

Dynamic Full Wave Equation을 이용한 RF Coil의 자기장 분포 해석 프로그램을 이용한 3T RF Coil의 성능 비교

김종훈¹, 박준서¹, 고선화², 이종오¹, 박부식³, 정관진³, 김정호¹

한국과학기술원 전기및전자공학과¹, 이화여자대학교 전자공학과², (주)메디슨 MRI사업부³

목적: RF Coil의 구조(직경, 높이, Rod의 형상 등) 변화에 따라 RF Coil의 H-Field Uniformity는 변화하게 된다. 그 변화를 알아내기 위하여 직접 RF Coil을 제작하고, 얻어진 영상을 통하여 Uniformity를 측정하는 방법은 비용과 시간이 많이 필요하므로 설계 단계에서 추천할 만한 방법이 아니다. 그러므로 컴퓨터를 이용한 Simulation을 통하여 Uniformity를 예측해야 한다. 그러나, 상용의 Simulator(FEM, MoM, FDTD 등)를 이용하는 방법은 계산 시간이 길고, 사용법이 복잡하므로 많이 이용되고 있지 못한 실정이다. 이에 우리는 RF Coil 설계 공학자(Design Engineer)가 최적의 RF Coil을 설계할 수 있도록, 좀 더 빠르고, 좀 더 정확하게 RF Coil의 H-Field Uniformity를 예측하기 위한 해석 Program을 필요로 하게 되었다. 그리하여, Dynamic Full Wave Equation을 이용한 RF Coil의 자기장 분포 해석 프로그램을 개발하고자 하였다. 특히 Spiral Head Coil의 구조 변화에 의한 자기장 분포 변화를 예측하고, Birdcage Coil과의 성능 비교를 하고자 하였다.

대상 및 방법: Dynamic Full Wave Equation을 이용한 프로그램은 임의의 구조를 가지는 RF Coil의 자기장 분포를 해석하기 위함이다. 이를 위하여 가장 먼저, 전자기 이론을 이용하여 미소 길이의 도선에 흐르는 전류에 의한 3차원 전자기장 분포를 위한 Dynamic Full Wave Equation을 구한다. 그리고 RF Coil의 모든 도선(Rod, End-ring 등)을 미소 길이의 도선으로 나누고, 각각의 미소 도선에 의한 자기장을 벡터 적으로 합성하여 전체 자기장의 세기를 구한다. 계산 시간을 단축시키기 위하여 Matrix 이론을 사용하였다. 해석 프로그램은 MATLAB을 사용하여 개발하였다.

결과: Dynamic Full Wave Equation을 이용하여, 임의 형태의 RF Coil 및 Spiral Head Coil을 위한 자기장 분포 해석 프로그램을 MATLAB을 사용하여 개발하였다. 해석 시간은 보통 약 2분 이내이다. FDTD를 이용한 해석 결과와 비교하여 본 해석 프로그램의 성능을 확인하였다. 그리고 Simulation을 통하여 Spiral Coil과 Birdcage Coil의 성능을 비교하였다. 본 해석 프로그램은 Spiral Head Coil의 분석 및 설계에 유용하게 사용되었으며, 임의의 구조를 갖는 RF Coil의 설계에 유용하게 사용되고 있다.

결론: Dynamic Full Wave Equation을 이용한 프로그램은 MATLAB을 이용하여 개발되었고, 임의의 RF Coil의 자기장 분포를 짧은 시간에 해석하여 준다. 본 프로그램을 이용하여 Spiral Coil과 Birdcage Coil의 성능을 비교하였다. 그러므로 설계자가 RF Coil을 설계하고자 할 때에는, 본 해석 프로그램을 이용하여 설계하고, FDTD 방법을 이용하여 검증한 후, 실제 제작을 통하여 확인하는 것이 가장 효율적인 설계 방법이라고 할 것이다.

***감사의 글(Acknowledgement):** 본 연구는 산업자원부 중기거점기술 개발사업(B31-973-3302-01-1-4)으로 (주)메디슨과 산학 연구로 수행되었음.