

# 맘모그래피용 X선 마이크로포커스 음극 집속관 설계와 특성 Characteristics and Design of X-ray Microfocus Cathode Tube for Mammography

박태영<sup>1\*</sup>, 박광준<sup>1,2</sup>, 장창실<sup>2</sup>, 박래준<sup>2</sup>, 이상석<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한방의료공학과, 보건과학대학, 상지대학교, 강원도 원주시 우산동 산 660번지

<sup>2</sup>주엑스엘, 강원도 원주시 태장동 1720-26번지 의료기기산업기술단지 4동 106호

본 연구에서는 Mo, W 타겟을 갖는 맘모그래피용 마이크로 포커스 X-관에 사용되는 집속관을 설계하였다. 표준화 고정양극 X-선관을 Fig. 1에 나타내었다. 성능과 해상도를 향상시키기 위해 OPERA-3D/ SCALA를 이용하여 전자빔 궤적을 시뮬레이션 하였다. OPERA-3D/SCALA SW 프로그램을 X-관에 적용하여 유한요소로 분할 표시한 집속관 모델링과 CAD를 이용한 형상설계 및 구체적인 좌표를 설정하였다.

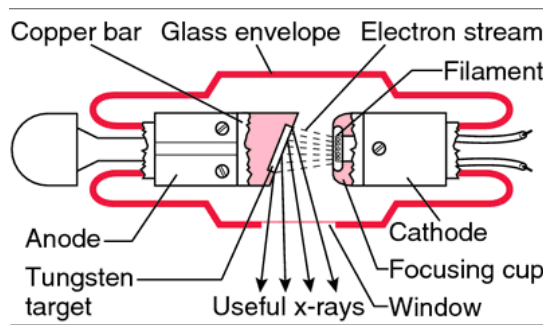


Fig. 1 Standard stationary anode x-ray tube; diagram in longitudinal section.

SW를 통한 유한요소로 분할하여 X03\_pre.comi 파일에서 변수화 모델로 전처리하고 후처리용 파일 X03\_post.comi에서 처리하여 궤적을 시뮬레이션하였다. 또한 (집속관: 텅스텐, -60KV) (필라멘트: 텅스텐, -60KV, Temp: 2000K, work function: 4.5eV ) (타겟: 몰리브덴, 60KV)로 고정된 조건과 각각 다른 집속관의 구조에 따른 전자빔의 분포와 타겟에서의 초점변화를 아래의 Fig. 2처럼 관찰하고 분석하였다.

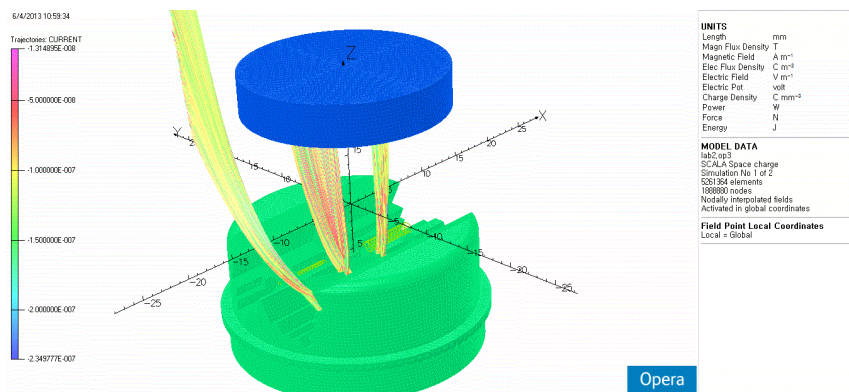
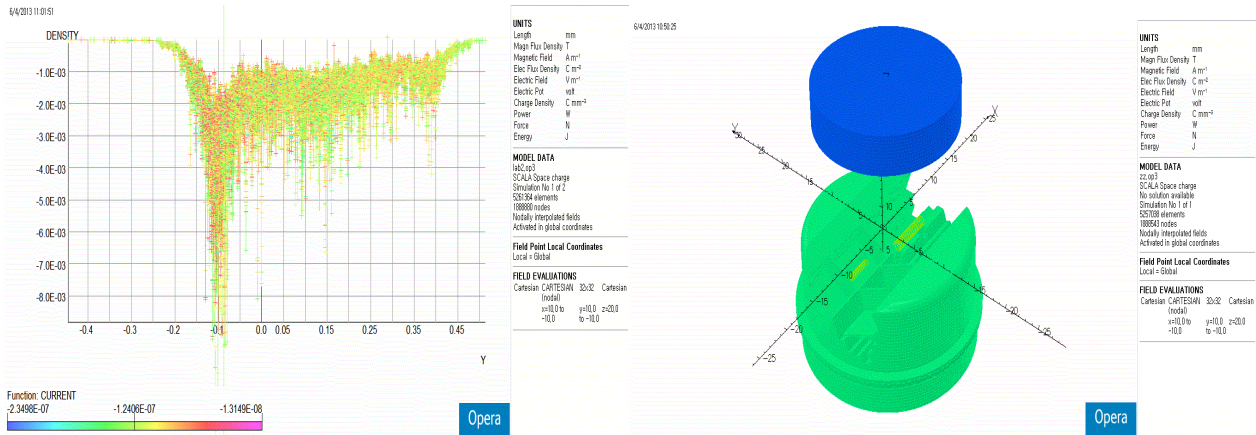
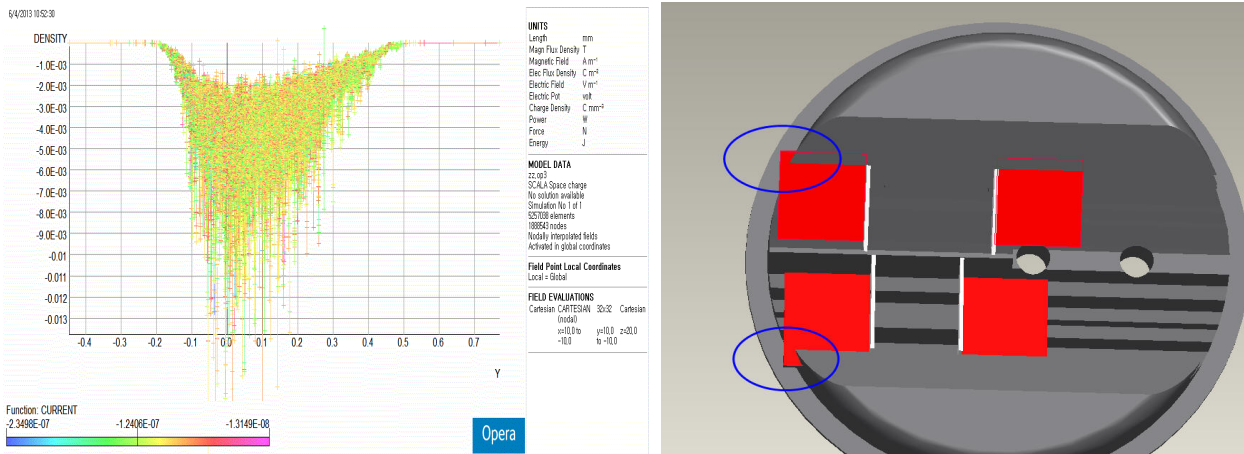


Fig. 2. OPERA-3D/SCALA SW 프로그램으로 시뮬레이션한 마이크로 집속관에서 방출하는 전자빔 궤적의 전체 모양 (위: Mo 타겟, 아래: W 음극)



**Fig. 3.** 필라멘트 인가 조건 40 kV, 2000 °F, 4.5 eV(W-일함수)에서 집속관 (초점폭 약 0.55 mm) 모델 A일 때 텅스텐 타겟에서의 전자밀도 분포(왼쪽 그림), 모델 A의 설계 형상(오른쪽 그림)



**Fig. 4.** 필라멘트 인가 조건 40 kV, 2000 °F, 4.5 eV(W-일함수)에서 집속관 (초점폭 약 0.4 mm) 모델 B일 때 텅스텐 타겟에서의 전자밀도 분포(왼쪽 그림), 약 0.15 mm의 초점의 폭 개선, 모델 B의 설계 형상(오른쪽 그림) (모델A에서 빨간 부분이 수정됨)

Fig. 3과 Fig. 4와 같이 시뮬레이션 후 전자빔의 형상과 이동경로 텅스텐 타겟에서의 전자밀도 그래프등을 활용하여 다양한 형태의 집속관을 제작, 텅스텐 타겟에서의 전자밀도 분포가 개선된 그래프의 형상을 얻을 수 있었다.

※ 본 연구는 2012년도 강원광역경제권 선도산업 R&D의 “마이크로포커스 회전양극엑스선관 개발(مام모그래피용 마이크로 포커스 회전양극 엑스선관 및 엑스선관 어셈블리 개발)” 과제에 대한 연구결과이다.