

Title	レーザー核融合用高精度燃料ペレットの開発に関する研究
Author(s)	高木, 勝
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38549
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	高木 勝
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 11130 号
学位授与年月日	平成6年2月28日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	レーザー核融合用高精度燃料ペレットの開発に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 井澤 靖和 教授 中井 貞雄 教授 三宅 正宣 教授 西川 雅弘 教授 三間 罔興 教授 青木 亮三 教授 権田 俊一 教授 中塚 正大 教授 西原 功修

論文内容の要旨

本論文は、レーザー核融合用燃料ペレットの高精度化を目的として、複合エマルジョン法に改良を加えるとともに同法の新しい応用技術を開発した研究結果についてまとめたものであり、7章から構成されている。

第1章は緒論であり、レーザー核融合燃料ペレットに要求される性能をまとめ、本研究の意義と目的を明らかにしている。

第2章では、プラスチックシェルペレットの高精度化に関する結果についてまとめている。エマルジョンを構成する油相と水相の溶液の密度を整合させる方法を提案し、密度整合 W/O/W エマルジョン法で製作したポリスチレンシェルの特性を評価し、壁厚の均一性やシェルの強度が大幅に向上した要因をエマルジョンの乾燥過程やプラスチックの分子量と関連づけて考察している。またプラズマ診断用に Si や Cl をプラスチック中に均一にドーピングする方法についても述べている。

第3章では、ポリスチレンシェルの三重水素化について述べている。水素と三重水素、および重水素と三重水素の置換反応が紫外線照射によって促進される過程を解析し、高い置換率を得る条件を検討している。またシェル内での三重水素濃度の空間分布や放射線によるポリスチレンの自己分解の効果について評価している。

第4章では、密度整合 W/O/W エマルジョン中での架橋重合反応を利用した低密度プラスチックフォームシェルの製作技術開発結果について述べている。架橋重合反応に寄与するモノマーや溶媒の種類とフォーム構造の関係を調べ、極低密度のプラスチックフォームに適したモノマーや溶媒を選択している。またフォームシェルの厚さを制御する方法についても検討している。

第5章では、エマルジョン法に界面重縮合反応を適用し、フォームシェル表面に均一なプラスチック膜を形成する技術について述べている。膜の成長過程を解析するとともに、反応材料の種類と生成膜の特性を評価し、さらにレーザー核融合燃料ペレットとして重要な膜の強度、水素ガスの透過率について議論している。

第6章では、重水素-三重水素混合ガス中の高濃度三重水素分圧測定用に無機粉末蛍光体センサを開発した結果についてまとめている。蛍光体の種類や三重水素濃度と発光量の関係、 β 線の自己吸収が発光に及ぼす効果、蛍光体のメモリー効果などを定量的に評価し、センサの適用限界を明らかにしている。

第7章は結論であり、これらの研究を通して得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

レーザー核融合研究の進展に伴い、燃料ペレットには高度な真球度と一様性が要求されるようになってきた。また重水素-三重水素燃料を極低温に冷却して液化あるいは固化したクライオターゲットの実現に向けて、燃料を保持する低密度プラスチックフォームシェル製作やフォームシェル表面へのアブレータ膜の形成に関して新しい手法の開発が強く望まれている。

本論文は複合エマルジョン法を応用して高精度燃料ペレット製作技術の開発を行い、あわせて核融合燃料として重要な三重水素の取扱い・計測技術を開発した結果についてまとめたもので、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) W/O/W複合エマルジョン法において、水(W)相と油(O)相の密度整合を図ることにより、重力の影響で生じるO相の不均一性を除去し、真球度、一様性とも極めて優れたポリスチレンシェルペレットの製作技術を開発している。また、シェル材料となるポリスチレンの分子量を最適化し、シェル壁中に気泡やクラックの発生しない分子量領域を見出している。
- (2) 低濃度の多官能基モノマーを架橋重合してポリマーゲルを形成させる技術と複合エマルジョン法を組み合わせ、低密度プラスチックフォームシェルの新しい製作技術を開発している。O相の溶媒やエマルジョン安定材の種類とフォーム構造の関係を解析し、フタル酸エステルを使用した反応系において、質量密度が $50\text{mg}/\text{cm}^3$ 以下で、直径 $0.1\mu\text{m}$ 以下のファインファイバーで支持され、空隙 $1\mu\text{m}$ 以下の網目構造からなるフォームシェル製作技術を確立している。このフォームシェルは弾力性に富み、光透過性があるため、光学的にシェル壁の厚さや均一性を評価できるという、レーザー核融合燃料ペレットとして極めて優れた特性を有している。
- (3) エマルジョン法に界面重縮合反応を適用して、低密度プラスチックフォームシェルの表面に均一なプラスチック膜を形成する技術を開発している。反応材料と生成膜の特性を検討して、イソフタル酸で架橋したポリ(p-ビニルフェノール)膜がレーザー核融合燃料ペレットに適していることを明らかにしている。また、O相からW相へ向かう膜の形成過程を解析して、膜の成長速度を与える実験式を導出している。
- (4) ポリスチレンシェル中の水素や重水素を三重水素で置換する方法を検討し、紫外線照射により高圧ガス中で置換反応が促進される過程やシェル中での三重水素濃度の空間分布を解析して、高い比放射能を有する重水素-三重水素化ポリスチレンシェルを実現している。
- (5) 無機粉末蛍光体を三重水素濃度の測定に応用し、蛍光体の粒径や三重水素濃度と発光量、 β 線の自己吸収が発光量に及ぼす効果、蛍光体表面での三重水素の吸着や内部への拡散によるメモリー効果等を検討し、高濃度三重水素分圧を精度よく測定できる小型のセンサを開発している。

以上のように本論文はレーザー核融合用高精度燃料ペレットの開発において重要な多くの知見を与えており、核融合工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。