

개방형 자기공명영상시스템을 위한 평면형 경사자계코일

이 수열, 박 부식, 이 정한*, 이 완*

건국대학교 의과대학 의학공학과, 삼성종합기술원 의료기기실*

목 적: 중재의학적인 응용과 환자의 편의성 증대를 위한 개방형 자기공명영상시스템의 개발이 가속화되고 있다. 대부분의 개방형 자기공명영상시스템의 주자석으로 영구자석이 쓰이고 있는데 이 주자석에 적합한 평면형 경사자계코일을 설계하였다. 평면형 경사자계코일의 선형성을 증대하고 고속 촬영을 위해 경사자계코일의 인덕턴스를 효과적으로 줄일 수 있는 설계 방법을 탐구하였다.

대상 및 방법: 경사자계코일의 고속 구동을 위해서는 경사자계코일의 인덕턴스가 작아야 한다. 경사자계코일의 인덕턴스를 최소화하기 위하여 원하는 경사자계를 형성하는 전류밀도함수를 공간주파수 영역에서 구하는 방법이 많이 쓰이고 있다. 이 방법에 의해 설계된 경사자계코일의 권선 모양은 마치 지문처럼 공간적으로 분산되어 있어 이 경사자계코일을 지문형 경사자계코일이라 부르고 있다. 이 지문형 경사자계코일은 권선이 한 곳으로 집중된 일반 경사자계코일에 비해 인덕턴스가 상대적으로 작은 잇점이 있으나 설계 과정이 인덕턴스를 최소화하는데 치중하기 때문에 경사자계의 선형성이 열악하다는 문제가 있다. 공간주파수 축을 스케일링 함에 따라 권선의 배치가 외곽으로 향하게 할 수 있어 경사자계의 선형성을 높일 수 있게 된다.

결 과: 제안한 방법으로 두 평면 사이의 거리가 50cm, 각 평면의 크기가 직경 1m 원인 평면형 경사자계코일을 설계하였다. 3m*3m 크기의 사각형 평면에서 인덕턴스를 최소화하는 연속 분포 전류밀도함수를 구한 뒤 이를 유한한 개수의 권선으로 근사화시켰다. 직경 1m 원 밖으로 나간 권선을 직경 1m 원주 위로 이동시켜 경사자계코일의 권선 모양을 완성하였다. 이렇게 구한 곡선형 권선을 3,000-5,000개의 작은 선분으로 분할한 뒤 Bio-Savart법칙을 적용하여 경사자계의 선형성을 조사하였다. 경사자계의 선형성은 인체의 몸통과 비슷한 장축 40cm, 단축 30cm, 그리고 길이 30cm인 타원통 내에서 조사하였다. 그리고 설계한 경사자계코일의 1/4 크기인 모형을 제작하여 인덕턴스를 측정하였다. 실험 결과 주자계와 수직인 방향의 경사자계코일은 공간주파수를 0.5배 정도 스케일링한 것이, 그리고 주자계와 평행인 방향의 경사자계코일은 공간주파수를 0.7배 정도 스케일링한 것이 원래의 지문형 경사자계코일보다 성능이 우수함을 알 수 있었다.

결 론: 개방형 자기공명영상시스템에서 사용되는 지문형 경사자계코일의 선형성을 크게 향상시킬 수 있는 방법을 제안하였다. 인덕턴스를 최소화하는 과정으로 설계된 전류밀도함수의 공간주파수 축을 스케일링 해 권선 모양을 구함으로써 인덕턴스의 큰 증가 없이 경사자계의 선형성을 크게 향상시킬 수 있었다. 본 논문에서 제안한 방법은 원통형 경사자계코일의 설계에도 응용할 수 있을 것이다.