

## 비선형 플라즈마 평판에서 발생하는 산란파의 FDTD 해석

임영준<sup>o</sup>, 서봉균, 남상욱  
 서울대학교 전기정보공학부 뉴미디어통신공동연구소  
 yjlim@ael.snu.ac.kr

### 1. 서론

유한차분 시간영역(FDTD) 방법은 선형 분산 특성을 갖는 Drude 모델의 cold plasma 뿐만 아니라 비선형 플라즈마에 대한 해석에도 이용될 수 있다.

본 논문에서는 비선형 플라즈마 평판에서 발생하는 평면파의 산란 현상을 FDTD 방법을 이용하여 시뮬레이션 하였다. 플라즈마 평판을 사이에 두고 양쪽에서 입사하는 평면파가 서로 다른 주파수를 가질 때 일정 조건을 만족하면 플라즈마 매질의 비선형 특성에 의한 산란파는 두 개의 입사파의 주파수 차이에 해당하는 주파수를 가짐을 보였다.

### 2. 본론

FDTD 모의실험을 위한 시뮬레이션 상황은 그림 1과 같다. 플라즈마 평판은  $xy$ -평면에 평행하며 무한한 평판의 시뮬레이션을 위해  $x$  방향으로는 주기구조 경계조건(PBC)을 설정하였다. 플라즈마의 두께는 1 m로 설정하였으며  $z=0$ 에서부터  $z=z_{veh}$ 까지 선형적으로 증가하는 전자 농도를 갖는다. 평면파는 Total-field/Scattered-field (TF/SF) 방법을 이용하여 플라즈마 평판의 바깥쪽에서 플라즈마 평판을 바라보고 서로 마주보도록 입사시켰다. 이 때 각 평면파의 주파수는 2 GHz, 10 GHz이며  $TE_y$  편파를 갖는다. 산란파 중 비선형 특성에 의해 산란된 성분을 추출하여 푸리에 변환 한 결과 그림 2와 같이 두 평면파의 주파수 차인 8 GHz의 평면파가 확인되었다.

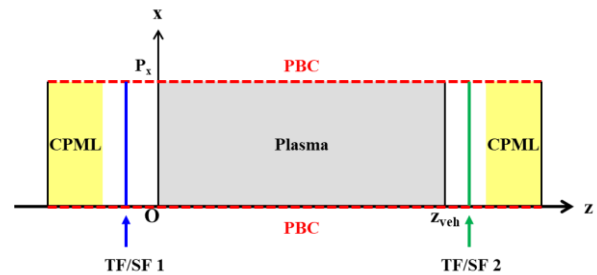


그림 1. 비선형 플라즈마 평판에서의 산란 시뮬레이션을 위한 FDTD 환경

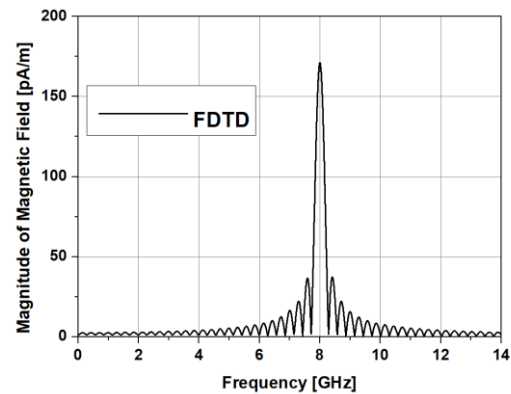


그림 2. 산란파의 자기장에 대한 주파수 영역 크기 응답

### 3. 결론

Maxwell 방정식과 전자의 운동방정식, 전하 보존법칙을 FDTD 방법으로 풀어 플라즈마의 비선형 산란 특성을 시뮬레이션 하였다. 해석 결과는 기존에 알려진 이론과 일치한다.

#### Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [2016-0-00130, RF 설계 및 EM 해석을 위한 클라우드 기반 SW 플랫폼 개발]