



Title	導波管開口アレイの相互結合に関する研究
Author(s)	杉尾, 嘉彦
Citation	大阪大学, 1973, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/1239">https://hdl.handle.net/11094/1239</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	杉尾嘉彦
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 2798 号
学位授与の日付	昭和 48 年 3 月 24 日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	導波管開口アレイの相互結合に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 牧本 利夫 (副査) 教授 藤沢 和男 教授 末田 正 教授 難波 進

### 論文内容の要旨

本論文は、本文 7 章と付録からなっており、以下に第 1 章よりその要旨を記す。

第 1 章は序論であって、導波管開口アレイ系における相互結合機構の解明が重要な研究課題であることを述べ、またこの研究分野における従来の研究を概観し、本論文との差異を指摘して、本論文の地位と目的を明らかにしている。

第 2 章では、有限個の導波管開口よりなる平面状アレイにおける相互結合問題を解析する一つの方法として、相互アドミッタンスに対する厳密な停留表示式を導き、これをもとにした解析法を変分法の立場より定式化した。

第 3 章では、導波管開口アレイの相互結合問題を解析する上で、第 2 章で論じた相互アドミッタンスの停留表示式をもとにした解析法よりも、より直接的で便利な散乱係数の停留表示式をもとにした解析法を提案した。すなわち、導波管系においてはアドミッタンスつまり定在波の概念よりも散乱係数すなわち入射波、反射（または透過）波の概念の方が物理的に理解し易く、また測定も容易でありかつ散乱係数がわかれればその系の性質がわかるため、従来見られることのなかった散乱係数の停留表示式を導き、これをもとにしたアレイの相互結合問題に対する解析法について論じている。

第 4 章では、導波管開口アレイの基本系である 2 個および 3 個の開口よりなるアレイの結合問題を第 2 章および第 3 章の方法を併用して詳しく解析し、結合係数（相互アドミッタンスまたは散乱係数）の性質をほぼ明らかにしている。すなわち、開口寸法、開口間隔、配置角度、および装荷誘電体の誘電率などの変化に対する結合係数の振舞いを詳細に数値解析して、自己量（自己アドミッタンスまたは反射係数）は開口寸法や誘電率の変化に対して大幅に変動し、相互量すなわち結合係数はむしろ開口隔隔や配置角度の変化に対して鋭敏であることなどを具体的に明らかにした。また、導波管内に誘電体プラグを装荷して整合をとるすなわち反射係数を零にすることを検討し、整合のとれる開口寸法

は $a/\lambda=0.6$ 、 $b/\lambda=0.4$  付近のものであることを明らかにした。さらに、2個の正方形開口を同一の偏波で励振すると遠方界偏波に回転現象が生じ、遠方界偏波は励振界偏波から最大±4°ほど回転することを明らかにし、アレイを構成する際に注意すべきことを指摘している。

第5章では、無荷の数十個の導波管開口よりなる直線状配列アレイの相互結合問題を第3章の方法と最小自乗法とを併用して詳細に解析を行なってその諸特性を明らかにし、さらに実験を行なって計算結果とよく一致することを示して本解析法の妥当性を立証している。すなわち、まず散乱係数を計算してこれらが開口間隔に対して素子2個のアレイの場合とほとんど同じ振舞いを示すこと、測定結果とよく一致すること、を明らかにし、また最小自乗法によって散乱係数の近似式を導くことにより、散乱係数の絶対値（結合度）が正面アレイでは開口間隔のほぼ1乗に、45°面アレイでは1.1乗に、さらにH面アレイでは2乗に、それぞれ逆比例して減衰することを明らかにしている。つぎに、位相走査時の反射係数が相互結合効果によってある走査角度で極大値をもつこと、またエレメントパターンにもこの角度近辺で深い切れ込みが生じること、およびエレメントパターンの計算値と測定値がよく一致すること、などを指摘している。位相走査時の主ロープの振舞いを解析して、主ロープの頂上が、各素子のエレメントパターンが異なるにもかかわらず、ほぼ中心素子のエレメントパターン上をその走査角度に対応して変化することを明らかにし、さらに散乱係数の近似式を用いて放射特性における相互結合効果について考察することにより、エレメントパターンの切れ込み角度と素子間隔および素子数との間の関係式を導き、直線状配列有限アレイにおける相互結合の機構をほぼ明らかとした。

第6章では、相互結合効果を積極的に利用することを考え、周期的に短絡導波管を付加したアレイをとりあげてその諸特性を検討して、この種のアレイには切れ込み現象を打ち消しさらにグレイティングロープのレベルを低下させる性質のあることを明らかにし、さらに望ましい放射特性をもつアレイの構成に関する示唆を与えている。

第7章は本論文に関する結論で、本研究の成果を総括して述べている。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は、最近重要性を増してきた、電子走査アンテナアレイにおいて問題となる導波管開口の相互結合の解析を伴ない、相互結合を考慮したときの放射特性を論じ、実験結果と比較検討したものである。まず、相互結合を論ずる方法として、導波管開口間の相互アドミタンスおよび散乱係数を取り上げ、これらに対して停留表示式を導き、これを用いて変分法の立場から解を求めて、特性式を導いている。この解法を用いて、開口が2および3のときについて、結合係数の詳細な数値計算結果を示して、特性を論じている。つぎに、数十個の開口を持つアレイについて、同様な計算を行ない、相互結合を考慮したときのエレメントパターンおよびビームが走査されたときの放射パターンを計算するとともに、結合係数の簡単な公式を数値計算結果から誘導して、放射特性を詳しく論じている。これによって相互結合がいかに放射に影響しているかを論じ、31個の開口を持つアレイの実験を行ない、

これと比較して、よい一致を見ている。また放射への悪い影響を除去する方法について検討している。さらに相互結合を積極的に利用することを考えて、アレイの放射を改善する方策について提案するとともにその解析結果を示している。このように本論文は、マイクロ波アンテナ工学に多くの知見を与え通信工学に寄与する所が多大である。