



Title	Development of ESR Imaging and Its Application
Author(s)	古沢, 昌宏
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38030
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。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【8】

氏 名	古 沢 昌 宏
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学位記番号	第 1 0 1 1 4 号
学位授与年月日	平成 4 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科 物理学専攻
学 位 論 文 名	Development of ESR Imaging and Its Application (ESRイメージングの開発とその応用)
論文審査委員	(主査) 教 授 池谷 元伺 (副査) 教 授 伊達 宗行 教 授 吉川 圭二 教 授 都 福仁 助教授 常深 博

論 文 内 容 の 要 旨

不対電子の分布を画像化する ESR イメージングは、よく知られた NMR イメージングと基本的には同じ原理に基づく磁気共鳴画像 (MRI) の一種である。しかし ESR では NMR に比べて短い波長、短い緩和時間、必要とする磁場勾配が大きいこと等の理由によってあまり応用が進んでいるとはいえない。本研究の目的は広い応用ができるような新しい ESR イメージング法の開発とその応用である。

ESR イメージングの方法は大きく二つに分けることができる。一つは標準的な方法である磁場勾配法、もう一つは走査型イメージングである。本論文の前半では、マイクロ波走査型イメージングについて述べる。空洞共振器にかけた小さな穴からの漏洩マイクロ波を使えば ESR を検出空間を局所化できる。試料と穴の位置を相対的に走査し、各位置の信号強度をプロットすれば、2 次元画像が得られる。分解能は穴の直径程度 (約 1 mm) であるが、十分な S/N があれば、デコンボリューションによって分解能を 5 倍程度向上させることができた。

マイクロ波走査型 ESR イメージング装置を用いて次のような応用を試みた。炭酸塩化石中の Mn の分布と放射線損傷の分布を測定した。放射線を照射した人の歯のエナメル質に生じる CO_2^- ラジカル分布の、X 線と γ 線による違いを明確に画像化した。合成ダイヤモンド中の窒素とニッケルの不純物濃度の結晶成長セクター依存性を画像化した。さらに、窒素の ESR 線幅が、ニッケルの存在によって少し狭くなっていることがわかった。天然ジルコン結晶中の Gd 不純物と放射線損傷によると思われるホールセンターの分布を画像化した。これらの信号強度の間には相関があり、またフィッシュョントラックマッピングと比較することにより、局所的なホールセンターの濃度はその位置のウラン濃度とほぼ比例していることがわかった。触媒ペレット中で、還元された V^{4+} と Mo^{5+} の分布を画像化し、ESR イメージ

ングでは、E PMAのような単なる元素のマッピングだけではなく、価数の違いによって選択的に画像化できることを示した。

標準的なイメージング方法である磁場勾配法では勾配の大きさと直線性が分解能に大きく影響を与える。本論文の後半では勾配の直線性に特に注目し、なるべく広い範囲で直線性の良い磁場勾配を発生させる新しいコイルの開発について述べる。多数の直線導線を円筒状に配置し、それぞれの導線に流す電流の大きさと向きを独立に制御したとき、円筒の内部の磁場勾配が直線的になるような電流パターンを求めた。その結果は単純な三角関数で表され、無限個の導線を使ったときには、円筒内部の全域で直線的な勾配が生じることがわかった。また、一様な磁場も同様の方法で作ることができる。この理論に基づき、実際のコイルを設計、制作した。また、DPPHや照射したテフロンを使ったテスト試料を用いてイメージングを行い、実際に生じている磁場勾配の精度を検討した。この勾配コイルはE S RだけでなくNMRイメージングにも応用できる。

論文審査の結果の要旨

不対電子の濃度分布を画像化するE S Rイメージングは、磁場勾配法というC T-NMRイメージングの手法を模倣することにより発展してきた。古沢昌宏君は、NMR法では用いられたことの無い磁場勾配印加法を開発した。n本の直線状導体を円筒型に配置し、 $\cos 2\theta$ に比例した電流を流すことにより、円筒内部に均一な磁場勾配を実現できることを計算と実験により明らかにし、標準試料などの2次元スピン濃度分布を画像化した。

また、マイクロ波照射領域を局所化した「マイクロ波走査型E S R顕微鏡」を試作し、その解像度が、電磁波の波長やビームの径以下にできることを明らかにした。この装置により、鉱物、化石、合成ダイヤモンド、触媒化学物質を測定した他、放射線被爆線量の画像化を行うなど、多方面への応用例を示し、磁気共鳴において始めて走査型イメージング方式の有用性を明らかにした。

古沢昌宏君の学位論文は、NMRイメージングにも影響を与える基本的な面も含んでいる。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分に価値あるものと認める。