

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study of One-body 2-D Beam-switching Butler Matrix with Short-slot 2-plane Couplers
著者(和文)	金東勲
Author(English)	Dong-Hun Kim
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10638号, 授与年月日:2017年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣川 二郎,水本 哲弥,阪口 啓,西方 敦博,青柳 貴洋,小西 善彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10638号, Conferred date:2017/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第 号			学位申請者氏名		Dong Hun Kim	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	廣川 二郎	教授	審査員	青柳 貴洋	准教授	
	審査員	水本 哲弥	教授		小西 善彦	広島工業大学 教授	
		阪口 啓	教授				
		西方 敦博	准教授				

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「Study of One-body 2-D Beam-switching Butler Matrix with Short-slot 2-plane Couplers（ショートスロット 2 面結合器を用いた 2 次元ビーム切替一体バトラーマトリックスの研究）」と題し、英文 6 章からなる。 第 1 章「Introduction」では、本研究の基礎的背景と 2 次元ビーム切替回路についてまとめている。本研究の目的が、ショートスロット 2 面結合器と 2 次元ビーム切替一体バトラーマトリックスの設計、製作、評価のための解析、動作モードの解明にあることを述べている。 第 2 章「Short-slot 2-plane Coupler」では、ショートスロット 2 面結合器の動作理論と設計、試作に関して検討している。結合器の結合領域において電磁界分布に 2 次元の直交極性を有する伝搬モードとして、TE₁₀ モード、TE₂₀ モード、TM₁₁ モード、TM₂₁ モードの 4 つを選択した。これらの 4 つのモードは異なる伝搬定数となっており、入出力導波管に対して等しい系合計数を持つ必要がある。結合領域と入出力導波管は、動作条件を満足するよう設計している。2 面結合器は、機能的に 2 つの H 面結合器と 2 つの E 面結合器を合わせたものであり、体積は約半分になっている。2 面結合器は 4x4 分岐 2 次元ビーム切替バトラーマトリックスとして動作する。2 面結合器の動作帯域は、4 つの伝搬モードの周波数特性により制限される。そのため、H 面結合器、E 面結合器に比べ 2 面結合器の帯域は狭くなる。ハイブリット結合器は比帯域が 2.3%であり、その帯域において、透過量が-6.1±0.5 dB、反射量は-18.4dB 以下であり、出力位相は理想値-90°、-180°に対して、設計値では-81.5±2.4°と-180.1±0.5°となっている、交差結合器は。比帯域が 2.3%であり、その帯域において、透過量が-0.8dB 以上、反射量は-13.7 dB 以下となっている、 第 3 章「Wideband Short-slot 2-plane Coupler」では、ショートスロット 2 面結合器の広帯域化と設計、試作に関して検討している。TE₁₀ モード、TM₁₁ モード、TM₂₁ モードとそれぞれ同じ 2 次元極性を有する TE₃₀ モード、TE₁₁ モード、TE₂₁ モードを組み合わせて扱い、2 面結合器での出力への影響を評価した。結合係数周波数特性の平坦度と追加したモードが動作遺体遺棄に影響していることが判明した。従来の結合器では TE₂₁ モード、TE₃₀ モードのカットオフ周波数が帯域のすぐ上にあったため、出力の偏差が大きかった。TE₂₁ モード、TE₃₀ モードのカットオフ周波数を帯域内に下げるよう結合領域の形状を変化させた。それにより体積を増やすことなく、動作帯域を広げることができた。ハイブリット結合器は比帯域が 6.1%であり、その帯域において、透過量が-6.3±0.5 dB、反量射は-15.8dB 以下であり、出力位相は理想値-90°、-180°に対して、設計値では-96.6±5.9°と-177.9±1.8°となっている、交差結合器は。比帯域が 6.1%であり、その帯域において、透過量が-1.0dB 以上、反射量は-14.8dB 以下となっている、 第 4 章「One-body 2-D Beam-switching Butler Matrix」では、2 次元ビーム切替一体バトラーマトリックスとその設計、試作に関して検討している。2 次元ビーム切替マトリックスの形成は、縦方向に重ねた 1 次元ビーム切替マトリックスと横方向に重ねた 1 次元ビーム切替マトリックスでハイブリットと交差の要素が重なる部分は 2 次元結合器で置き換え、重ならない部分は 1 次元結合器のままにすることで実現できる。2 次元ビーム切替マトリックスの交差部は、0 度移相器、2 面結合器、H 面結合器、E 面結合器で構成されるので、これら 4 つの要素の透過位相差を補正する移相器をそれぞれ設ける必要がある。また、複数の縦続接続された移相器は 1 つにまとめることができる。2 次元ビーム切替マトリックスは、従来の縦方向走査 1 次元ビーム切替マトリックスと横方向走査 1 次元ビーム切替マトリックスを縦続接続した場合に比べ、約半分の長さにできる。16x16 分岐 2 次元ビーム切替マトリックスを真ちゅうで試作し、比帯域 2.4%を得ている。その帯域内では、透過量は-13.6±3.2 dB、反射量は-13.7 dB 以下、挿入損失は 0.97dB 以下、位相偏差は 24.8 ° 以下となっている。また、中心周波数において 16 ビームにより、ピークから-3.9dB の領域は半球の 29.6%を占めている。 第 5 章「Wideband and Large-scaled 2-D Beam-switching Butler Matrix」では、2 次元ビーム切替一体バトラーマトリックスの広帯域化、大規模化と設計、試作に関して検討している。第 3 章で検討した広帯域 2 面結合器を用いることで、2 次元ビーム切替マトリックスも広帯域化できることを示している。誘電体導波路を金属で包んだ構造を用いている。16x16 分岐広帯域マトリックスでは比帯域 5.1%が得られている。その帯域において、透過量は-16.7±4.7 dB、反射量は-10.3 dB 以下、挿入損失は 4.17dB 以下、位相偏差は 25.4 ° 以下となっている。また、中心周波数において 16 ビームにより、ピークから-3.9dB の領域は半球の 47.9%を占めている。64x64 分岐マトリックスでは比帯域 2.5%が得られている。その帯域において、透過量は-33.7±21.0 dB、反射量は-7.5 dB 以下、挿入損失は 2.22dB 以下、位相偏差は 43.4 ° 以下となっている。また、中心周波数において 64 ビームにより、ピークから-3.9dB の領域は半球の 38.8%を占めている。 第 6 章「Conclusions」では、本論文で得られた知見およびその意義を総括し、将来展望について纏めている。 以上を要するに、本研究は、ショートスロット 2 面結合器の導入により 2 次元ビーム切替バトラーマトリックス機能の一体化を検討したものであり、工学上、工業上貢献するところが大きい。我々は本論文が博士（工学）の学位論文として十分価値があるものと認める。
--

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。