UDC 533.951.2

開発研究
ノート
55-A3

二電子温度プラズマにおける電子波の減衰と励起効率

正員 池 沢 俊治郎 (中部工大)
非会員 岡 島 茂 樹 (中部工大)

学生員 小 栗 藤 子 (中部工大)
非会員 中 村 良 治 (東京大)

電子の分布関数が二つのマクスウェル分布であるプラズマ中の電子波の分散式と励起効率を計算した。高温部の電子数あるいはその電子温度が増すと電子波の主モードの減衰が増し、ついには新しい高減衰のモードに分岐する。その際に励起効率が最大になることを見いだした。

基本式は二つのマクスウェル分布からなる分布関数の式とマクスウェルの式およびボルツマン方程式である⁽¹⁾。仮定として、一様・均一で、無衝突プラズマとし、線形次元伝搬で双極子励起を考え、フーリエ・ラプラス変換法を用いると、規格化された分散式および励起効率は次式となる⁽¹⁾。

$$\left(\frac{k v_1}{\omega}\right)^2 \left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^2 (1+\delta) = Z'\left(\frac{\omega}{k v_1}\right) + \frac{\delta}{\beta} Z'\left(\frac{\omega}{k v_1 \sqrt{\beta}}\right) \quad (1)$$

$$\left| \frac{E(\omega, 0)/V_{ex}(\omega)}{\lambda_{D1}} \right| = \left| \frac{-2i(\omega/\omega_p)^3 (1+\delta)^{3/2}}{2\left(\frac{\omega}{k v_1}\right)^3 \left\{ Z''\left(\frac{\omega}{k v_1}\right) + \frac{\delta}{\beta} Z''\left(\frac{\omega}{k v_1 \sqrt{\beta}}\right) \right\}} \right| \quad (2)$$

$$\delta = n_2/n_1, \beta = T_2/T_1$$

ただし、(2)式を導くにあたり留数の定理を用いた。(1)式と(2)式で k, ω, i, Z', Z'' は伝搬定数、角周波数、虚数単位、プラズマ分散関数の一次微分および三次微分であり、 δ は高温部と低温部の電子密度比、 β はその温度比、電子プラズマ周波数を $\omega_p = (\omega_{p1}^2 + \omega_{p2}^2)^{1/2}$ 、熱速度を $v_1 = (2KT_1/m)^{1/2}$ 、デバイ長を $\lambda_{D1} = v_1/\sqrt{2}\omega_{p1}$ 、外部高周波印加電圧を $V_{ex}(\omega)$ および双極子励起面での電子波電界を $E(\omega, 0)$ とした。

(1)式と(2)式を $\beta > 1, \delta \ll 1$ で ω/ω_p を媒介変数にして計算した。第1図は $\beta = 6$ 一定で δ は $0 \sim 0.1$ で変化させた場合で、第2図は $\delta = 0.1$ 一定で β は $1 \sim 4.3$ で変化させた場合である。格子じまの濃淡は励起効率の高低を示し、各領域で励起効率の大きさは濃から淡へ移るに従い 500 以上、500~300、300~200 および 200~100 である。第1図より、 δ が増すと主モード (Bohm Gross モード) の減衰が増し、 $0.03 \leq \delta \leq$

($\beta = 6$ 一定で、媒介変数は δ と ω/ω_p)

第1図 k 平面での根の軌跡と励起効率の大きさの領域

Fig. 1. Loci of the roots in k plane and region of the magnitude of excitation coefficient.

($\delta = 0.1$ 一定で、媒介変数は β と ω/ω_p)

第2図 k 平面での根の軌跡と励起効率の大きさの領域

Fig. 2. Loci of the roots in k plane and region of the magnitude of excitation coefficient.

0.04 で新しい高減衰のモードに分岐し、その分岐近辺で励起効率の大きさは最大である⁽²⁾。同様に、第2図より、 β が増すと主モードの減衰が増し、 $3.3 \leq \beta \leq 3.4$ で新しい高減衰のモードが分岐し⁽¹⁾、その際励起効率が最大である。

分岐の際、第1図では三次と四次の高次モード、第2図では三次モードが関与し、 δ が大なら β が小で、 δ が小なら β が大の値で分岐する。Fried 氏⁽³⁾はイオン波の研究で同様な結果を得ている。

(昭和54年11月22日受付)

文 献

- (1) S. Ikezawa & Y. Nakamura: *J. Phys. Soc. Japan*, **46**, 1677 (1979)
- (2) J. G. Trotignon & M. R. Feix: *J. Plasma Phys.*, **17**, 13, (1977)
- (3) B. D. Fried, et al.: *Phys. Fluids*, **14**, 2388 (1971)

Damping and Excitation Coefficient of Electron wave in a Two-Temperature Plasma. By Shunjiro Ikezawa, Member, Shigeki Okajima, Non-member, Fujiko Oguri, Student (Chubu Institute of Technology) & Yoshiharu Nakamura, Non-member (Institute of Space and Aeronautical Science, University of Tokyo).

池沢俊治郎: 正員, 中部工業大学電子工学科
岡島茂樹: 非会員, 中部工業大学自然系
小栗藤子: 学生員, 中部工業大学電子工学科
中村良治: 非会員, 東京大学宇宙航空研究所