



Title	Numerical Analysis of Electromagnetic Fields by the Finite Element and Finite Difference Methods
Author(s)	Tuptim, Angkaew
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36988
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

	タップタイム	アンケーオ
氏名・(本籍)	TUPTIM	ANGKAEW
学位の種類	工	学 博 士
学位記番号	第	9 1 6 5 号
学位授与の日付	平 成	2 年 3 月 24 日
学位授与の要件	工学研究科通信工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当	
学位論文題目	Numerical Analysis of Electromagnetic Fields by the Finite Element and Finite Difference Methods (有限要素法・差分法による電磁界の数値解析に関する 研究)	
論文審査委員	(主査) 教 授 倉 藺 貞 夫	教 授 森 永 規 彦 教 授 手 塚 慶 一 教 授 北 橋 忠 宏

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は電磁界の有限要素法解析・差分法解析に関する研究の成果をまとめたものであり、全文は次の6章より構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景ならびに本研究に関する従来の研究について概説するとともに本研究の目的と概略を述べている。

第2章では損失のない任意の導波路を有限要素法を用いて解析する方法について論じている。まず、新たな伝搬定数の変分表現式を導出している。この変分表現式は電磁界横成分を用いて表現されたものであり、有限要素法によく適合するという特徴をもつ。次に、有限要素法における試験関数を構成するために三角形要素に対する1次および2次ベクトル形状関数を提案している。このベクトル形状関数を用いることによって、変分表現式に要求される境界条件を容易に満たすことができるということを明らかにしている。さらに具体例について数値計算を行い、本論文で提案する方法の特徴を数値的に検討している。本章の方法では『導波モードの伝搬定数は実数である』という条件を課するのみで非物理的なスプリアス解を識別することができ、従来の方法の主な欠点を克服できることを明らかにしている。また、本章で提案した伝搬定数の変分表現式を用いることによって、分散性の導波路を解析できないという従来の方法の欠点をも除去している。

第2章で提案した変分表現式に基礎を置く有限要素法は、損失や利得のある導波路には適用できない。そこで、第3章では損失や利得のある導波路に対しても成立する一般化したガラーキン方程式を導き、ガラーキン方程式を有限要素法解析する方法を提案している。数値計算例として、損失のある導波路について検討し、本手法の有効性を示している。

第4章では、3次元電磁界問題の有限要素法解析について論じている。まず、4面体要素について有効なベクトル形状関数の構成法を示している。次に、このベクトル形状関数を損失のない任意の共振器の有限要素法解析に適用し、数値計算例として立方体空洞共振器について検討している。

第5章では、ビーム波伝搬現象を解析する差分法を基礎にした方法について論じている。まず、ビーム波伝搬現象を記述する放物型偏微分方程式を導き、それに対する差分方程式を構成している。ついで、この差分方程式を逐次的に数値計算することによって、ビーム波伝搬現象を解析できることを明らかにしている。数値計算例として、誘電体テーパ部について検討している。

第6章は結論であり、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

電磁界を数値解析することによって、任意の構造をもつ電磁波デバイスを解析すること、および、新しい電磁波デバイスを開発することが可能な有効・確実な数値解法に対する要求が増大してきている。本論文は2つの有効な数値解法—有限要素法および差分法—を用いた電磁界の数値解析に関する研究の結果をまとめたものであり、その主要な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 損失のない任意の導波路に対する新しい有限要素法を開発し、「導波モードの伝搬定数は実数である」という簡単な条件を課すのみで、従来の方法で問題となったスプリアス解を容易に除去できることを明らかにしている。また、従来の方法で解析することのできなかつた分散性の導波路をも解析することができるなど、本手法は多様な構造の無損失導波路に対する有効な有限要素法であることを示している。
- (2) 上述の損失のない導波路に対する有限要素法を指標として、さらに、損失や利得のある導波路に対する有限要素法を開発し、本手法が損失や利得をもつ媒質で構成されている全く任意の導波路に適用可能な極めて一般的な有限要素法であることを示している。
- (3) 3次元電磁界に対する有限要素法について検討し、電磁波共振器に対する有限要素法を開発している。具体的な数値計算例について検討し、スプリアス解が実共振モードの存在領域に発生しないことを明らかにしており、本手法が3次元共振器の解析に有効な有限要素法であることを示している。
- (4) ビーム波の伝搬現象を解析するための差分法を用いる新しい数値解法を開発している。具体例として、誘電体テーパ部について数値的に検討し、本手法によって誘電体中のビーム波伝搬現象を容易に解析することができることを明らかにしており、本手法が光集積回路などのデバイスを設計する上で有効な手法であることを示している。

以上のように、本論文は電磁界の有限要素法解析・差分法解析についていくつかの新しい知見を与えており、電磁波工学・光波工学などをはじめとする通信工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。