

일반좌표계에서의 PLASMA 방정식 SOLVER 연구

박 원 택
삼성종합기술원 슈퍼컴응용실

지금까지 발표된 Plasma 방정식의 Solver는 주로 원통좌표계 혹은 Cartesian 좌표계와 같은 직교좌표계에서 개발되어왔는데 반도체장비의 설계 및 공정에서는 적용장비의 기하학적 모양을 고려하기 힘들기 때문에 전자장을 비롯한 각종 물성치들을 정확히 구하기가 어려웠다. 본연구에서는 비직교일반좌표에서의 전자 및 이온의 연속방정식의 Solver를 개발하여 이의 난점을 해결하고자하였다. 결과로써 포스트프로세스를 제외한 일반사용자를 위한 code를 개발하였다.

1. 서론

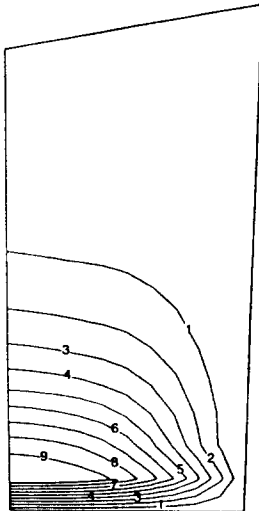
지배방정식은 전자, +이온, -이온의 연속방정식, 관성항이 무시된 운동방정식과 전장을 구하기 위하여 Poisson 방정식, 전자의 온도를 구하기 위하여 전자의 에너지 방정식을 채택하였다. Diffusion coefficient, Mobility, Thermal conductivity 등은 온도에 의거하여 계산되어 사용되었다. 채용된 좌표는 축대칭을 포함한 비직교일반좌표계를 채택하였으며 FDM을 사용하였다. Structured Grid 상에서 엇갈림 격자계를 사용하였고 언어는 C 를 사용하였다.

2. 정식화 및 계산예

사용된 방정식은 다음과 같다.

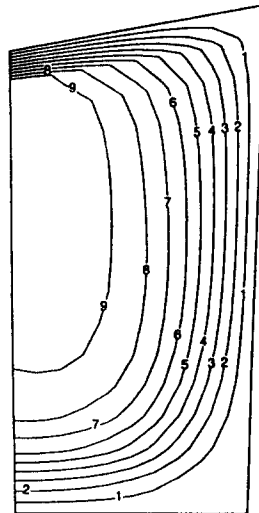
$$\begin{aligned} \frac{\partial n_k}{\partial t} + \nabla \cdot (n_k v_k) &= Source + Sink \\ n_k v_k &= m_k n_k E - D_k \nabla n_k \\ \nabla^2 V &= \frac{\rho}{\epsilon} \\ \frac{\partial}{\partial t} (\frac{1}{2} n_e T_e) + \nabla \cdot (\frac{1}{2} T_e n_e v_e) &= \nabla \cdot (k \nabla T_e) - e n_e v_e \cdot E + S \end{aligned}$$

위의 식들을 일반좌표계로 전개하여 해를 구하였다. 그림 1 과 그림 2 는 계산예이다.



Level	$n_e (/m^3)$
9	4.670E16
8	4.151E16
7	3.632E16
6	3.113E16
5	2.594E16
4	2.075E16
3	1.556E16
2	1.037E16
1	5.189E15

그림 1 전자밀도 분포



Level	$n_p (/m^3)$
9	2.547E19
8	2.264E19
7	1.981E19
6	1.698E19
5	1.415E19
4	1.132E19
3	8.490E18
2	5.660E18
1	2.830E18

그림 2 +이온밀도 분포