

특집 : 유도가열기술의 최신동향

Laser 프린터에 응용되는 유도가열 기술

채 영 민, 권 중 기, 김 환 검, 한 상 용
(삼성전자 DM총괄 프린터 사업부)

1. 서론

최근 정보화 환경의 급속한 발달과 PC 보급증대에 따라 PC 주변기기의 사용이 많이 증대되고 있다. 대표적인 PC 주변기기 장치중 하나인 레이저 프린터의 경우 저렴한 유지, 보수비용 및 고속출력 등의 장점을 바탕으로 수요가 점차 증대되고 있는 추세이다.

레이저 프린터의 경우 최근 고속출력에 대한 소비자의 요구가 점차 증대됨에 따라 선진 경쟁사를 중심으로 프린터의 출력 고속화가 가능하고, 인쇄 지령후 최종 프린트까지의 대기 시간을 최소화시키기 위한 다양한 연구 및 개발이 활발히 진행되고 있다.

이러한 소비자의 개발 요구사항들을 충족하기 위해서는 제한된 소비전력하에서 효율적인 전기 에너지 사용이 필수적이므로 고효율 전력변환용용 기기에 대한 적용이 필요하게 되었다. 따라서 본고에서는 이러한 레이저 프린터나 복사기에서 고속출력과 대기시간 최소화를 위하여 연구되고 있는 고효율 응용기기중 하나인 유도가열방식에 대한 기술동향 및 특징과 최근 국내 연구결과를 간략히 소개하고자 한다.

2. 레이저 프린터의 동작원리

레이저 프린터는 전자사진 과정에 의해 화상정보를 인쇄하는 장치로써 아래 그림 1과 같이 구성되어 있다. 그림에서 보이는 바와 같이 드라이버 및 Controller를 거친 화상정보는 LSU(Laser Scanning Unit)를 통한 후 대전, 노광, 현상, 전사, 정착으로 구성되는 전자사진 과정을 거쳐 최종 용지에 출

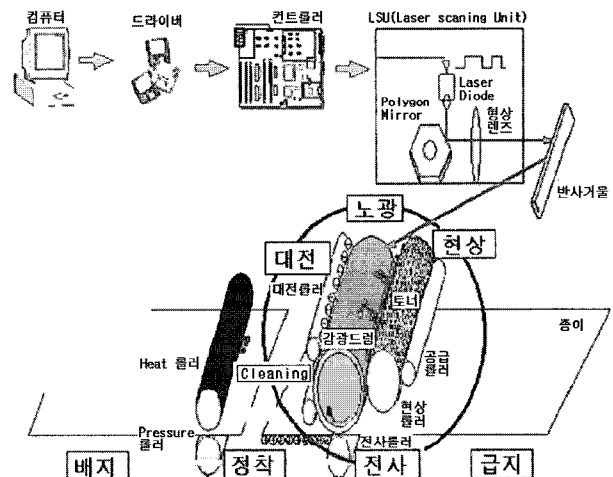


그림 1 레이저 프린터 동작원리

력된다.

대전과정에서 전사과정을 거치며 출력하고자하는 이미지는 HVPS(High Voltage Power Supply)에서 출력되는 수 [KV]의 고압전원을 이용한 전위차에 의해 토너입자가 화상 이미지 형태로 종이로 최종 이송되고, 정착 Unit의 고열 고압 과정을 통하여 용융 부착된다. 상기와 같은 전자사진 과정중 고속출력 및 대기시간에 가장 중요한 영향을 미치는 과정은 정착과정으로써 정착 Unit의 구조는 그림 2에 나타난 바와 같이 가열원으로 동작하는 Heat 롤러와 용융된 토너를 종이에 압착하기 위한 Pressure 롤러로 구성되어 있다. 일반적으

로는 Heat Roller의 가열원으로 저가의 회로구성이 가능한 Hallogen Lamp가 많이 사용되지만, 최근에는 고속 가열을 위한 유도가열 방식이 많이 개발되고 있다. 따라서 본고에서는 가열원인 정착 Unit에서의 유도가열 방식의 개발 추세와 향후 연구방향에 관하여 설명하도록 한다.

3. 레이저 프린터 정착부 기술동향

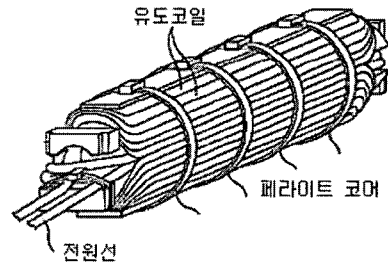
전술한 바와 같이 1960년대부터 상업용도에 응용되기 시작한 유도가열방식은 레이저 프린터의 급속한 보급에 따라 빠른 Warm-Up Time을 달성하기 위하여 선진사를 중심으로 하기 그림 3에 보이는 바와 같이 다양한 형태의 유도가열 장치를 독자적으로 개발 보유하고 있다. 이러한 유도가열 방식은 SOHO용 레이저 프린터의 경우 대부분 최대 출력 전력을 1300(W)로 제어하고 있으며, 이는 프린터 전체 소비전력을 1500(W)이하로 유지하며, SMPS 소비전력에 해당하는 부분을 제외한 정착기에서 사용 가능한 최대 소비전력이다.

이러한 최대 소비전력은 초기 시스템 Turn-On시 Cold상태인 정착기 Heat Roller를 가능한 빨리 가열하기 위하여 사용되는 최대소비전력이고, 실제 인버터 시스템 용량설계는 연속 프린팅시에는 프린팅 속도에 따라 수백(W)정도의 소비전력을 기준으로 설계 제작한다. 따라서 가능한 빠른 대기시간 특성을 얻기 위해서는 짧은 시간에 사용 가능한 최대의 전력을 공급함과 동시에 하기와 같은 조건의 정착 Unit설계 및 IH Driver 개발이 필요하다.

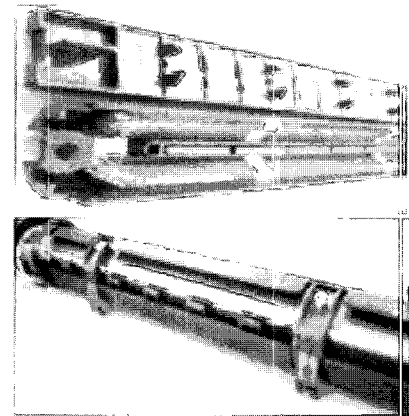
- i) 가열대상인 Heat Roller 열체적 최소화
- ii) 인버터 효율 극대화
- iii) 유도가열 코일과 Conductor의 결합계수 최대화

전술한 조건을 바탕으로 그림 3에 나타난바와 같은 다양한 형태의 정착기용 유도가열 구조가 개발되어 사용되고 있으며, 그중에서 가장 대표적인 그림 (a)와 (b)의 유도코일의 경우에는 유도코일이 Heat Roller내부에 고정되게 배치되며

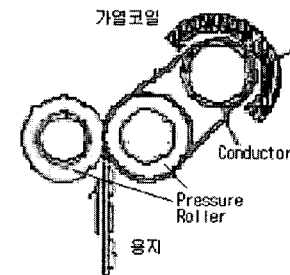
유도코일에서의 발생 자속의 크기를 최대화하기 위하여 코일의 턴수를 가능한 많이 유지하는 구조이며, 발생 유도자속의 강화 및 균일한 분포유지를 위하여 부가적인 페라이트 코어를 사용하고, 유도코일의 발열감소를 위하여 고가의 리쓰와이어를 사용하고 있다. 또한 그림 (c)의 경우 동일한 소비전력하에서 최단 가열시간을 얻기 위한방법으로 가열 열체적을 최소화하기 위하여 Heat Roller를 도전필름이나 Belt등의 얇은 Conductor를 이용하여 유도가열 효율을 증가시키는 구조이다.



(a) A사의 정착기 유도코일 구조



(b) B사의 정착기 유도코일 구조



(c) C사의 정착기 유도코일 구조

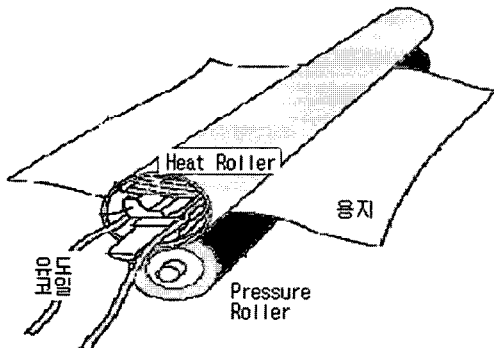


그림 2 레이저 프린터 정착기 구조

그림 3 레이저 프린터 정착기 유도코일 구조

그러나 상기와 같은 정착 Unit구조의 경우 공통적으로 가열코일이 가열하고자 하는 Heat Roller의 내부에 배치됨에 따라 발생자속을 최대한 활용하는 것이 용이치 않으며, 또한 회전하는 외부 Heat Roller와 고정된 유도코일간에 공극에 따른 결합계수 감소로 인하여 유도가열 효율을 최대화하는데에는 제한이 따르며, 고가의 리프라이어나 도전필름을 사용하여 재료가 상승한다는 단점이 있다.

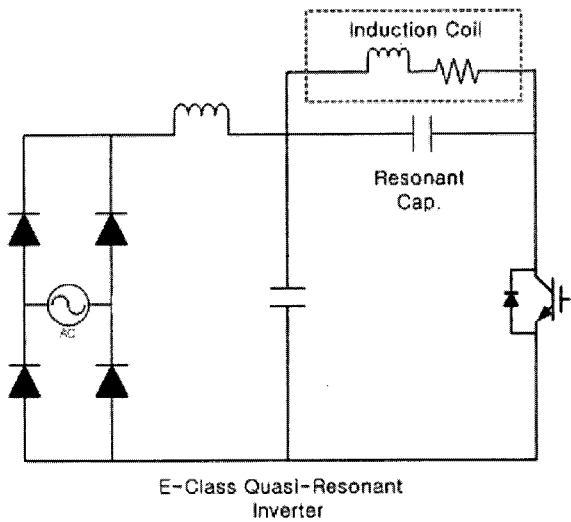
전술한 유도가열방식에 적용 가능한 대표적인 인버터 회로는 그림 4에 나타난 바와 같이 E-Class 의사공진형 인버터와 직렬 공진형 Half-Bridge 인버터를 들 수 있으며, 상기 그림 3에서 기술한 유도가열 방식에는 대부분 회로구조가 간단하고, 저가구성이 가능하며 낮은 스위칭 손실을 가지는 E-

Class Quasi-Resonant 인버터가 많이 사용된다⁽¹⁻⁷⁾.

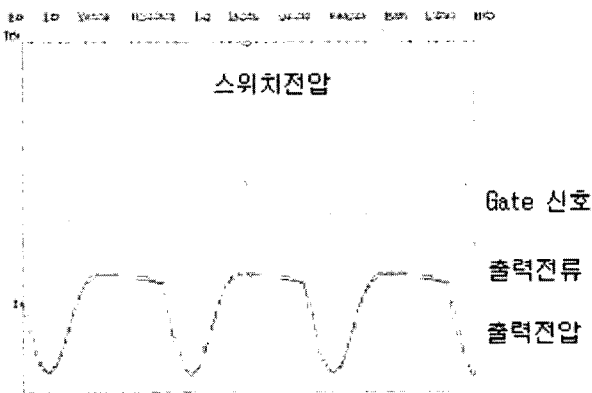
그림 6은 E-Class Quasi-Resonant 인버터를 적용시의 각 부 파형으로써 그림에서 보이는 바와 같이 간단한 구조를 가지는 장점과 같이 큰 공진전압에 의하여 스위칭 소자의 내압이 증가됨과 동시에 대용량의 전력을 하나의 스위칭을 사용함에 따라 스위칭소자 자체의 스트레스가 Half-Bridge 인버터에 비하여 증대되는 단점이 있다.

4. 국내 최근 연구동향

그림 5는 당사에서 개발된 직렬 공진형 Half-Bridge 인버터를 이용한 레이저 프린터용 유도가열장치의 구조 및 회로도로서 일반적으로 사용되는 정착구조의 단면도인 그림 (a)에 비하여 개발된 그림 (b)의 유도가열의 경우 가열 코일과 Heat Roller를 절연지를 사이에 두고 결합함에 의해 결합계수를 최대화하는 것이 가능하고, 따라서 결합계수를 최대화하며 무효전력의 발생량을 저감함과 동시에 발열효율을 극대화할 수 있는 장점이 있다⁽⁸⁾. 그림 6은 개발된 유도가열 정착 장치의 최대전력에서의 출력전압, 전류파형 및 공진전압 파형을 보여주고 있으며, 그림 (b)에서는 이때의 최대발열상태

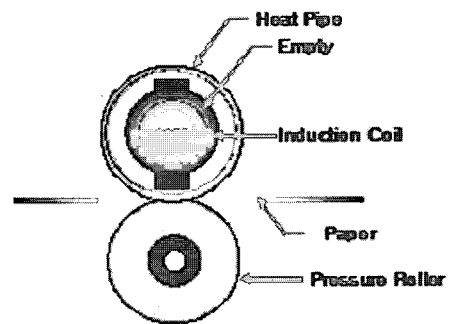


(a) A사의 유도가열 인버터 회로구조

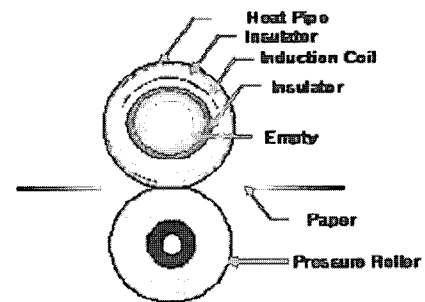


(b) A사의 유도가열 인버터 출력파형

그림 4 레이저 프린터 정착기 유도코일 구조

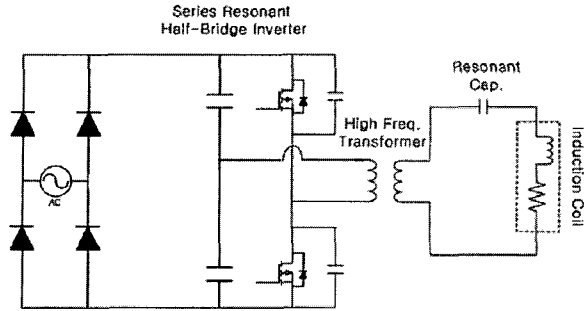


(a) 기존의 유도가열 정착기 단면구조

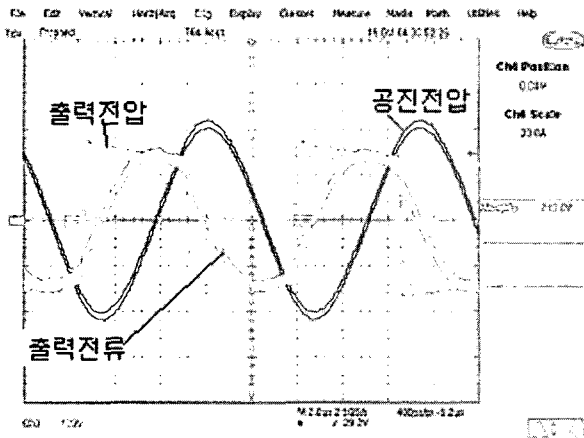


(b) 개발된 유도가열 정착기 단면구조

그림 5 유도가열 정착기 단면구조



(a) 당사 유도가열 정착기 회로구조




(b) 당사 유도가열 정착기 출력파형

그림 6 당사 유도가열 정착 Unit

를 보여주며 원활히 발열이 고르게 일어나고 있음을 알 수 있다. 향후 이러한 연구결과를 바탕으로 하여 국내에서 다양한 개선된 유도가열 제어방식이나 개선된 정착구조 개선에 대한 연구가 활발히 이루어지기를 기대한다.

5. 맺음말

본고에서는 레이저 프린터에 응용되어 사용되고 있는 정착 Unit의 유도가열과 관련된 국내외 연구동향과 전력전자 분야의 응용가능성에 관하여 간단히 동작원리를 설명하고 특징점을 비교하였으며, 적용 가능한 인버터 회로구조에 관하여 언급하였다. 또한 이러한 정착가열방식 관련하여 최근의 연구 개발 추세인 대기시간 최소화를 위하여 보다 개선된 유도가열 방식의 필요성을 공감하는 계기가 되기를 기대한다. 더불어 본고를 계기로 향후 보다 많은 전력전자 응용회로를 바탕으로 개선된 고효율 회로구조 및 가열구조를 가지는 유도가

열 인버터 제어방식에 관한 활발한 연구가 진행되리라 기대한다. 

참고문헌

- [1] Marian K. K. "Resonant Power Converters", Wiley-Interscience, 1995.
- [2] Nakaoka M. "High Efficient Series Resonant High Frequency Inverter with ZCS-Pulse Density Modulation for Copy Machine Fixing Roller in Office Information and Automation Applications", PEDS (Power Electronics and Drive Systems), Vol.1, pp. 114-119, 2003, Nov.
- [3] Arcero J. etc "A Comparative Study of Resonant Inverter Topologies Used in Induction Cookers", APEC (Applied Power Electronics Conference), Vol.2, pp. 1168-1174, 2002, March.
- [4] Hyun D. S. etc "Half-Bridge Series Resonant Inverter for Induction Heating Applications with Load-Adaptive PFM Control Strategy", APEC (Applied Power Electronics Conference), Vol.1, pp. 575-581, 1999, March.
- [5] Matsuse K. etc "Analysis of High-Frequency Induction Cooker with Variable Frequency Power Control", Power Conversion Conference, Vol.3, pp. 1502-1507, 2002, April.
- [6] Erickson R. W. "Fundamentals of Power Electronics", Chapman & Hall, 1997.
- [7] 정용채 "조리기에 적용되는 인버터 회로 및 제어방법", 전력전자학회지, 2003년 10호, pp. 19-22.
- [8] 채영민외 "Laser프린터용 Hybrid 유도가열 시스템 특성에 관한 연구", '05년 전력전자학회 학술대회, 2005년 7월, pp. 466-469.

〈저자소개〉



채영민(蔡榮敏)

1967년 2월 24일생. 1994년 건국대 전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1999년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1999년~2002년 미국 Delta Co. 중앙연구소 DPCL(NC) 연구원. 2002년~현재 삼성전자

Digital Media총괄 프린팅 사업부 책임연구원.



권중기(權重基)

1960년 4월 27일생. 1986년 숭실대 전자공학과 졸업. 1989년~현재 Digital Media총괄 프린팅 사업부 수석연구원.



김환겸(金歡謙)

1960년 6월 13일생. 1983년 경희대 졸업. 1989년~현재 삼성전자 Digital Media총괄 프린팅 사업부 수석연구원.



한상용(韓相龍)

1958년 11월 29일생. 1994년 경북대 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1981년~현재 삼성전자 Digital Media총괄 프린팅 사업부 수석연구원.