

X-ray Tube의 새로운 시대

필립스산업코리아(주) 의료기기사업부

함 태 인

기존의 x-ray tube는 ball bearing에 지지된 양극축과 양극, 그리고 반대편에 위치한 음극관을 유리로 밀폐하고 주위를 다시 casing하여 그 사이에 oil을 채워 넣어 관내에서 발생한 열을 흡수하는 방식이 일반적이었다. 그러나, 축 외부 지지관 밖에 양극축을 고속으로 회전시키기 위한 stator와 내부 양극과 음극에 인가된 고전압을 일반유리에 의존한 절연은 장시간 사용시 한계가 있으며, 또한 축을 회전시키기 위한 ball bearing은 기계적 마찰로 인한 열과 기계적 마모를 피할 수 없어 x-ray tube 고장의 약 40%를 차지한다.

아울러, 양극에서 발생한 열은 단지 복사에 의해 외부 oil에 전달되며, 나머지 열은 양극에 축적되며, 또한 유리의 열전도는 한계가 있어, 과부하 촬영시 쉽게 열용량 한계치에 도달하므로써 다시 일정시간 cooling을 해야하는 번거로움이 있다.

X선의 질도 고용량을 낼 수 없기 때문에 여과를 많이 할 수 없어 spectrum의 분포가 매우 넓어 사진의 화질에 도움이 되지 않으면서 피폭만 증가시키는 X선이 다량 포함되어 있다.

일반 x-ray tube는 매우 고속으로 회전하는 ball bearing의 기계적 마찰로 인한 소음은 동작자, 시술자 및 환자에게 거슬리는 잡음이며 기존의 ball bearing 방식은 기계적 한계상 매우 큰 양극을 들릴 수 없어, 더 많은 열복사를 할 수 있는 넓은 직경의 양극을 가질 수 없다.

여기서 상기의 문제점을 해결한 새로운 x-ray tube를 찾게 된다. 이와같은 새로운 x-ray tube는 다음 조건을 갖추어야 한다.

Ball bearing이 없이 고속으로 양극을 회전시켜야 하며, 양극축과 stator 사이의 재질은 매우 높은 내마모성과 절연성을 가져야 하며, 복사에 의한 주위 oil의 열전달보다 직접 양극을 cooling하며, 또한 기존의 복사도 최대한 이루어져야 하며, 역시 양극 열 축적 용량도 커야 하며, 영상의 선예도를 위하여 음극은 최대한 작아져야 하며, 열전도를 매우 효율적으로 할 수 있는 x-ray tube envelope가 현재의 유리에서 새로운 재질이 되어야 한다.

새로운 시대의 x-ray tube의 열개는 우선 ball bearing을 그림 1과 같이 축지지관내에 유체를 채워 놓고 축이 회전하면서 유체가 축과 축지지관사이에 유막을 형성하도록 하여 기계적 마찰없이 회전할 수 있도록 하였으며, 양극축과 stator 사이는 새로운 첨단 소재인 ceramic을 재질로 하여 절연성과 내마모성을 매우 향상시켰으며, 양극축을 따라 다음 그

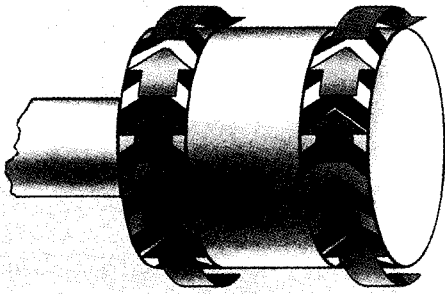
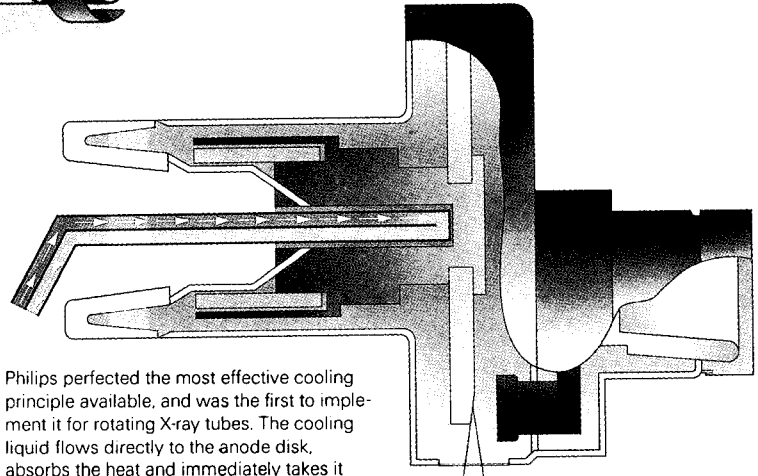


그림 1



Philips perfected the most effective cooling principle available, and was the first to implement it for rotating X-ray tubes. The cooling liquid flows directly to the anode disk, absorbs the heat and immediately takes it away.

그림 2

그림 2와 같이 oil을 순환시켜 양극과 양극축의 체열을 직접 냉각시키며, 양극의 크기도 그림 3과 같이 최대한 크게 하여 기존의 열 복사와 열 축적 용량을 훨씬 더 증가시킨다.

아울러, 음극의 초점은 최소화(기준 0.5/0.8 mm 이하)시켜 선예도를 증가시켰으며, x-ray tube insert는 그림 4와 같이 일체가 metal로 봉하여져 훨씬 더 높은 열전달율을 갖도록 하였다.

전체의 열개는 그림 5와 같다.

결론적으로, 그림 6과 같이 기계적 마찰이 없으면서 기존보다 약 300 % 증가한 효율적인 열관리를 하므로써 아무도 예상할 수 없는 x-ray tube의 갑작스러운 단락으로 인한 당혹스러움을 피할 수 있으며, 기계적 소음이 없는 조용하고 집중할 수 있는 진단환경을 제공하며, 높은 여과를 통해 경질의 X선으로 고화질의 영상을 얻을 수 있어 신속 용이하면서 정확한 진단을 가능케 한다.

유체 베어링 엑스선관/조사야 조절장치
(MRC(GS) 0508-ROT 1001/9804 602 83XXI)

엑스선 관구(MRC 0508)

- 최대 전위차, 접지대항 6-12 펄스 또는 직류시 : 150 kV

- 양극 물질 : 텅그스텐 · 몰리브디늄 합금의 두꺼운 흑색의 복합양극
- 초점의 아노드상의 위치 : 표면상의 이중처리
- 평상 아노드상에 부가되는 양극투입력 : 0.5/0.8
- 250W 아노드 용량과 증가한 열량 : 35 KW/90 KW
- 750W 아노드 용량과 증가한 열량 : 500 W(350 W)/500 W(500 W)
- 아노드의 장시간 부가 열량 : 500 W(350 W)/500 W(500 W)
- 효과적인 양극열 용량 : 2.4 MHU=1.8 MJ
- 최대양극냉각율 : 15000 HU/s=11 KW
- 양극 지름 : 200 mm
- 양극 각도 : 9 deg.
- 힐 효과(heel effect) : 20 cm
- 기하학적 조사 범위 :
 - SID 70 cm에서 : 28 cm
 - SID 100 cm에서 :
- MRC 로터 콘트를 사용시 가속 시간 : 0초
(첫번가속은 장비의 가동후 45초 이내)

엑스선 관구 외장(ROT 1001)

- 추가 냉각없는 지속적인 열 방사량 : 불가함
- 냉각 유니트시 지속적인 열방사량 : 3.5KW
- 관구외장 최대 온도 : 85도



그림 3

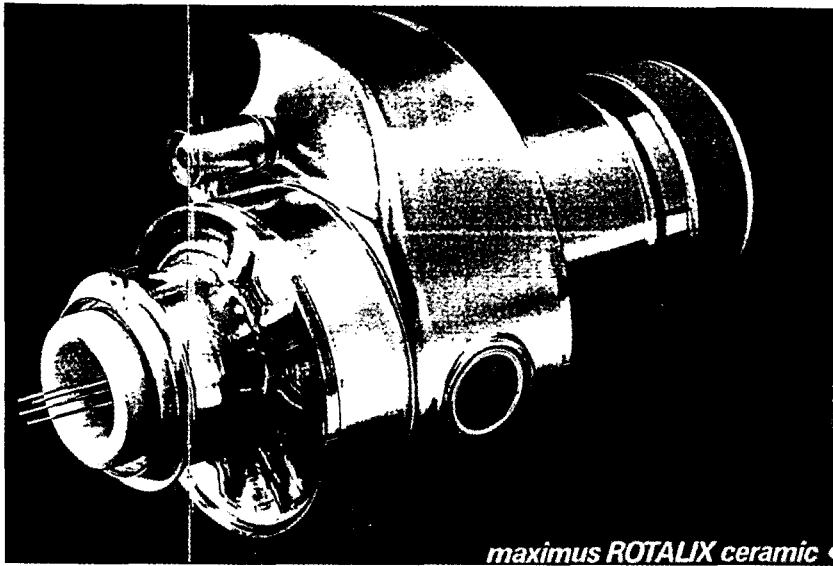


그림 4

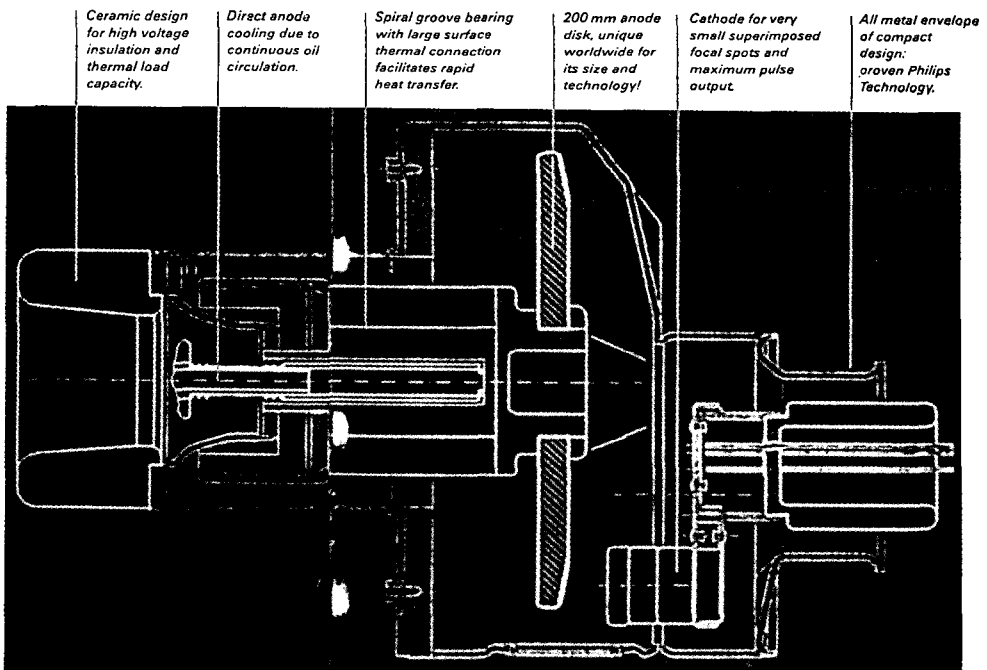


그림 5

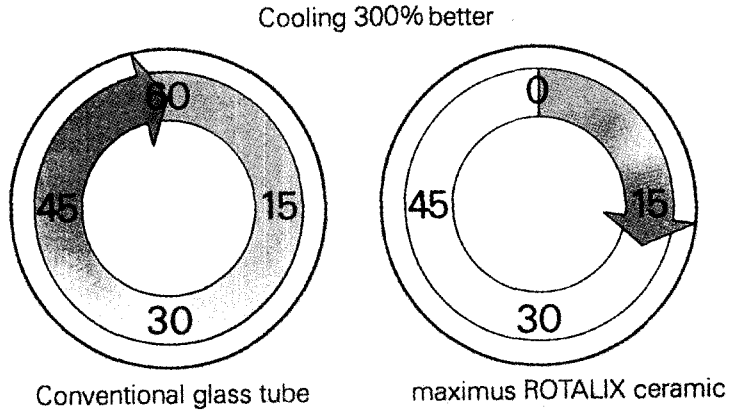


그림 6

관구개요도 및 치수

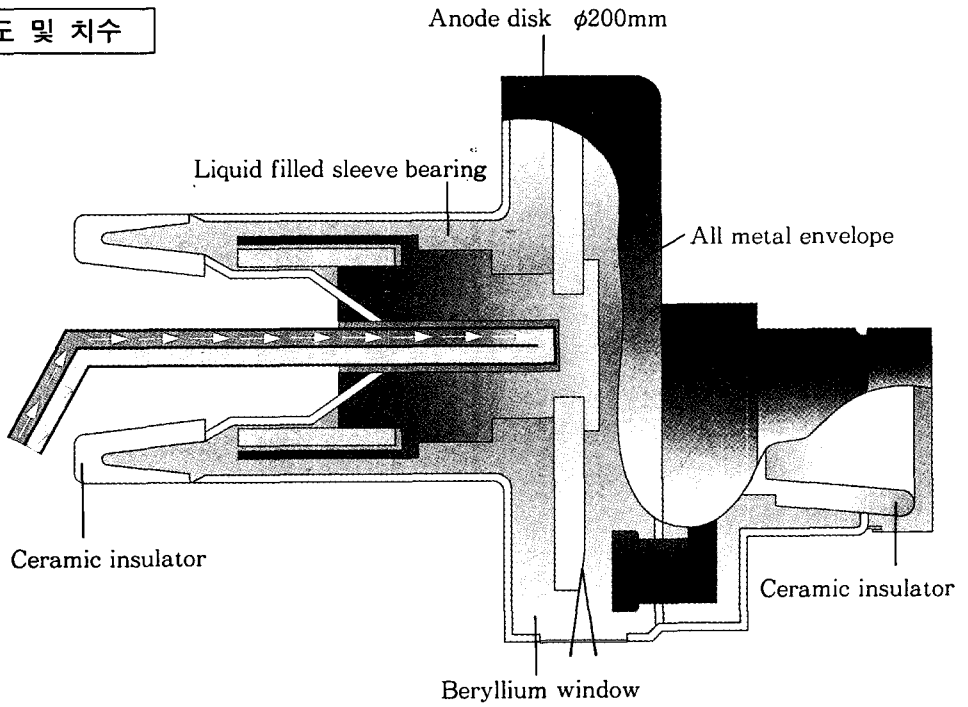


그림 7. MRC 0508 Tube의 계통도