

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年8月4日(04.08.2011)

PCT

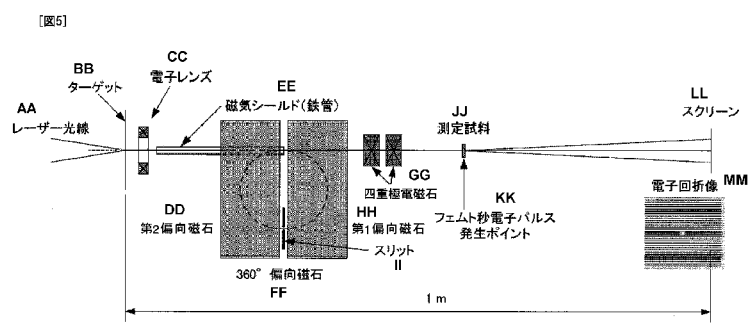
(10) 国際公開番号
WO 2011/093285 A1

- (51) 国際特許分類: G01N 23/20 (2006.01) G01N 23/25 (2006.01) 治市五ヶ庄 国立大学法人京都大学化学研究所内 Kyoto (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/051350 (74) 代理人: 特許業務法人京都国際特許事務所(Kyoto International Patent Law Office); 〒6008091 京都府京都市下京区東洞院通四条下ル元悪王子町37番地 豊元四条烏丸ビル Kyoto (JP).
- (22) 国際出願日: 2011年1月25日(25.01.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2010-020723 2010年2月1日(01.02.2010) JP (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人京都大学(Kyoto University) [JP/JP]; 〒6068501 京都府京都市左京区吉田本町36番地1 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 時田 茂樹 (TOKITA, Shigeki) [JP/JP]; 〒6110011 京都府宇治市五ヶ庄 国立大学法人京都大学化学研究所内 Kyoto (JP). 橋田 昌樹 (HASHIDA, Masaki) [JP/JP]; 〒6110011 京都府宇治市五ヶ庄 国立大学法人京都大学化学研究所内 Kyoto (JP). 阪部 周二 (SAKABE, Shuji) [JP/JP]; 〒6110011 京都府宇

[続葉有]

(54) Title: ULTRAFAST ELECTRON DIFFRACTION DEVICE

(54) 発明の名称: 超高速電子線回折装置



- AA LASER BEAM
- BB TARGET
- CC ELECTRON LENS
- DD SECOND BENDING MAGNET
- EE MAGNETIC SHIELD (IRON TUBE)
- FF 360° BENDING MAGNET
- GG QUADRUPOLE ELECTRIC MAGNET
- HH FIRST BENDING MAGNET
- II SLIT
- JJ MEASUREMENT SAMPLE
- KK FEMTOSECOND ELECTRON PULSE GENERATION POINT
- LL SCREEN
- MM ELECTRON DIFFRACTION IMAGE

(57) Abstract: Provided is an ultrafast electron diffraction device for performing an ultrafast analysis of a sample by applying an ultrashort pulsed electron swarm to the sample, wherein a fully focused electron beam can be applied also in a z direction (direction of travel) when being applied to the sample. The ultrafast electron diffraction device is provided with: (a) a laser application means for applying an ultrashort pulse laser with a pulse width of 1 ps or less at an intensity of 10^{17} W/cm² to a target; and (b) a pulse compression means for rotationally moving, within a static magnetic field, an electron swarm generated by the target to which the ultrashort pulse laser has been applied to thereby focus the spread of the electron swarm in the direction of travel. As the pulse compression means, an incidence-side parallel-plate static magnet one end side of which is disposed in the path of the electron swarm, and an emission-side parallel-plate static magnet which is provided on the front side of the path so as to be connected on the other end side of the incidence-side parallel-plate static magnet and provided so as to be inclined in the direction perpendicular to the path with respect to the incidence-side parallel-plate static magnet are used.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/093285 A1

NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

本発明は、超短パルス状の電子群を試料に照射することにより試料の超高速分析を行うための超高速電子線回折装置において、試料に照射される時点で z 方向（進行方向）にも十分に絞られた電子線を照射することのできる装置を提供する。a) ターゲットに 10^{17}W/cm^2 以上の強度でパルス幅 1ps 以下の超短パルスレーザーを照射するためのレーザー照射手段と、b) 前記超短パルスレーザーが照射された前記ターゲットより生成される電子群を静磁場内で回転運動させることにより該電子群の進行方向の広がりを収束させるためのパルス圧縮手段と、を備える超高速電子線回折装置。パルス圧縮手段としては、前記電子群の行路に一端側が配置された入射側平行板静磁石と、該入射側平行板静磁石の他端側において接続するように該行路手前側に設けられ、該入射側平行板静磁石に対して該行路に垂直方向に傾斜するように設けられた出射側平行板静磁石とを用いる。

明 細 書

発明の名称：超高速電子線回折装置

技術分野

[0001] 本発明は、超短パルスの電子線を用いて、フェムト秒単位で変化する（すなわち、超高速で変化する）原子・分子レベルでの現象を観察するための超高速電子線回折装置に関する。

背景技術

[0002] 物質の原子・分子レベルでの状態を電子線回折法により観察する電子顕微鏡は既に広く用いられているが、非常に短い（数百フェムト秒程度の）電子線パルスを用いて原子・分子の振動や構造変化或いは化学反応時の変化の様子を超高速で観察する方法（超高速電子線回折=Ultrafast Electron Diffraction (UED)）が近時研究されている。

[0003] 非特許文献1には、図1に示すような構成を有するUED装置が開示されている。この装置では、フォトカソード（Au）に波長510nm、パルス幅50fs（フェムト秒）の超短パルスレーザーを照射し、光電効果により電子群を生成する。生成された電子群を55kVの電位で加速し（以下、加速された電子群を電子線と呼ぶ）、抽出孔から引き出した広がる電子群を磁気レンズによりxy方向（電子線の進行方向に垂直な方向）に収束してサンプルグリッド上に置いた試料に照射する。なお、試料に照射されているポンプ光（387nm、150fs）は、試料に高速変化を生じさせるためのものである。ポンプ光照射時刻から任意の時間後に、試料に照射された電子線は試料内でその原子・分子の規則構造により回折し、後方の検出器により回折像が観察される。この回折像を解析することにより、試料の原子・分子の規則構造を同定することができる。

[0004] このように同定された試料の構造は、（ポンプ光により励起されることにより、その時刻から）高速で変化しつつある状態の途中の一瞬の姿を捉えたものである。このような超高速解析を、ポンプ光照射からの電子線照射までの時間（遅延時間）を変化させながら、繰り返し行う（複数ショット）こと

により、試料が高速で変化する様子の全貌を捉えることができる。

先行技術文献

非特許文献

- [0005] 非特許文献1 : M. Harb et al., Phys. Rev. Lett., 100, 155504 (2008)
非特許文献2 : J. Cao, et al., "Femtosecond electron diffraction for direct measurement of ultrafast atomic motions", APPLIED PHYSICS LETTERS, Vol. 83, No. 5 (2003.8.4)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 上記従来のUED装置では、ターゲットで生成された電子群は光電効果により生成されたものであるため初速を殆ど持たず、電位によって一斉に加速されるため、電子発生直後は進行方向には空間的に十分絞られた状態となっている。しかし、それら電子群が試料まで飛行する間に、電子間クーロン力による空間電荷効果により電子群は徐々に広がってしまう。
- [0007] 次の条件の下で生成された電子群がz方向に走行する間にx方向（上図）及びz方向（下図）に広がる様子をシミュレーションで計算した結果を図2に示す。

シミュレーション条件

総電荷量 : 100fC (電子数 6.2×10^5 個)

加速電場 : 50kV/5mm (10MV/m)

フォトカソード空間幅 : 50 μ m (半値全幅、ガウス分布)

初期パルス幅 : 50fs (半値全幅、ガウス分布)

- [0008] 図1の装置ではxy方向については磁気レンズで絞ることができるが、z方向の広がりを阻止する手段はなく、所期の超高速回折を行えないという問題があった。具体的には、このような装置で1ピコ秒(1ps)以下の時間分解能を得るためには、電子群の総電荷量をおよそ10fC (フェムトクーロン) 以下、かつ電子エネルギーをおよそ50keV以下にする必要があった。このような弱い電

子線では単一ショットで解析可能な程度の像を形成することは難しく、また、試料の種類や厚み等、観察対象に大きな制限があった。

[0009] 本発明が解決しようとする課題は、試料に照射される時点でz方向（進行方向）にも十分に絞られた電子線を照射することのできる超高速電子線回折装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するために成された本発明は、超短パルス状の電子群を試料に照射することにより試料の超高速分析を行うための超高速電子線回折装置であって、

a) 電子を発生させる材料（以下「ターゲット」という）に $10^{17}\text{W}/\text{cm}^2$ 以上の強度でパルス幅1ps以下の超短パルスレーザーを照射するためのレーザー照射手段と、

b) 前記超短パルスレーザーが照射された前記ターゲットより生成される電子群を静磁場内で回転運動させることにより該電子群の進行方向の広がりを収束させるためのパルス圧縮手段と

を備えることを特徴とする。

[0011] また、同様の原理に基づいて成された本発明に係る超高速電子線回折方法は、

a) ターゲットに $10^{17}\text{W}/\text{cm}^2$ 以上の強度でパルス幅1ps以下の超短パルスレーザーを照射するレーザー照射工程と、

b) 前記超短パルスレーザーが照射された前記ターゲットより生成される電子群を静磁場内で回転運動させることにより該電子群の進行方向の広がりを収束させるパルス圧縮工程と、

c) 進行方向の広がりが収束された前記電子群を試料に照射する工程とを有することを特徴とする。

[0012] 本発明に係る超高速電子線回折装置の概略構成を図3に示す。ターゲットに強度 $10^{17}\text{W}/\text{cm}^2$ 以上の高強度フェムト秒レーザーを集光照射すると、ターゲットはプラズマ化し、そのうちの電子が高強度フェムト秒レーザーのポンデラ

モーティブカなどにより加速され、様々な運動エネルギーを持った電子群の超短パルスとしてターゲットから放射される（図4）。

- [0013] 前述の通り、電子群は飛行するにつれてz方向にも拡散するが、本発明に係る超高速電子線回折装置では、軌道の途中に配置されたパルス圧縮手段によりその進行方向（z方向）の幅が圧縮され、更には、高速の電子と低速の電子の前後が逆転される。その結果、試料に到着する時点において丁度電子群のパルス幅が最小となるようにすることができる。これにより、試料に超短パルスを照射することができるようになる。
- [0014] 本発明に係る超高速電子線回折装置では、ターゲットとしては金属、半導体、高分子など、ほぼどのようなものも使用することができる。固体以外にも、液体、気体をも用いることができる。いずれにせよ、 $10^{17}\text{W}/\text{cm}^2$ 以上の強度で超短パルスレーザーを照射すると、ターゲットからは広い速度分布を持つ電子群が生成される。
- [0015] ターゲットに照射するレーザーのエネルギーは、ターゲット上において強度が $10^{17}\text{W}/\text{cm}^2$ 以上となるようにするが、具体的にはターゲットの種類・密度等により適宜調整し、生成される電子のエネルギーが100~500keV程度となるようにすることが望ましい。電子のエネルギーがこれよりも高いと、通常の試料では試料自体が損傷する可能性があり、また、原子の散乱断面積が小さくなり、十分な回折が生じない可能性がある。また、電子のエネルギーがこれよりも低い場合も、当然、十分な回折が生じない。ただし、一般に1MeV級の電子顕微鏡で観察している対象物については、この限りではなく、より高いレーザー強度により500keV以上の電子を発生すれば、同様に本方式は適用できる。
- [0016] パルス圧縮手段としては、様々なタイプのものを使用することができるが、いずれにせよ、次のような原理を利用する。すなわち、飛行する電子はその軌道に垂直な静磁場内では軌道及び磁場に垂直な方向に働くローレンツ力により曲げられ、円軌道を描く。このとき、よりエネルギーの高い（すなわち、より高速で飛行する）電子はより大きい円軌道を描き、長い経路を通る

。逆に、よりエネルギーの低い（より低速で飛行する）電子はより小さい円軌道を描く。従って、電子のエネルギーに応じて静磁場の強さ及び分布等を適宜設定することにより、目的とする位置において高速の電子と低速の電子を同位置に持ってくることができる。すなわち、照射すべき試料上において電子群の広がりを進行方向に収束させることができる。

発明の効果

- [0017] 本発明に係る超高速電子線回折装置では、電子線が飛行している途中に設けたパルス圧縮手段でその進行方向（z方向）に絞り、試料上に超高速（超短時間）で電子線を照射することができる。従って、試料の超高速の現象を観察することができる。また、空間電荷効果に制約されないため、単一ショットでも十分大きな電荷量、かつ大きなエネルギーの電子線を照射することができ、試料の種類や厚み等に制約の少ない観察を行うことができるようになる。
- [0018] 更に、従来の装置のように別途電子を加速する手段を要しないため、低真空動作が可能、高電圧電源が不要など、装置が簡単となり、低コストで製造することができる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]従来の超高速電子線回折（UED）装置の概略構成図。
[図2]従来のUED装置による電子群飛行時の広がりを計算したシミュレーション結果を示す図。
[図3]本発明に係る超高速電子線回折装置の概略構成図。
[図4]本発明に係る超高速電子線回折装置において、ターゲットにおいて電子群が生成される様子を示した概略構成図。
[図5]本発明の一実施形態である超高速電子線回折装置の構成図。
[図6]実施形態の超高速電子線回折装置で用いる360° 偏向磁石の正面図。
[図7]実施形態の超高速電子線回折装置で用いる四重極電磁石の作用を示す断面図。
[図8]実施形態の超高速電子線回折装置を用いた単一ショット撮影により得ら

れた回折像。

[図9]上記装置により測定試料に照射される電子パルスの時間幅を測定するための装置の構成図。

[図10]時間幅測定装置で測定された電子パルスとレーザーパルスの相互相関関数を示すグラフ。

[図11]本発明におけるパルス圧縮手段としての傾斜強度静磁場形成装置の構成例であって、(a)は正面図、(b)は断面図、(c)は電子ビームの行路図。

発明を実施するための形態

[0020] 本発明の一つの実施形態である 360° 偏向磁石を用いた超高速電子線回折装置を図5～図11により説明する。

図5は本実施形態による超高速電子線回折装置の構成図である。チタンサファイアレーザー増幅システムにより発生させた高出力フェムト秒レーザーパルス（波長800nm、パルス幅130fs、パルスエネルギー約70mJ、繰り返し周波数 最大10Hz）を軸外し放物面鏡を用いて直径約 $5\mu\text{m}$ （半値全幅）に集光し、厚さ $10\mu\text{m}$ のポリエチレン膜ターゲットに集光照射した。レーザー集光領域から発生した電子線の一部は永久磁石により構成した電子レンズと電子レンズの直後に配置した（図示せず）直径1mmのアパーチャにより広がり角の小さなビームへと整形した。この電子ビームを 360° 偏向磁石に通すことにより、高速電子と低速電子の進行順序を逆転させ、測定試料位置において収束するようにした。

[0021] 360° 偏向磁石は、磁場強度約63mTの一様磁場を発生する1対の長方形の板状磁石を磁極間隔3mmで平行に配置した偏向磁石を1組とし、これを2組、電子ビームの進行方向に並べたものである。図6に示すように、両偏向磁石組は互いに 12° 傾いている。電子ビームは、進行方向に関して後方（測定試料側）に配置された第1偏向磁石にまず入射し、それにより 180° 偏向される。そこでエネルギー選択のためのスリット（幅約1mm）を通過した電子ビームは第2偏向磁石に入り、そこで更に 180° 偏向されて出射する。なお、電子ビームが第1偏向磁石に入射する前に第2偏向磁石等の磁場により影響を受けない

ように、電子ビームの軌道には鉄管製の磁気シールドを設けた。

[0022] 360° 偏向後のビーム行路上には2台の四重極電磁石を配置した。2台の四重極電磁石の電流値を調節することにより、スクリーン上での電子ビーム径が最小となるように電子ビームの水平・垂直方向の広がり角を調整した。また、図7に示すように、四重極電磁石の中心軸とビーム軸をずらすことにより、偏向磁石で生じる運動量分散を補正した。

[0023] 厚さ10nmの金の単結晶(001)薄膜を四重極電磁石後の電子ビーム行路上に設置し、測定試料として用いた。試料位置での電子ビームの直径は約0.8mmである。測定試料により散乱された電子は413mm後方の蛍光スクリーンへ入射し、スクリーン上で生じた回折パターンを電子増倍型CCD (EMCCD) カメラにより撮影した。

[0024] 単一ショット撮影により得られた回折像を図8に示す。明瞭な(020)及び(220)面の回折スポットが観察でき、単一ショット撮影に十分なビーム強度が得られていることがわかる。既知の金単結晶の格子定数より、電子ビームのエネルギーは356keVと算出される。

[0025] 次に、上記装置により測定試料に照射される電子パルスの時間幅を測定した。用いた装置の構成は図9に示す通りである。上記装置(図5)と異なるところは、試料位置における電子パルスの時間幅をポンデラモーティブ散乱を利用した相互相関法[Christoph T. Hebeisen et al., Optics Letters, 31, 3517 (2006)]により評価した点である。すなわち、上記装置から測定試料を取り去り、試料位置の前後に電子レンズを配置した。前方の電子レンズにより電子ビームは試料位置で直径約20 μ mまで集束される。ここにレーザーパルス(特性は前述の電子発生用パルスと同様)を横方向より照射する。レーザーパルスにより変化を受けた電子ビームは後方の電子レンズによりスクリーンに投影される。レーザーパルスの照射タイミングを100fs刻みで変化させてスクリーン上で電子ビームの空間分布の変化を観測することにより、電子パルスとレーザーパルスの相互相関関数を得た。結果を図10に示す。相関幅より、電子パルスの時間幅は500fs以下となっていることが確認された。

[0026] 本発明におけるパルス圧縮手段としては、従来から用いられている（例えば非特許文献2参照）傾斜強度静磁場を用いることもできる。傾斜強度静磁場を形成するための装置の例を図11に示す。同図(a)に示すような板状の磁石を1対用いたものであるが、同図(b)に示すように、内面（電子ビームの飛行空間）において両磁石の間隔が徐々に狭くなっており、これにより飛行空間において磁場強度が徐々に変化するようになっている。この装置に電子ビームを入射させると、(c)に示すように、約 270° でz方向に収束させることができるようになる。

産業上の利用可能性

[0027] 本発明に係る超高速電子線回折装置では、フェムト秒単位で変化する原子・分子レベルでの現象を超高速で観察することができるが、このような現象は物質の物理反応や高速化学反応の研究ばかりではなく、材料科学や生物学においても実際上の応用が考えられる。例えば、金属材料の高強度レーザー照射時の相変化を観察することにより、表面加工の厳密な条件設定を行うことが可能となる。

[0028] 上述の例では、ポンプとして光で誘起される状態変化を観察しているが、本方式は、光以外の励起にも拡張可能である。つまり、ポンプに用いている光の強度を高め別のターゲットに照射すれば、短パルスのX線、電子線、イオン線などの放射線や白色光を発生することができ、これらの放射線を観察対象の試料に照射ポンプすれば、その後の状態変化を観察することができる。これを応用すれば、例えば、原子炉などで用いられる材料の放射線損傷の過程の解明などにも有効である。また、白色光では生物組織、細胞などへの分光学的な励起も可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 超短時間パルス状の電子群を試料に照射することにより試料の超高速分析を行うための超高速電子線回折装置であって、
- a) 電子を発生させる材料であるターゲットに $10^{17}\text{W}/\text{cm}^2$ 以上の強度でパルス幅1ps以下の超短パルスレーザーを照射するためのレーザー照射手段と、
 - b) 前記超短パルスレーザーが照射された前記ターゲットより生成される電子群を静磁場内で回転運動させることにより該電子群の進行方向の広がりを収束させるためのパルス圧縮手段と
- を備えることを特徴とする超高速電子線回折装置。
- [請求項2] 更に、前記試料を励起するための試料励起手段を備える請求項1に記載の超高速電子線回折装置。
- [請求項3] 前記パルス圧縮手段が、前記電子群の行路に一端側が配置された入射側平行板静磁石と、該入射側平行板静磁石の他端側において接続するように該行路手前側に設けられ、該入射側平行板静磁石に対して該行路に垂直方向に傾斜するように設けられた出射側平行板静磁石とを用いるものである請求項1又は2に記載の超高速電子線回折装置。
- [請求項4] 前記パルス圧縮手段が、傾斜強度静磁場を用いるものである請求項1又は2に記載の超高速電子線回折装置。
- [請求項5] a) ターゲットに $10^{17}\text{W}/\text{cm}^2$ 以上の強度でパルス幅1ps以下の超短パルスレーザーを照射するレーザー照射工程と、
- b) 前記超短パルスレーザーが照射された前記ターゲットより生成される電子群を静磁場内で回転運動させることにより該電子群の進行方向の広がりを収束させるパルス圧縮工程と、
 - c) 進行方向の広がりが収束された前記電子群を試料に照射する試料照射工程と
- を有することを特徴とする超高速電子線回折方法。
- [請求項6] 前記試料照射工程において、該試料を励起することを特徴とする請

求項5に記載の超高速電子線回折方法。

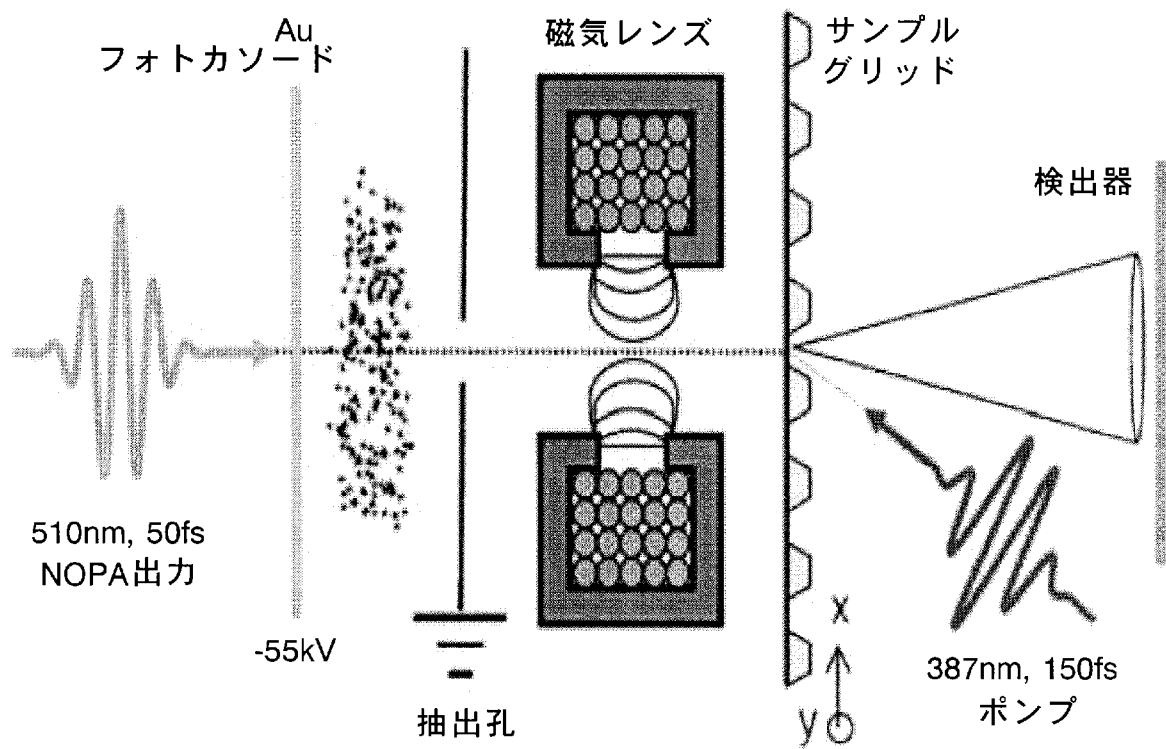
[請求項7]

前記パルス圧縮工程において、前記電子群の行路に一端側が配置された入射側平行板静磁石と、該入射側平行板静磁石の他端側において接続するように該行路手前側に設けられ、該入射側平行板静磁石に対して該行路に垂直方向に傾斜するように設けられた出射側平行板静磁石とを用いる請求項5又は6に記載の超高速電子線回折方法。

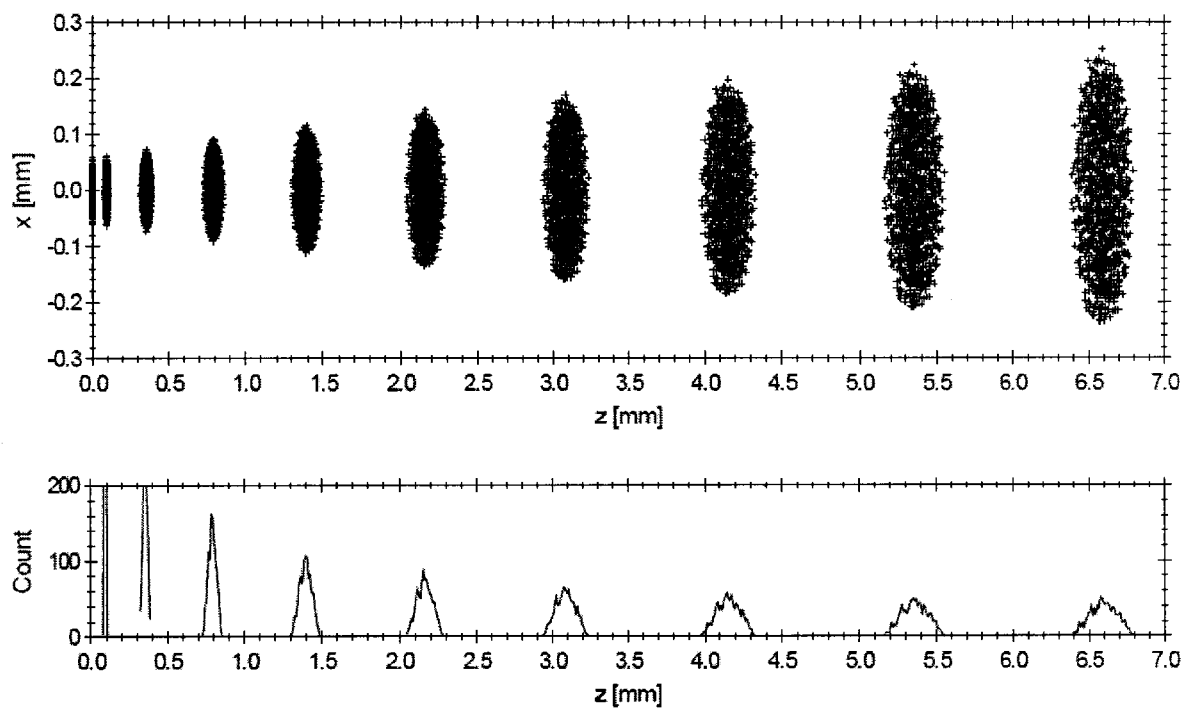
[請求項8]

前記パルス圧縮工程において、傾斜強度静磁場を用いる請求項5又は6に記載の超高速電子線回折方法。

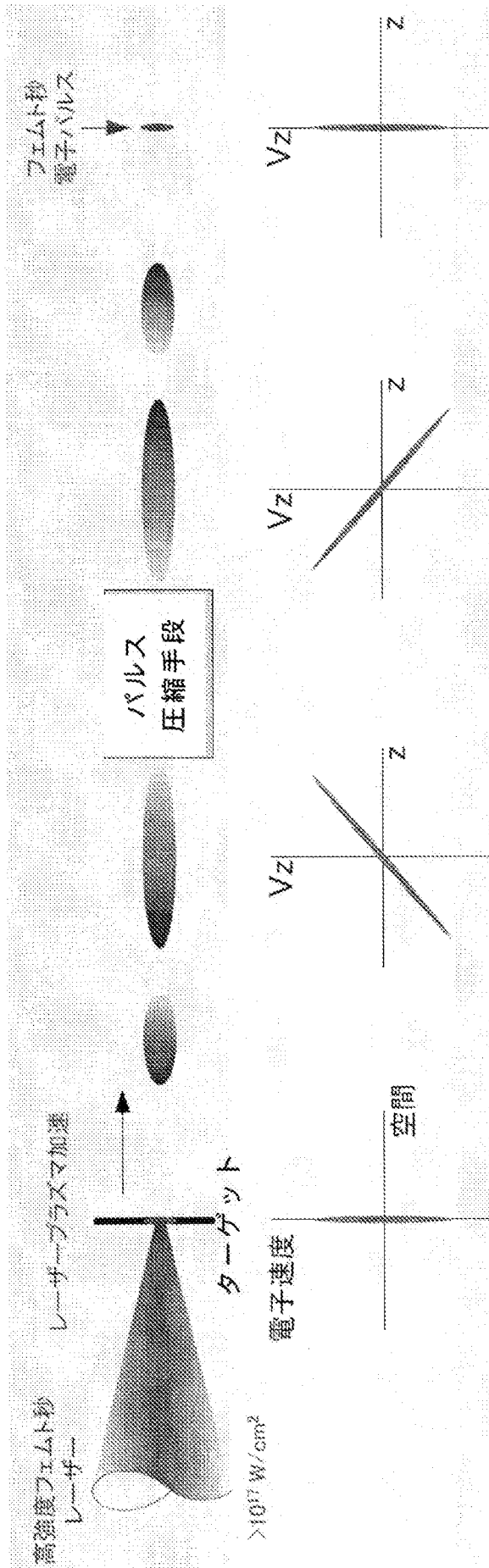
[図1]



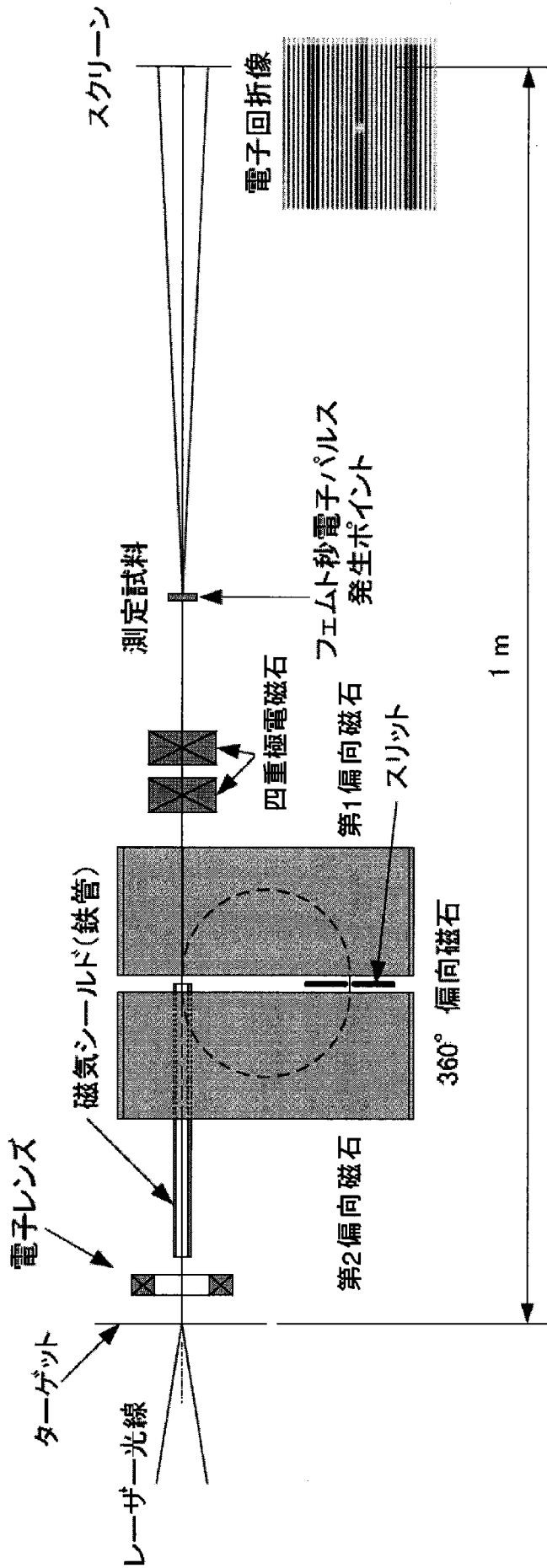
[図2]



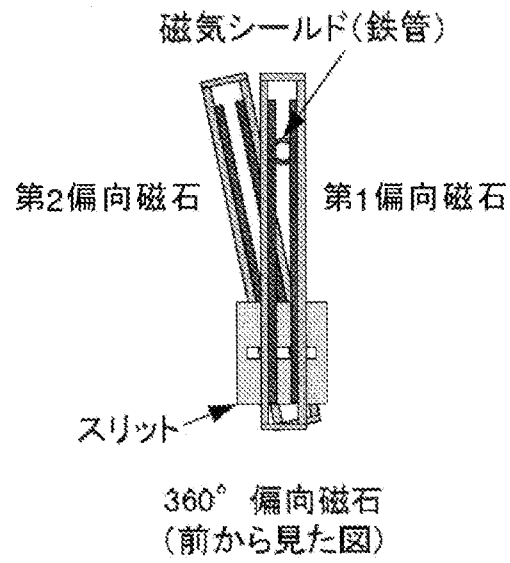
[図3]



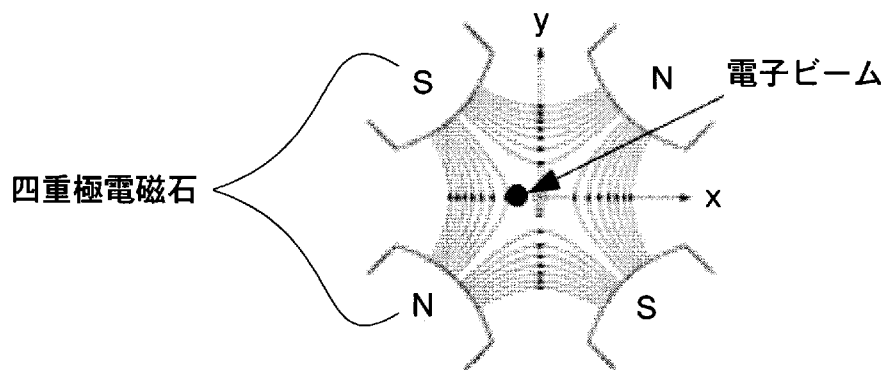
[図5]



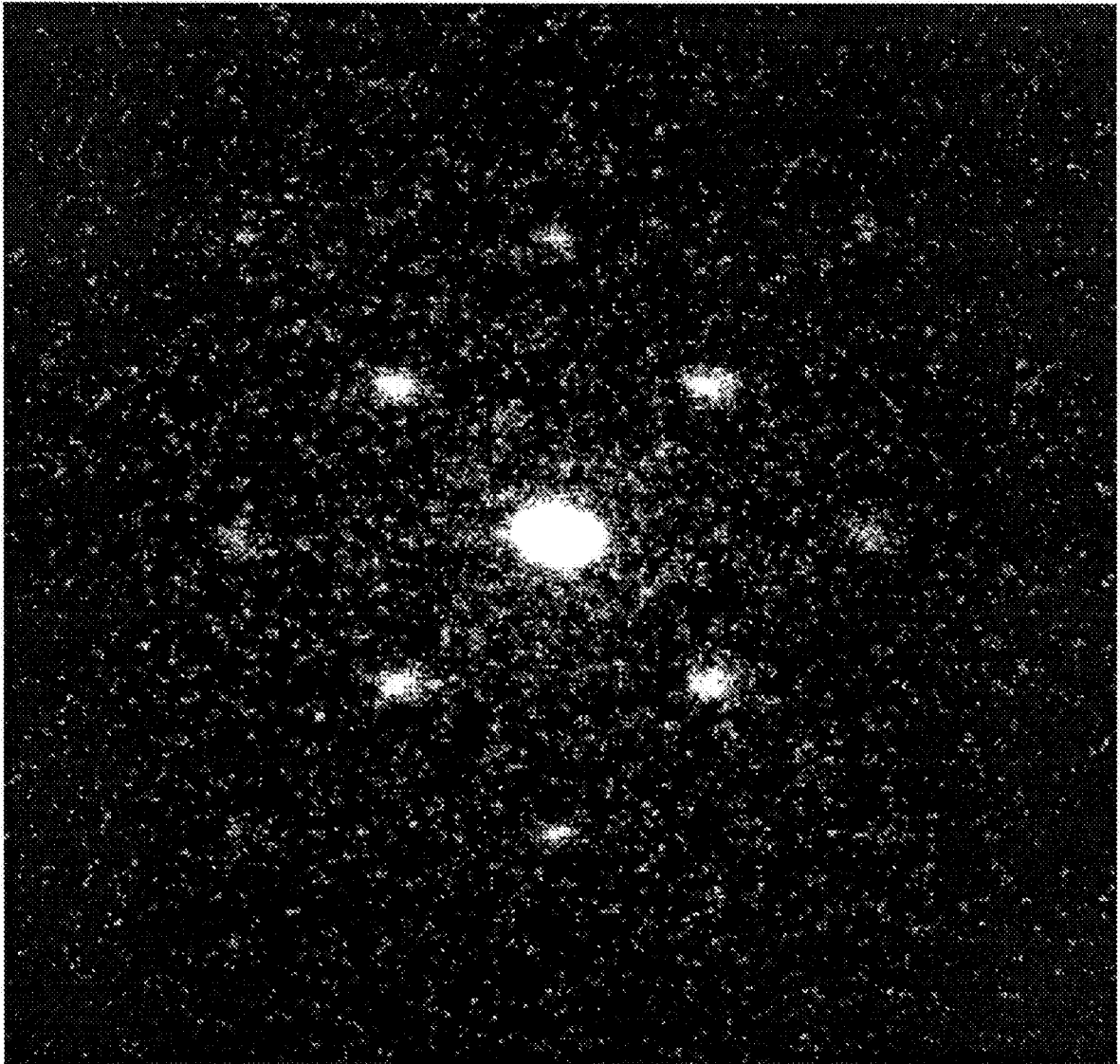
[図6]



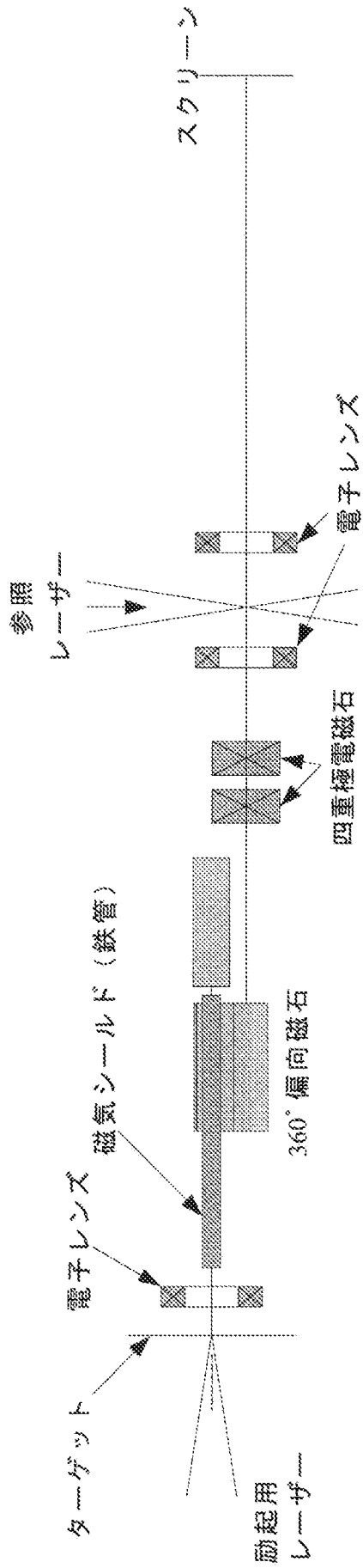
[図7]



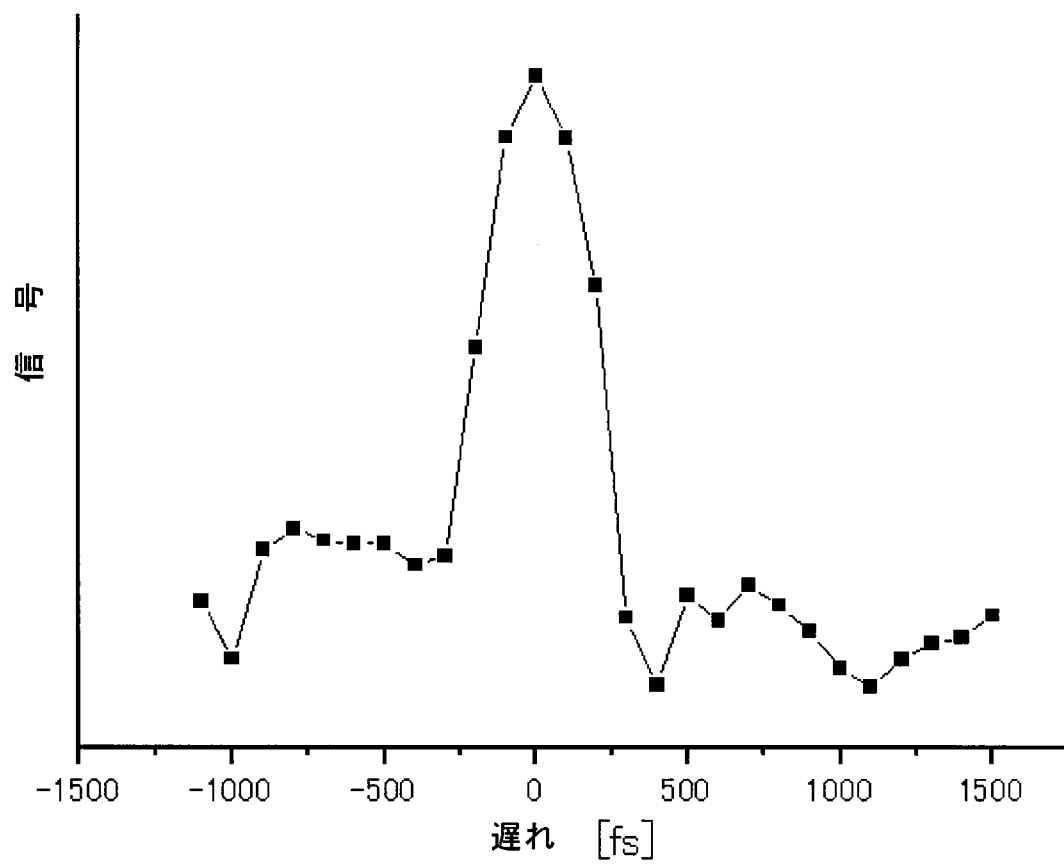
[図8]



[図9]

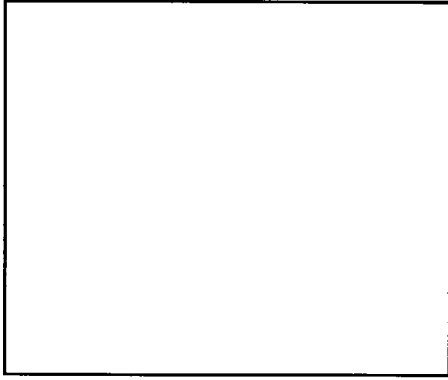


[図10]

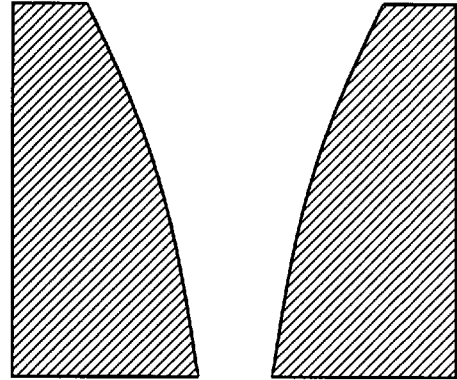


[圖11]

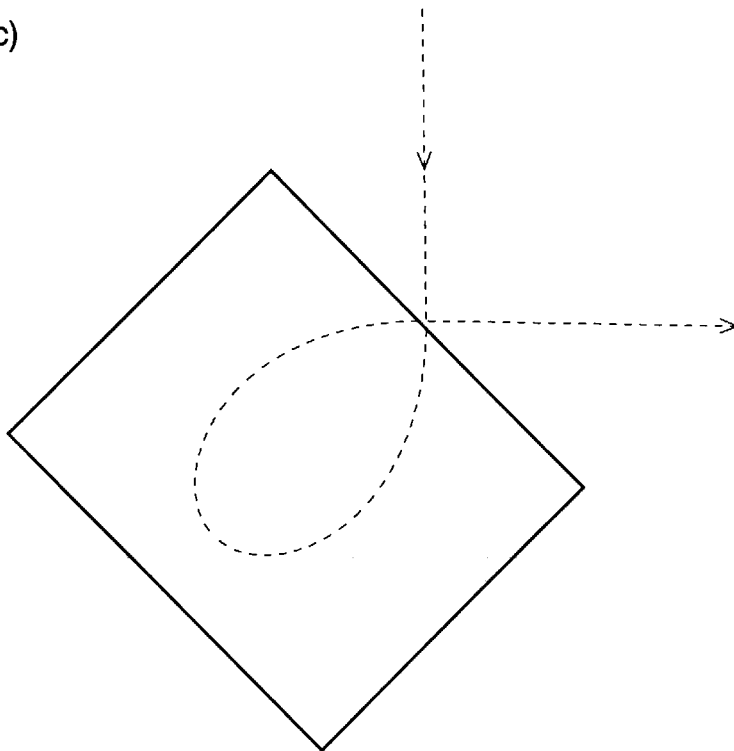
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/051350

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N23/20(2006.01) i, G01N23/225(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N23/00-G01N23/227, H01J37/00-H01J37/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Shuji SAKABE et al., "Kokyodo Tan Pulse Laser Seisei Denshi o Mochiita Kosoku Denshisen Kaisetsu", Japan Congress on High Speed Imaging and Photonics Ronbunshu, 10 December 2009 (10.12.2009), pages 75 to 77	1-8
A	Shigeki TOKITA et al., "Kokyodo Laser Seisei Plasma o Denshisengen to suru Cho Kosoku Denshisen Kaisetsuho no Kaihatsu", Extended Abstracts, Japan Society of Applied Physics and Related Societies, 30 March 2009 (30.03.2009), page 1145	1-8

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 April, 2011 (04.04.11)Date of mailing of the international search report
19 April, 2011 (19.04.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/051350

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Shunsuke INOUE et al., "Kokyodo Pulse Laser Seisei Denshisengen Kukan Bunpu no Kobunkaino Sokutei", Extended abstracts; the Japan Society of Applied Physics, 08 September 2009 (08.09.2009), page 1011	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N23/20(2006.01)i, G01N23/225(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N23/00-G01N23/227,
H01J37/00-H01J37/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus(JDreamII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	阪部周二, 外3名, 高強度短パルスレーザー生成電子を用いた高速電子線回折, 高速度イメージングとフォトニクスに関する総合シンポジウム論文集, 2009.12.10, P. 75-77	1-8
A	時田茂樹, 外4名, 高強度レーザー生成プラズマを電子線源とする超高速電子線回折法の開発, 応用物理学学会関係連合講演会講演予稿集, 2009.03.30, P. 1145	1-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.04.2011

国際調査報告の発送日

19.04.2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

比嘉 翔一

2W

4005

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	井上峻介, 外 4 名, 高強度パルスレーザー生成電子線源空間分布の高分解能測定, 応用物理学会学術講演会講演予稿集, 2009.09.08, P. 1011	1-8