읽는다.

④ 저항 측정(HVR) : 측정방법은 ③과 같은 방법으로 하고 전류치로부터 저항치를 계산한다. (나)항의 저항치와 구분하기 위하여 HVR로 표시한다.

이러한 실험 장치는 그림 3에 나타내었다.

[그림 3] 롤러의 특성 시험장치

(라) Smoothness : 30배의 확대경으로 볼 때 표면에 이물질, 핀홀 또는 요철부분이 없이 평활해야 한다.

(마) Solvent Test : MEK 중에 5분간 침지후 외경의 변화가 0.5[㎜]이내 일 것.

(바) Leaching Test : 밀봉한 상태로 20~25[℃]에서 20일 동안 OPC 드럼과 PCR 롤러를 1[kg]의 압력으로 접촉시켜 방치한 후 드럼의 표면에 롤러가 접착되거나 또는 드럼의 표면에 균열이 생기지 않아야 하고, 토너 분말을 얇게 살포한 다음 가볍게 털면 토너가 쉽게 떨어져야 한다.

(사) Heat Test : 120±2[℃]의 건조기에서 1시간동안 방치한 후에 실온으로 방치 냉각한 후 저항, 치수, 경도 등의 변화나 다른 이상이 없어야 한다.

(아) 치수 측정 : 고무의 외경과 회전시의 흔들림은 회전식 Laser Scan Micrometer를 사용하여 측정하며 흔들림은 0.08[㎜]이내 이어야 하고, 금속부의 칫수는 버니어 캘리퍼스로 측정한다.

2.3 도전성 롤러의 생산기술 개발

도전성 롤러의 제조시험을 통하여 주조법에 의한 소형 롤러 생산 가능성을 확인하였고, 또한 생산 기술상의 문제점 해결을 위한 연구를 하였다. 코팅제의 배합표는 아래와 같다.

코팅제의 종류	질 량	코팅제의 종류	질 량
Polymer	17.20g	OCA	9.03g
Solvent	173.00g	EBK	0.78g

2.4 제조 방법

70[℃]로 조절된 정착액조 중에 설치한 1,000[㎖]의 3구 플라스크에 용매 173.00[g]을 넣고 교반기와 리플렉스 콘덴서를 설치한 다음 교반기를 150~200[rpm]으로 폴리머 17.2[g]을 서서히 가하여 완전히 용해될 때까지 교반을 계속하고 완전히 용해시킨다. 이렇게 용해된 액을 계속 교반하면서 EBK 0.78[g]을 첨가하고 교반을 약 2시간 동안 계속하여 용해한다. 다음 교반을 계속하면서 OCA(Organic Conductive Solvent) 0.78[g]을 첨가하여 약 30분 동안 교반을 계속하여 잘 혼합한 후 여과하고 냉각한다.

이렇게 냉각된 액에 용매를 추가하고 잘 혼합하여 원하는 점도가 되도록 조정하여 코팅제를 완성하고 밀폐·저장한다.

3. 코팅 Machine 개발 결과

3.1 코팅 시험 장치의 제작

Dip 코팅 방식의 코팅 장치를 시험용으로 제작하였으며, 그 장치를 사용하여 코팅 시험을 실시하고, 시험용 롤러를 제조하였으며 생산용 코팅 설비의 제작을 위한 사양을 검토하였다. 그리고 Dipping 장치는 다음과 같다.

(a) Dipping시의 이동 스트로크은 Pallet을 장착했을

때 롤러가 이동할 수 있는 거리로서 800[mm]이상이어야 한다.

(b) Dipping 속도는 하강과 상승의 구간을 임의로 구분하여 임의의 지정 속도로 지정한 구간을 정확하게 정속 이동할 수 있어야 하며 연속 작업 시에도 그 위치와 속도를 정확하게 유지하여 동작하여야 하고, 속도와 위치의 지정은 서보 제어 프로그램으로서 설정과 변경이 용이하여야 한다. 또한 사용빈도가 많은 5가지 프로그램은 외부의 선택 사용할 수 있도록 해야 한다.

(c) 코팅 수량은 50개를 한 개의 Pallet에 꽂아서 한번에 할 수 있도록 하고 그 중량(최고 15[kg]정도)에서도 연속 작업에 이상이 없어야 한다.

(d) 이동이나 정지시 진동이나 소음이 발생하지 않아야 한다.

(e) 본 장치는 상기 Dipping 동작에 부가적으로 코팅을 위한 Pallet의 Loading 동작과 코팅후의 Unloading 동작이 자동으로 되도록 하여야 한다. 이 동작은 정확한 위치의 Loading Conveyor상에 있는 Pallet을 집어와서 코팅을 하고 Unloading Conveyor상에 정확하게 내려놓고 다시 Loading Conveyor상으로 이동하여 다음 Pallet을 집어오는 동작을 정확하게 반복 수행하도록 되어야 한다. 이를 위한 X방향의 이동 스트로크는 실제 제작 시 Conveyor의 위치와 Pallet의 구조 등에 맞추어야하고, 특히 코팅후의 Pallet을 이동하거나 내려 놓을 때 롤러가 흔들리지 않도록 Soft Start와 Soft Stop되도록 하여야 한다.

(f) 기계와 Tank의 설치는 수직을 정확하게 맞추고 이동 동작도 수직과 수평을 정확하게 유지하도록 해야 한다.

3.2 Tank Unit

(a) 구성은 Dipping Tank, Mixing Tank, Level Tank 및 액 온도 조절용의 온수 Heater와 순환배관 등의 시스템으로 되고 액은 Mixing Tank의 밑으로부터 펌프에 의하여 Level Tank의 상측에 올려지는데 Pump와 Level Tank의 밑으로부터 Dipping Tank의 밑으로 낙차에 의하여 자연 공급되도록 배관한다. Dipping Tank에서는 항상 일정한 Level을 유지하고 과다 유출은 혼합 탱크로 되돌아가도록 배관한다.

(b) 각 Tank의 구조와 칫수는 별도의 협의로 결정한다.

(c) 점액부는 재질을 SUS 304로 하고 펌프는 Air Diaphragm 펌프를 사용하며 펌프의 구조는 알루미늄이나 스테인레스로 하고, Diaphragm은 테플론과 EPDM 접착품을 사용한다. 액의 토출량은 18[ℓ /min]정도로 한다.

(d) 배관은 위생 배관으로 하고 Clamp의 Packing은 실리콘을 사용한다.

(e) 배관시 Dipping Tank에는 펌프로부터 진동이 전달되지 않도록 유연한 호스를 사용한다.

(f) Tank와 배관의 모든 점액부는 매끄럽게 전해 연마나 Buffing 처리할 것.

(g) 배관은 분해와 청소가 용이하도록 하고 분해시 필요한 부분에는 밸브를 설치한다.

(h) Filter는 100mesh와 150mesh의 SUS mesh를 사용하고 Filter의 Housing 상부에는 Air Vent와 Valve 및 Pressure gage를 설치한다.

(i) Dipping Tank와 Mixing Tank는 온수를 순환시킬 수 있도록 재킷구조로서 수압시험을 한 다음 설치 배관하여야 한다.

(j) Unit는 간결하게 일체형으로 대차 위에 조립하여 배관하고 Unit로서 교환이 용이하도록 바퀴를 설치하고 온수 배관과 공압 배관과 전선 배선을 적합한 커플링으로 연결하도록 한다. 이때 각 Tank의 위치와 Level은 지정하는 바에 따라야 한다.

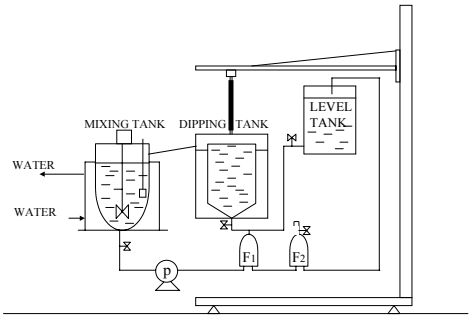
(k) 각 Tank는 뚜껑의 기밀이 잘되도록 하여야하며 Dipping Tank는 코팅시에만 열리도록 자동 개폐식 셔터를 설치해야 한다.

(l) 액 온도의 조절은 온수의 온도조절과 온수의 순환양 및 개폐를 자동으로 작동하는 방식으로 설정한 온도를 ±1[℃] 이내로 정확하게 유지하도록 하여야 한다.

(m) Mixing Tank에는 60 ~ 100[rpm]의 교반기를 방폭형으로 설치하고 정밀한 점도계를 설치하여야 한다.

(n) Mixing Tank의 뚜껑은 반 이상이 열릴 수 있도록 하여야하고, 코팅 부는 투명 커버를 설치하고 출입할 수 있도록 도어를 설치하여야 하고 또한 천장에는 배기를 위한 Damper를 붙인 연통을 직경 100mm로 설치한다.

코팅 장치의 전체적인 구성은 그림 4와 같고 지금까지 설정한 모든 기준에 맞는 제품을 개발하기 위하여 실험을 통해 설계 제작된 실험기구는 그림 5에 나타내었다.



[그림 4] 코팅 장치의 전체적인 구성도

[그림 5] 스프레이 코팅 장치

4. 결론

본 연구에서는 고품질 화상형상을 얻을 수 있는 대전롤러의 제조를 위하여 적합한 도전성 탄성체 롤러의 개발과 적합한 코팅제의 개발 및 적절한 코팅 방법을 제안하였고 대전롤러의 효율성을 향상시켜 고품질의 화상형상을 얻을 수 있었다. 또한 Dip 코팅 방식의 코팅 장치를 시험용으로 제작하여 코팅 시험을 실시하고, 시험용 롤러를 제조하였으며 생산용 코팅 설비의 제작을 위한 사양을 검토하였다.

참고문헌

[1] 미래 공학도도를 위한 재료과학, 교보문고, 2006, 8, 초판 4쇄

[2] Howard Kaufman, Izhak Bar-Kana and Kenneth Sobel, "Direct Adaptive Control Algorithms, Springer-Verlag, 1997.

[3] B. C. Kuo, Automatic Control Systems, Prentice-Hall, 2007

[4] W. Reinhard et al., “CSCW Tools: Concepts and Architecture”, IEEE Computer, Vol. 27, No. 5, pp.28-36, May, 2006.

[5] Robert H. Bishop, Modern Control System Anylysis and Design Using MATLAB, Addison-Wesley Publishing Company

[6] 방전·고전압공학, 동명사, 1991, 3

[7] 전극계측기초, 동일출판사, 1995, 2

전 호 익(Ho-Ik Jun) **[정회원]**

- 1986년 2월 : 단국대학교 대학원 전자공학과 (석사)
- 1998년 2월 : 단국대학교 대학원 전자공학과 (박사)
- 1992년 ~ 현재 : 혜전대학 국방전자부사관과 부교수

<관심분야>
공장자동화 알고리즘 설계

조 현 섭(Hyun-Seob Cho) **[종신회원]**

- 1990년 2월 : 원광대학교 공과대학 전기공학과 졸업
- 1992년 2월 : 원광대학교 공과대학 전기공학과(석사)
- 1996년 2월 : 원광대학교 공과대학 전기공학과(박사)
- 1996년 1월 ~ 1997년 6월 : Department of Electrical and Computer Engineering, University of California Irvine(UCI) 연구원
- 1998년 1월 ~ 현재 : 한국전력기술인협회 고급감리원 (전력감리)
- 1997년 3월 ~ 현재 : 청운대학교 부교수

<관심분야>
전기공학, 공장자동화, 응용전자