

ウッズアノマリーとは異なる新しいアノマリー

New anomaly different from Wood's anomalies

東大理物

北中宏明, 湯本潤司

Department of Physics, The University of Tokyo.

H. Kitanaka, J. Yumoto

e-mail: kitanaka@gono.phys.s.u-tokyo.ac.jp

2009年に、ウッズアノマリーとは異なる新しいアノマリーが報告された[1]。このアノマリーは異常透過共鳴付近に存在し、ウッズアノマリーとは異なる波長で観測された。しかし、このアノマリーがなぜ生じるのかについてはまだ十分に解明されていない。そこで、本研究ではこのアノマリーを説明するために、回折理論を表面波に適用し、アノマリーの発生条件を導き出した。また、その条件を FDTD 計算で確認した。なお、ここでは、図1のような正方形周期で正方形の開口を持った金属ホールアレイを取り扱う。

本研究の理論は、金属ホールアレイ上の双方向の表面波が干渉した波の素元波がホイヘンスの原理に基づいて開口によって回折される理論である。その理論計算をキルヒホッフの積分表示から行くと、開口上での回折された干渉波は次式のように状態を変える。

$$Ae^{ik_x x} + Be^{-ik_x x} \rightarrow \tau \sin(k_x d + \delta d) \quad (1)$$

ここで、A、Bはそれぞれ双方向の表面波の振幅、 k_x 、 k_x は表面波の波数、 τ は変換後の振幅、 d は開口の大きさ、 δ は双方向の表面波の振幅と波数に応じた関数で、非常に複雑な式である。この干渉波が開口で拘束されるとすると、次の条件を満たしていなければならない。

$$\frac{2\pi}{\lambda} = m \frac{\pi}{d} - \delta \quad (2)$$

次に、この条件を FDTD 計算で確認した。なお、計算する際、開口の大きさは $65\mu\text{m}$ 、周期は $120\mu\text{m}$ 、厚みは $5\mu\text{m}$ で、金属は完全導体 ($\epsilon=1+i10^5$)、周囲は真空とし、入射角がそれぞれ $5\sim 25$ 度の場合の THz 領域の計算を行った。その結果が図2である。図2からわかるように、入射角が大きくなるほど、新しいアノマリーはレッドシフトしてゆく。これは式(2)の δ に対応すると考えられる。現時点では、表面波の変換過程が明らかになっていないため、 δ を計算できない。そのため、FDTD との定量的な比較ができておらず、今後の課題である。

[1] S. Yoshida *et al.*, *Journal of Molecular Spectroscopy* **256** (2009) 146–151

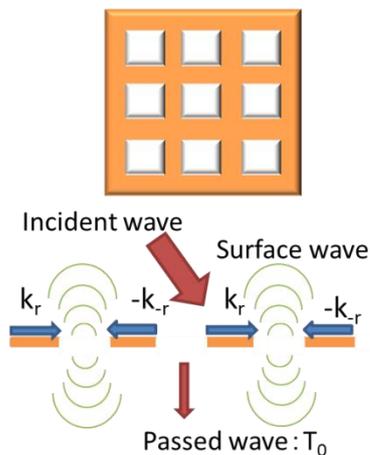


図1 schema about surface waves

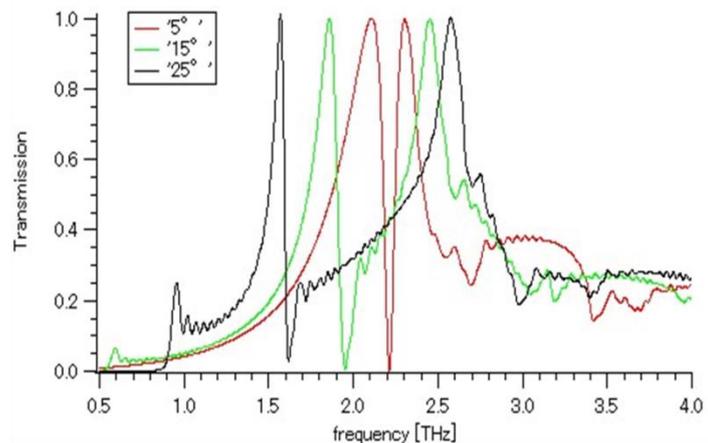


図2 transmission spectrum in various angles