

| | |
|--------------|---|
| Title | 核四極共鳴による非接触化学物質探知に関する研究 |
| Author(s) | 太田, 剛 |
| Citation | 大阪大学, 2008, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/48858 |
| 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、 大阪大学の博士論文について をご参照ください。 |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

| | |
|------------|--|
| 氏名 | おお た こう 太 田 剛 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (工 学) |
| 学位記番号 | 第 2 2 1 1 1 号 |
| 学位授与年月日 | 平成 20 年 3 月 25 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科システム創成専攻 |
| 学位論文名 | 核四極共鳴による非接触化学物質探知に関する研究 |
| 論文審査委員 | (主査) 教 授 糸 崎 秀 夫 (副査) 教 授 北 岡 良 雄 教 授 北 川 勝 浩 |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、核四極共鳴 (NQR) を用いて、電磁波シールド外で化学物質を非接触で検知する手法についての研究をまとめたものである。特に、この技術を利用した NQR 地雷探知機について重点的に検討を行った。

NQR の概要について触れた後に、現在の地雷の埋設状況と様々な地雷除去技術および NQR による地雷探知の特徴と課題を述べた。続いて、NQR 非接触検知の基礎検討を行った。NQR 周波数の決定機構と NQR 信号の緩和、試料と検知アンテナが離れている場合の NQR の励起と輻射の様子 NQR 信号の磁束密度、励起パルスシーケンスによる高速積算について述べた。次に、地雷に使われている爆薬の NQR 特性を計測し、その検知難易度を評価した。その上で、NQR によって爆薬を電磁波シールド外で非接触に検知する技術の開発およびその技術を統合して試作した NQR 非接触検知機の性能について述べた。まず、ノイズ低減のため、遠方からの電磁波と近傍の電界揺らぎを同時に除去可能なシールドドロープレグラジオメータについて検討を行い、屋外計測可能な水準のノイズ低減性能を持つことを確認した。同時に、NQR の励起機構について、励起中に横緩和が起こることにより信号強度が低下する場合があることを実験的に確認し、必要な励起磁束密度を予測した。また、センサ部に残留する送信電流を高速に除去する Q-damper を開発した。これらを統合した NQR 非接触検知機の性能評価試験は、RDX を試料として土に埋め、試料の深さと重量、土の土壌水分率を調整しながら行った。また、TNT についても理想的なノイズ除去環境下での非接触検知実験を実施した。

最後に、この試験結果をまとめ、NQR による化学物質非接触検知技術の評価を行った。非接触検知のような弱磁場での励起では、励起中に横緩和が進行することが、検知性能を低下させていたことを突き止め、励起磁場を強化することで NQR 検知性能を大きく向上させることが可能であるという結論を得た。また、シールドドロープレグラジオメータのノイズ低減率を再評価し、更なるノイズ低減に必要な技術を検討した。さらに、RDX と TNT の計測効率と改善余地を評価した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、核四極共鳴 (NQR) を用いて、電磁波シールド外で化学物質を非接触で検知する手法についての研究をまとめたものである。特に、この技術を利用した NQR 地雷探知について重点的に検討を行った。本研究において試作した NQR 非接触検知機は、地中 12 cm に埋設された 100 g の RDX を 3 分以内に確実に検知できる性能を示した。この成果により、NQR による非接触検知の実現性を立証した。

第一章は序論として NQR 非接触検知の特徴と地雷探知への応用に向けた課題をまとめた。続いて、NQR 非接触検知の基礎検討として、第 2 章で NQR による応答の基礎について纏め、第 3 章で地雷に使われている爆薬の NQR 特性を計測し、その検知難易度を評価した。第 4 章では、NQR によって試料を電磁波シールド外で非接触に検知するための技術開発についてまとめた。特に、シールドドロープグラジオメータによるノイズ低減、励起中緩和モデルに基づく・QR 励起条件の検討、TNT および RDX の NQR 特性に最適化した光速積算シーケンスの設計について重点的に検討を行った。第 5 章ではその技術を統合して試作した NQR 非接触検知機とその性能評価試験について記した。第 6 章では、第 4 章で開発した技術と第 5 章の試験結果をまとめ、NQR による化学物質非接触検知技術の評価を行った。非接触検知距離を 20 cm 程度まで延長するには、送信する励起磁束密度を現在の 10 倍程度まで高めることが効果的であり、TNT の NQR 検知効率改善には、受信機のサンプリング周波数を 3 倍程度に高めることで SORC シーケンスによる検知を実現するのが有効であることを示した。

論文審査にあたっては、主査および副査による論文内容の厳正な審査および質疑応答を踏まえて、博士 (工学) の学位論文として価値のあるものと認めるものである。