

論文内容要旨

報告番号	甲 先 第 262 号	氏 名	水野 孝彦
学位論文題目	位相変調方式蛍光寿命測定手法に関する研究		
<p>位相変調法は、蛍光寿命を高精度に測定できる簡便な手法であるが、一般的なパルス励起法と比較していくつかの問題点を有している。第一に、1回の測定からは単一指数関数に従う蛍光減衰応答を与えるような試料にしか適用できないという点である。多成分試料に対しては、条件を変えて複数回の測定が必要となる。第二に、位相変調法はもともとアナログ測光に基づく手法であるため、微弱蛍光には原理的に全く対応できないという点である。さらには、その分解時間も蛍光寿命の時間スケールに対して十分とは言い難い。これらの問題点を解決すれば、高性能で簡便な蛍光寿命測定装置が実現できる。そのような装置は、例えば生体試料のスクリーニング等への適用が考えられる。</p> <p>以上の観点から、著者は新規な位相変調方式蛍光寿命測定手法の開発を行った。特に、手法の提案と装置の試作である。本論文は、その研究成果をとりまとめたものである。</p> <p>本論文は全5章から構成されている。</p> <p>第1章では従来の蛍光寿命測定手法を概観し、本研究の意義と目的を述べた。</p> <p>第2章では、位相変調法の多成分蛍光試料への適用を目的とし、「位相変調励起光源を用いた位相変調方式蛍光寿命測定法」を提案した。位相変調励起光源は、キャリア周波数を中心とし、位相変調周波数の間隔で複数の側波帯を有する。側波帯の数は最大位相偏移によって変化させられる。それらの側波帯の存在に着目し、それらを多成分蛍光試料の測定に適用した。実際に測定装置を構築し、複数成分の蛍光試料を実測することにより、原理検証実験を行った。</p> <p>第3章では、位相変調法の微弱光蛍光への対応と分解時間の向上を目的とし、「光子計数型位相変調方式蛍光寿命計」を提案した。具体的には、従来の位相変調法と、パルス励起法で使用される時間相関単光子計数法とを結合させた手法である。その結果、検出器の周波数帯域を越えた数ピコ秒の分解時間でサブナノ秒オーダーの蛍光寿命の測定を可能とした。ここでは、半導体レーザを最大1.0 GHzで変調させる駆動回路も自作した。最終的に、従来の位相変調方式蛍光寿命計との対比実験を行い、微弱蛍光の測定に対する有用性を示した。</p> <p>第4章では、新規な蛍光寿命イメージング法として、「アダマール変換型蛍光寿命イメージング法」を提案した。励起光源としてアダマールパターンに基づく構造化照明光を用い、周波数掃引方式の位相変調法を導入した。それによって、試料の蛍光寿命値ごとの2次元分布画像を取得できるようにした。特長として、光電子増倍管のような単一検出器を用い、その高速性と高感度性を最大限に活かしつつ、機械的走査なしに蛍光寿命値毎の相対成分比率の画像が容易に得られることを実証した。</p> <p>第5章では本研究で得られた成果を総括し、今後の課題と将来展望について述べた。</p>			