

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4429447号
(P4429447)

(45) 発行日 平成22年3月10日(2010.3.10)

(24) 登録日 平成21年12月25日(2009.12.25)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 J 31/50 (2006.01)

H O 1 J 31/50

D

G O 1 J 1/02 (2006.01)

G O 1 J 1/02

D

H O 1 J 29/64 (2006.01)

H O 1 J 29/64

B

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-3781 (P2000-3781)
 (22) 出願日 平成12年1月12日(2000.1.12)
 (65) 公開番号 特開2001-196018 (P2001-196018A)
 (43) 公開日 平成13年7月19日(2001.7.19)
 審査請求日 平成18年12月26日(2006.12.26)

(73) 特許権者 000236436
 浜松ホトニクス株式会社
 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100089978
 弁理士 塩田 辰也
 (74) 代理人 100092657
 弁理士 寺崎 史朗
 (72) 発明者 木下 勝之
 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜
 松ホトニクス株式会社内
 (72) 発明者 稲垣 善則
 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜
 松ホトニクス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ストリーク装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受けた光を光電子に変換する光電面を一端に備え、前記光電子による像を可視光像に変換する出力面を他端に備える真空容器と、前記真空容器の管軸に沿って前記光電面と対向するように配置され前記光電面から放出された光電子を加速する加速電極と、前記加速電極と前記出力面との間で前記管軸を挟むように対向する一対の電極からなる偏向電極と、前記光電面と前記偏向電極の入射口との間に集束磁束を発生させて前記光電面から放出された光電子を集束させる複数の集束磁束発生器と、を備えるストリーク管と、前記偏向電極に偏向電界を発生させる電圧を供給する偏向電圧発生回路と、前記加速電極に電圧を供給する加速電圧発生回路と、前記集束磁束発生器に電流を供給する駆動電源と、を備えるストリーク装置において、前記複数の集束磁束発生器は、前記光電面上に形成された電子像を前記出力面上に結像させる主集束電子レンズと、前記光電面と前記主集束電子レンズとの間に設けられ、前記光電面から放出された光電子を前記主集束電子レンズの中心方向に集束させるプリフォーカスレンズと、を形成することを特徴とするストリーク装置。

【請求項2】

受けた光を光電子に変換する光電面を一端に備え、前記光電子による像を可視光像に変換する出力面を他端に備える真空容器と、前記真空容器の管軸に沿って前記光電面と対向するように配置され前記光電面から放出された光電子を加速する加速電極と、前記加速電極

と前記出力面との間で前記管軸を挟むように対向する一対の電極からなる偏向電極と、永久磁石を含み前記光電面と前記偏向電極の入射口との間に前記永久磁石による磁束を発生させて前記光電面から放出された光電子を集束させる複数の集束磁束発生器と、を備えるストリーク管と、

前記偏向電極に偏向電界を発生させる電圧を供給する偏向電圧発生回路と、

前記加速電極に電圧を供給する加速電圧発生回路と、を備えるストリーク装置において、

前記複数の集束磁束発生器は、

前記光電面上に形成された電子像を前記出力面上に結像させる主集束電子レンズと、

前記光電面と前記主集束電子レンズとの間に設けられ、前記光電面から放出された光電子を前記主集束電子レンズの中心方向に集束させるプリフォーカスレンズと、を形成することを特徴とするストリーク装置。

10

【請求項 3】

前記主集束電子レンズの中心と前記出力面との距離は、前記光電面と前記主集束電子レンズの中心との距離よりも小さくなるように設定されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のストリーク装置。

【請求項 4】

前記各集束磁束発生器は、前記真空容器の外側を周回するように設けられ中心軸が前記管軸と一致するコイルと、前記コイルをシールドする磁性体と、前記磁性体の前記真空容器側に設けられた開口部と、を備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載のストリーク装置。

20

【請求項 5】

前記ストリーク管は、前記主集束電子レンズを形成する第 1 の集束磁束発生器と、前記プリフォーカスレンズを形成する第 2 の集束磁束発生器と、を備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載のストリーク装置。

【請求項 6】

前記ストリーク管は、前記偏向電極の入射口近傍に設けられ、前記偏向電極から漏出する電界を遮蔽すると共に前記管軸を中心に開口する遮蔽板を備え、前記遮蔽板の電位は前記加速電極の電位以下に設定されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載のストリーク装置。

【請求項 7】

前記ストリーク管は、隣接する 2 つの集束磁束発生器の間に設けられ前記遮蔽板を支持すると共に前記遮蔽板と電氣的に接続されるフランジを更に備えることを特徴とする請求項 6 記載のストリーク装置。

30

【請求項 8】

前記ストリーク管は、前記光電面と前記加速電極との間に管軸を中心に開口するゲート電極を更に備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載のストリーク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

40

本発明は、発光現象の経時的な強度分布の測定等に好適なストリーク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ストリーク装置とは、被測定光の時間的な強度分布を出力面上の空間的な強度分布に変換する装置である。例えば特公平 4 - 73257 号公報には、電磁集束型のストリーク装置が開示されている。このストリーク装置は、単一の集束磁束発生器（電磁集束コイル）を備え、この集束磁束発生器によってストリーク管の外側から光電面と偏向電極の入口との間の空間にのみ集束磁束を発生させ、光電面から放出される光電子を実質的に集束させるものである。

【0003】

50

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のストリーク装置は、集束磁束発生器を一つしか備えていないため、光電面上で空間方向の有効範囲を大きく取ると、光電面の端部から放出された光電子の電子群が、集束磁束発生器によって形成される電子レンズの周辺を通過してしまうため、空間分解能及び時間分解能が劣化し、空間歪みが大きくなるという問題がある。また、集束電子レンズの中心から出力面までの距離が、光電面から集束電子レンズの中心までの距離よりも大きいため、光電面上で空間方向の有効範囲を大きくすることが困難である。

【0004】

また、例えば米国特許第4350919号には、集束磁束発生器を2つ備えた電磁集束型のストリーク装置が開示されている。しかし、このストリーク装置では、集束磁束発生器が発生する集束磁界と掃引用の偏向電極が発生する偏向電界とがストリーク管の管軸方向で重なっているため、光電子ビームが掃引用の偏向電極内で、サイクロイド運動をしてしまう。このため、光電面上で空間方向の有効範囲を大きく取ることができない。また、光電子ビームが集束磁界の影響を受けるため、十分な偏向感度を得ることができない。さらに、このストリーク装置の2つの集束磁界発生器は、光電面の端部から放出された光電子が、光電面上に形成された電子像を出力面上に結像させる電子レンズの中心付近を通過するように配置されていない。このため、光電面の端部における空間分解能及び時間分解能が劣化し、空間歪みが大きくなるという問題がある。

【0005】

一方、静電集束型のストリーク装置は、光電面上の有効範囲を大きく取ることができるという利点があるが、集束電子レンズを形成する集束電極の電位が低いいため、空間電荷効果によって電子ビームが拡散し、D-レンジが小さいという問題がある。

【0006】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、光電面上で有効範囲を大きく取ると共に、その有効範囲において空間分解能及び時間分解能を高く、空間歪みを小さく、かつD-レンジを大きくさせることができるストリーク装置を提供することを目的とする。

【0007】**【課題を解決するための手段】**

請求項1記載のストリーク装置の発明は、受けた光を光電子に変換する光電面を一端に備え、光電子による像を可視光像に変換する出力面を他端に備える真空容器と、真空容器の管軸に沿って光電面と対向するように配置され光電面から放出された光電子を加速する加速電極と、加速電極と出力面との間で管軸を挟むように対向する一対の電極からなる偏向電極と、光電面と偏向電極の入射口との間に集束磁束を発生させて光電面から放出された光電子を集束させる複数の集束磁束発生器と、を備えるストリーク管と、偏向電極に偏向電界を発生させる電圧を供給する偏向電圧発生回路と、加速電極に電圧を供給する加速電圧発生回路と、集束磁束発生器に電流を供給する駆動電源と、を備えるストリーク装置において、複数の集束磁束発生器は、光電面上に形成された電子像を出力面上に結像させる主集束電子レンズと、光電面と主集束電子レンズとの間に設けられ、光電面から放出された光電子を主集束電子レンズの中心方向に集束させるプリフォーカスレンズと、を形成する構成を採る。

【0008】

この構成により、光電面において、空間方向の有効範囲の端部から放出された光電子ビームが、プリフォーカスレンズにより曲げられて主集束電子レンズの中心方向に進むこととなる。主集束電子レンズの中央部は球面収差が小さいため、出力面上にボケの少ないスポットの像が得られる。これにより、時間方向、空間方向の両方向に良好な空間分解能が得られる。

【0009】

請求項2記載のストリーク装置の発明は、受けた光を光電子に変換する光電面を一端に備え、光電子による像を可視光像に変換する出力面を他端に備える真空容器と、真空容器の

管軸に沿って光電面と対向するように配置され光電面から放出された光電子を加速する加速電極と、加速電極と出力面との間で管軸を挟むように対向する一対の電極からなる偏向電極と、永久磁石を含み光電面と偏向電極の入射口との間に永久磁石による磁束を発生させて光電面から放出された光電子を集束させる複数の集束磁束発生器と、を備えるストリーク管と、偏向電極に偏向電界を発生させる電圧を供給する偏向電圧発生回路と、加速電極に電圧を供給する加速電圧発生回路と、を備えるストリーク装置において、複数の集束磁束発生器は、光電面上に形成された電子像を出力面上に結像させる主集束電子レンズと、光電面と主集束電子レンズとの間に設けられ、光電面から放出された光電子を主集束電子レンズの中心方向に集束させるプリフォーカスレンズと、を形成する構成を採る。

【0010】

10

このように、永久磁石を利用して集束磁束発生器を構成することができる。このため、光電面において、空間方向の有効範囲の端部から放出された光電子ビームが、プリフォーカスレンズにより曲げられて主集束電子レンズの中心方向に進むこととなる。主集束電子レンズの中央部は球面収差が小さいため、出力面上にボケの少ないスポットの像が得られる。これにより、時間方向、空間方向の両方向に良好な空間分解能が得られる。

【0011】

請求項3記載の発明は、請求項1又は請求項2記載のストリーク装置において、主集束電子レンズの中心と出力面との距離は、光電面と主集束電子レンズの中心との距離よりも小さくなるように設定されている構成を採る。

【0012】

20

このように、主集束電子レンズがストリーク管の中央より出力側に近いところに設置されているため、光電子の密度の最大となるところから出力掃引面までの距離が小さくなる。このため、最大密度の部分で空間電荷効果によるクーロン反発力が働いても、それによる光電子ビームの拡散度合いは小さくて済む。その結果、D-レンジ劣化を小さくさせることができる。

【0013】

請求項4記載の発明は、請求項1から請求項3のいずれかに記載のストリーク装置において、各集束磁束発生器は、真空容器の外側を周回するように設けられ中心軸が管軸と一致するコイルと、コイルをシールドする磁性体と、磁性体の真空容器側に設けられた開口部と、を備える構成を採る。

30

【0014】

この構成により、集束磁束発生器が発生する磁場が働く範囲を必要な範囲のみに限定させることができ、ピーク強度からの減衰を早く、偏向電極場への磁場の浸透を無視できるレベルにすることができる。このため、磁場が偏向電極にも及び、偏向感度が下がったり、偏向電極で光電子ビームの回転が生ずることを回避することができる。

【0015】

請求項5記載の発明は、請求項1から請求項4のいずれかに記載のストリーク装置において、ストリーク管は、主集束電子レンズを形成する第1の集束磁束発生器と、プリフォーカスレンズを形成する第2の集束磁束発生器と、を備える構成を採る。

【0016】

40

この構成により、光電面において、空間方向の有効範囲の端部から放出された光電子ビームが、プリフォーカスレンズにより曲げられて主集束電子レンズの中心方向に進むこととなる。主集束電子レンズの中央部は球面収差が小さいため、出力面上にボケの少ないスポットの像が得られる。これにより、時間方向、空間方向の両方向に良好な空間分解能が得られる。

【0017】

請求項6記載の発明は、請求項1から請求項5のいずれかに記載のストリーク装置において、ストリーク管は、偏向電極の入射口近傍に設けられ、偏向電極から漏出する電界を遮蔽すると共に管軸を中心に開口する遮蔽板を備え、遮蔽板の電位は加速電極の電位以下に設定されている構成を採る。

50

【 0 0 1 8 】

この構成により、偏向板に掃引電圧が印加される際に生ずる強い電界が外部に漏出することを防止することができるため、漏出した電界が主集束磁束領域にも影響し、時間分解能の低下等が生ずることを回避することができる。また、遮蔽板から出力面における電位をより低くすることによって、偏向感度を上げることも可能である。

【 0 0 1 9 】

請求項 7 記載の発明は、請求項 6 記載のストリーク装置において、ストリーク管は、隣接する 2 つの集束磁束発生器の間に設けられ遮蔽板を支持すると共に遮蔽板と電氣的に接続されるフランジを更に備える構成を採る。

【 0 0 2 0 】

このように、隣接する 2 つの集束磁束発生器の間にフランジを設けたため、強磁性体であるフランジが集束磁場を乱し、解像度の劣化、歪みを起こすことを極力回避させることができる。

【 0 0 2 1 】

請求項 8 記載の発明は、請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載のストリーク装置において、ストリーク管は、光電面と加速電極との間に管軸を中心に開口するゲート電極を更に備える構成を採る。

【 0 0 2 2 】

この構成により、例えば、ストリーク掃引を行う間は、光電面に対して + 2 0 0 V の電圧を印加し、掃引の前後には、光電面に対して - 5 0 V の電圧を印加するように制御することができる。このため、掃引を行わない間は光電面に光が入射しても不要な出力像が生ずることを回避することができ、バックグラウンド上昇を少なくさせることができる。

【 0 0 2 3 】

【 発明の実施の形態 】

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係るストリーク装置の概略断面図である。ストリーク管 1 は、外囲器として円筒状のガラス管 1 a を有し、このガラス管 1 a の内部は、高真空に保持されている。このガラス管 1 a において、紙面に対して左側の端には、被計測光が入射する入力窓 2 が設けられており、入力窓 2 の内面には、光を光電子ビームに変換する光電面 3 が形成されている。光電面 3 から紙面に対して右側には、光電子ビームを加速して出力側に向かわせるためのメッシュからなる加速電極 4 と、光電子を出力面上で掃引するための偏向電極 5 と、出力面上で光電子の衝撃により電子を光に変換する蛍光面 6 と、蛍光面 6 を付着させている真空気密の出力窓 7 とが管軸に沿って順に設けられている。

【 0 0 2 4 】

光電面 3 は、入力窓 2 を融着している金属フランジ 8 a と電氣的に接続されており、同様に蛍光面 6 は、出力窓を融着している金属フランジ 8 b と電氣的に接続されている。加速電極 4 は、円筒電極 4 a によって支持されると共に、円筒電極 4 a を介して金属フランジ 8 c と電氣的に接続されている。また、偏向電極 5 の偏向板 5 a、5 b は、ガラス管 1 a の壁に埋め込まれた金属製の偏向リード 5 c と電氣的に接続されている。

【 0 0 2 5 】

光電面 3 と加速電極 4 は、それぞれが電氣的に接続された金属フランジ 8 a を介して加速電圧を印加するための加速電圧発生回路 9 が接続されている。実施の形態 1 では、加速電極 4 はグラウンド電位、光電面 3 には - 1 0 k v が印加されている。蛍光面 6 が接続されている金属フランジ 8 b は、グラウンド電位に接続されている。

【 0 0 2 6 】

偏向電極 5 に掃引電圧を印加するための偏向リード 5 c には、掃引電圧発生回路 1 0 が接続されている。掃引動作時は、偏向板 5 a には図 2 (a)、偏向板 5 b には図 2 (b) にそれぞれ示す 1 ~ 2 k v p - p の斜状に時間的に変化する掃引電圧が印加される。

【 0 0 2 7 】

実施の形態 1 では、光電面 3 として、可視光用としてマルチアルカリ光電面を用いている

10

20

30

40

50

。光電面 3 から加速電極 4 の間の距離は 5 mm で、加速電極 4 の粗さは 1 0 0 0 メッシュ / インチである。加速電極 4 と蛍光面 6 との間において、ガラス管 1 a の内壁には電荷の帯電を防ぐために、アルミニウムを蒸着し、ウォールアノード 1 1 を形成している。但し、偏向リード 5 c の付け根付近はアルミニウムを蒸着せずに電氣的にウォールアノード 1 1 と偏向リード 5 c とを絶縁している。また、光電面 3 から蛍光面 6 との間の距離は 2 5 0 mm である。

【 0 0 2 8 】

ストリーク管 1 の外周であって加速電極 4 と偏向電極 5 との間には、管軸に沿って蛍光面 6 側から第 1 集束磁束発生器 1 2 a と、第 2 集束磁束発生器 1 2 b との 2 つの集束磁束発生器が配置されている。これらの集束磁束発生器 1 2 a 、 1 2 b は、中心軸が管軸と一致するコイルから構成されている。それぞれのコイルには、電流を供給する駆動電源 1 3 a 、 1 3 b が接続されている。

10

【 0 0 2 9 】

第 1 集束磁束発生器 1 2 a は、管軸方向の位置として、光電面 3 から第 1 集束磁束発生器 1 2 a の中心まで距離と、第 1 集束磁束発生器 1 2 a の中心から蛍光面 6 までの距離との比がおおよそ 1 . 5 : 1 となるように配置されている。

【 0 0 3 0 】

本発明の実施の形態 1 に係るストリーク装置は、 1 光電面上で大きな有効範囲を確保することができ、しかもその有効範囲にわたって、空間分解能、時間分解能が良好である。同時に、 2 時間分解を行う掃引動作で高い D - レンジを有する。これらは、光電面 3 から放出された光電子ビームの軌道から理解することができる。まず、 1 について説明する。

20

【 0 0 3 1 】

図 3 (a) は、多チャンネルファイバによる入力を示す図であり、図 3 (b) は、出力面上のストリーク像を示す図である。例えば、多チャンネル同時時間分解測光等では、図 3 (a) に示すように、多数のチャンネルファイバ 3 0 からの光を、レンズ 3 1 を介して光電面 3 上の中心を通る直線上に結像させる。各チャンネルに対応する微小スポットから放出された光電子ビームは、偏向電極 5 により掃引され、出力面 (蛍光面 6) 上でストリーク像を得る。

【 0 0 3 2 】

図 4 (a) は、多チャンネルの光電子ビームのうち、光電面 3 の中心、および中心から最も離れた端部、すなわち空間方向の有効範囲の端で光電面 3 の中心から 8 mm の位置における微小スポットから放出された光電子ビームの軌道を示す。また、図 4 (b) は、蛍光面上の出力スポットを示す図である。図 4 (a) に示す 3 つの電子軌道は、実際には管軸方向で集束磁場の存在する場所では、管軸の周りで回転している。ここでは、説明のため、その回転面内での軌道を同一紙面上に描いてある。この回転の関係から、上述した光電面 3 上に直線状に結像される微小スポット群に対し、偏向電極 5 に対するその直線の傾きを限定する必要がある。この直線状の各点から放出された光電子ビーム群 (図 4 では、3 つのみを示す) は、管軸方向の各位置における断面上で直線上に並んでいる。すなわち、図 5 において、光電面 3 における傾きが最も大きく、管軸を中心に回転し、偏向電極 5 に近づくにつれて偏向板 5 a 、 5 b に対して平行になっていく。この光電子ビーム群が偏向電極 5 に入射する時、偏向板 5 a 、 5 b と平行になるよう、予め光電面 3 上で直線の傾きを決める必要がある。さもなくば 2 枚の偏向板 5 a 、 5 b の間隔が 8 mm 程度と小さいため、光電子ビーム群の端部に近いチャンネルの電子ビームが、偏向板 5 a 又は 5 b に衝突してしまう。実施の形態 1 では、光電面 3 における直線の傾きは偏向板 5 a 、 5 b に対して、約 7 0 度に設定されている。また、各々の光電子ビームは、微小スポットから放出された後、ビームを形成する光電子群が持つ初速度分布のため広がっていくが、集束磁束発生器が発生する集束磁界により、再び出力蛍光面上に結像される。なお、偏向板 5 a 、 5 b の間隔を 8 mm 程度に小さくしているのは、良好な偏向感度を得るためである。

30

40

【 0 0 3 3 】

50

さて、本発明の実施の形態 1 に係るストリーク装置には、第 1 集束磁束発生器 1 2 a 及び第 2 集束磁束発生器 1 2 b が設けられているが、光電面 3 上の微小スポットの光電子像を出力蛍光面 6 上に結像させる主たる集束電子レンズを形成するのは、第 1 集束磁束発生器 1 2 a である。この第 1 集束磁束発生器 1 2 a の管軸方向の位置は、次のようにして決まる。

【 0 0 3 4 】

先ず、偏向電極 5 には実質的に集束磁場が作用しないように第 1 集束磁束発生器 1 2 a を偏向電極 5 の光電面 3 側に配置する。偏向電極 5 に集束磁界が存在すると、光電子ビームが磁界に拘束されて偏向感度が下がり、掃引に大きな電圧が必要になると共に、断面が線状の光電子ビームを偏向電極 5 の入り口で偏向板 5 a、5 b に対して平行に入射させても集束磁界と偏向電界との相乗作用で光電子ビームがサイクロイド運動をして回転する。その結果、線状電子ビームの線方向の長さが大きいと偏向板 5 a、5 b に衝突してしまう。これを回避するため、第 1 集束磁束発生器 1 2 a を偏向電極 5 の光電面 3 側に配置する。

【 0 0 3 5 】

さらに、主集束電子レンズを形成する第 1 集束磁束発生器 1 2 a の管軸方向の位置を決めるもう一つの要素がある。それは、電子光学系の拡大率、すなわち光電面 3 上の光像が出力蛍光面 6 上に何倍に拡大されて結像されるかを示す尺度である。実施の形態 1 では、光電面 3 上の有効範囲を大きくするため、有効範囲の端部（光電面 3 の中心から 8 mm の位置）に微小スポット光を結像した時、電子光学系の拡大率を M とすれば、そのスポットに対応する蛍光面 6 上の出力像は、蛍光面 6 の中心から $8 M$ mm の位置に結像される。従って、拡大率 M が大きいほど出力蛍光面 6 の有効径を大きくする必要がある。そのため、ストリーク管 1 が大型化してしまう。また、実施の形態 1 に係るストリーク管 1 は、円筒状のガラス管 1 a を外圍器としているので、出力蛍光面 6 の有効径が光電面 3 の有効範囲より大きくなると外圍器の径を出力側で大きくする必要が生じ、構造が複雑になる。そこで、実施の形態 1 では、拡大率を約 1 に設定している。ストリーク管 1 の拡大率は、集束磁束発生器が第 1 集束磁束発生器 1 2 a のみである場合は、ほぼ、（主集束電子レンズの中心 - 出力掃引面間の距離） / （光電面 - 主集束電子レンズの中心の距離）の値に等しくなる。実施の形態 1 に係るストリーク管では、第 2 集束磁束発生器 1 2 b が形成するプリフォーカスレンズを光電面 3 と第 1 集束磁束発生器 1 2 a との間に設置しているため、拡大率は、上記の式による値より数割大きくなる。実施の形態 1 では、前式の比を、上述したように約 $1 / 1.5$ として、約 1 の拡大率を得ている。

【 0 0 3 6 】

次に、プリフォーカスレンズを形成する第 2 集束磁束発生器 1 2 b の役割を、図 4 を参照して説明する。光電面 3 において、空間方向の有効範囲の端部で光電面 3 の中心から 8 mm の位置の微小スポットから放出された光電子ビームは、このプリフォーカスレンズ 4 0 により曲げられて主集束電子レンズ 4 1 の中心方向に進む。主集束電子レンズ 4 1 の中央部は球面収差が小さいため、出力蛍光面 6 上にボケの少ないスポットの像が得られる。これにより、時間方向、空間方向の両方向に良好な空間分解能が得られる。一方、図 6 (a) は、第 2 集束磁束発生器 1 2 b がなく、第 1 集束磁束発生器 1 2 a のみが設けられたストリーク装置において、電子ビームの出力蛍光面上への結像の様子を示す図であり、図 6 (b) は、蛍光面上の出力スポットを示す図である。光電面 3 の端部から放出された光電子ビームは、主集束電子レンズ 6 0 の球面収差の大きい周辺部分で集束作用を受けるので、出力面上でビームのボケが大きく、空間分解能が劣化する。

【 0 0 3 7 】

図 7 は、多チャンネルの微小スポット群を等間隔で光電面に結像した場合、掃引していないモードで出力蛍光面 6 に得られるイメージを示す図である。図 7 (a) は、プリフォーカスレンズ有り、(b) は無しの場合を示している。プリフォーカスレンズを有する方が空間歪みを少なくすることができることがわかる。

【 0 0 3 8 】

次に、本発明の実施の形態 1 に係るストリーク装置が、 2 時間分解をする掃引動作で

10

20

30

40

50

高いD - レンジを有することを、電子軌道等を用いて説明する。図8は、静電集束型のストリーク管81を用いて多チャンネル同時時間分解測光をする時の、管内の電子軌道を示す図である。入力窓82から入射した光は光電面83で光電子に変換される。光電子は加速電極84で加速され、集束電極85で集束されて陽極86に入射する。その後出力蛍光面87に結像する。出力面87は、出力窓88に付着している。この場合、各チャンネルに対応する光電面83上の複数の微小スポットから放出された光電子ビームは、クロスオーバーと呼ばれる点で交叉する。従って、この地点およびこの近辺では、光量が大きくなると、光電子の密度が非常に大きくなり、空間電荷効果により反発しあう。その結果、出力蛍光面87上の電子ビームの結像にボケを発生させ、時間分解能が劣化する。

【0039】

これに対し、図4に示す電磁集束型のストリーク管1の場合は、各微小スポットから放出された光電子は、主集束電子レンズ41の中央部付近に集められるが、図8に示す静電集束型のストリーク管のように1点で交叉することはない。このため、光電子の密度は、管軸方向で最大密度となるところでも、静電集束型に比べ格段と小さい。従って、空間電荷効果によるD - レンジ劣化は小さくなる。また、光電子の密度が最大となるのは、図4に示すように、主集束電子レンズ41の出射面付近であり、このストリーク管1では、主集束電子レンズ41は、先述したようにストリーク管の中央より出力側に近いところに設置されているため、光電子の密度の最大となるところから出力掃引面までの距離が小さくなる。このため、最大密度の部分で空間電荷効果によるクーロン反発力が働いても、それによる光電子ビームの拡散度合いは小さくて済む。その結果、D - レンジ劣化を小さくさせることができる。

【0040】

図9は、本発明の実施の形態1に係る電磁集束型のストリーク管の管軸方向における電位分布を静電集束型のストリーク管と比較して示す図である。静電集束型では、集束電極部の電位が加速電極より低く設定されるので、管軸方向で集束電極部は低速領域となり、光電子ビームを形成する光電子群の空間電荷効果の影響が大きくなる。このため、蛍光面上での電子ビームのボケがより大きくなり、D - レンジが小さくなる。これに対して、電磁集束型では、光電面から放出された光電子ビームは、対向して設けられた加速電極により、10keVまで直ちに加速されるので空間電荷効果の影響を小さくすることができ、D - レンジを大きくすることができる。

【0041】

実施の形態1に係るストリーク管を多チャンネル同時時間分解計測に利用する場合のD - レンジを、図10に示すような配置で評価した。すなわち、時間幅30psのパルスレーザによって、100μm径のピンホールが11個、1.6mmピッチで1列に開口した黒色シート100を照射する。このピンホール列が拡大率1:1の光学リレーレンズ101により、ストリーク管の光電面3に結像される。従って、光電面3上に結像されたスポット群の両端部間の距離は、16mmである。光電面3上のスポット群から放出された複数の光電子ビームは、集束磁束発生器により蛍光面上に拡大率1で、再結像されるとともに、掃引電極により掃引され、ストリーク像が得られる。その掃引方向の輝度分布の半値幅を、掃引速度で割れば、時間分解能が求められる。

【0042】

図11は、実施の形態1に係るストリーク管の時間分解能Bを、従来の静電集束型のストリーク管の時間分解能Aと比較して示す図である。光パルスの輝度が大きくなると時間分解能が劣化するが、静電集束型に比べ、実施の形態1に係るストリーク管では、その劣化の生じる光量が大きく、D - レンジが大幅に改善されている。

【0043】

(実施の形態2)

次に、本発明の実施の形態2に係るストリーク装置について説明する。実施の形態1では、偏向電極5には実質的に集束磁場が作用しないように第1集束磁束発生器12aを偏向電極5の光電面3側に配置したが、磁場が偏向電極5にも及び、偏向感度が下がったり、

10

20

30

40

50

偏向電極 5 で光電子ビームの回転がある程度生じる。この磁場による影響を無視できる程度に小さくするため、実施の形態 2 では、コイルを軟鉄などの磁性体によりシールドした。図 1 2 は、ストリーク管側に開口部 1 2 0 a を有する鉄枠 1 2 0 によってシールドされた集束磁束発生器 1 2 a を示す図である。集束磁束は、この開口部 1 2 0 a からストリーク管内に入り、集束作用を行う。図 1 3 は、このような磁気シールドを有する場合と、有しない場合との管軸上の磁束密度分布を示す図である。図 1 3 に示すように、磁気シールドがある時の方が、ピーク強度からの減衰が早く、偏向電極場への磁場の浸透を無視できるレベルにすることができる。

【 0 0 4 4 】

(実施の形態 3)

次に、本発明の実施の形態 3 に係るストリーク装置について説明する。図 1 4 は、本発明の実施の形態 3 に係るストリーク装置の概略断面図である。偏向板 5 a、5 b に掃引電圧が印加される際、偏向板 5 a、5 b には強い電界が生じ、主集束磁束領域にも影響し、時間分解能の低下等の問題が生ずる。これを防ぐため、実施の形態 3 では、偏向電極 5 の光電面 3 側の近傍に、管軸を中心に開口する遮蔽板 1 4 1 を設けた。この遮蔽板 1 4 1 は、金属フランジ 1 4 2 に固定された円筒電極 1 4 0 に保持される。遮蔽板 1 4 1 の電位は、加速電極 4 の電位と等しくなるように設定される。また、円筒電極 1 4 0 から蛍光面 6 における電位を加速電極 4 の電位より低くすれば、偏向感度を上げることにも可能である。この金属フランジ 1 4 2 は、ガラス管 1 a との融着が必要であるため、主に強磁性体で形成される。強磁性体は集束磁場を乱し、解像度の劣化、歪みの原因となるため、第 1 集束磁束発生器 1 2 a と第 2 集束磁束発生器 1 2 b とのほぼ中間に金属フランジ 1 4 2 を配置させている。

【 0 0 4 5 】

(実施の形態 4)

次に、本発明の実施の形態 4 に係るストリーク装置について説明する。図 1 5 は、本発明の実施の形態 4 に係るストリーク装置の光電面付近の一部断面図である。実施の形態 4 では、光電面 3 と加速電極 4 の間に、例えば長さ 2 0 m m、幅 1 m m の開口を有するゲート電極 1 5 0 を設けた。光電面 3 とゲート電極 1 5 0 の間隔は 0 . 5 m m で、ストリーク掃引を行う間は、光電面 3 に対して + 2 0 0 V の電圧を印加し、掃引の前後には、光電面 3 に対して - 5 0 V の電圧を印加する。これにより、掃引を行わない間は光電面 3 に光が入射しても不要な出力像が生ずることを回避することができ、バックグラウンド上昇を少なくさせることができる。

【 0 0 4 6 】

このように、本発明によれば、光電面において、空間方向の有効範囲の端部から放出された光電子ビームが、プリフォーカスレンズにより曲げられて主集束電子レンズの中心方向に進むこととなる。主集束電子レンズの中央部は球面収差が小さいため、出力面上にボケの少ないスポットの像が得られる。これにより、時間方向、空間方向の両方向に良好な空間分解能が得られる。

【 0 0 4 7 】

なお、以上説明した各実施の形態では、集束磁束発生器は、プリフォーカスレンズを形成するものと、主集束電子レンズを形成するものについて、それぞれ 1 つずつ設けたが、それぞれのレンズを形成するのに複数の集束磁束発生器を用いても良い。例えば、プリフォーカスレンズを 2 個の集束磁束発生器で形成すれば、光電子ビームの軌道をより微妙に制御でき、空間歪みや周辺における空間解像度特性を向上させることができる。また、光電子ビームが掃引されかつ光電子像を可視光像に変換する出力面として、蛍光面を挙げたが、その前に電子増倍作用を有するマイクロチャンネルプレート (M C P) を設置しても良い。また、それらの代わりに電子打ち込み型撮像素子を用いても良い。また、加速電極は、メッシュ電極で説明したが、開口を有する板状電極でも良い。複数の集束磁束発生器は、永久磁石を含み、光電面と偏向電極の入射口との間に永久磁石による磁束を発生させて光電面から放出された光電子を集束させる構成としてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、光電面において、空間方向の有効範囲の端部から放出された光電子ビームが、プリフォーカスレンズにより曲げられて主集束電子レンズの中心方向に進むこととなる。主集束電子レンズの中央部は球面収差が小さいため、出力面上にボケの少ないスポットの像が得られる。また、電磁集束型で主集束電子レンズの位置を出力面側（蛍光面側）に近くしているので、空間電荷効果の影響を小さくさせることができ、高いD - レンジ特性を得ることができる。これにより、時間方向、空間方向の両方向に良好な空間分解能を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 に係るストリーク装置の概略断面図である。

【図 2】 (a) 掃引動作時に偏向板 5 a に印加される電圧を示す図である。

(b) 掃引動作時に偏向板 5 b に印加される電圧を示す図である。

【図 3】 (a) 多チャンネルファイバによる入力を示す図である。

(b) 出力面上のストリーク像を示す図である。

【図 4】 (a) 多チャンネルの光電子ビームのうち、光電面の端部における微小スポットから放出された光電子ビームの軌道を示す図である。

(b) 蛍光面上の出力スポットを示す図である。

【図 5】 光電子ビーム群が管軸を中心に回転する様子を示す図である。

【図 6】 (a) 単一の集束磁束発生器のみが設けられたストリーク装置において、電子ビームの出力蛍光面上への結像の様子を示す図である。

(b) 蛍光面上の出力スポットを示す図である。

【図 7】 (a) プリフォーカスレンズを有する場合、多チャンネルの微小スポット群を等間隔で光電面に結像したときに掃引していないモードで出力蛍光面に得られるイメージを示す図である。

(b) プリフォーカスレンズを有しない場合、多チャンネルの微小スポット群を等間隔で光電面に結像したときに掃引していないモードで出力蛍光面に得られるイメージを示す図である。

【図 8】 静電集束型のストリーク管を用いて多チャンネル同時時間分解測光をする時の、管内の電子軌道を示す図である。

【図 9】 本発明の実施の形態 1 に係る電磁集束型のストリーク管の管軸方向における電位分布を静電集束型のストリーク管と比較して示す図である。

【図 10】 本発明の実施の形態 1 に係るストリーク管を多チャンネル同時時間分解計測に利用する場合の D - レンジを評価する図である。

【図 11】 本発明の実施の形態 1 に係るストリーク管の時間分解能 B を、従来の静電集束型のストリーク管の時間分解能 A と比較して示す図である。

【図 12】 本発明の実施の形態 2 に係るストリーク装置、管側に開口部を有する鉄枠によってシールドされた集束磁束発生器を示す図である。

【図 13】 磁気シールドを有する場合と、有しない場合との管軸上の磁束密度分布を示す図である。

【図 14】 本発明の実施の形態 3 に係るストリーク装置の概略断面図である。

【図 15】 本発明の実施の形態 4 に係るストリーク装置の光電面付近の一部断面図である。

【符号の説明】

1 ...ストリーク管、1 a ...ガラス管、2 ...入力窓、3 ...光電面、4 a 円筒電極、4 ...加速電極、5 a ...偏向板、5 b ...偏向板、5 c ...偏向リード、5 ...偏向電極、6 ...蛍光面（出力面）、7 ...出力窓、8 a ...金属フランジ、8 b ...金属フランジ、9 ...加速電圧発生回路、10 ...掃引電圧発生回路、11 ...ウォールアノード、12 a ...集束磁束発生器、12 b ...集束磁束発生器、13 a ...駆動電源、120 ...鉄枠、120 a ...開口部、140 ...円筒電極、141 ...遮蔽板、142 ...金属フランジ、150 ...ゲート電極。

10

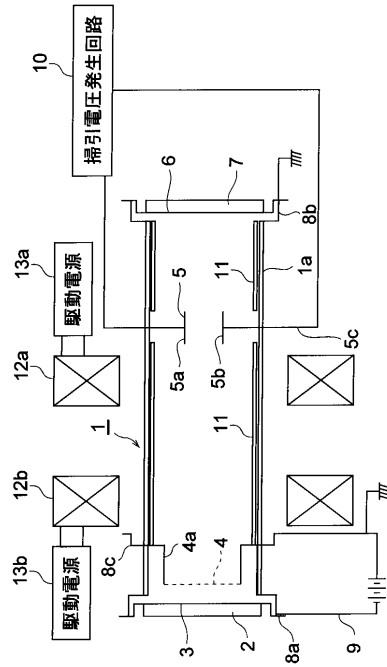
20

30

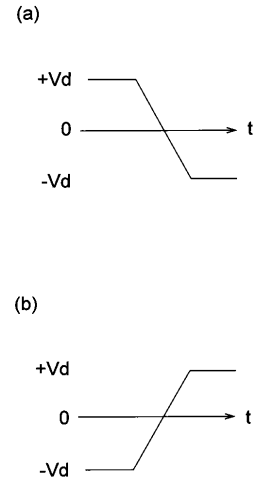
40

50

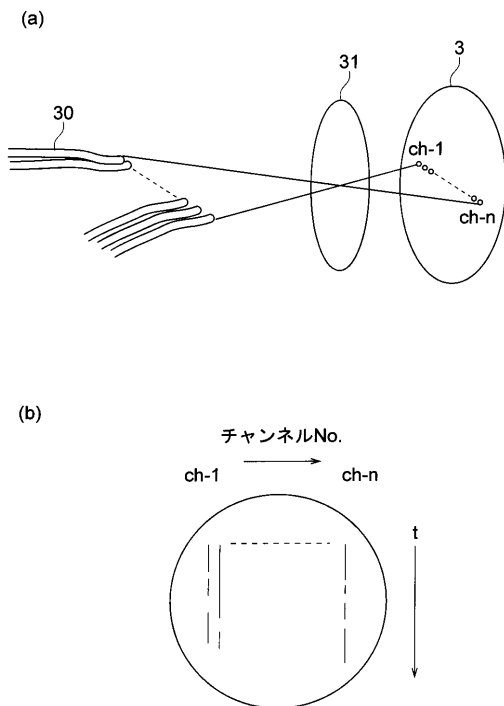
【図 1】



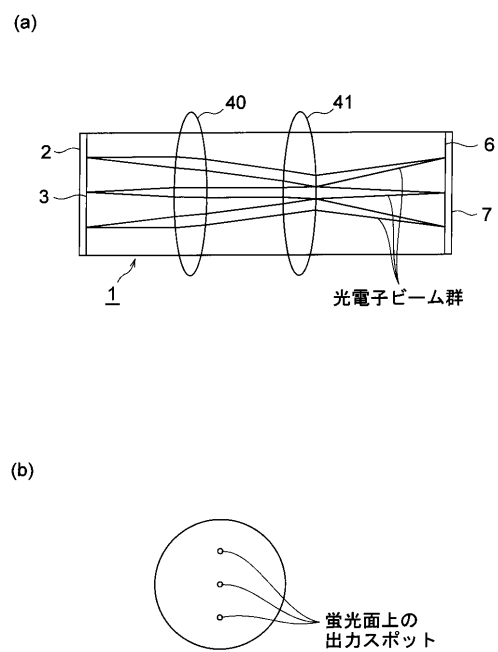
【図 2】



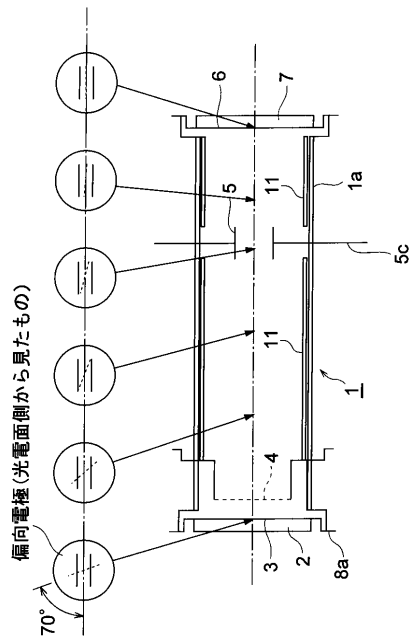
【図 3】



【図 4】

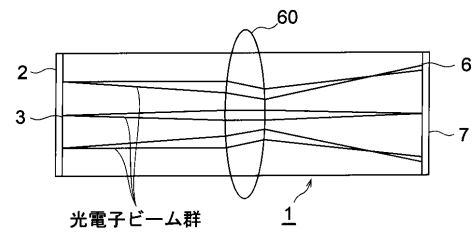


【図 5】

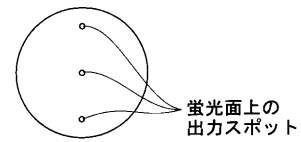


【図 6】

(a)

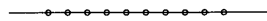


(b)

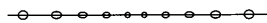


【図 7】

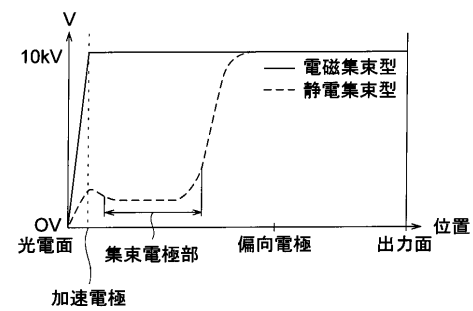
(a)



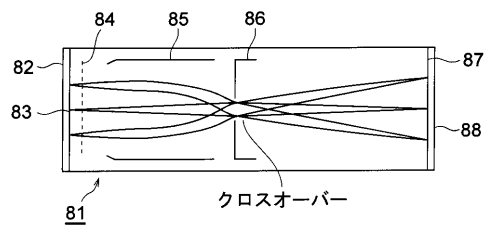
(b)



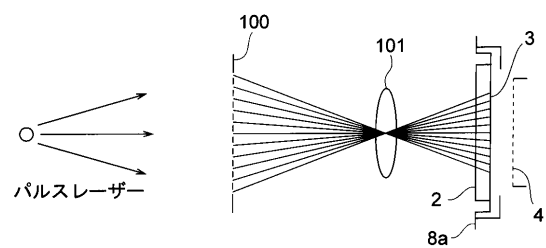
【図 9】



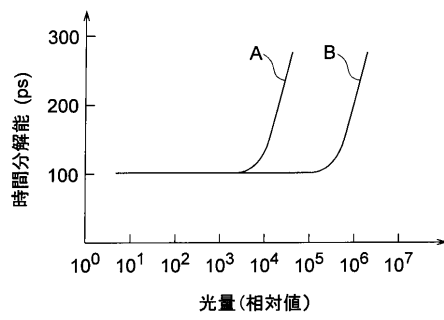
【図 8】



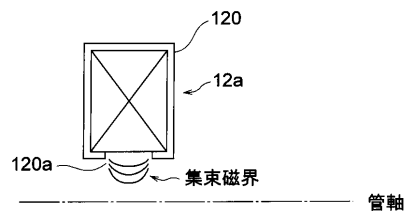
【図 10】



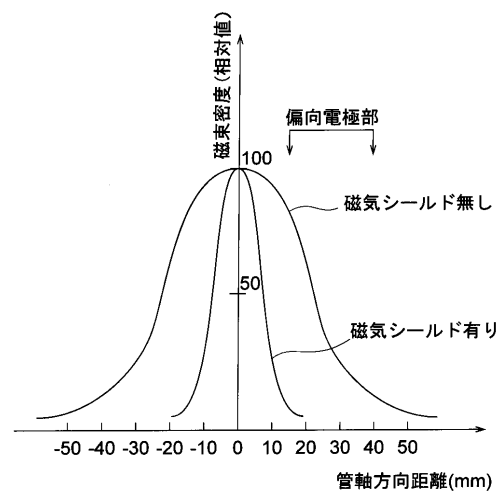
【図 1 1】



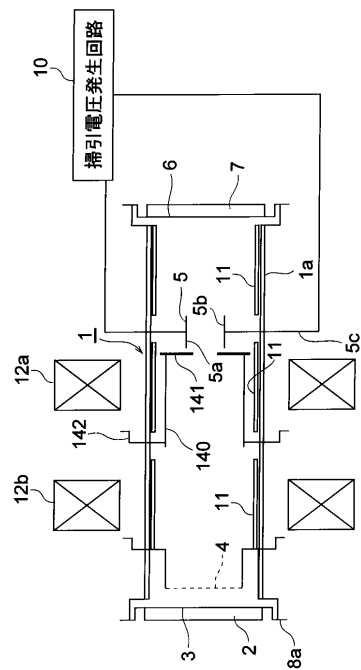
【図 1 2】



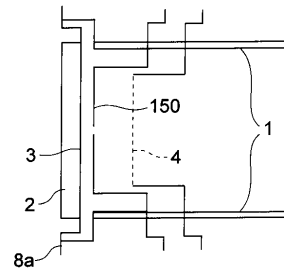
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

審査官 堀部 修平

(56)参考文献 特開昭 6 3 - 6 4 2 4 (J P , A)
特開平 3 - 1 3 4 9 4 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H01J 31/50
G01J 1/00 - 1/60