

진단용 X선 기기의 선질 분석

김태곤*, 김영표*, 천민우*, 박용필**

*동신대학교

Radiation Quality Analysis of Diagnostic X-ray Equipment

Tae-Gon Kim*, Young-Pyo Kim*, Min-Woo Cheon*, Yong-Pil Park**

*Dongshin University

E-mail : ykiki00@naver.com

요 약

환자의 진단에 유용하게 사용되고 있는 X선 장치는 X선을 인체에 조사할 때 나타나는 피폭이 큰 단점으로 지적되고 있으며 ICRP에서는 인체의 방사선 노출 허용량을 제한하고 있다. 이러한 피폭을 줄이기 위해 많은 연구 개발이 진행되고 있다. 본 연구에서는 X선의 발생 효율 증가 및 정밀한 출력 제어가 가능한 인버터 방식의 고전압 발생장치를 제작하였다. 또한 X선관에 인가되는 직류 고전압에 발생 가능한 리플을 최소화하기 위해 전파 정류방식을 적용하였으며, 이를 환자의 진단에 사용하기 위해 조사재현성 및 선질을 평가 하였다.

ABSTRACT

X-ray equipment used to diagnose a patient has a big defect of a patient's exposure to radiation caused in irradiating X-ray to the human body, ICRP restricts the permissible exposure dose of the human body. A number of studies has been proceeded to reduce these exposures. In this study the high voltage generator with inverter system, which is possible to increase the generation efficiency of X-ray and to control the precise output power was produced. Also, to minimize the ripple which is possible to occur in the direct voltage that is applied to X-ray tube the propagation rectification method was applied and the radiation reproducibility and properties were evaluated to use this for the diagnosis of patient.

키워드

X-ray, Generator, Ripple, Exposure dose

I. 서 론

X선의 발견 이후 물질의 분석, 두께 측정, 밀도 및 연대 측정 등의 산업 전반에 사용되고 있다[1] 특히 진단용 X선 기기는 인체 내부의 구조를 비 침습적인 방법으로 관측이 가능하여 많이 사용되고 있다. 이러한 X선 기기는 개발초기 단순한 메커니즘에 의해 손과 발등의 단순 촬영에만 사용되었으나 다양한 장치의 개발에 힘입어 혈관 및 유방 등 그 이용범위가 확대 되었다[2]. 기존의 진단 X선 기기에 사용된 고전압 발생장치는 변압기식이 사용되어 왔으나 관전압의 맥동률이 크고 X선의 발생효율이 낮은 단점을 가지고 있으며 이러한 문제를 해결하기 위해 고속의 스위칭 소자인 인버터를 사용하고 있다. 인버터를 이용한 고전압 발생장치는 입력 전압을 고주파화 함으로 고밀도 전력화, 빠른 동작 특성, 발생효율의 증가 및 정밀한 출력 제어가 가능하게 되었다. 본 연구

에서는 LC 공진형 인버터 방식을 적용하였으며 X선관에 인가되는 직류 고전압에 발생 가능한 리플을 최소화하기 위해 전파 정류 방식을 사용한 고전압 발생장치를 제작하였다. 제작된 고전압 발생장치를 이용하여 X선 조사 시스템을 구성하였으며 이를 바탕으로 조사 재현성 및 선질을 평가 하였다.

II. 본 론

X선의 발생에 사용되는 X선관은 열전자 방출 효과에 의해 전자를 방출시키기 위한 음극과 방출한 전자를 양극타겟에 충돌시켜 그 운동에너지를 X선으로 전환시키기 위한 양극으로 구성되어 있다. 이렇듯 발생된 전자를 양극타겟에 충돌시키기 위해서는 고전압의 발생이 필수적이며 본 연구에서는 고전압의 발생을 위해 LC 공진형 인버

터 방식을 사용하였다. 그림 1에 구성된 X선 조사 시스템의 구성을 나타냈다.

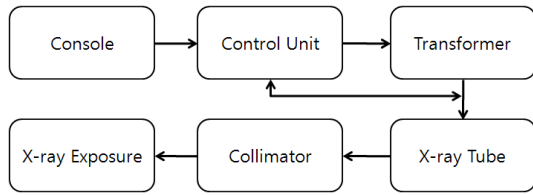


그림 1. X선 조사 시스템의 구성도

제작된 시스템은 동작에 대한 동작신호를 발생시키는 콘솔과 발생한 동작신호를 바탕으로 관전압, 관전류 등의 제어신호를 발생시키는 Control unit, 그리고 Control unit에서 발생한 제어신호와 전압을 바탕으로 1차와 2차 권선비에 의해 고전압을 발생시키는 트랜스포머로 구성된다. 본 연구에서는 관전압과 관전류의 제어에 PWM 방식을 적용하여 Control unit를 구성하였다. 제작된 Control unit에서는 펄스폭 제어를 통해 고전압 트랜스포머의 1차 측에 최대 약 320V의 직류 전압을 공급하며 권선비에 의해 최대 DC 150,000V 까지 승압된다. 승압된 교류 전압은 전파 정류회로를 거쳐 X선관에 사용되는 직류 고전압이 발생하게 되며 트랜스포머에서 발생한 직류 고전압은 X선관에 인가되어 실질적인 X선이 발생된다. 발생된 X선은 불필요한 피폭을 줄이기 위해 조사야 조절기구를 거쳐 인체에 조사된다.

III. 조사 재현성 평가

진단용 X선 기기는 동일한 조사조건으로 연속해서 X선을 조사할 때 항상 동일한 조사선량이 발생해야 한다. 본 연구에서는 제작된 고전압발생 장치의 성능을 확인하기 위해 관전압 80kV와 조사시간을 0.1s로 고정하고 관전류를 50mA에서 300mA까지 50mA단위로 시험점을 나누고 각각의 시험점에서 3회 반복조사를 통해 발생한 평균 선량과 변동계수(Coefficient Variation:CV)를 측정하여 표 1에 나타냈다.

표 1. 조사선량과 변동계수

조사조건: 80kV, 0.1s		
관전류(mA)	조사선량(mR)	변동계수(CV)
50mA	35	0.009
100mA	67.8	0.011
150mA	103.6	0.006
200mA	136.5	0.0004
250mA	169.6	0.003
300mA	199.2	0.007

IV. 선질 평가

반가층 시험은 고유여과 상태의 X선 평균선량을 100%로 하고 알루미늄 필터 각각의 두께에서 구한 평균선량의 비율(%)을 나타낸 것으로 알루미늄 당량(mmAl)로 나타낸다. 선질의 평가를 위해 조사재현성 평가와 동일한 시험점을 선택하였으며 알루미늄 필터를 1mm부터 4mm까지 1mm 단위로 제작하여 그 비율을 산출하였으며 그림 2에 결과를 나타냈다.

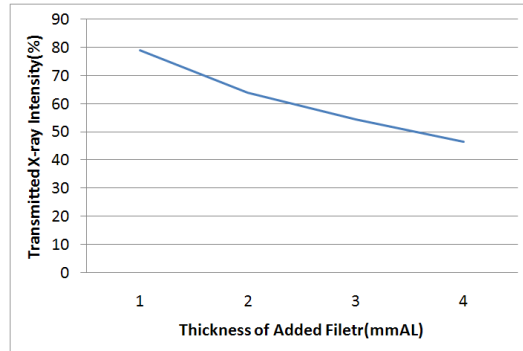


그림 2. 반가층 측정

V. 결 론

본 연구에서는 LC 공진형 인버터 방식을 사용한 고전압 발생장치를 이용하여 진단용 X선 기기를 구성하였으며, 의료사용을 위해 조사 재현성 및 선질을 분석하였다. 제작된 기기는 관전압과 관전류의 제어에 PWM 방식을 적용하였으며, 안정적인 직류 고전압의 발생을 위해 전파 정류형태를 사용하였다. 제작된 기기를 바탕으로 조사재현성을 평가한 결과 각각의 시험점에서 의료 적용에 기준이 되는 변동계수의 범위인 0.05CV 이하로 변동계수가 발생하는 것을 확인하였으며, X선의 균일한 조사가 가능한 것을 확인하였다. 선질의 평가 역시 조사 재현성 평가와 같은 시험점을 기준으로 반가층을 측정하였으며 선질의 경우 관전류의 변화에 따라서는 큰 차이를 보이지 않는 것을 확인하였다. 또한 반가층 실험의 성능평가 기준인 2.3mmAl에서 투과율 50%이상이어야 하나 제작된 기기는 3mmAl에서 약 54%의 투과율을 보여 투과율 역시 우수한 것을 확인하였다.

참고문헌

- [1] T. S. Cho, J. of KIEEME 2004 17: 223..
- [2] T. G. Kim, M, W, Cheon, Y, P, Park, J. of KIEEME 2010 23 ;534.