

Title	ミリ波電力精密計測に関する研究
Author(s)	井上, 武海
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/2127
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	井上武海
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 5741 号
学位授与の日付	昭和57年6月21日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	ミリ波電力精密計測に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 熊谷 信昭
	教授 滑川 敏彦 教授 中西 義郎 教授 手塚 慶一

論文内容の要旨

本論文は、ミリ波電力精密計測に関する研究の成果をまとめたもので、8章からなっている。

第1章は序論であって、本研究の背景について概説するとともに、本研究に関連する従来の研究の概要ならびに問題点を示し、著者が行った研究の目的と意義とを述べて、本論文がこの分野において占める地位を明らかにしたものである。

第2章は、ミリ波電力標準の基本となるミリ波電力の精密計測技術について考察したものである。すなわち、まずミリ波電力を精密に計測するための基礎として新たに考案した熱平衡制御方式のカロリメータについて、その測定原理を示すとともに、動作特性を理論的に解析して電力測定の基本式を求めている。ついで、熱平衡制御方式の原理を応用して、ミリ波用ポロメータマウントの実効能率を測定するためのカロリメータを提案し、その動作特性を理論的に解析して、実効能率測定式を導いている。さらに、本測定方式の測定精度を決める各種の誤差要因について詳細に検討し、各要因による誤差の評価法を確立している。

第3章は、ミリ波電力の精密自動化計測方式について述べたものである。すなわち、ミリ波電力の測定システムを構成する上で基本となるポロメータ測定およびカロリメータ測定について従来の問題点を検討し、マイクロコンピュータをはじめとする最新のデジタル技術を駆使した自動化計測システムを考案・開発し、従来の手法では長い熟練と多大の労力および測定時間を要し、しかも測定者の誤りや個人差による偶発誤差が避けられない等の問題点があったのに対して、単なる省力化にとどまらず、これらの欠点を除去して、高い信頼性と優れた測定精度とを確保できることを明らかにしている。

第4章は、ミリ波電力測定における基本的な要素である電力測定マウントの開発について述べたものである。すなわち、まず円形TE₀₁モード導波管の低損失性を有効に利用した2種類のポロメータマウントを考案し、100GHz帯で設計・試作・測定を行い、優れた整合特性および置換特性をもつ実効能率の高いミリ波用ポロメータマウントが得られることを示している。ついで、方形導波管用ポロメータマウントとして、ポロメータ素子自体を整合負荷とする整合負荷型ポロメータマウントを開発し、広帯域整合特性と高い置換特性とを持つポロメータマウントを実現している。さらに、熱電効果および焦電効果を利用した熱電効果型および焦電効果型電力測定マウントを開発し、広帯域整合特性をもつ感度の高いミリ波用電力測定マウントを得ている。

第5章は、ミリ波電力測定システムについて検討したものである。すなわち、前章までに述べたカロリメータ測定方式、自動化計測方式および電力測定マウント等に関する著者の研究成果を総合して、30GHz帯および100GHz帯における標準用の精密自動化電力測定システムを構成し、理論的ならびに実験的に性能の評価を行い、30GHz帯で±0.37%、100GHz帯で±0.49%の総合精度が得られることを明らかにしている。

第6章は、ミリ波電力標準を確立するために必要な校正技術について論じたものである。すなわち、前章で述べた電力測定システムによって得られる標準の電力値を実用電力計にトランスファするため、の校正技術について検討し、 $\frac{1}{4}$ 波長整合法を用いて被校正電力計と電源との不整合による多重反射の影響を取り除いて、それに基づく誤差を著しく軽減した比較測定法を考案し、30GHz帯で±0.09%の総合精度を得ている。また、100GHz帯では、円形導波管型標準ポロメータマウントによって方形導波管型被測定マウントをも校正し得るモード変換用アダプタを用いた比較測定装置を開発し、±1%の総合精度を得ている。

第7章は、ミリ波電力測定の国際比較に参加した結果について述べたものである。すなわち、前章までに述べた著者の研究によって我が国の30GHzおよび100GHz帯における電力標準技術が完成されたが、30GHz帯の電力標準については国際度量衡委員会の決定に基づいてミリ波帯においてはじめて行われた国際比較に参加し、参加各国の測定値と測定誤差(±0.5%)の範囲内で一致することを確かめ、著者の開発したミリ波電力標準技術が国際的水準にあることを確認している。

第8章は結論であって、本研究によって得られた成果を総括して述べたものである。

論文の審査結果の要旨

本論文は、電波としては最も高い周波数領域に属するミリ波帯における電力の精密計測と標準確立に関する一連の研究の結果をまとめたものであって、その主要な成果を要約すると次のとおりである。

すなわち、まずミリ波電力標準の基本となるミリ波電力の精密計測技術について考究し、高い精度が得られる新しい方式のカロリメータを考案すると共に、基準電力量を一般電力計に置換・統一するための、安定でかつ簡便な、実用性の高い標準器を開発している。また、ミリ波電力測定における基

本的な要素である電力測定マウントに関する研究・開発を行い、従来の形態では得られなかった数々の優れた性能をもつ各種の新しいミリ波用電力測定マウントを得ている。一方、マイクロコンピュータをはじめとする最新のデジタル技術を駆使したミリ波電力の精密自動化計測システムを構成し、単なる省力化にとどまらず、従来の手法では特別の熟練と多大の労力および長い測定時間を要し、しかも偶発誤差が避けられなかった欠点を除去して、高い信頼性と優れた測定精度とを確保できる自動化電力測定方式を実現している。さらに、ミリ波電力標準を確立するために必要な、実用電力計の校正技術について研究し、種々の技術的考案を行って、優れた比較測定法を開発している。著者の研究によって完成されたミリ波電力標準は、国際度量衡委員会の決定に基づいて行われた国際比較において、世界最高水準にあることが確認されている。

以上のように、本論文はミリ波電力の精密計測技術を確立し、現在開発が進められているミリ波帯における電力標準を完成したものであって、電磁波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。