

16kW 회전 Anode형 모노블럭 X-선 발생장치

오준용 *, 윤주선 *, 김시우 *, 성기봉 *, 김학성 * *
 (주)포스콤 * 동양공업전문대학 * *

A 16kW Rotating Anode type Monoblock X-ray Generator

Junyong Oh *, Jusun Yoon *, Siwoo kim *, Kibong Sung *, Hackseong Kim * *
 POSKOM * Dongyang Technical Collage * *

ABSTRACT

본 논문은 회전형 대용량의 진단 X-선 발생장치를 모노 블록 형태로 설계, 병원의 모바일 진단장치나, 산업용 X-선 장치로의 적용이 가능한 16kW급 X-선 발생장치에 관한 연구이다. 본 장치는 X-선 발생을 위한 고전압 발생부에 회전형 Anode 형의 X-선관을 사용하였고, X-선관의 로터를 구동할 수 있는 로터 구동회로를 추가 하였다. 고주파 고전압용 인버터에는 IGBT(600/300A)를 100kHz로 고주파 스위칭 함으로서 고전압 변압기를 비롯한 고전압 발생부의 크기와 무게를 최소화하였다. 또한, 기존의 16kW급 대용량 진단 X-선 발생장치를 X-선관과 고전압부를 일체화한 모노블록 형태로 설계, 제작하여 부하변동에 따른 X-선 관전압과 관전류의 동작특성을 실험을 통하여 입증하였다.

있지만 모노 블록형 탱크의 X-선관 애노드 타겟이 고정형이고 또한, X-선관 사양과 이에 따른 X-선 출력이 낮아 주로 몸집이 작은 동물이나 말의 발굽과 같은 곳을 촬영하는데 주된 응용이 이루어졌고, 인체 진단용 적용은 한계를 가지고 있었다. 그러나 최근에는 X-선관 및 스위칭 소자의 급속한 발달로 인해 모노 블록형 X-선 발생장치의 소형, 경량화를 유지 하면서도 X-선 출력을 높일 수 있는 장치의 개발 및 제품화가 활발히 이루어지고 있다. 본 논문에서 제안한 모노 블록형 X-선 발생장치는 회전 애노드형 대용량의 장치이면서도 위의 조건을 만족한다 할 수 있다. 기존 대용량 모바일 형태의 진단 X-선 발생장치는 X-선관과 고전압 발생부가 분리되어 있기 때문에 서로를 연결하는 고가의 고전압 케이블이 필요하고 이점이 제품의 크기 및 가격을 상승 하게 만들었다.

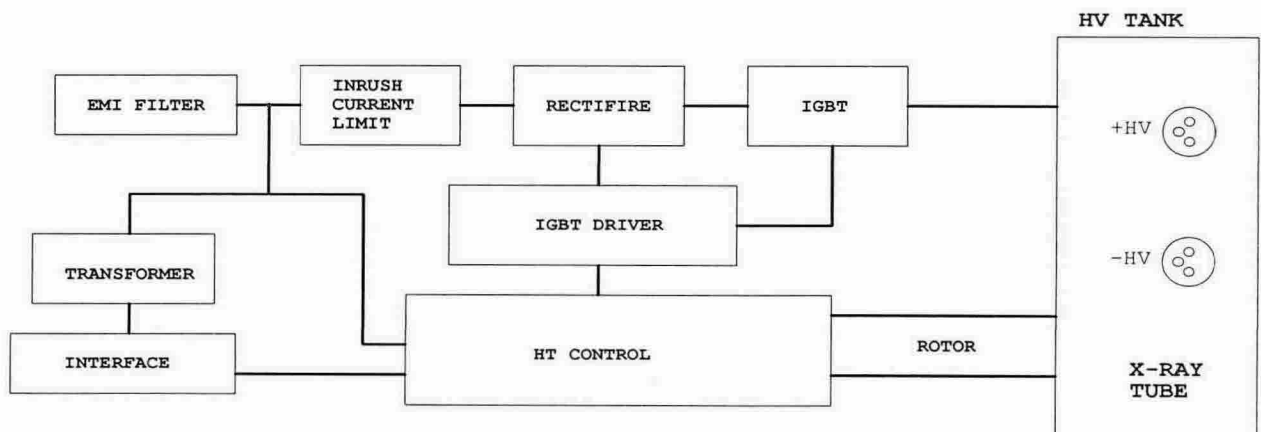


그림 1 16KW 회전 Anode형 X-선 발생 시스템
 Fig. 1 16KW Rotating Anode type X-ray System

1. 서 론

기존의 소용량 모노 블록형 휴대용 X-선 발생장치는 소형화와 경량화 할 수 있다는 장점을 가지고

그러나 본 논문에서는 모노탱크 안에 회전 애노드형 X-선관과 고전압 발생부를 일체화 시켜 고전압

케이블이 필요하지 않게 됨으로서 제품의 크기를 크게 줄일 수 있다. 이에 따라 본 논문에서는 상용 전원으로 병원 내를 자유로이 이동하거나, 움직임이 심한 동물의 순간 X-선 촬영을 할 수 있는 회전형 애노드 X-선관 탑재형 대용량 모바일 진단 X-선 장치의 개발을 소개하고자 한다. 그림1에서 보는 바와 같이 본 장치는 고압부와 X-선관을 일체화하여 고주파 동작을 하는 모노블럭, X-선관의 필라멘트 및 로터를 제어하는 메인 제어부 그리고 고전압 인버터부로 크게 나눌 수 있고^[6] 이에 따른 관전압과 관전류 및 mAs량 파형을 실험을 통하여 나타내었다.

2. 회전형 애노드 모노 블록형 X-선 발생 시스템

회전형 모노 블록형 X-선 발생 시스템은 그림 1에서 보는 바와 같이 크게 네 부분으로 나눌 수 있다.^{[1][2][4][6]}

- 1) 고주파 고전압 인버터부
- 2) 메인 제어부
- 3) 회전형 모노 블록형 X-선부

각 부분에 대한 구성과 동작특성을 살펴보면 다음과 같다.

2.1 고주파 고전압 인버터부

주 인버터 회로에는 100kHz 스위칭 주파수로 동작하는 풀-브리지 PWM 인버터를 사용하였고 소자로는 EUPEC사의 IGBT(600V/300A)소자를 사용하였다. 인버터 동작 주파수를 100kHz로 고주파 동작시킴으로서 고전압 변압기의 소형화를 이루어 모노 탱크의 부피와 크기를 축소 전체제품의 크기와 무게를 크게 줄일 수 있었고, 또한 진단 X-선 장치의 사용특성상 연속부하가 아님으로 IGBT 소자의 방열판을 소형화 할 수 있었다.^[6]

2.2 메인 제어부

그림 2에서 나타낸 바와 같이 메인 제어부는 CPU 제어회로와 로터 제어회로 그리고 kV, mA를 제어하는 PWM 회로로 나누어진다. 그림에서 나타낸 것과 같이 관전압은 CPU의 D/A 컨버터에 의해 지령전압 kV가 설정되고, X-선 조사 중 관전압은 고전압 발생회로의 마이너스 압에 구성되어진 CR 분압회로를 통해 관전압 제어기에 피드백 되어져 관전압 제어기의 출력 관전압 제어량에 따라 설정 관전압을 추종할 수 있도록 구성하였다. X-선관 내부의 Rotor를 구동하기 위하여 Rotor control 회로를 사용하여 초기 X-선 조사 시 Rotor를 구동시킨다.^{[2][6]}

또한, X-선관의 필라멘트를 가열하기 위하여 푸쉬

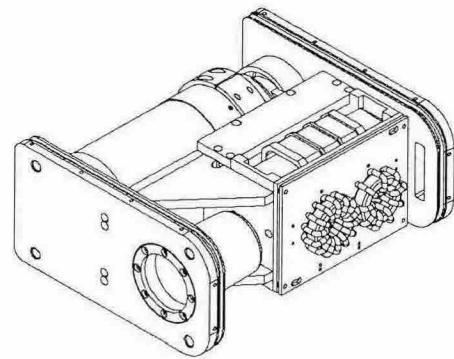


그림 3 16KW 회전 Anode형 모노탱크 기구도면

Fig 3. Mono Tank Drawing

풀 타입의 인버터를 사용, 회로의 단순구성을 도모하였고 정전류 제어를 함으로서 정밀한 mA제어를 구현하였다. 그림 3에서 보는 바와 같이 두 종류의

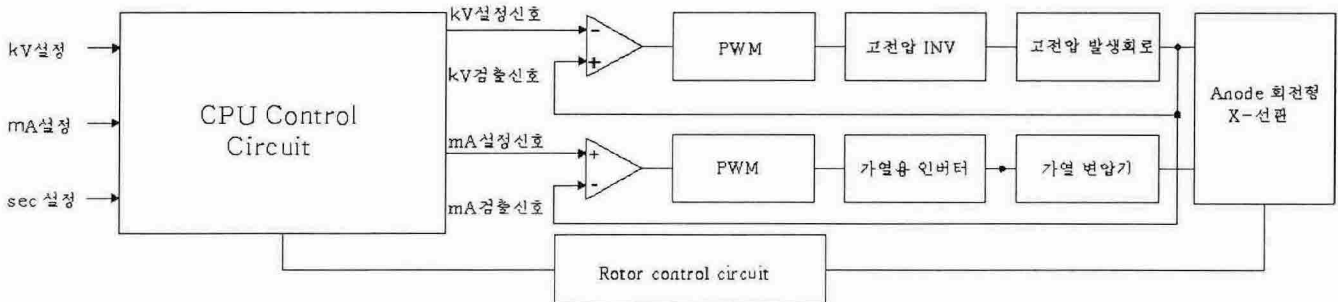


그림 2 제어 회로 블록도

Fig. 2 Control Circuit Block Diagram

필라멘트 트랜스를 사용하여 대 초점과 소 초점의 동작모드로 필라멘트를 가열하였고, 예비가열(Pre-heat)구간에는 X-선관전류가 흐르지 않으므로 각 설정치에 따른 예비가열(Pre-heat)를 정전류 제어모드로 제어 하였다.^{[2][6]}

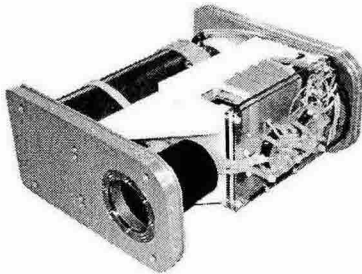


그림 4 실제 제작된 16kW 회전 Anode형 모노탱크

Fig 4. 16KW Rotating Anode Type Mono Tank

2.3 Anode 회전형 모노 블록 X-선 탱크 설계

Anode 회전형 모노 블록형 X-선 발생 장치의 가장 큰 핵심은 모노탱크 부분이라고 할 수 있다. 이는 모노 탱크 부분을 고압으로부터 절연거리를 확보하면서 최소화, 경량화 하는 점이 제품의 성능 및 기능을 높여 줄 수 있기 때문이다. 모노 블록형 X-선 탱크는 고주파 고전압 트랜스, 배전압 회로, 관전압, 관전류 검출 회로, 필라멘트 가열용 변압기 그리고 Anode 회전형 X-선관으로 구성되어지고^[6] 그림 4는 제작된 모노 블록형 X-선 탱크의 기구 내부 구조를 보여준다.

3. 실험결과

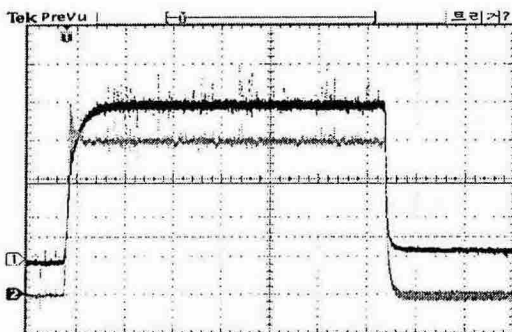


그림 5 X-선관전압(20kV/div), 관전류(30mA/div) 실험파형

Fig. 5 X-ray tube voltage (20kV/div), tube current(30mA.div) waveform

그림 5에서 그림 6은 관전압, 관전류의 설정치를 변동하였을 때의 실제 관전압 관전류 파형을 나타

내었다. X-선 관전압 kV와 X-선량에 영향을 주는 관전류 mA의 상승시간과 하강시간이 모두 양호하게 동작함을 보여주고 있다. 여기서 하강시간은 고전압 회로의 커패시터 용량에 의해 결정되어진다.

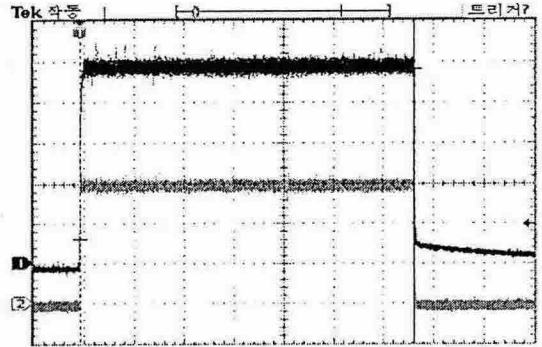


그림 6 X-선관전압(20kV/div), 관전류(30mA/div) 실험파형

Fig. 6 X-ray tube voltage (20kV/div), tube current(30mA.div) waveform

4. 결론

본 장비는 16kW 회전 Anode형 X-선 발생장치로써 그림 4에서 보는바와 같이 모노탱크의 크기를 줄일 수 있는 소형, 경량화를 위한 모노블록형 X-선 탱크에 관하여 기술하였다. 또한, 설계 제작된 시작품의 X-선 관전류와 관전압 파형을 실험을 통하여 나타내었다. 향후 연구과제로는 더욱 향상된 고주파 인버터 기술과 대용량 모노블록형 X-선 탱크 제작이라 할 수 있다.

참고 문헌

- [1] Izumi Ogura, and T. Aoyagi, "Analysis of the Basic Motion of the Resonance Type Inverter X-ray Generator by the Model circuit",
- [2] 김학성 외 3인, "진단 X-선용 40kW 고주파 고압 전원 시스템", 전력전자 학술대회 논문집, pp. 192~198, 2003.4.
- [3] Kelly J.P and Trout E.D, "Physical Characteristics of the Radiation from 2-Pulse, 12-Pulse, and 1,000-Pulse X-Ray Equipment", Radiology100, pp.653~661, 1971.
- [4] K.T. Compton et al.: Magnetic Circuit and Transformers, John-Wiley and sons, New-York, Chap. 18, 1943
- [5] Rs. A. McCurrie: Ferromagnetic Materials, Academic, London, Chap. 2, 1994.
- [6] Hino, H, Hatakeyama, T. and NakaokaM., "Resonant PWM Inverter Linked DC-DC Converter using parasitic Impedances of High Voltage Transformer and Its Applications to X-Ray Generator", PESC Record pp. 1212~1219, 1998