

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 6 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23540340

研究課題名(和文) 背面透過型電子源による高電流密度ピコ秒スピン偏極電子ビームの生成

研究課題名(英文) Generation of high current and pico-second scale spin polarized beam by using transmission photocathode

研究代表者

山本 尚人 (Yamamoto, Naoto)

名古屋大学・シンクロトロン光研究センター・助教

研究者番号：60377918

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円、(間接経費) 1,140,000円

研究成果の概要(和文)：背面透過型スピン偏極電子源から生成した電子ビームの時間特性を測定するため、高周波偏向空洞をもちいた測定装置を開発した。また、実際に開発した測定装置を用いてスピン偏極電子ビームの時間特性を測定した。その結果、40ps程度のパルス長をもつレーザーにより生成した電子ビームのパルス長は46ps程度であることが確かめられた。この値は用いた電子源試料の設計から矛盾のない値であった。これにより、従来の反射型のみではなく背面透過型の電子源においてもピコ秒スピン偏極電子ビームの生成が可能であることが確かめられた。

研究成果の概要(英文)：In order to study the temporal response of transmission-type polarized photocathodes, we developed a pulse length measurement system. The system consists of an rf deflecting cavity and a beam profile monitor. The rf deflecting cavity has the resonance frequency of 2612.9 MHz and is synchronized to the repetition of pump laser light. By using the pulse length measurement system and 20-kV high brightness electron gun, we observed the pulse length of spin polarized electron beam. As a result, the electron pulse duration of 46 ps was observed with the pump laser duration of 40 ps. These value is consistent with the evaluated value based on the photocathode thickness. Furthermore, we confirmed that a ps-scale polarized beam could be obtained by using the transmission-type photocathodes.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学・素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：加速器 スピン偏極電子源

1. 研究開始当初の背景

申請者らは先の研究において従来電子源の高輝度化を目指し、背面透過型電子源を開発した。この新たな電子源は励起用レーザーをビームを生成するのと反対の面から入射することを可能とし、ビームの高輝度化(従来の5~6桁向上)だけでなく電子源設計の自由度を上げることにつながった。

しかし、この新たな電子源に対し時間応答性を試験されておらず、早急な確認が必要であった。

2. 研究の目的

背面透過型電子源の時間応答性を評価し、ピコ秒スケールの電子ビーム生成が可能であることを確かめることが本研究の目的であった。

3. 研究の方法

申請者らが製作した背面透過型電子銃に適用できる電子ビーム時間応答性測定装置を設計・製作する。また、その装置を既存の電子銃の取り付け、実際に時間応答性を測定する。

4. 研究成果

背面透過型スピン偏極電子源から生成した電子ビームの時間特性を測定するため、高周波偏向空洞をもちいた測定装置を開発した。また、実際に開発した測定装置を用いてスピン偏極電子ビームの時間特性を測定した。その結果、40ps程度のパルス長をもつレーザーにより生成した電子ビームのパルス長は46ps程度であることが確かめられた。この値は用いた電子源試料の設計から矛盾のない値であった。これにより、従来の反射型のみではなく背面透過型の電子源においてもピコ秒スピン偏極電子ビームの生成が可能であることが確かめられた。

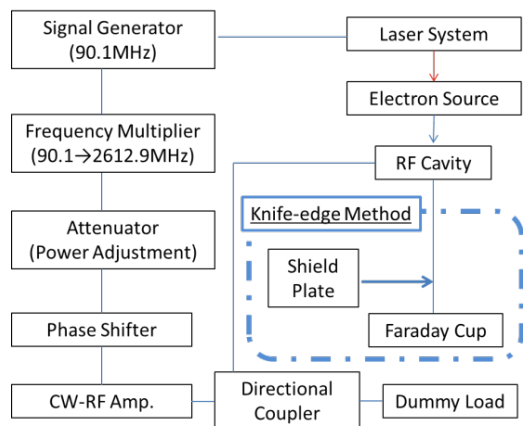


図1. 開発した時間応答性測定システムの概念図

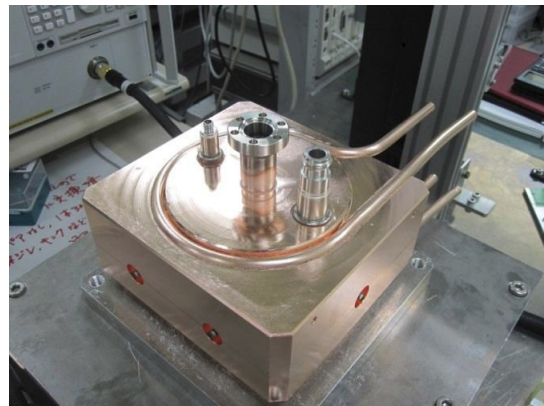


図2. 開発した電子ビーム偏向空洞の外観

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

1. X.G. Jin, A. Mano, F. Ichihashi, N. Yamamoto and Y. Takeda, "High-Performance Spin-Polarized Photocathodes Using a GaAs/GaAsP Strain-Compensated Superlattice", Applied Physics Express, 6 巻 (頁: 0125801) 2012, 査読有り  
DOI: 10.7567/APEX.6.015801
2. X.G. Jin, F. Ichihashi, A. Mano, N. Yamamoto and Y. Takeda, "Fourfold increase of quantum efficiency in highly spin-polarized transmission-type photocathode", Japanese Journal of Applied Physics, 51 巻 (頁: 108004), 2012, 査読有り  
DOI: 10.1143/JJAP.51.108004
3. N. Yamamoto, X. G. Jin, A. Mano, T. Ujihara, Y. Takeda, S. Okumi, T. Nakanishi, T. Yasue, T. Koshikawa, T. Ohshima, T. Saka and H. Horinaka, "Status of the high brightness polarized electron source using transmission photocathode", Journal of Physics: Conference Series, 298 巻 1 号 (頁: 012017), 2011, 査読有り  
DOI: 10.1088/1742-6596/298/1/012017

[学会発表](計 18 件)

1. 山本尚人, 金秀光, 稲垣利樹, 保坂将人, 高嶋圭史, "歪み補償型超格子フォトカソードによる高量子効率スピン偏極電子源の開発", 第 69 回物理学年会, 2014 年 3 月 27 日, 神奈川県 東海大学 湘南キャンパス, 口頭
2. 稲垣利樹, 梶浦陽平, 許斐太郎, 岡野泰彬, 阿達正浩, 山本尚人, 金秀光, 保坂将人, 高嶋圭史, 加藤政博, "透

- 過光型スピン偏極電子源の時間応答性評価” ,第 27 回放射光学会年会 放射光科学合同シンポジウム , 広島県広島市, 2014 年 1 月 11 日 , ポスター(一般)
3. 梶浦陽平, 稲垣利樹, 山本尚人, 保坂将人, 真野篤志, 高嶋圭史, 許斐太郎, 加藤政博, “透過光型スピン偏極電子源を用いた逆光電子分光装置の開発” , 第 27 回放射光学会年会 放射光科学合同シンポジウム , 2014 年 , 広島県広島市, 2014 年 1 月 11 日 , ポスター(一般)
  4. 山本尚人 , “偏極電子源の現状” , 生体分子キラリティ起源 合同研究会 , 2013 年 11 月 16 日 , 愛知県岡崎市, (指名)
  5. N. Yamamoto , “High polarization high QE cathode” , The International Workshop on Future Linear Colliders LCWS13 , 2013 年 11 月 11 日 , 東京都東京大学, (指名)
  6. X.G. Jin, N. Yamamoto, A. Mano, M. Yamamoto, Y. Takeda , “High performance spin-polarized photocathode using GaAs/GaAsP” , The 2013 International Workshop on Polarized sources, Targets & Polarimetry , 2013 年 9 月 9 日 , Charlottesville, VA , US, ポスター(一般)
  7. N. Yamamoto , “High QE and High polarization photocathode” , POSIPOL 2013 , 2013 年 9 月 4 日 , Argonne, US, (指名)
  8. 稲垣 利樹, 梶浦 陽平, 許斐 太郎, 岡野 泰彬, 阿達 正浩, 山本 尚人, 金 秀光, 保坂 将人, 高嶋 圭史, 加藤 政博, “透過光型スピン偏極電子源の時間応答性評価” , 第 10 回加速器学会年会 , 2013 年 8 月 2 日 , 愛知県 名古屋市 名古屋大学東山キャンパス, ポスター(一般)
  9. 梶浦 陽平, 稲垣 利樹, 山本 尚人, 保坂 将人, 真野 篤志, 高嶋 圭史, 許斐 太郎, 加藤 政博, “透過光型スピン偏極電子源を用いた逆光電子分光装置の開発” , 第 10 回加速器学会年会 , 2013 年 8 月 2 日 , 愛知県 名古屋市 名古屋大学東山キャンパス, ポスター(一般)
  10. N. Yamamoto , “Highly polarized beam generation with High QE based on a transmission type cathode” , European Linear Collider ECFA Workshop 2013 , 2013 年 5 月 27 日 , Hamburg, Germany, 口頭(一般)
  11. 梶浦陽平 , 丹羽貴弘, 稲垣俊樹, 山本尚人 , 許斐太郎 , 真野篤志 , 阿達正浩 , 保坂 将人 , 高嶋圭史 , 加藤政博 , “ UVSOR におけるスピン偏極電子源を用いた逆光電子分光装置の開発 ” , 第 26 回放射光学会年会 放射光科学合同シンポジウム , 2013 年 1 月 12 日 , 愛知県 名古屋市 名古屋大学東山キャンパス, ポスター(一般)
  12. 丹羽貴弘, 山本尚人, 許斐太郎, 高嶋圭史, 保坂将人, 真野篤志, 阿達正浩, 加藤政博, 梶浦陽平, 稲垣利樹, “次世代放射光源のための透過光型光陰極電子源の開発” , 第 26 回放射光学会年会 放射光科学合同シンポジウム , 2013 年 1 月 12 日 , 愛知県 名古屋市 名古屋大学東山キャンパス , ポスター(一般)
  13. 稲垣利樹, 丹羽貴弘, 梶浦陽平, 許斐太郎, 阿達正浩, 山本 尚人, 保坂 将人, 真野篤志, 高嶋圭史, 加藤政博 , “透過光型スピン偏極電子源のためのフェムト秒レーザー輸送システムの開発” , ビーム物理研究会 , 2012 年 11 月 29 日 , 沖縄県 沖縄科学技術大学, ポスター(一般)
  14. 丹羽貴弘, 山本 尚人, 許斐太郎, 梶浦陽平, 稲垣利樹, 真野篤志, 保坂 将人, 高嶋圭史, 阿達正浩, 加藤政博, 坂上和之, 高富俊和 , “透過光型スピン偏極電子源のための電子ビームバンチ長測定システムの開発” , ビーム物理研究会 , 2012 年 11 月 29 日 , 沖縄県 沖縄科学技術大学 , ポスター(一般)
  15. T. Niwa, N. Yamamoto, M. Hosaka, A. Mano, Y. Takashima , “Development of an Electron Beam Bunch Length Measurement System” , 第 9 回加速器学会年会 , 2012 年 8 月 8 日 , 大阪府 大阪大学 , ポスター(一般)
  16. N. Yamamoto, X.G. Jin, F. Ichihashi, A. Mano, T. Nakanishi, T. Ujihara, Y. Takeda , “High Polarized and Quantum efficiency electron source using Transmission photocathode” , the 2nd International Particle Accelerator Conference , 2011 年 9 月 5 日 , San Sebastian, Spain, 口頭(一般)
  17. 山本尚人 , “NEA-GaAs フォトカソード電子ビームの低エミッタンス化、高輝度化に関わる技術開発” , 第 8 回 加速器学

会年会，2011年8月1日，茨城県 つくば市，口頭（招待・特別）

18. 山本尚人、金 秀光、市橋史朗、真野篤志、宇治原 徹、竹田美和，“透過光型フォトカソードを用いた高スピン偏極・高輝度電子源の開発現状”，第8回 加速器学会年会，2011年8月1日，茨城県 つくば市，，ポスター（一般）

19.

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

取得状況（計 0 件）

〔その他〕

受賞

山本尚人、金秀光，“赤崎賞”，2013年03月19日，名古屋大学，日本国

山本尚人，“日本加速器学会奨励賞”，2011年08月，日本加速器学会，日本国

ホームページ等

山本尚人，研究成果

[http://profs.provost.nagoya-u.ac.jp/view/html/100002212\\_ja.html](http://profs.provost.nagoya-u.ac.jp/view/html/100002212_ja.html)

6．研究組織

(1)研究代表者

山本 尚人 (YAMAMOTO, Naoto)

国立大学法人 名古屋大学・シンクロトロン光研究センター・助教

研究者番号：60377918

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

金 秀光 (Gin, X.G.)

高エネルギー加速器研究機構・加速器第7研究系・特任助教

研究者番号：20594055

阿達 正浩 (ADACHI, Masahiro)

高エネルギー加速器研究機構・加速器第7研究系・特任助教

研究者番号：30446455