

氏名	真 田 篤 志		
授与した学位	博	士	
専攻分野の名称	工	学	
学位授与番号	博 甲 第 1270 号		
学位授与の日付	平成 6 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	自然科学研究科システム科学専攻 (学位規則第 4 条第 1 項該当)		
学位論文題目	多分岐広帯域な導波管型電力分割／合成器構造の研究		
論文審査委員	教授 福井 廉	教授 浜田 博	教授 古谷洋一郎
	教授 澤田 昭勝	教授 古賀 隆治	

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

衛星通信や衛星放送などで用いられるマイクロ波・ミリ波帯の高出力電力増幅器において、特に衛星搭載用のトランスポンダ等では現在でもなおキーデバイスとして電子管が使用されている。しかし、この周波数帯におけるGaAs FET等の化合物半導体を用いた増幅素子の高出力化に伴い、小型軽量化に適し良好な直線性・高信頼性の点で有利なことから固体化電力増幅器（SSPA）の開発が進められている。ところが、増幅素子単体の出力は衛星通信等で必要とされる実用的な出力には及ばず、高出力SSPAの実用には電力合成技術が必須となっている。

本論文では、電力合成に必要な電力分割／合成器として、高出力化に適した導波管型で多分岐かつ広帯域特性を有するいくつかの構造を提案し、その動作特性および性能向上に関して議論を行なった。まず、矩形導波管にはしご状にプローブ対を配置して多分岐構造としたはしご形構造（単はしご形構造）を提案し、この構造の完全電力分割／合成動作の可能性を示し、数値解析により得られた広帯域特性を与える条件下での動作特性を、Xバンドにおける電力分割実験および電力分割－合成実験結果により確認した。また、本分割／合成器の散乱行列を解析的に求め、アイソレーション特性について述べている。

次に、2個の単はしご形構造の並列構造ともいべき複はしご形構造を提案し、この構造に対して、単はしご形構造の持つ広帯域特性を損なうことなく分岐数の倍増を実現し得ることを理論的、実験的に示す。また、構造内の進行波・後退波の解析を行い、本分割／合成器の動作の特質の解明を行うと共に、電力合成動作時に実用上問題となる入力信号位

相のずれ、および能動素子故障が合成効率に与える影響についても論じた。

さらに、一層の広帯域性を得るために、進行波動作をする電力分割／合成器構造として導波管狭幅部とプローブ対とを組み合わせて無反射とした分岐ユニットを鎖状接続する構成のものを考え、解析的、数値解析的に最適設計を論じた。その結果、等分割性と低反射損の両面において格段に広帯域な分割器構造を実現することに成功した。

論文審査の結果の要旨

固体化マイクロ波電力増幅器 (SSPA) において、衛星通信や衛星放送などで要求される高出力を得るには、通常、増幅すべき信号を分割し、それぞれを並列に増幅した後、増幅出力の合成を行う方法が取られるが、高出力かつ広帯域の増幅器を高効率で実現するには、多分岐低損失で広帯域特性をもつ電力分割／合成器が必要である。本論文は、高出力に適した導波管型で上記の諸性質を併せもつ多段構成の電力分割／合成器構造を追及し、解析的実験的に論究したものである。

まず、矩形導波管にプローブ対をはしご状に配置して多分岐構造とした“単はしご形構造”を提案し、等価回路を用いてこの構造が完全電力分割／合成動作可能であることを示し、数値解析により得られた広帯域特性を与える設計下での動作特性を、Xバンド (10GHz帯) における電力分割および電力分割－合成の実験により確認している。また、同構造の散乱行列を解析的に求め、アイソレーション特性および改善法について述べている。

次いで、2個の単はしご形構造の並列構成ともいふべき“複はしご形構造”を取上げ、単はしご形構造の2倍の段数 (分岐数) で同程度以上の広帯域特性が得られることを理論的、実験的に示している。(8分岐における特性例として、反射損失-10dB以下となる比帯域0.38である) また、構造内の前進波、後進波の解析を行い、この構造の広帯域動作の特質の解明を与えると共に、電力合成動作時に実用上問題となる入力信号位相のずれ、および能動素子故障が合成効率に及ぼす影響についても論及している。

さらに、進行波動作をする究極の広帯域構造を目指すものとして、導波管狭幅部とプローブ対とを組み合わせて無反射とした分割ユニットを鎖状接続する構成の“進行波電力分割器構造”を導出し、電磁界解析および回路解析を用いて最適設計を論じて反射損失-20dB以下の比帯域が段数によらず0.35程度で、等分割性の面をも含めて、格段に広帯域な分割器構造の実現に成功している。

以上、本論文の研究は、任意の段数を選択できる鎖状構造の導波管型電力分割／合成器に関して、比較的簡単な構造で広帯域性と低損失性とを併せもつ3種類の構造を発展的に順次取扱い、それぞれ動作上、実用上の特質を明らかにしているが、とくに進行波構造のものはどのように多段となっても広帯域性が低下しない優れた特長を有するものとなっている。このように本論文は電力分割／合成器技術に新しい展開を与えるものとして高く評

価されるものであり、学位に十分に値するものと考えられる。