*

ファラデー効果を用いた電子密度測定の可能性

金沢秀夫・大村能弘（東大教養）^{**}
（1963年3月11日受理）

Abstract

The possibility of determining the electron density using the Faraday effect is discussed. The regions in the density-frequency diagram which may be used for the experimental determination of the electron density are restricted by the following two conditions; (1) Dielectric constant of the system in the magnetic field to be positive.

(2) The rotation angle is large enough to be measured.

The possible regions are shown in graphs as the function of the electron density and the magnetic field for several frequencies.

* Faraday Effect in High Temperature
Plasma — Determination of the Electron
Density —

** Hideo KANAZAWA, Yoshihiro OMURA College of General
Education, University of Tokyo

I 磁場(B)下のプラズマの電子密度(n)をファラデー効果を用いて測定する可能性について述べる。電子密度の測定できる領域は、(1)入射偏光がプラズマを通過するための条件。
(2)回転角(α)の実験的検証できる精度、の2つで定まる。分散式を、 $\omega > \omega_{ce}$, $\omega < \omega_{ce}$ の2つの領域にわけ、 $\alpha = 10^{-3}$ ラジアン、プラズマの長さ(L) 10cmとして測定可能な領域を表わす $\log n - \log B$ 図が示してある。 $\omega = \omega_{ce}$ の近傍では、もっと詳しい計算が必要だが、可能性についての大体の様子を知ることができる。

II 磁場下のプラズマを通過する直線偏光の回転角 α は

$$\alpha = \frac{\omega L}{2C} (N_- - N_+)$$

但し、 ω :光の角振動数

L:プラズマの長さ

N_- , N_+ :左まわり(-), 右まわり(+), 屈折率

C:光速

磁場下のプラズマの屈折率は、⁽¹⁾

$$N^2 = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \frac{1}{1 + \omega_{ce}/\omega}$$

$$1st \text{ branch} \quad \omega > \omega_{ce} \quad (1)$$

$$N^2 > 0 : \omega > \omega_p \quad (2)$$

$$N_- - N_+ \sim - \frac{\omega_p^2 \cdot \omega_{ce}}{\omega^3}$$

$$\therefore |\alpha| = \frac{\omega L}{2C} \frac{\omega_p^2 \omega_{ce}}{\omega^3} = 0.8 \times 10^5 \frac{n L B}{\omega^2}$$

フアラデー効果を用いた電子密度測定の可能性

$$\alpha > 10^{-3} \text{ ラジアンに対して}$$

$$0.8 \times 10^5 \frac{n L B}{\omega^2} > 10^{-3} \quad (3)$$

$$2nd \text{ branch} \quad \omega < \omega_{ce} \quad (4)$$

$$N^2 > 0; \quad \omega > \frac{\omega^2 p}{\omega_{ce}} \quad (5)$$

$$N_- - N_+ \sim \frac{\omega^2 p}{\omega \omega_{ce}}$$

$$\therefore |\alpha| = \frac{\omega L}{2 C} \frac{\omega^2 p}{\omega \omega_{ce}} = 3.02 \times 10^{-9} \frac{n L}{B}$$

$$|\alpha| > 10^{-3} \text{ ラジアンに対して}$$

$$3.02 \times 10^{-9} \frac{n L}{B} > 10^{-3} \quad (6)$$

以上の(1)~(6)式のきめる領域が、前にのべた2つの条件を満足する。 $L = 10 \text{ cm}$ として
 $\omega = 1.9 \times 10^{11} / \text{sec}$ (1 cm波)から10倍づつ $\omega = 1.9 \times 10^{15} / \text{sec}$ (1 万Å波)
 迄を, $\log n - \log B$ 図に示した。例えば, B が数KG, $n = 10^{11} / \text{cm}^3$ 位では, 導波管
 を用いて測定できると思われる。その際, 吸収を防ぐために, プラズマ中に直接導波管を入れる
 ことが望ましいだろう。

佐々木さん, 松平さんをはじめ, 本教室プラズマグループの人達に感謝する。

参 考 文 献

- 1) L. Spitzer : Physics of fully ionized gas. p 53. (1956)

Fig 1 $\omega = 1.9 \times 10^{11} / \text{sec}$

フアラデー効果を用いた電子密度測定の可能性

Fig 2. $\omega = 1.9 \times 10^{12}/\text{sec}$

Fig 3. $\omega = 1.9 \times 10^{13}/\text{sec}$

ファラデー効果を用いた電子密度測定の可能性

Fig 4. $\omega = 1.9 \times 10^{14}$ /sec

Fig 5. $\omega = 1.9 \times 10^5/\text{sec}$