

氏 名	鷹 尾 和 昭
	たか お かず あき
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 113 号
学位授与の日付	昭 和 41 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 電 子 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	STUDY ON A VARIABLE BEAM ANTENNA ARRAY (可変指向性アンテナ・アレイの研究)

論文調査委員 (主 査) 教 授 前 田 憲 一 教 授 大 林 辰 蔵 教 授 池 上 淳 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は可変指向性アンテナ・アレイの研究と題し、序論と結論の2章を含めて7章よりなっている。

第1章は序論で、指向性アンテナの一般的特性を簡単に述べ、第2章より第6章までの内容を略述している。

第2章は位相差を持つアレイ（アンテナ素子列）の指向性に関する理論的考察であって、位相差を持ちつつ配列されたアレイの指向性を与える理論式を導き、総合指向性を1素子の指向性と配列による因子すなわちアレイ・ファクターの積として求めている。さらに指向性を変化させるための各素子の位相の関係につきその基本的条件を検討し、指向性変化の理論曲線を示している。

第3章は十字型ダイポール素子よりなるアレイに関するもので、先ず半波長アンテナを2個十字型に組立て、これに振幅等しく位相が 90° ずれた電流を供給したものの特性を検討し、十字に直角の軸のまわりにこの一対のダイポールを角度 δ だけ回転することが、電波の位相を δ だけ変えたことと等価であることを示し、次にこのような素子を多数配列した場合の指向性を与える式を導出し、またその偏波を与えている。さらにこれまでの理論が送信アンテナとしてのものであるので、これが受信アンテナとして使用される場合を論じ、次章で述べる実験結果との比較に備えている。また十字型を構成する2個の素子の電流において振幅と位相の関係が不十分な場合の影響に言及している。

第4章は素子間の相互干渉に関する理論とその実験的検証について述べたものである。これまでの理論ではアンテナ素子はすべて独立であると仮定したのであるが、実際には相互干渉があり、この干渉は素子の回転によって変化するものであるから、これが総合指向性に如何なる影響をおよぼすかを検討しなければならない。この問題を取扱ったのが本章である。先ず任意の相対位置にある2本の半波長アンテナの相互インピーダンスの式を求めて計算結果を示し、次に n 個の素子の場合の各素子の電流を求める方法を考究し、 n が4との場合について計算した結果を示している。またこの時に求められるアンテナの駆動点インピーダンスを示し、これと実験結果とを比較し、その結果この理論がほぼ正しいことを立証している。

次に相互干渉のある場合の指向性を $n=4$ と 8 の場合について計算し、干渉のない場合の理論曲線ならびに実際の実験結果と比較している。勿論干渉のある場合の理論が実際の結果に近いことが示されている。要するにこの理論的考察と実験的検証によって、相互干渉が素子電流を大きく変えること、駆動点インピーダンスが素子の回転によって変ること、指向利得が減殺されること、しかし主指向特性は殆ど影響を受けないことなどが明らかとなった。

第5章は人工衛星追跡用2次元アレイの設計に関するものである。先ず各素子間の間隔を定めるための検討を実際上の見地から行った後、これを $\lambda/2$ 波長と定めた。次に $4 \times 8 = 32$ のアンテナ素子を2個宛順次つないで最後に1個の出力端として受信機に導く場合に整合回路を必要とするので、この整合回路網を設計し、また 90° 移相器についても言及している。次に素子の設計においては、八木アンテナ方式を用いることとし、折返しアンテナと1個の導波素子の寸法や相対位置を実験によって決定している。また各素子の回転機構について説明している。さらに自動追尾方式にすることを考慮してアンテナ群を4個にわけ、それぞれの合成出力の和と差を作り得るように回路を設計している。

第6章は試作アレイの試験結果を述べたものである。この試作アレイは1964年京都大学宇治地区に設置され、周波数 $136.0 \sim 137.0$ MC/S、 $4 \times 8 = 32$ 個の十字型素子よりなっている。試験項目は偏波すなわち一對の素子が完全な円偏波受信アンテナとして動作しているか、否かを検すること、各素子のインピーダンスおよび4群にわけた時の各群の総合インピーダンスを定在波比で測定して比較すること、指向特性を実際の人工衛星追跡によって検すること、アレイの総合利得、追跡速度などである。これらは一応満足すべき程度のものであることが判明したが、特に衛星による指向特性の実測には多大の努力を注ぎ多くの実測結果を示している。

第7章は結論であって、本文で詳述した試作アンテナ・アレイの要点を摘記し、一二の問題点を指摘するとともに将来の改善方向について意見を述べている。

論文審査の結果の要旨

人工衛星の多くは追跡用やテレメーター用に $136 \sim 137$ MC/S の電波を使用しているが、この波はマイクロ波の如く波長が短くないので地上の受信用アンテナとしては抛物面反射鏡を使わず、多くは八木アンテナなどを使用している。この研究ではアンテナ利得を可及的に大きくし、かつ指向方向を容易に変化し得るようにすることを目的として考案されたもので、指向性変化の原理も全く新しいものである。すなわち円偏波アンテナをその軸のまわりに回転するだけでアンテナとしての位相が変ることに着目し、このような円偏波アンテナ素子を数多く2次的に配列し、各素子の回転角を、一定の法則に基いて定められた角度だけそれぞれ回転することにより、鋭い指向方向を簡単に変化できるようにしたものである。

この論文中第2、第3章の理論は従来の理論の一般化や拡張であるが、第4章の相互干渉の理論は著者がはじめて取扱ったものである。素子が多数あってそれぞれの相対位置がまちまちであるような配列の場合、相互干渉を受けた個々の素子のインピーダンスとその電流を求めることは未だ試みられていなかった所であるが、著者はこの問題を数学的に解決した。勿論近似解ではあるが、その結果は実験によって検証され一応満足すべきものであると認められた。

第5，第6章は著者が実際に設計し試作した32素子のアレイについて述べたものであるが，素子間隔の決定，多素子の出力を集めるための電子回路の設計，将来自動追尾方式にするための準備としての設計上の配慮等において見るべき点が少くない。さらに製作された装置の性能を検するために各種の人工衛星を受信している。これは極めて熟練と労力と忍耐を要する仕事であって，終りに示されている指向特性の実測値と理論値の比較はこのような努力によって得られたものである。

現在この装置は十分な感度をもって各種の人工衛星電波を受信し，テレメーター電波から衛星の観測した上空の観測値を集め，これによる研究も可能となっている。

これを要するに本研究は人工衛星の電波の受信を目標として，高利得で容易に指向方向を変化し得るアンテナ系を実現し，その途上で困難な理論上の問題を解決するほか，将来これを自動追尾方式にするための基礎的問題をも研究したものであって，学術上實際上貢献するところ少くない。

よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。