

周期的コルゲートによるミリ波帯ブロッホ波に関する研究 Bloch Wave on Periodical Corrugation in Millimeter Wave Region

小椋一夫¹, 小島惇平¹, 小島彬彦¹, 馬郡匠汰¹, 山家清之¹

久保伸², 下妻隆², 小林策治², 岡田光司²

OGURA Kazuo¹, KOJIMA Jyunpei¹, KOJIMA Akihiko¹, MAGORI Shouta¹, YAMBE Kiyoyuki¹
KUBO Shin², Shimozuma Takashi², KOBAYASHI Sakuji², OKADA Kohji²

¹新潟大学, ²核融合科学研究所

¹Niigata Univ, ²NIFS

金属の表面波には、周期構造によるブロッホ波と金属プラズマによる表面プラズモンがある。ブロッホ波は遅波であり周期構造により分散特性を制御することができる。本研究では、円筒表面の矩形コルゲートによりブロッホ波を形成する。数値解析、コールドテストおよび円環状電子ビーム励起によるブロッホ波に関する研究について報告する。

円筒表面の周期的コルゲートを Fig. 1(a)に示す。その振幅、幅と周期はそれぞれ h, d と z_0 である。平均半径は外側が R_{out} 、内側が R_{in} である。コルゲート波数は $k_0 = 2\pi/z_0$ で定義される。アップercットオフ周波数が 25GHz と 170GHz のブロッホ波を形成する K バンドと G バンドのコルゲートパラメータを Table 1 に示す。Fig. 1(b) は G バンドコルゲートの分散特性であり、波数空間において周期 k_0 の周期性を有する。内側のコルゲートにより円柱表面波 (CSW) が形成され、外側のコルゲートにより周期的 TM モードが形成されている。遅波領域の CSW と TM_{01} が表面波つまりブロッホ波となる。コルゲート表面に張り付いたエバネッセント波である。速波領域にある $TM_{02}, TM_{03}, TM_{04} \dots$ は、導波管高次モードに対応する。

Table 1 のパラメータを有するコルゲートを製作し、K バンドにおいてはネットワークアナライザを用いた低パワー実験により、円柱ブロッホ波の励起実験を行った。ブロッホ波は、円柱コルゲートの両端で反射し、共振モードを形成する。この共振モードを測定することで分散特性を実験的に評価した。さらに、大電力電子ビームにより、G バンドのブロッホ波の励起実験を行い、周波数評価を行った。

製作した矩形コルゲートをマイクロスコブで拡大し、設計値との比較を行った。機械加

工での精度としては、数 $10 \mu\text{m}$ が現実的である。この影響は数 $100 \mu\text{m}$ の構造が要求される G バンドにおいて大きく、アップercットオフ周波数で数 10GHz の差となる。製作されたコルゲートを定量的に評価し、それに合わせた分散特性を求めていくことも必要となる。今後、ブロッホ波の分散特性と伝搬特性の評価を進めていき、さらなる高周波数化における問題点を検討していく。

Table 1 Parameters of rectangular corrugations

	h [mm]	z_0 [mm]	d [mm]
K-band corrugation	1.10	3.00	1.50
G-band corrugation	0.15	0.50	0.30

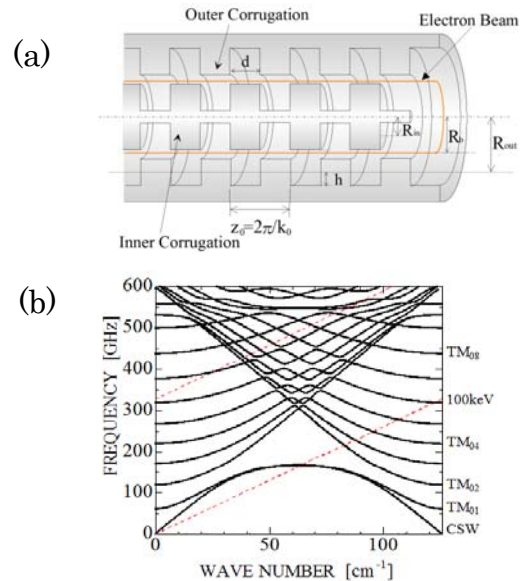


Fig.1 (a) Periodically corrugated cylindrical waveguide and (b) dispersion curves of G-band corrugations. with $R_{in} = 12.6 \text{ mm}$ and $R_{out} = 15.0 \text{ mm}$. In (b), dotted lines are 100 keV beam lines.