

V30c ミリ波帯偏波方向変換素子の設計・開発

川上洋一、鷹野敏明 (千葉大自然科学)

電波干渉計を用いて天体電波を観測する場合、各アンテナで受信された電波を干渉させるために、受信する電波の偏波方向を同一にそろえる必要がある。特に、異なった光学系を持つアンテナで干渉計を構成する場合には、このことは重要になる。そこで、ミリ波帯の任意の周波数で偏波方向変換素子を得るための設計ツールを開発した。変換素子の原理は、誘電率の異なる2種類の誘電体板を交互に積層させた等価異方性媒質を用いたもので、偏波を2成分に分けたときに両者の位相をずらすことで偏波方向の変換を行う。

まずはじめに、一つめの素子で直線偏波を円偏波に変換し、二つめの素子でもう一度直線偏波に変換するように位相を 90° ずらす素子の設計をした。任意の方向に偏波を変えるために、その等価異方性媒質の動作原理と位相特性を調べ、円偏波発生器として動作させるための条件式を導いた。それをもとにして定性的に各パラメータのおよその最適値を求め、パラメータの変化によりどのように特性が変化するか調べ、そのうえで各パラメータを定量的に調べそれらの最適値を計算した。パラメータは積層間隔 s 、誘電体板の厚み t 、誘電体板のテーパ角 θ 、伝搬距離 l_0 、誘電体板の誘電率 ϵ_r 、電波の波長 λ である。

次に、直線偏波の位相を 180° ずらし、違う方向の直線偏波に変換する素子を同様に設計した。

結果としてテフロン板と空気層の2種類の誘電体板を用いた場合、 90° 変換素子では $t/s = 0.74$ 、 $\theta = 30^\circ$ 、 $l_0/s = 7.6$ 、 $s/\lambda = 0.63$ 、 180° 変換素子では $t/s = 0.82$ 、 $\theta = 30^\circ$ 、 $l_0/s = 20.94$ 、 $s/\lambda = 0.56$ 、となるパラメータが最適値となることが分かった。

これらの設計結果を用いて、150GHz、230GHzでの偏波方向変換素子を製作し、その特性測定の結果についても述べる。