

| | |
|--------------|---|
| Title | ナノ秒領域でのアントラセン結晶のシンチレーションパルス波形 |
| Author(s) | 大脇, 成裕 |
| Citation | |
| Issue Date | |
| Text Version | none |
| URL | http://hdl.handle.net/11094/29723 |
| DOI | |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

【 5 】

| | |
|---------|--|
| 氏名・(本籍) | 大 脳 成 裕 おお おき しげ ひろ |
| 学位の種類 | 理 学 博 士 |
| 学位記番号 | 第 1602 号 |
| 学位授与の日付 | 昭和44年3月28日 |
| 学位授与の要件 | 理学研究科物理学専攻 学位規則第5条第1項該当 |
| 学位論文題目 | ナノ秒領域でのアントラセン結晶のシンチレーションパルス波形 |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 川西 政治 (副査) 教授 石黒 政一 教授 堀江 忠男 教授 桐山 良一 教授 菊池 理一 |

論 文 内 容 の 要 旨

アントラセン結晶中のシンチレーションプロセスの過渡現象を直接観測する為に、サンプリング法を用い、ナノ秒 (10^{-9} 秒) の時間分解能を持ち、精密なシンチレーションパルス波形を得る測定装置を製作した。各種励起線質による、パルス波形の始めの部分の相違を結晶の一重項 S_1 状態に到る励起過程の相違、及び S_1 励起子の kinetics によって説明した。

シンチレーションパルスは高速光電子増倍管出力を多重波高分析器により波高分析される。その内、特定波高値のパルスのサンプリング波形 (7GC サンプリングオシロスコープを用いて) のみが改造された多重波高分析器の記憶回路に多重集積され、統計的変動の少ない精密なパルス波形として記録される。パルス巾1ナノ秒程度の紫外線パルス (水素入り水銀リレー管を使った放電管からの) によって励起されたアントラセン結晶の蛍光パルス波形は、表面効果及び自己吸収効果を取除くと、立上りは非常に早く減衰は exponential で純減衰常数として (6.5 ± 0.5) nsec. を得た。 β 及び γ 線励起シンチレーションパルス波形は自己吸収効果を取除いて、立上り時間 (10~90%) は 2.8 nsec. 減衰常数は (10 ± 1) nsec. であった。この相違は後者の場合、結晶中に生成されるイオン-電子の再結合及び高い励起状態から S_1 状態への遷移等に要する時間として説明された。又、 α 粒子励起シンチレーションパルス波形には、 β 及び γ 励起の場合と同じ主減衰項の外にパルスの頂上附近に非常に早い減衰項 (initial spike) が観測された。これは D. Blanc 等が提唱した理論の実験的裏付けとなる。即ち、重粒子が結晶中を通過する際の dE/dx が電子線の場合に比べて非常に大きく、従って結晶中に生成されるイオンや励起子の濃度は高い。この為、励起子間の相互作用により two exciton annihilation が起り、これが initial spike となって現われる。initial spike が dE/dx の値に依存する事も実験的に確かめた。

以上の結果からアントラセン結晶の一重項 S_1 励起子の寿命は (6.5 ± 0.5) nsec. であり、高エネルギー

ギー粒子によって作られるイオン-電子の再結合にはナノ秒程度の時間を要する事が分った。又、 α 粒子によって生成される高濃度の一重項励起子間の exciton annihilation を観測した。

論文の審査結果の要旨

有機シンチレーター結晶のシンチレーションパルス波形の tail 部が励起線質により相違する事は、線質弁別に用いられるが、パルスの立上りと時間的に早い減衰成分 (fast component) に関し、線質及び、エネルギー依存性の精密測定による解析は少い。

大脇君はシンチレーションパルス波形の相違を精密測定し、結晶内の一重項励起子の発生、拡散、消滅機構を明らかにした。アントラセン単結晶のシンチレーションパルスの fast component の減衰時間は約 30 nsec. 程度であり、時間分解能 1 nsec. 程度のパルス検出装置が必要である。大脇君はサンプリング法を用い、シンチレーションパルス波形を直接測定出来る装置を作った。

即ち、高速光電子増倍管と多重波高分析器により、特定波高値を選び、それをサンプリングし、改造された多重波高分析器に繰返し集積し、統計的変動を小さくして、パルス波形を得た。最小時間光パルス (高圧水素パルス放電) として立上り 2.1 nsec. 半値巾 3.6 nsec. のパルス波形を得た。 ^{241}Am の α 粒子, ($^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$) の β 粒子, ^{137}Cs γ 線及び 328 m μ UV パルス (半値巾 0.5 nsec.) を励起線源とし、アントラセン単結晶の C' 軸方向入射に対するシンチレーションパルス波形を測定し励起線質により、パルス立上り、減衰、ピーク波形の相違を見出した。UV 励起蛍光パルス波形は、立上りが非常に早く、減衰は exponential で表面効果及び、自己吸収効果を取除いた純減衰時間として (6.5 \pm 0.5) nsec. を得た。 β 及び γ 線励起シンチレーションパルス波形は、自己吸収効果を取除いて立上り時間 2.8 nsec. 減衰時間 (10 \pm 1) nsec. を得た。この相違は後者の場合、結晶中に生成されるイオン-電子の再結合を通じ高次の励起状態から S_1 状態への遷移に要する時間として説明した。又、 α 粒子励起シンチレーションパルス波形の fast component の減衰は、 β , γ 励起と同じである。但し、ピーク付近に非常に早い減衰項 (initial spike) を観測した。これは D. Blanc 等の提唱の実験的裏付けとなる。即ち、dE/dx の大きい重荷電粒子による結晶中の生成イオンや励起子の高密度により、two exciton annihilation が原因となり、initial spike が現われる。initial spike が dE/dx の値に依存する事も実験的に確めた。

大脇君の論文は nano-sec. 領域の光パルス、或はシンチレーションパルスの測定装置の開発と、その装置によりアントラセン単結晶の各種励起線質による励起過程、発光過程を測定し、シンチレーション波形の相違を励起子の発生、拡散、消滅等の機構により解明した。特に initial spike の確認は、関連研究に寄与する所大である。よって、この論文は理学博士の学位論文として、十分価値あるものと、認められる。