T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	核物質非破壊検知用小型光核中性子源の研究
Title(English)	
著者(和文)	村田亜希
Author(English)	aki murata
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11262号, 授与年月日:2019年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:林﨑 規託,千葉 敏,片渕 竜也,相樂 洋,筒井 広明
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11262号, Conferred date:2019/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

2001 年の米国同時多発テロ事件を契機に核テロリズムの脅威に対する緊張感が一層高まり、核セキュリティ強化の取り組みが加速し、核燃料物質であるウランやプルトニウムを非破壊で検知する重要性が増している。

核物質の非破壊測定に現在使用されている核融合反応を利用した中性子発生管には、中性子強度の制約や短パルスを生成できないなどの問題がある。そこで、本論文研究はベリリウムの光核反応のしきいエネルギーが他の物質よりも格段に小さい 1.67 MeV であることに着目し、ベリリウム光核反応ターゲットと加速エネルギーが 5～10 MeV の熱陰極型 S バンド（2.856 GHz）高周波電子銃（RF-gun）より構成される、新しい核物質非破壊検知用小型光核パルス中性子源の開発を目的としている。そして、中性子発生管では技術的に困難な 1 μs 以下の短パルスビームを発生可能なことから、例えば中性子飛行時間測定法のエネルギー分解能の向上が期待される。

粒子・重イオン輸送統合コード PHITS（Particle and Heavy Ion Transport code System）を用いたモンテカルロシミュレーションにより、この新しい電子加速器中性子源の有効性と実現可能性を設計研究し、中性子発生管と同等以上の中性子強度が得られることを確認した。RF-gun が平均電子ビーム電流 1 A で動作する場合、5 MeV と 10 MeV の入射電子ビームエネルギーに対して、中性子強度はそれぞれ 3.4×10^{13} n/s および 2.2×10^{14} n/s となった。このときの光核反応ターゲットのサイズは直径 10 cm、厚さ 3 cm であり、後者は直径 10 cm、厚さ 4 cm となった。

3 次元高周波電磁界シミュレーションとビームシミュレーションにより、新しく設計した RF-gun が設計エネルギーまで電子ビームを加速できることを確認した。熱陰極としては、仕事関数が低く、融点が高い六ホウ化ランタンを選択し、その背面にレーザーを照射して加熱する方法を提案した。そして最終的な電子加速器のサイズは、全長が 179 mm、加速空洞部の最大内径が 89.8 mm となった。