

水分計測を目的としたマイクロ波自由空間技術に関する研究

| | |
|-------|---|
| メタデータ | 言語: ja 出版者: 静岡大学大学院電子科学研究科 公開日: 2008-04-11 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 馬, 志洪 メールアドレス: 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/10297/1537 |

| | |
|-----------|--|
| 氏名・(本籍) | 馬 志 洪 (中国) |
| 学位の種類 | 博 士 (工 学) |
| 学位記番号 | 工博甲第 186 号 |
| 学位授与の日付 | 平成 11 年 3 月 24 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当 |
| 研究科・専攻の名称 | 電子科学研究科 電子応用工学 |
| 学位論文題目 | Study on Microwave Free-Space Technique for Moisture Measurement (水分計測を目的としたマイクロ波自由空間技術に関する研究) |
| 論文審査委員 | (委員長) 教授 岡 本 尚 道 教授 篠 原 茂 信 教授 神 藤 正 士 教授 岡 村 静 致 教授 皆 方 誠 |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は水分計測を目的としたマイクロ波自由空間技術に関する研究、特にマイクロ波の振幅に着目した理論解析及び実験結果などについて記述したものである。本研究で開発した技術では反射の影響がないため、それを用いて含水率及び密度の広範囲にわたる水分計測が実現できた。また、本研究の成果により、非接触で、且つ、瞬時に測定することができるため、将来的には生産ラインでの水分計測が可能である。

第 1 章では、本研究の背景及び目的について記述している。

第 2 章では、自由空間を伝播するマイクロ波に関する基本的な理論及びマイクロ波を用いる水分計測技術に関する本研究の基本的な考え方について記述している。

第 3 章では、マイクロ波減衰量を用いた含水率測定方法に関して記述している。インピーダンス整合技術を利用して試料の表面で生じる反射の影響を除くことにより、減衰量を精度よく測定する方法を提案している。この方法を用いて、含水率及び密度が広範囲にわたって変化する柔らかい吸水性物質における水分計測に成功した。

第 4 章では、含水率を求めるためのマイクロ波減衰量を反射の影響を受けずに測定する理論及び技術について記述している。インピーダンス整合技術を生産ラインでの測定に採用することは現実

的でないので、透過係数及び反射係数の振幅を測定することにより、減衰量を求める測走方法を提案している。アンテナの指向性を利用することにより、試料の両端面間の多重反射による影響を除き、透過係数及び反射係数の振幅の測定値から減衰量を求めることができることを理論的に導出している。この理論の評価をおがくずを試料とした実測により行い、理論の正しさを証明した。

第5章では、含水率に直接関係する物質の誘電率の測定について記述している。透過係数及び反射係数の振幅を測定することにより、誘電率を求める理論を検討している。透過係数及び反射係数と物質の複素誘電率との関係は複雑であり、一般的には誘電率を一義的に解くことができない。しかし、高損失な試料では、透過係数及び反射係数の振幅の測定において、試料の両端面間の多重反射による影響が無視でき、測定値から誘電率を一義的に算出することができることを理論的に導出している。この理論の正しさはおがくず及び緑茶を試料として測定した結果により確認された。

第6章では、物質の誘電率の密度における依存性及び密度によらない含水率測定に関する研究について記述している。第5章で述べた誘電率の測定技術を用いて緑茶の誘電率を密度の変化に対して測定することにより、誘電率の密度における依存性を求める方法について検討している。その結果として、密度に独立した含水率の関数が得られた。この関数を利用することにより、緑茶を試料として、含水率を広範囲にわたり測定することができ、密度によらない含水率の新しい測定方法は得られた。

第7章では、本研究の結論を述べ、本研究の成果を用いる含水率の測定は、以下の利点があることについて記述している。

- ・マイクロ波における振幅測定は、位相測定に比べて、容易であり、測定費用も安くなる。
- ・反射波の影響がないため、密度及び含水率の広範囲における測定ができる。
- ・物質の密度によらない含水率の測定ができる。
- ・瞬時に透過係数及び反射係数の振幅を測定し、含水率を求めることができるため、生産ラインにおける測定は可能である。

論文の英文名：

Study on Microwave Free-Space Techniqc for Moisture Mcaurement.

論文審査結果の概要

物質の含水率を非接触で計測する方法としてマイクロ波を用いる方法が研究され、その一部は実用に供されてはいるが試料に対する制限が多く、また密度変化が広範囲にわたる物質については測定が特に困難である等、今後の研究に待つところが多い。

本論文は、生産ラインでの応用が将来的に可能な含水率測定方法を開発することを目的に研究したものであり、その観点から測定が容易なマイクロ波の振幅、即ち透過係数および反射係数の振幅から含水率を求める2種類の新しい測定方法を研究し、その内容および成果を7章に分け記述している。

第1章では本研究の背景および目的、第2章では自由空間を伝播するマイクロ波の基本理論およびマイクロ波を利用した既存の水分計測技術について述べている。第3章では、マイクロ波減衰量を用いた従来の測定方法に、試料表面での反射の影響を除くためにインピーダンス整合技術を適用し、その透過係数の振幅から減衰量を精度よく測定できることを解析し、これを含水率および密度が広範囲に変化する物質を用いて検証し、理想状態における含水率と減衰量の関係を求めている。第4章では、生産ラインでの使用が不都合なインピーダンス整合法に代わって、マイクロ波を試料表面に入射角45度で照射し、アンテナの指向性により試料ホルダー表面および試料内面間での多重反射の影響を除く測定装置を提案し、その理論および測定技術について記述している。おがくずを試料とした実測により理論の正しさを実証している。

第5および6章では、被測定試料の密度変化に無関係に含水率測定が可能となるために、試料の複素誘電率をマイクロ波の透過係数ならびに反射係数の振幅から求め、この誘電率と含水率との関係式から、含水率を測定する方法について述べている。第5章は、試料表面に垂直入射したマイクロ波の多重反射を考慮した透過および反射係数と複素誘電率の理論解析を行い、試料が高損失であるとの条件下では各振幅係数から複素誘電率を一義的に算出することができことを理論的に導出し、この理論の正当性をおがくず及び緑茶を試料とした実測により確認している。

第6章は、実測された複素誘電率から含水率を求める場合に、誘電率の測定時における試料の密度状態が含水率に影響しないためのデータ処理方法に関する記述である。試料として、広範囲な密度状態を取り得る緑茶の測定結果から、本方法は密度によらない新しい含水率測定法であることを示している。第7章は結論で、研究成果ならびに生産ラインにおける種々の物質の非接触含水率測定装置として将来利用可能であることが述べられている。

以上の知見および成果は、マイクロ波応用計測技術に多大な寄与があるとともに、物質の含水率計測を必要とする工業および農業分野への貢献も大である。よって、本論文は博士(工学)を授与するに充分であることを認める。