

誘電体イメージ線路の同軸プローブ励振

菊間 知裕[†] (学生員) 石井 望[†] (正員) 伊藤 精彦[†] (正員)

A Probe Excitation for Dielectric Image Line
Tomohiro KIKUMA[†], Student Member, Nozomu ISHII[†], and Kiyohiko ITOH[†], Members

あらまし 誘電体イメージ線路について、同軸プローブによる直接励振法を提案し、反射・伝送特性を測定することによって、その有用性を確認している。13.5～15GHzにおいて、リターンロスは10dB以上、変換損は0.5dB程度の良好な測定結果を得ている。

キーワード 誘電体イメージ線路、同軸プローブ、同軸-DIL変換、カットオフ

1. まえがき

誘電体イメージ線路 (DIL) は簡単な構造でかつ集積化に適しており、低損失性を示すため、ミリ波帯回路素子への利用が有望視されている。従来、DILは導波管から変換器を介して励振されたが [1]、変換器は構造が複雑で製作が困難であった。一方、NRDガイドに関しては、上記以外に、同軸プローブから直接励振する方法が知られている [2], [3]。本論文では、同軸プローブによる励振方法を DIL に応用することを提案し、反射・伝送特性に関して実験結果を報告する。

2. 変換部分の構造

図 1 に、同軸プローブによる DIL 直接励振ならびに DIL の概略図を示す。同軸の外導体をイメージ面に接地させ、内導体を DIL の誘電体棒の端断面の中央で接触させる。断面の誘電体棒のない側には、棒と同じ幅だけ離れて平行に 2 枚の金属平板を配置する。

2 枚の平行金属板の間の領域において、その間隔が自由空間波長の半分以下のとき、カットオフ状態となることを利用し、実電力を同軸から誘電体棒に集中させたのが図 1 に示す同軸-DIL 変換である。

図 1 においては、同軸-DIL 変換部の $|S_{21}|$ を改善することを目的として、フレアを取り付けている。これにより、電磁界モードが連続的に変換され、変換部における不要放射を抑えることができる。

実験を行った同軸-DIL 変換を含む DIL において、誘電体棒として低分散性のテフロン ($\epsilon_r = 2.0$) を用い、工作の都合上、その断面寸法を幅 $a = 10\text{mm}$ 、高さ $b = 6\text{mm}$ とした。このとき、DIL の主モードは

E_{11}^y モードであり、このモードのみが動作する周波数のうち、13.5～15GHz を含む帯域で測定を行った。なお、給電部分の 2 枚の平行金属板によるカットオフ周波数は 15GHz である。また、実効誘電定数 (EDC) 解析 [4] により、13.5～15GHz における DIL の管内波長 λ_g は 19.79～17.35mm と与えられる。

3. 実験結果

図 2 に、図 1 のフレアあり・なしの同軸-DIL 変換を介した DIL の反射・伝送特性の測定結果を示す。ここで、線路長 d は 275mm としている (14GHz において、 $d = 14.5\lambda_g$)。13.5～15GHz において、フレアなしの場合、 $|S_{11}|$ は -10dB 以下、 $|S_{21}|$ は -2.0dB 程度と良好な値を示している。フレアありの場合、 $|S_{11}|$ はフレアなしの場合と同様に -10dB 以下、 $|S_{21}|$ は -1.0dB と 1.0dB 改善されている。X バンドの導波管-DIL 変換における $|S_{21}|$ は -1.25dB ($d = 12$ 波長) であるから [5]、図 1 に示す同軸-DIL 変換は十分に実用的であると言える。

図 3 より、フレア付同軸-DIL 変換を介した DIL について、線路長を $d = 150\text{mm}$, 275mm と変えても反

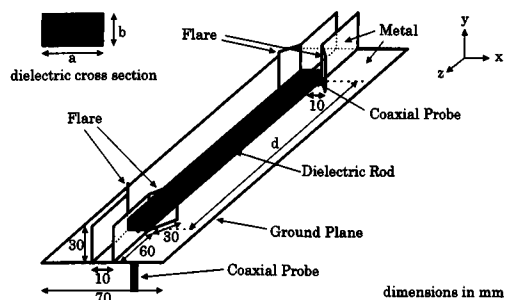


図 1 フレア付同軸-DIL 変換を介した DIL
Fig. 1 Geometry of DIL via probe-to-DIL transition with flares.

[†] 北海道大学工学部、札幌市
Faculty of Engineering, Hokkaido University, Sapporo-shi,
060 Japan

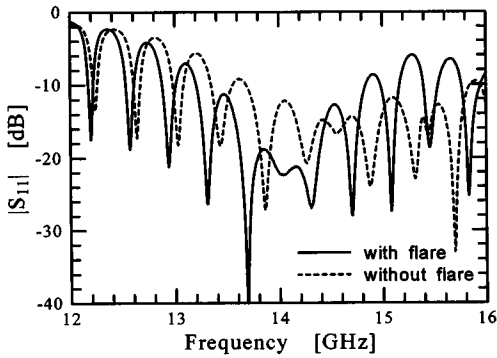
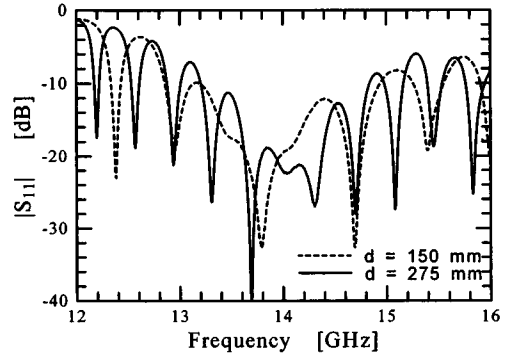
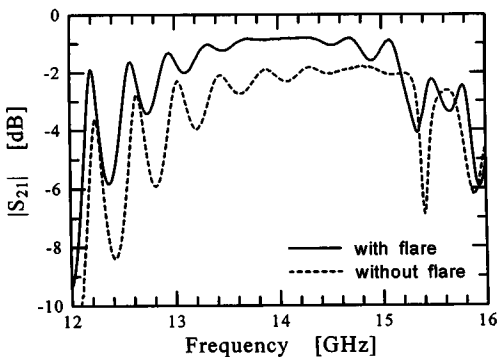
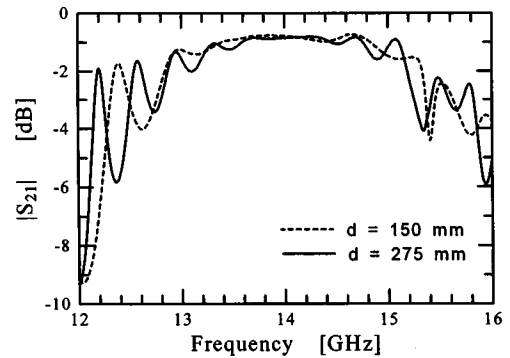
(a) Frequency vs. $|S_{11}|$ (a) Frequency vs. $|S_{11}|$ (b) Frequency vs. $|S_{21}|$ (b) Frequency vs. $|S_{21}|$

図2 フレアあり・なしの同軸-DIL変換の反射・伝送特性
Fig.2 $|S_{11}|$, $|S_{21}|$ for the probe-to-DIL transition with flare and no flare.

図3 長さの異なる同軸-DIL変換の反射・伝送特性
Fig.3 $|S_{11}|$, $|S_{21}|$ for the probe-to-DIL transition with $d = 150, 275$ mm.

射・伝送特性に著しい変化は見られない。DILの減衰定数は14GHzにおいて0.28dB/mと計算されるから[1]、線路損は0.1dB以下であり、 $|S_{21}|$ はほぼ変換損に対応すると考えてよい。従って、一つの変換部分あたりの変換損は0.5dB程度となる。

4. むすび

新しい同軸・DIL変換を提案し、13.5～15GHzにおいてこの変換を利用したDILについて、リターンロスは10dB以上、変換損は0.5dB程度の良好な測定値が得られた。この同軸-DIL変換法は、DILを利用したミリ波回路を構成する上で有用である。

謝辞 本研究は文部省科学研究費補助金基盤研究(A)(2)07405019により行われている。

文献

- [1] P. Bhartia and I. J. Bahl, "Millimeter wave engineering and applications," John Wiley & Sons, 1984.
- [2] 我妻寿彦, 米山 務, "ブロードサイド漏れ波NRDガイド給電平面アンテナ," 1992信学秋大, B79, 1992.
- [3] 我妻寿彦, 米山 務, "ブロードサイド漏れ波NRDガイド," 信学論(B-II), vol.J77-B-II, no.10, pp.581-583, Oct. 1994.
- [4] W.V.McIevige, T. Itoh, and R. Mittra, "New waveguide structures for millimeter-wave and optical integrated circuits," IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., vol.MTT-23, no.10, pp.788-794, Oct. 1975.
- [5] S. Kanamaluru, M. Li, and K. Chang, "Analysis and design of aperture-coupled microstrip patch antennas and arrays fed by dielectric image line," IEEE Trans. Antennas & Propagat., vol.44, no.7, pp.964-974, July 1996.

(平成8年12月24日受付)