(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
2018年3月1日(01.03.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/037474 A1

(51) 国際特許分類:
H01J 37/153 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2016/074481

(22) 国際出願日： 2016年8月23日(23.08.2016)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社日立ハイテクノロジーズ(HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 浦野 琴子(URANO Kotoko); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 程 朝暉(CHENG Zhaohui); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 大橋 健良(OHASHI Takeyoshi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 数見 秀之(KAZUMI Hideyuki); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP).

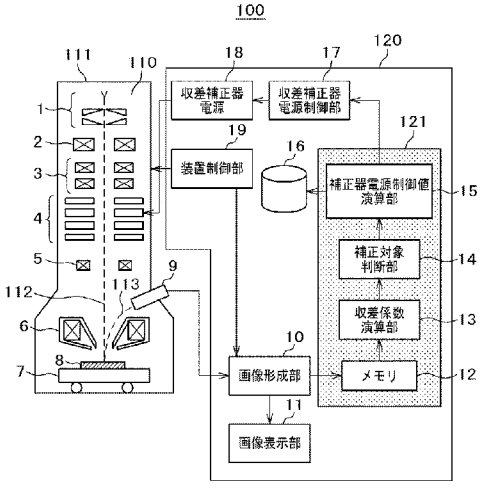
(74) 代理人: ポレール特許業務法人(POLAIRE I.P.C.); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目１３番１１号 Tokyo (JP).

(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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,

(54) **Title:** CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE AND ABERRATION CORRECTION METHOD FOR CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE

(54) 発明の名称： 荷電粒子線装置及び荷電粒子線装置の収差補正方法

[図1]



10 Image formation unit
11 Image display unit
12 Memory
13 Aberration coefficient calculation unit
14 Correction subject determination unit
15 Corrector power supply control value calculation unit
17 Aberration corrector power supply control unit
18 Aberration corrector power supply
19 Device control unit

(57) **Abstract:** In order to enable, in a charged particle beam device using a multipole-type aberration corrector, high-speed aberration corrector adjustment in an operation for adjusting the aberration corrector, this charged particle beam device is provided with: a charged particle source which generates a primary charged particle beam; an aberration correction optical system which corrects aberration of the primary charged particle beam generated by the charged particle source; a detection unit for detecting secondary charged particles generated from a sample irradiated with the primary charged particle beam the aberration of which has been corrected by the aberration correction optical system; an image formation unit which forms a charged particle image of the sample from a signal obtained by detecting the secondary charged particles by the detection unit; an aberration correction amount calculation unit which processes the charged particle image formed by the image formation unit, separates the aberration of the primary charged particle beam that has different symmetry, selects, from the separated aberration, aberration to be preferentially corrected, and calculates a correction amount for the aberration correction optical system for correcting the selected aberration; and an aberration correction optical system control unit which controls the aberration correction optical system on the basis of the correction amount calculated by the aberration correction amount calculation unit.

WO 2018/037474 A1

[続葉有]

MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 多極子型収差補正器を用いた荷電粒子線装置における収差補正器の調整動作において, 収差補正器の調整を高速に実行できるようにするために、荷電粒子線装置を、一次荷電粒子ビームを発生させる荷電粒子源と、荷電粒子源から発生した一次荷電粒子ビームの収差を補正する収差補正光学系と、収差補正光学系で収差が補正された一次荷電粒子ビームが照射された試料から発生した二次荷電粒子を検出する検出部と、検出部で二次荷電粒子を検出して得た信号から試料の荷電粒子像を形成する画像形成部と、この画像形成部で形成した荷電粒子像を処理して一次荷電粒子ビームの対称性の異なる収差を分離し、分離した収差のうちから優先して補正すべき収差を選択し、選択した収差を補正するための収差補正光学系の補正量を算出する収差補正量算出部と、収差補正量算出部で算出した補正量に基づいて収差補正光学系を制御する収差補正光学系制御部とを備えて構成した。

明　細　書

発明の名称 ： 荷電粒子線装置及び荷電粒子線装置の収差補正方法

技術分野

[0001] 本発明は，荷電粒子線装置及び荷電粒子線装置の収差補正方法に関する。

背景技術

[0002] 走査型電子顕微鏡(Ｓｃａｎｎｉｎｇ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｅ：ＳＥＭ)やイオンビーム加工装置(Ｆｏｃｕｓｅｄ　Ｉｏｎ　Ｂｅａｍ：ＦＩＢ)などの収束荷電粒子線(プローブビーム)を用いる装置(荷電粒子線装置)においては、プローブビームで試料上を走査することにより、観察画像や試料の加工を行う。これら荷電粒子線装置の分解能や加工精度は、プローブビームの断面の大きさ(プローブ径)によって決まり、原理的には、これが小さいほど、分解能や加工精度を高めることができる。

[0003] 近年、荷電粒子線装置向けの収差補正器の開発が進められており、その実用化も進んでいる。収差補正器には、磁極或いは電極で構成された多極子レンズを複数段重ねたものが用いられる。各段は、２極、４極、６極、８極場といった回転対称でない電場・磁場を重畳的にビームに印加し、プローブビームに対して逆収差を与える。

[0004] これにより、収差補正器は、光学系の対物レンズや偏向レンズなどで発生する球面収差、色収差などの各種収差をキャンセルすることができる。また，収差補正器の回転非対称場が支配要因となって発生する収差，例えば例えば２回対称非点収差，３回対称非点収差，コマ収差，4回対称非点収差，スター収差などを補正器内部で調整することができる。

[0005] 収差補正器を備えた荷電粒子線応用装置において装置の性能を最大限に引き出すためには、これら補正器内部で発生する収差も含めて収差補正器を適切に調整することで全ての収差成分の影響をプローブビームから除去しなければならない。

[0006] 収差補正器の調整においては，補正器を構成する多極子の電源数が多く，

調整作業が煩雑なことから，光学系に含まれる収差を定量化し，収差毎にこれを打ち消すフィードバック量を算出し，装置にフィードバックをかけるという自動化が試みられている。

[0007] 収差補正器を備えた荷電粒子線装置における収差評価方法については，例えば特許文献1に開示されている。この特許文献１ではＳＥＭ画像から収差を計測する方法が開示されている。これによって，各収差の大きさを表す収差係数を評価することができる。

[0008] 従来の収差補正器を搭載したＴＥＭ（Ｔｒａｎｓｍｉｓｓｉｏｎ Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｅ：透過型電子顕微鏡）やＳＴＥＭ（Ｓｃａｎｎｉｎｇ Ｔｒａｎｓｍｉｓｓｉｏｎ Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｅ：走査透過型電子顕微鏡）などでは例えばレーリーの１/４波長則を利用して各収差係数に対し各収差に対し補正目標値を決定し，収差が目標値以下となるよう収差補正器を調整しつつ，ロンチグラムと呼ばれる透過電子像によって収差による電子線の波面位相ずれを観察して収差補正量を確認することが、特許文献２に記載されている。

[0009] 一方ＳＥＭなどの荷電粒子線装置においてはプローブビームによってスキャンされた試料画像を評価することでＳＥＭの画像分解能を決定する方法が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特許第５０２８２９７号公報

特許文献2：特開２０１３－０３０２７８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 上述したように，ＳＥＭ画像から収差を計測することで光学系に含まれている収差の大きさを示す収差係数を計測し，その測定結果を装置にフィードバックすることで収差補正器の調整作業を行うことができる。

[0012] 一方，ＳＥＭなどの荷電粒子線装置では収差はプローブビーム形状に対し重畳的に作用し，全ての収差の影響の結果ビーム径及び形状が決まり，そのビームによって試料をスキャンし，スキャンされた画像を評価することでＳＥＭの画像分解能は決定する。従って，収差補正器を搭載した荷電粒子線装置においては収差補正器内で発生する非回転対称収差を含む光学系の収差が画像分解能に関与する。しかし，収差係数と画像分解能の関係については今まで明らかにされていなかった。

[0013] 例えば、特許文献２の補正手順においても、目標の分解能になるまで収差補正を続けているにすぎず、強化学習させている対象、すなわち特許文献２で述べられている価値や報酬は、あくまで個々の収差量を基準としている。

[0014] このため，収差測定で得られた個々の収差が画像分解能に及ぼす影響の大小を収差間で比較判断する方法がなく，現在の画像分解能に対して最も大きな影響を与えている収差はどの収差かということをスキャン画像から判断することが難しかった。このため，画像分解能劣化に対して影響の大きい収差を選択して効率的な収差補正器調整を行うことが難しく，収差補正器調整に時間がかかるという問題点があった。

[0015] 本発明は、上記した従来技術の課題を解決して、荷電粒子線装置において、効率的に画像分解能を向上させることができ，収差補正器調整を高速に完了させることができるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0016] 上記した課題を解決するために、本発明では、荷電粒子線装置を、一次荷電粒子ビームを発生させる荷電粒子源と、この荷電粒子源から発生した一次荷電粒子ビームの収差を補正する収差補正光学系と、この収差補正光学系で収差が補正された一次荷電粒子ビームが照射された試料から発生した二次荷電粒子を検出する検出部と、検出部で二次荷電粒子を検出して得た信号から試料の荷電粒子像を形成する画像形成部と、この画像形成部で形成した荷電粒子像を処理して一次荷電粒子ビームの対称性の異なる収差を分離し、この分離した収差のうちから優先して補正すべき収差を選択し、この選択した収

差を補正するための収差補正光学系の補正量を算出する収差補正量算出部と、この収差補正量算出部で算出した補正量に基づいて収差補正光学系を制御する収差補正光学系制御部とを備えて構成した。

[0017] また、上記した課題を解決するために、本発明では、荷電粒子線装置を、一次荷電粒子ビームを発生させる荷電粒子源と、この荷電粒子源から発生した一次荷電粒子ビームの収差を補正する多極子レンズを備えた収差補正光学系と、収差補正光学系で収差が補正された一次荷電粒子ビームが照射された試料から発生した二次荷電粒子を検出する検出部と、検出部で二次荷電粒子を検出して得た信号から試料の荷電粒子像を形成する画像形成部と、この画像形成部で形成した荷電粒子像を処理して収差補正光学系の優先して補正すべき収差を抽出し、この抽出した優先して補正すべき収差の補正量を算出する収差補正量算出部と、この収差補正量算出部で算出した補正量に基づいて収差補正光学系を制御する収差補正光学系制御部と、この収差補正光学系制御部で制御された収差補正光学系を通過した一次荷電粒子ビームが照射された試料から発生した二次荷電粒子を検出部で検出して得た信号を画像形成部で形成した荷電粒子像を処理して試料に形成されたパターンの寸法を計測する画像処理部とを備えて構成した。

[0018] 更に、上記した課題を解決するために、本発明では、荷電粒子線装置の収差補正方法において、荷電粒子線装置の荷電粒子源から発生して収差補正光学系を通過した一次荷電粒子ビームが照射された試料から発生した二次荷電粒子を検出器で検出し、この検出器で二次荷電粒子を検出して得た信号から画像形成部で試料の荷電粒子像を形成し、画像形成部で形成した荷電粒子像を収差補正量算出部で処理して収差補正光学系の優先して補正すべき収差を抽出し、この抽出した優先して補正すべき収差の補正量を算出し、収差補正量算出部で算出した優先して補正すべき収差の補正量に基づいて収差補正光学系を制御するようにした。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、測定された各収差成分がビーム径，ひいては画像分解能

にどの程度影響しているかを個別に評価することができるため，画像分解能向上に対し効果の大きい収差を選択して補正することができる。これにより効率的に画像分解能を向上させることができ，収差補正器調整を高速に完了させることができる。

[0020] 前述した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施の形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の実施例1に係る荷電粒子線装置の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の原理を説明するプローブビームの断面形状に収差による変化を示すプローブ義務の断面図である。

[図3]本発明の実施例１にかかる荷電粒子線装置の収差補正光学系の多極子レンズの平面図である。

[図4]本発明の実施例１にかかる荷電粒子線装置のテーブル記憶部に記憶する収差量と収差補正器電源値の対応関係テーブルである。

[図5]本発明の実施例1における収差補正の処理の流れを示すフローチャートである。

[図6A]本発明の実施例1における収差項目ごとの収差係数と画像分解能の関係を示すグラフである。

[図6B]本発明の実施例1における収差項目から求めた分解能影響ちと画像分解能との関係を示すグラフである。

[図7]本発明の実施例1における収差補正の処理の流れを示す図で、図５に示したフローチャートのＳ２０３の詳細を示すフローチャートである。

[図8]本発明の実施例１におけるＧＵＩの正面図である。

[図9]本発明の実施例１における収差項目ごとの分解能影響値を示すグラフである。

[図10]本発明の実施例1の変形例における収差補正の処理の流れを示すフローチャートである。

[図11]本発明の実施例１の変形例における収差項目ごとの分解能影響値を示すグラフである。

[図12]本発明の実施例２に係る荷電粒子線装置の構成を示すブロック図である。

[図13]本発明の実施例２に係る荷電粒子線装置のＧＵＩの正面図である。

発明を実施するための形態

[0022] 本発明は、多極子レンズから成る収差補正光学系を有する荷電粒子線装置に関するものであって、荷電粒子線装置を、収差補正光学系を制御する制御手段と、一次荷電粒子ビームの対称性の異なる収差を分離して計測する手段と、この計測手段で計測した一次荷電粒子ビームの収差に起因する画像劣化への影響値を算出する手段と、この算出手段で算出した結果に基づいて収差補正光学系を制御する制御手段とを備えて構成した。

[0023] 本発明では、収差成分ごとに画像分解能への寄与を考慮し，収差の画像分解能への影響を表すパラメータを定め，収差補正器調整の判断に用いるようにしたものである。

[0024] 本実施の形態を説明するための全図において同一機能を有するものは同一の符号を付すようにし、その繰り返しの説明は原則として省略する。以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

実施例 １

[0025] ［システム構成］

図１に、収差補正器を搭載するＳＥＭシステム１００の概略構成を示す。本実施の形態は、４極子－８極子系の電磁界重畳型収差補正器を搭載するＳＥＭ１１０とその制御システム１２０について説明する。

[0026] ＳＥＭ１１０は、電子銃１、コンデンサレンズ２、偏向コイル３、収差補正器４、走査コイル５、対物レンズ６、試料台７をカラム１１１の内部に備えている。

[0027] 制御システム１２０は、制御コンピュータ１２１、画像形成部１０、画像表示部１１、収差補正器電源制御部１７、収差補正器電源１８、装置制御部

１９、を備えている。また、制御コンピュータ１２１は、メモリ１２、収差係数演算部１３、補正対象判断部１４、補正器電源制御値演算部１５を備え、テーブル記憶部１６と接続している。

[0028] 上記した構成において、ＳＥＭ１１０のカラム１１１内の電子銃１より放出された電子線１１２は、コンデンサレンズ２及び２段構成の偏向コイル３を通過後、収差補正器４に入射する。収差補正器４を通過した電子線１１２は、走査コイル５及び対物レンズ６を通過後、試料台７に載置された試料８の表面に照射され、試料８の表面を走査する。

[0029] 電子線１１２による試料８の照射点からは、２次電子や反射電子などの二次荷電粒子１１３が放出される。この放出された二次荷電粒子１１３の一部は検出器９により検出され、検出結果が二次荷電粒子信号として画像形成部１０に出力される。

[0030] 画像形成部１０には、信号増幅段、Ｄ／Ａ変換器等の処理回路が設けられている。二次荷電粒子信号は、画像形成部１０において輝度分布データ（すなわち、画像データ（ＳＥＭ画像））に変換され、画像表示部１１に出力される。画像データ（ＳＥＭ画像）は、画像形成部１０から制御コンピュータ１０１にも送られ、メモリ１２内に蓄積される。

[0031] 本実施の形態に係るＳＥＭシステム１００は、対物レンズ６の物点に入射する電子線１１２を対物レンズ６の光軸に対して傾斜させることが可能な構成を有している。このための構成として、本実施の形態に係るＳＥＭ１１０は、収差補正器４の上方位置に２段構成の偏向コイル３を有している。偏向コイル３は、電子線１１２の中心軸を、対物レンズ６の光軸に対して傾斜角τと方位角θを持たせることができる。

[0032] 図２に、収差によるビーム形状の変化を模式的に示す。電子銃１から発射された電子線１１２は、コンデンサレンズ２及び２段構成の偏向コイル３を通過して、理想的には１１２１に示すような断面のビームになる。しかし、実際には収差Ａ：１１２２、収差Ｂ：１１２３、収差Ｃ：１１２４のようないろいろな要因で収差が発生して収差によるボケ１１２５が生じ、これが理

想的なビーム形状１１２１に影響して、１１２６に示すような収差によるボケ成分を含んだビーム形状となってしまう。

[0033] このようにぼけ成分を含んだビーム１１２６をプローブビームとして用いた場合、得られる画像のパターンのエッジがぼけた像シャープネスの悪い画像となってしまう。この像シャープネスを改善したＳＥＭ画像を取得できるようにするために、本実施例では、収差補正器４を用いて、収差Ａ：１１２２、収差Ｂ：１１２３、収差Ｃ：１１２４のようないろいろな要因で発生する収差を低減させて、ボケ１１２５の発生を極力抑えるようにした。

[0034] 図３に、収差補正器４の構成として、１２極の収差補正器４の例を示す。収差補正器４は、１２の電極ないし磁極４１～５１が同心円上に等間隔で配置された電磁レンズを多段積み重ねた構成になっており、それぞれの電極ないし磁極が収差補正器電源１８と接続されている。

[0035] 図１の構成に戻って、制御コンピュータ１２１は、メモリ１２内に蓄積された画像データに基づいて、収差補正器４の制御量を算出する処理を実行する。より具体的には、制御コンピュータ１２１は、収差補正器電源１８を制御する収差補正器電源制御部２０に与える制御量を算出する処理を実行する。以下、この処理動作を詳細に説明する。

[0036] 収差係数演算部１３は、メモリ１２に蓄積された画像データに基づいて収差係数を測定し、補正対象判断部１４に転送する。画像データを用いる収差係数の測定方法は、例えば特許文献１に記載されているように、周知である。従って、ここでは詳細な説明を省略する。

[0037] 収差係数演算部１３で測定する収差係数としては、光学系の対物レンズ６や偏向コイル３などで発生する球面収差Ｃ３、色収差ＣＣなどの各種収差、また収差補正器４の回転非対称場が支配要因となって発生する２回対称非点収差Ａ１，３回対称非点収差Ａ２，コマ収差Ｂ２，４回対称非点収差Ａ３，スター収差Ｓ３などの収差係数がある。

[0038] 補正対象判断部１４は、収差係数演算部１３で算出された収差係数の中から優先的に補正すべき収差を選択し、選択した収差の情報を補正器電源制御

値演算部１５に与える。ここで，優先的に補正すべき収差とは，上記した各種の収差のうち、補正することによる画像劣化の改善への効果が大きい収差、この場合は画像分解能改善への効果が大きい収差であり，例えば、後述する分解能影響値ｒが最も大きい収差，分解能影響値ｒが事前に設定した目標値を超えた収差などが用いられる。

[0039] 補正器電源制御値演算部１５では、あらかじめ取得してテーブル記憶部１６に記憶しておいた収差量と収差補正器電源値の対応関係を示すテーブル１６０を参照し，補正対象判断部１４が出力した補正すべき収差を補正するために必要な収差補正器電源１８の制御値を算出する。算出された制御値は収差補正器電源制御部１７を経由し，収差補正器電源１８にフィードバックされる。

[0040] 図４にテーブル記憶部１６に記憶しておく収差量と収差補正器電源値の対応関係を示すテーブル１６０の例を示す。テーブル１６０には、各段ごとに(図４の例では４段)、電極１６１(図４の例では８極)と収差１６２(図４の例では５種類)の関係が記録されている。

[0041] 図５には本発明を用いた収差補正器４の調整フロー図を示す。

まず，収差係数演算部１３は、メモリ１２に蓄えられた画像データを用いて収差係数を測定する(Ｓ２０１)。測定結果である収差係数の集合Ａ{ａ１，ａ２・・・}を受け取った補正対象判断部１４ではまず集合Ａを用いて画像分解能への影響値ｒの集合Ｒ{ｒ１，ｒ２・・・}を得る(Ｓ２０２)。

[0042] ここで画像分解能への影響値ｒとは，収差による画像分解能劣化を表すパラメータであり，収差係数ａと画像分解能への影響値ｒの間には

ｒ ＝ｗ（ｘ）＊ａ

の関係がある。ここでｗ（ｘ）は収差成分の画像分解能に対する寄与を表す重み付け関数であり、予め求めておく。

[0043] 画像分解能への影響値ｒを、以降、分解能影響値ｒと記述する。

図６Ａ及び図６Ｂに、収差係数と画像分解能の関係を示す。図６Ａは、収差係数ａ１，ａ２，ａ３と画像分解能の関係を表す。一般に収差係数が大きいほ

どビームぼけへの影響が大きいため画像分解能は劣化し，収差係数が小さくなると影響が小さくなり，画像分解能は一定の値(回折及び光源径，装置のノイズなどによって決まる)に近づく。

[0044] ただし，回転非対称な収差、例えば２回対称非点収差Ａ１，３回対称非点収差Ａ２，コマ収差Ｂ２，４回対称非点収差Ａ３，スター収差Ｓ３などは、その成分によってビーム開き角依存性，対称性などが異なるため，ビームのぼけに対する影響の大きさが成分ごとに異なる。従って，収差測定の結果得られる収差係数は同じ大きさであっても収差の種類が異なると画像分解能劣化の度合いが異なる。

[0045] 一方、図６Ｂは、収差係数から変換される分解能影響値ｒと画像分解能の関係を表す。ここで、上記した重み付け関数ｗ（ｘ）を、分解能影響値ｒと画像分解能の関係が収差の種類によらず一定となるように設定することにより、図６Ａの収差係数ａ１，ａ２，ａ３に対応する曲線が、１本の曲線６１０に重なって表される。従って，分解能影響値ｒを用いれば収差間の相対比較が容易であり，どの収差によって分解能が劣化しているのかを判断することができるようになる。

[0046] なお，本実施例では各収差の画像分解能に対する影響値(分解能影響値)ｒとしたが，収差による画像劣化(画像分解能を含むより広い概念)への影響の大小を異なる収差間で比較できる数値であればよく，例えばプローブ径，ＣＤ値（Ｃｒｉｔｉｃａｌ　Ｄｉｍｅｎｓｉｏｎ：測長値）への影響値などを用いてもよい。

[0047] 次に，補正対象判断部１４において、得られた分解能影響値ｒを用いて、収差補正器４の調整が必要か否かの判断を行う(Ｓ２０３)。補正が必要と判断した場合（Ｓ２０３でＮＯの場合），実際にどの収差を調整すべきかを判断し(Ｓ２０４),補正対象となる収差の種類と収差量に関する情報を補正器電源制御値演算部１５へと結果を出力する。

[0048] 補正器電源制御値演算部１５では補正対象判断部１４の出力結果とあらかじめ取得してテーブル記憶部１６に記憶しておいた収差量と収差補正器電源

値の対応関係を示すテーブル１６０から収差補正器電源１８の制御値を算出し（Ｓ２０５），収差補正器電源制御部１７へと出力する。このとき、補正対象となる収差の種類が複数ある場合には、分解能影響値ｒが大きい収差から順に、収差補正器電源１８の制御値の算出と収差補正器電源制御部１７への出力とを実行する。

[0049] 収差補正器電源制御部１７は、収差補正器電源１８に対し補正器電源制御値演算部１５の演算結果をフィードバックして，収差補正器電源１８で収差補正器４に印加する電圧を調整（Ｓ２０６）した後、再びＳ２０１に戻る。これを収差補正の1ステップとし，Ｓ２０３で収差補正は不要と判断（Ｓ２０３でＹＥＳの場合）するまで実施する。

[0050] 図７に図５のＳ２０３における収差補正器調整要否判断フローの一例を示す。まず分解能影響値ｒの集合Ｒの各要素の合計xを求める(Ｓ４０１)。合計xは現在の光学系の収差全体による画像分解能への影響の大きさを示す指標であり，集合Ｒの要素の単純和，或いは二乗和，平均値，二乗平均平方根などが用いられる。

[0051] 次にxを事前に設定した目標値と比較(Ｓ４０２)し，目標値を下回っていれば（Ｓ４０２でＹＥＳの場合)補正動作終了と判断される。そうでなければ（Ｓ４０２でＮＯの場合)補正動作必要と判断し，補正対象を決定するため，図５のＳ２０４の補正対象判断に進む。Ｓ４０２における目標値は、所望の画像分解能に対応する分解能影響値ｒとして事前に定めておく。

[0052] 本発明のＧＵＩ（Ｇｒａｐｈｉｃａｌ Ｕｓｅｒ Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ）の例を図８に示す。使用者には、図８に示したＧＵＩ：５０を用いて、現在の光学系に含まれている収差の量が示される。

[0053] グラフ５１にはこれまでの収差補正器４を用いた収差補正による画像分解能５３の変化が表示される。ユーザーはグラフ５１によって、これまでの収差補正器４を用いた収差補正による画像分解能５３の変化を確認することができる。

[0054] グラフ５２は直近の収差測定結果を収差の種類ごとに分解能影響値５４に

換算した値をグラフで表示したものである。Ａ２は３回対称非点収差，Ｂ２はコマ収差，Ａ３は４回対称非点収差，Ｓ３はスター収差、Ｃ３は球面収差、totalは各収差の合計を表している。ユーザーは現在の光学系で画像分解能劣化に対してどの収差が影響を及ぼしているのかを、ＧＵＩ：５０に表示されたグラフ５２で確認することができる。

[0055] また，ユーザーはＧＵＩ：５０で収差の状態を確認し，グラフ５１における画像分解能５３を確認し、必要に応じてグラフ５２に表示された収差項目５５ごとの分解能影響値５４の中から調整すべき収差項目を選択して、この選択した収差を補正することができる。

[0056] 具体的には、グラフ５２上で分解能影響値５４が一番大きい収差項目の位置にカーソルを移動させてクリックすることにより調整する収差項目を選択する。次に、調整実行ボタン５６をクリックすることで、図５に示したフローのＳ２０５，Ｓ２０６に従って収差補正器４の選択した収差項目について調整を行い、Ｓ２０１で補正した収差係数を測定し、Ｓ２０２で分解能影響値を算出することができる。また、停止ボタン５７をクリックすることで、収差補正器４による補正動作を停止することができる。

[0057] 図９は、各収差及び収差の合計の分解能影響値を示すグラフ９００である。収差の合計９０１が目標値９１０以下に収まるように調整した結果を示している。この場合、個々の収差間のバランスには配慮せずに調整するので、収差の分解能への寄与が個々の収差間で大きなばらつきが発生し、一部の収差は収差単独目標値９１１を超えている。しかし、各収差間のバランスを気にする必要がないので、比較的短時間に収差の合計９０１が目標値内に収まるように調整することができる。

[0058] 本実施例によれば、収差項目ごとに分解能影響値を求めて収差補正の順位を決め、分解能影響値が大きい収差から順に補正することにより、収差補正を比較的短時間に、より確実に行うことができるようになった。これにより、高精度な収差補正を確実に行うことができ、比較的短時間でより高品質な画像を取得することが可能になった。

[0059] また、本実施例に拠れば、測定された各収差成分がビーム径，ひいては画像分解能にどの程度影響しているかを個別に評価することができるため，画像分解能向上に対し効果の大きい収差を選択して補正することができるようになった。これにより効率的に画像分解能を向上させ，収差補正器調整を高速に完了させることができるようになった。

[0060] [実施例１の変形例]

図７に示したステップＳ２０３の詳細フロー図においては、ステップＳ４０２において分解能影響値ｒの集合Ｒの各要素の合計ｘを目標値と比較して、目標値よりも小さい場合（Ｓ４０２でＹＥＳの場合）には、補正動作を終了していた。

[0061] しかし、集合Ｒの各要素の合計ｘは、現在の光学系の収差全体による画像分解能への影響の大きさを示す指標であり、収差全体が目標値よりも小さい場合であっても、個々の収差間に分解能影響値ｒのばらつきが有る場合がある。このような場合は、分解能影響値ｒが比較的大きい収差を調整して、収差間の分解能影響値ｒのばらつきが小さくなるようにすることで、全ての収差のプローブビームへの寄与を同程度にすることができ、より高精度な収差補正を行うことができる。

[0062] そこで、本変形例においては、まず、集合Ｒの各要素(収差)の合計ｘ(収差全体)を目標値と比較し、合計ｘが目標値よりも小さくなった場合に、次に、各要素(収差)の分解能影響値ｒを比較して、補正動作の終了を判定するようにした。

[0063] 本変形例に基づく図７に示したステップＳ２０３の詳細フロー図に対応するフロー図を図１０に示す。

[0064] まず分解能影響値ｒの集合Ｒの各要素の合計ｘを求める(Ｓ５０１)。合計ｘは現在の光学系の収差全体による画像分解能への影響の大きさを示す指標であり，集合Ｒの要素の単純和，或いは二乗和，平均値，二乗平均平方根などが用いられる。

[0065] 次にｘを事前に設定した目標値と比較(Ｓ５０２)し，目標値を下回ってい

なければ（Ｓ５０２でＮＯの場合)、補正動作必要と判断し，補正対象を決定するため，図５のＳ２０４に対応する補正対象判断Ｓ５０３に進み、図５のＳ２０５，Ｓ２０６に対応する収差補正器制御値算出（Ｓ５０４），収差補正器制御値偏向（Ｓ５０５）を実行後、図５のＳ２０１とＳ２０２に対応する収差係数測定（Ｓ５０６），分解能影響値計算(Ｓ５０７)を実行後、再び。Ｓ５０１を実行する。Ｓ５０２における目標値は、所望の画像分解能に対応する分解能影響値ｒとして事前に定めておく。

[0066] 一方、Ｓ５０２において、合計ｘが目標値を下回っていれば（Ｓ５０２でＹＥＳの場合)、次に、各収差間の分解能影響値ｒのばらつき（例えば、分解能影響値ｒの最大値と最小値の差）を予め設定した目標値Ｔと比較する（Ｓ５０８）。

[0067] 比較した結果、分解能影響値ｒのばらつきが予め設定した目標値Ｔを下回っていない場合（Ｓ５０８でＮＯの場合）には、図５のＳ２０４に対応する補正対象判断Ｓ５０９に進み、図５のＳ２０５，Ｓ２０６に対応する収差補正器制御値算出（Ｓ５１０），収差補正器制御値偏向（Ｓ５１１）を実行する。その後、図５のＳ２０１とＳ２０２に対応する収差係数測定（Ｓ５０６），分解能影響値計算(Ｓ５０７)を実行し、再び、Ｓ５０１を実行する。

[0068] Ｓ５０８で各収差間の分解能影響値ｒのばらつきが目標値Ｔを下回っていた場合（Ｓ５０８でＹＥＳの場合）には、補正動作を終了する。

[0069] 図１１は、本変形例によって得られる各収差及び収差の合計の分解能影響値を示すグラフ１１００である。この一連の調整によって、収差の合計１１０１が目標値１１１０以下に収まるように調整するとともに、各収差の分解能影響値が収差単独目標値１１１１に近いほぼ一定の水準に調整した状態を示している。このように、全ての収差の分解能への寄与が同程度になるように調整することにより、図９の場合と比べて調整に多少時間を要するが、像シャープネスが良い、より高精度な画像を取得することができる。

[0070] 本変形例によれば、実施例１に記載した効果に加えて、分解能影響値ｒの集合Ｒの各要素の合計xだけでなく、各収差ごとの分解能影響値ｒがほぼ均等

になるように調整することができるので、より高精度な収差補正を行うことができ、より高品質な画像を取得することが可能になった。

実施例 2

[0071] 本実施例では、ＳＥＭ１１０で取得した試料８のＳＥＭ画像から、試料８の表面に形成されたパターンの寸法を計測する測長ＳＥＭに本発明を適用して、プローブビームの方向別分布を用いて画像分解能の管理を行う例を示す。

[0072] 図１２に、本実施例における収差補正器を搭載した測長ＳＥＭシステム７００の図を示す。測長ＳＥＭシステム７００は、実施例１で説明した図１に示した構成と同様に、４極子－８極子系の電磁界重畳型収差補正器を搭載するＳＥＭ７５０とその制御システム７６０を備えている。

[0073] ＳＥＭ７５０は、実施例１で説明したＳＥＭ１１０と同様に、電子銃７０１、コンデンサレンズ７０２、偏向コイル７０３、収差補正器７０４、走査コイル７０５、対物レンズ７０６、試料台７０７をカラム７５１の内部に備えている。

[0074] 制御システム７６０は、実施例１で説明した制御システム１２０と同様に、制御コンピュータ７３０、画像形成部７１０、画像表示部７１１、収差補正器電源制御部７１７、収差補正器電源７１８、装置制御部７１９、を備えている。また、制御コンピュータ７３０は、メモリ７１２、収差係数演算部７１３、補正対象判断部７１４、補正器電源制御値演算部７１５を備え、テーブル記憶部７１６と接続している。

[0075] 上記した構成において、ＳＥＭ７５０のカラム７５１内の電子銃７０１より放出された電子線７５２は、コンデンサレンズ７０２及び２段構成の偏向コイル７０３を通過後、収差補正器７０４に入射する。収差補正器７０４を通過した電子線７５２は、走査コイル７０５及び対物レンズ７０６を通過後、試料台７０７に載置された試料７０８の表面に照射され、試料７０８の表面を走査する。

[0076] 本実施例に係る側長ＳＥＭは、ＳＥＭ７５０で取得した信号に基づいて画

像形成部７１０で形成した画像を画像処理部で処理して、画素計算を行うことにより、測定した画像データ上の２点間の距離を計測する装置である。

[0077] 本実施例に係る測長ＳＥＭは，試料をカラム７５１の内部に導入するための試料準備室２０１から試料搬送機構２０２によって装置内に試料を導入する。試料準備室２０１と絡む７５１の内部とはゲートバルブ２０３によって隔てられる。また，試料台７０７上には観察対象の試料７０８とは別に測定用標準試料２０４を備える。その他の各構成要素の機能・動作は、実施例１で説明した内容とほぼ同様であるので、説明を割愛する。

[0078] 図１３に本実施例におけるＧＵＩ：８００の例を示す。

本実施例では，回転非対称収差による方向毎のビーム広がりへの寄与の差異を考慮し，分解能影響値ｒを画像の方向毎に定義する。これによって，各収差成分による画像の方向別分解能への影響を得ることができる。直近の測定結果における各収差成分による画像の方向別分解能の状態は８３４～８３８に表示され，これらの収差成分全てによる画像の方向別分解能は８３９に表示される。なお，図では画像の方向別分解能を０，４５，９０，１３５，１８０，２２５，２７０，３１５度の８方向で定義しているが，任意の分割数で定義してよい。

[0079] 本実施例ではある一定の間隔で自動的に収差測定を実施し，その測定結果から得た収差による画像の方向別分解能の状態をＧＵＩに示すことでユーザーが装置の状態をモニタリングすることができる。

[0080] 画像平均分解能遷移グラフ８３０には画像の方向別分解能の平均値の時間による遷移状態と画像平均分解能の許容ライン(８３２)が併せて示され，画像分解能ばらつき遷移グラフ８３１には画像の方向別分解能のばらつきと画像方向別分解能ばらつきの許容ライン(８３３)が併せて示される。ユーザーはＧＵＩ：８００上のこれらの情報を参照することで装置の状態変化や状態異常，収差補正器の再調整時期などを把握することができる。

[0081] なお，本発明は上記した実施例に限定されるものではなく，様々な変形例が含まれる。例えば，上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するため

に詳細に説明したものであり，必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また，ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり，また，ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また，各実施例の構成の一部について，他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0082] 本実施例では収差の測定方法に関しては何も制約がないため，他の荷電粒子線装置，例えば透過型電子顕微鏡，走査透過型電子顕微鏡，集束イオンビーム装置などに収差補正器を搭載した場合の応用も可能である。また，収差補正器についても6極子型，電磁場重畳4極子-電場8極子型，電磁場重畳４極子-磁場8極子型，全段静電型，全段磁場型などの多段多極子を利用した収差補正器への応用が可能であり，補正対象とする収差も色収差，幾何収差どちらに対しても適用可能である。

[0083] また，上記の各構成，機能，処理部，処理手段等はそれらの一部または全部を，例えば集積回路で設計することによりハードウェアで実現しても良い。また，上記の各構成，機能等は，プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し，実行することによりソフトウェアで実現しても良い。各機能を実現するプログラム，テーブル，ファイル等の情報は，メモリやハードディスク，ＳＳＤ(Solid State Drive)等記録装置，またはＩＣカード，ＳＤカード，ＤＶＤ等記録媒体に置くことができる。また，制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており，製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えても良い。

符号の説明

[0084] １，７０１・・・電子銃　２，７０２・・・コンデンサレンズ　３，７０３・・・偏向コイル　４、７０４・・・収差補正器　５，７０５・・・走査コイル　６、７０６・・・対物レンズ　７、７０７・・・試料台　８，７０８ 試料　９、７０９・・・検出器　１０，７１０・・・画像形成部　１１，７１１・・・画像表示部　１２，７１２・・・メモ

リ　　１３，７１３・・・収差係数演算部　　１４，７１４・・・収差補正対象判断部　　１５，７１５・・・補正器電源制御値演算部　　１６，７１６・・・テーブル記憶部　　１７、７１７・・・収差補正器電源制御部　　１８，７１８・・・収差補正器電源　　１００・・・ＳＥＭシステム　　１１０，７５０・・・ＳＥＭ　　１１１，７５１・・・カラム　　１２０，７６０・・・制御システム　　１２１、７３０・・・制御コンピュータ　　７２０・・・画像処理部。

請求の範囲

[請求項1] 荷電粒子線装置であって、

一次荷電粒子ビームを発生させる荷電粒子源と、

前記荷電粒子源から発生した一次荷電粒子ビームの収差を補正する収差補正光学系と、

前記収差補正光学系で収差が補正された一次荷電粒子ビームが照射された試料から発生した二次荷電粒子を検出する検出部と、

前記検出部で前記二次荷電粒子を検出して得た信号から前記試料の荷電粒子像を形成する画像形成部と、

前記画像形成部で形成した荷電粒子像を処理して前記一次荷電粒子ビームの対称性の異なる収差を分離し前記分離した収差のうちから優先して補正すべき収差を選択し前記選択した収差を補正するための前記収差補正光学系の補正量を算出する収差補正量算出部と、

前記収差補正量算出部で算出した補正量に基づいて前記収差補正光学系を制御する収差補正光学系制御部と

を備えたことを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項2] 請求項１記載の荷電粒子線装置であって、前記収差補正量算出部は、前記画像形成部で形成した荷電粒子像を処理して前記一次荷電粒子ビームの対称性の異なる収差を分離し前記分離した収差ごとの収差係数を求める収差係数演算部と、前記収差係数演算部で求めた収差ごとの収差係数に基づいて補正する収差を判定する補正対象判定部と、前記補正対象判定部で補正対象と判定した収差を補正するための前記収差補正光学系の補正量を算出する収差補正光学系補正量算出部とを備えることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項3] 請求項２記載の荷電粒子線装置であって、前記補正対象判定部は、前記分離した収差のうち補正することによる画像分解能改善への効果が大きい収差を補正対象収差として判定する優先して補正するように前記収差補正光学系を制御することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項4] 請求項２記載の荷電粒子線装置であって、前記補正対象判定部は、前記分離した収差について前記収差係数演算部で求めた収差係数に基づいて収差による画像分解能劣化を表すパラメータである分解能影響値を求め、前記収差ごとの前記分解能影響値の合計が予め設定した値よりも小さくなるように補正する収差を判定することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項5] 請求項４記載の荷電粒子線装置であって、前記補正対象判定部は、前記収差ごとの前記分解能影響値の合計が予め設定した値よりも小さくなるように補正する収差を判定するとともに、前記収差ごとの前記分解能影響値の差が予め設定した値よりも小さくなるように補正する収差を判定することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項6] 荷電粒子線装置であって、

一次荷電粒子ビームを発生させる荷電粒子源と、

前記荷電粒子源から発生した一次荷電粒子ビームの収差を補正する多極子レンズを備えた収差補正光学系と、

前記収差補正光学系で収差が補正された一次荷電粒子ビームが照射された試料から発生した二次荷電粒子を検出する検出部と、

前記検出部で前記二次荷電粒子を検出して得た信号から前記試料の荷電粒子像を形成する画像形成部と、

前記画像形成部で形成した荷電粒子像を処理して前記収差補正光学系の優先して補正すべき収差を抽出し前記抽出した優先して補正すべき収差の補正量を算出する収差補正量算出部と、

前記収差補正量算出部で算出した補正量に基づいて前記収差補正光学系を制御する収差補正光学系制御部と

前記収差補正光学系制御部で制御された前記収差補正光学系を通過した一次荷電粒子ビームが照射された試料から発生した二次荷電粒子を前記検出部で検出して得た信号を前記画像形成部で形成した荷電粒子像を処理して前記試料に形成されたパターンの寸法を計測する画像

処理部と

を備えたことを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項7] 請求項６記載の荷電粒子線装置であって、前記収差補正量算出部は、前記画像形成部で形成した荷電粒子像を処理して前記一次荷電粒子ビームの対称性の異なる収差を分離し前記分離した収差ごとの収差係数を求める収差係数演算部と、前記収差係数演算部で求めた収差ごとの収差係数に基づいて補正する収差を判定する補正対象判定部と、前記補正対象判定部で補正対象と判定した収差を補正するための前記収差補正光学系の補正量を算出する収差補正光学系補正量算出部とを備えることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項8] 請求項７記載の荷電粒子線装置であって、前記補正対象判定部は、前記分離した収差のうち補正することによる画像分解能改善への効果が大きい収差を補正対象収差として判定する優先して補正するように前記収差補正光学系を制御することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項9] 請求項７記載の荷電粒子線装置であって、前記補正対象判定部は、前記分離した収差について前記収差係数演算部で求めた収差係数に基づいて収差による画像分解能劣化を表すパラメータである分解能影響値を求め、前記収差ごとの前記分解能影響値の合計が予め設定した値よりも小さくなるように補正する収差を判定することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項10] 請求項９記載の荷電粒子線装置であって、前記補正対象判定部は、前記収差ごとの前記分解能影響値の合計が予め設定した値よりも小さくなるように補正する収差を判定するとともに、前記収差ごとの前記分解能影響値の差が予め設定した値よりも小さくなるように補正する収差を判定することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項11] 荷電粒子線装置の荷電粒子源から発生して収差補正光学系を通過した一次荷電粒子ビームが照射された試料から発生した二次荷電粒子を検出器で検出し、

前記検出器で前記二次荷電粒子を検出して得た信号から画像形成部で前記試料の荷電粒子像を形成し、

前記画像形成部で形成した荷電粒子像を収差補正量算出部で処理して前記収差補正光学系の優先して補正すべき収差を抽出し前記抽出した優先して補正すべき収差の補正量を算出し、

前記収差補正量算出部で算出した優先して補正すべき収差の補正量に基づいて前記収差補正光学系を制御する

ことを特徴とする荷電粒子線装置の収差補正方法。

[請求項12] 請求項１１記載の荷電粒子線装置の収差補正方法であって、

前記収差補正量算出部で荷電粒子像を処理して前記収差補正光学系により優先して補正すべき収差を抽出し前記抽出した優先して補正すべき収差の補正量を算出することを、

前記荷電粒子像から一次荷電粒子ビームの対称性の異なる収差を分離して収差係数を求め、

前記求めた収差係数から収差による画像分解能劣化を表すパラメータである分解能影響値を前記収差ごとに求め、

前記収差ごとに求めた分解能影響値の合計が予め設定した値よりも大きいかをチェックし、

前記分解能影響値の合計が予め設定した値よりも大きい場合には、前記分解能影響値が最も大きい収差を優先して補正すべき収差として抽出し、

前記抽出した優先して補正すべき収差を補正するための収差補正光学系の補正量を算出することにより行う

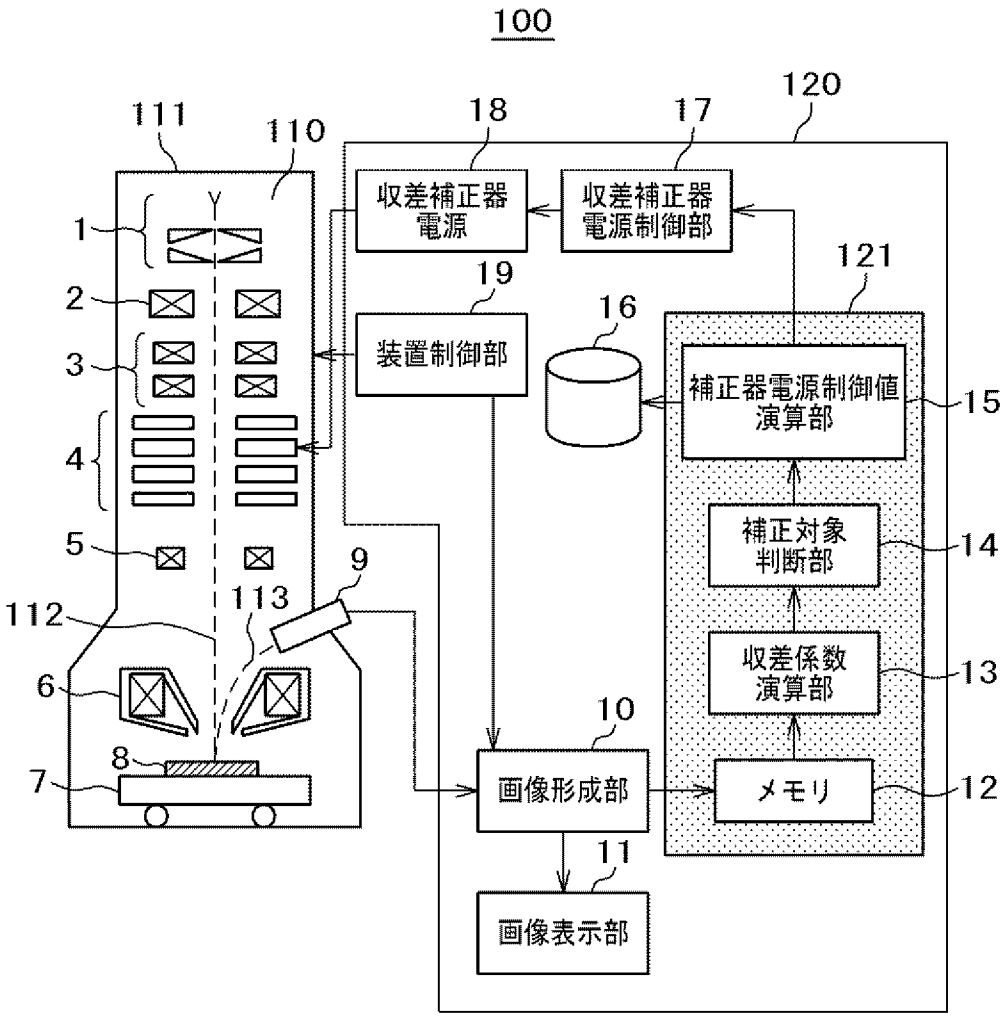
ことを特徴とする荷電粒子線装置の収差補正方法。

[請求項13] 請求項１２記載の荷電粒子線装置の収差補正方法であって、前記収差ごとに求めた分解能影響値の合計が予め設定した値よりも大きいかをチェックして前記分解能影響値の合計が予め設定した値よりも小さい場合には、前記収差ごとの分解能影響値のばらつきが予め設定した

範囲に入っているかをチェックし、前記収差ごとの分解能影響値のばらつきが予め設定した範囲に入っていない場合には、分解能影響値の大きい収差を優先して補正すべき収差として抽出し、前記抽出した優先して補正すべき収差を補正するための収差補正光学系の補正量を算出することにより行うことを特徴とする荷電粒子線装置の収差補正方法。

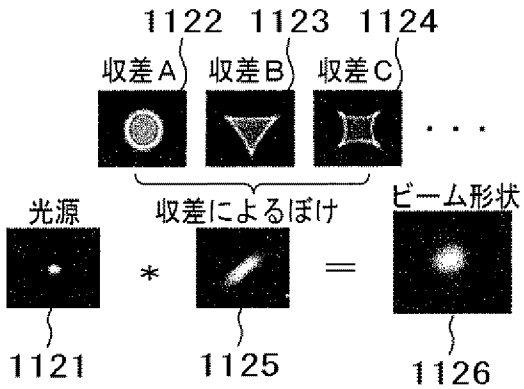
[図1]

図 1


100
120
111
110
18
17
収差補正器
電源
収差補正器
電源制御部
121
19
16
装置制御部
補正器電源制御値
演算部
15
1
2
3
4
5
9
113
112
補正対象
判断部
14
収差係数
演算部
13
6
10
8
7
画像形成部
メモリ
12
11
画像表示部

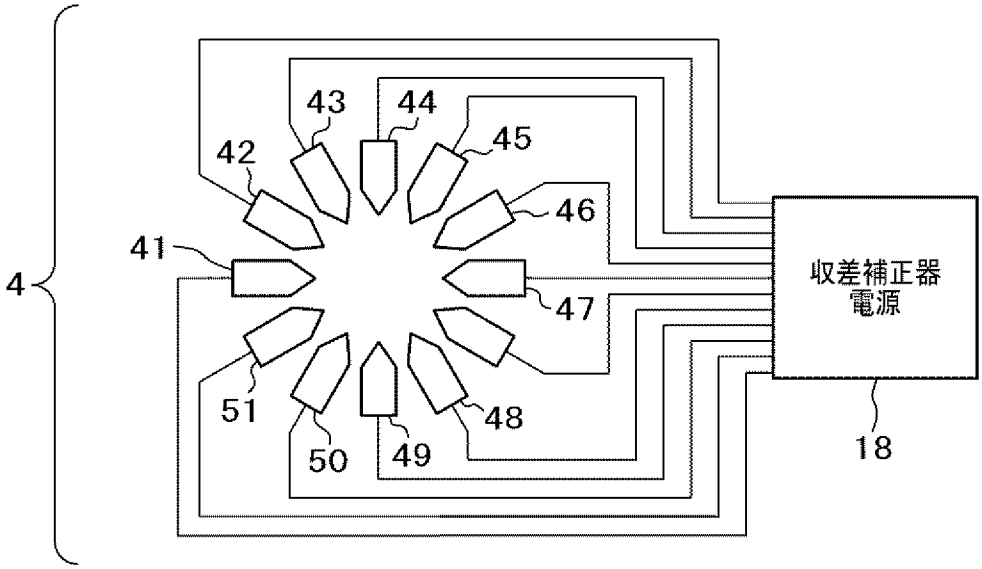
[図2]

図 2


1122
1123
1124
収差A
収差B
収差C
・・・
光源
収差によるぼけ
ビーム形状
*
=
1121
1125
1126

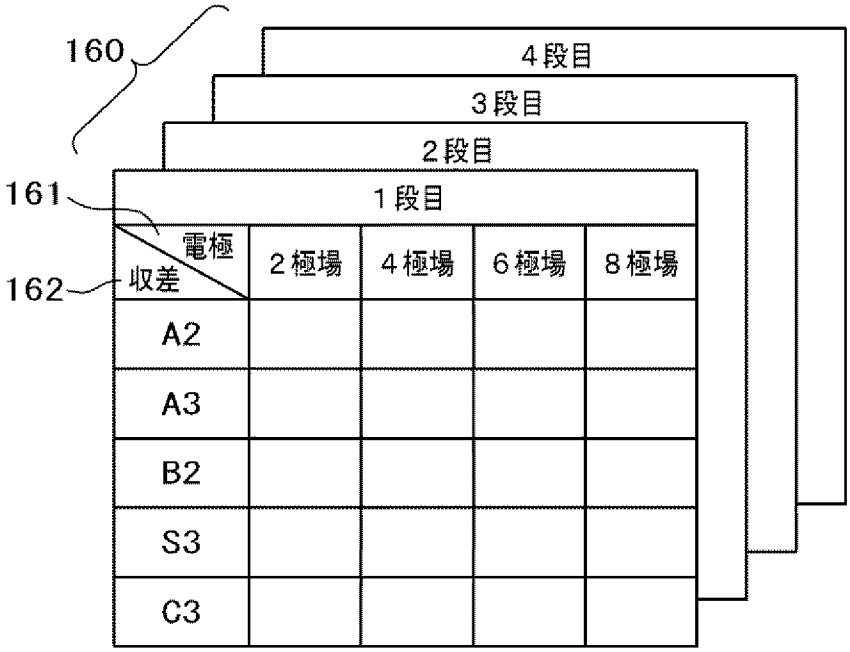
[図3]

図３


4
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
収差補正器
電源
18

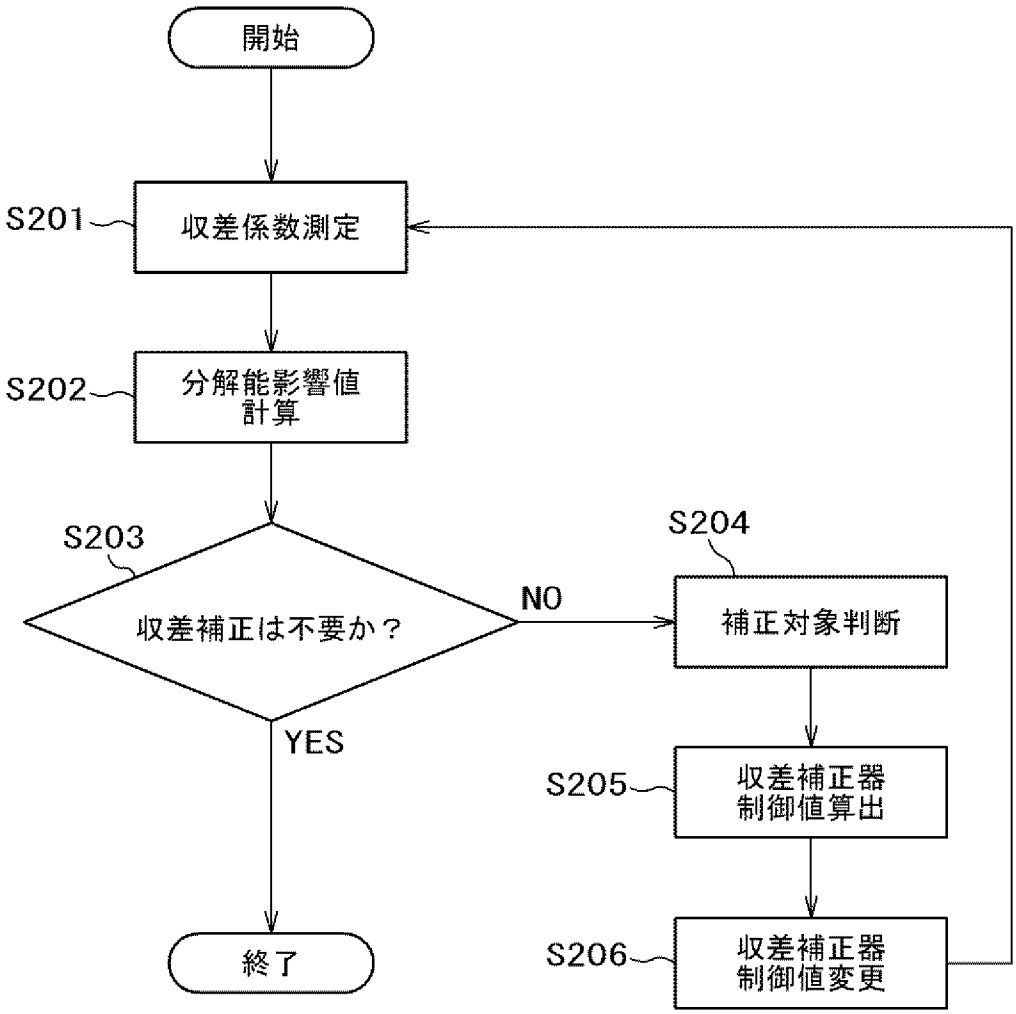
[図4]

図４


160
161
162
4段目
3段目
2段目
1段目
電極
収差
2極場
4極場
6極場
8極場
A2
A3
B2
S3
C3

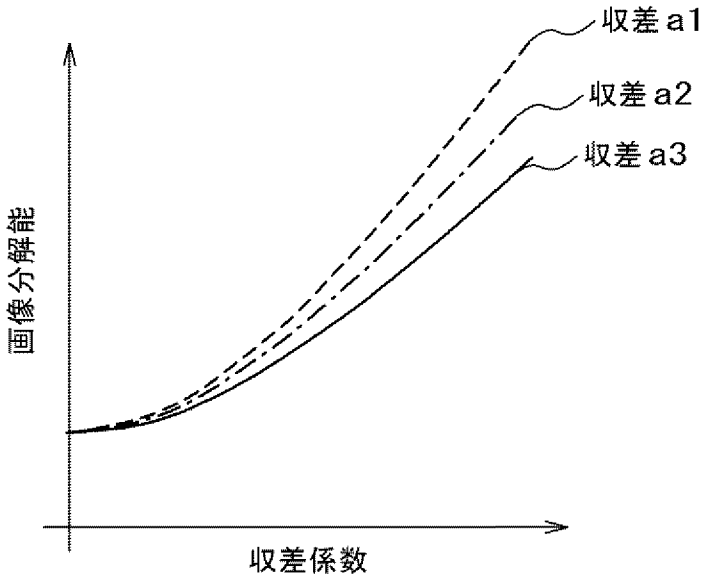
[図5]

図５


開始
S201
収差係数測定
S202
分解能影響値
計算
S203
収差補正は不要か？
NO
YES
S204
補正対象判断
S205
収差補正器
制御値算出
S206
収差補正器
制御値変更
終了

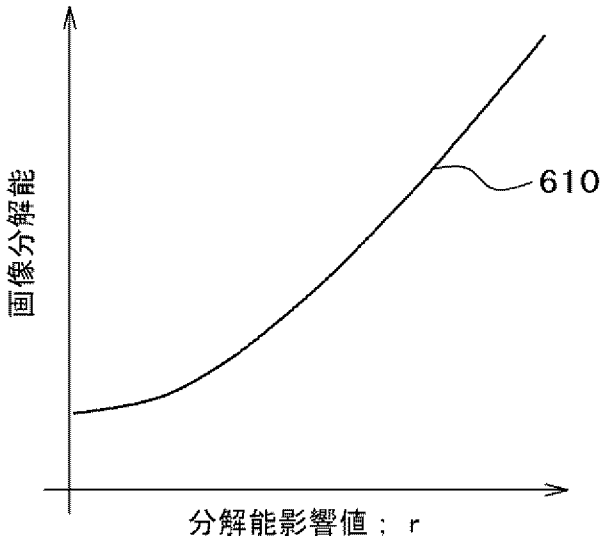
[図6A]

図６Ａ


収差ａ1
収差ａ2
収差ａ3
画像分解能
収差係数

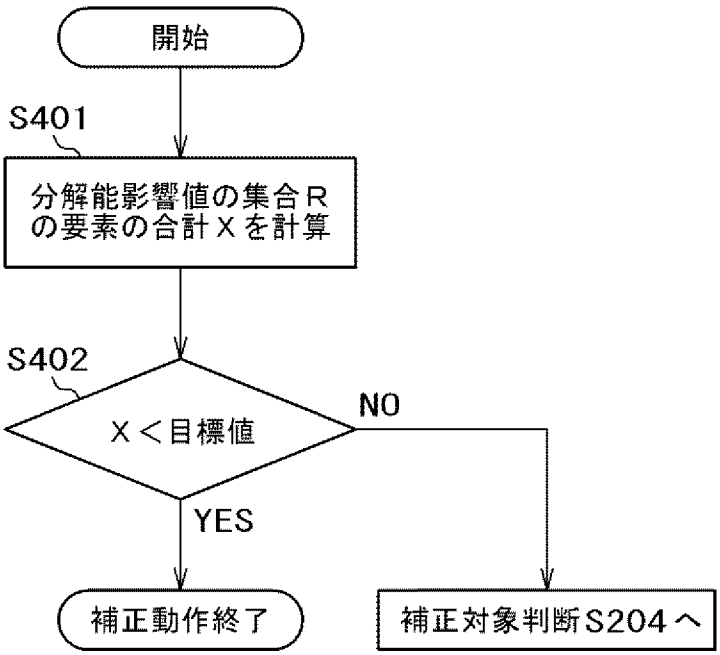
[図6B]

図６Ｂ


画像分解能
610
分解能影響値； r

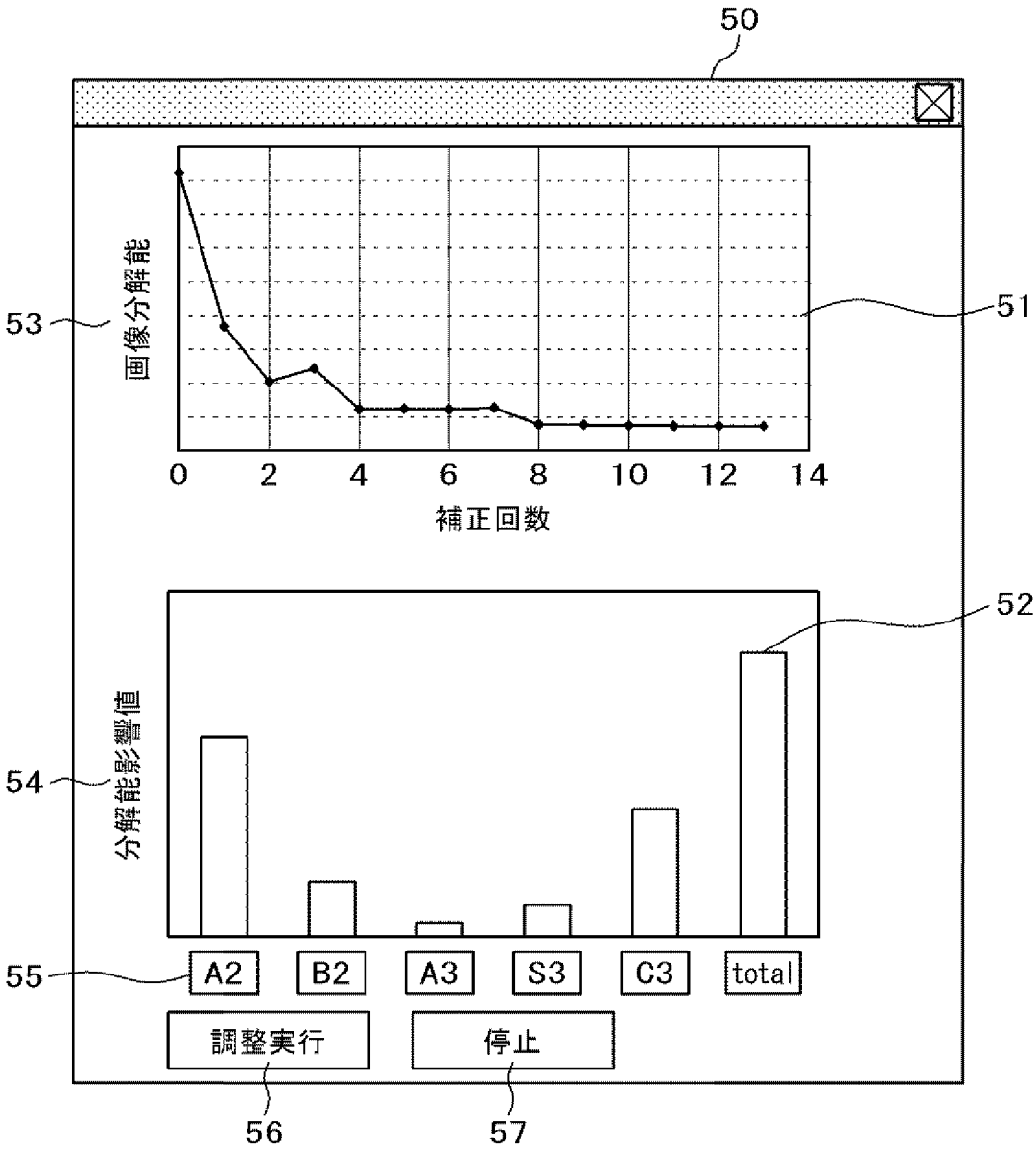
[図7]

図７


開始
S401
分解能影響値の集合Ｒ
の要素の合計Ｘを計算
S402
Ｘ＜目標値
NO
YES
補正動作終了
補正対象判断S204へ

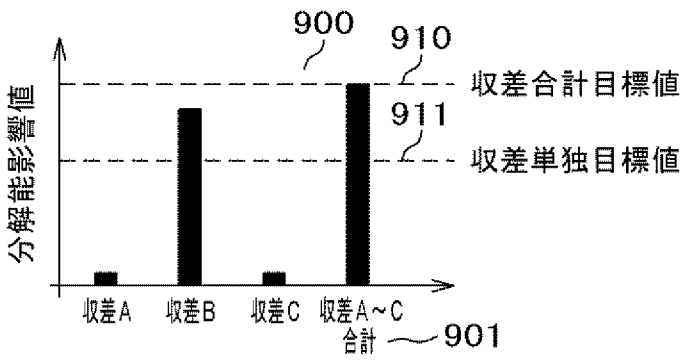
[図8]

図８


50
画像分解能
53
51
0
2
4
6
8
10
12
14
補正回数
52
分解能影響値
54
55
A2
B2
A3
S3
C3
total
調整実行
停止
56
57

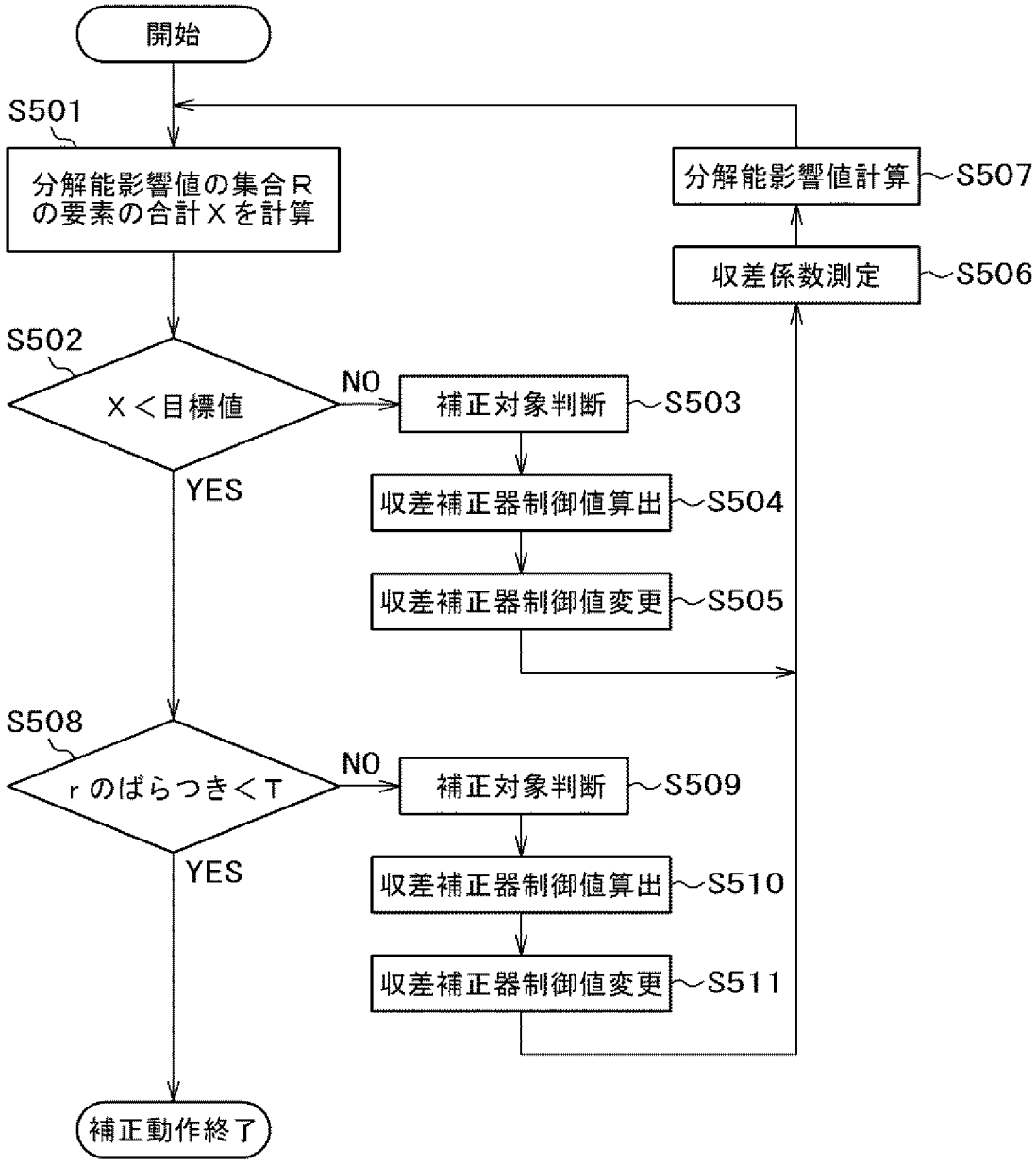
[図9]

図９


900
910
収差合計目標値
911
収差単独目標値
分解能影響値
収差A
収差B
収差C
収差A～C
合計
901

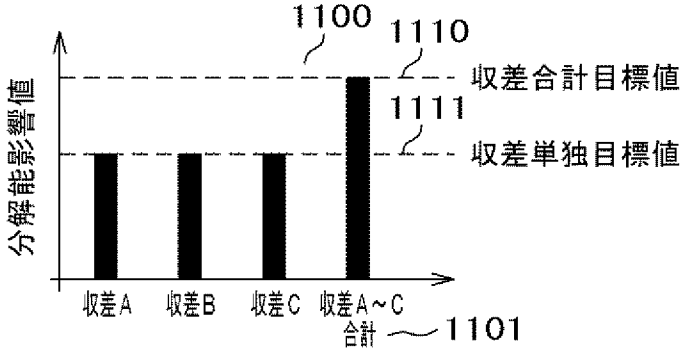
[図10]

図１０



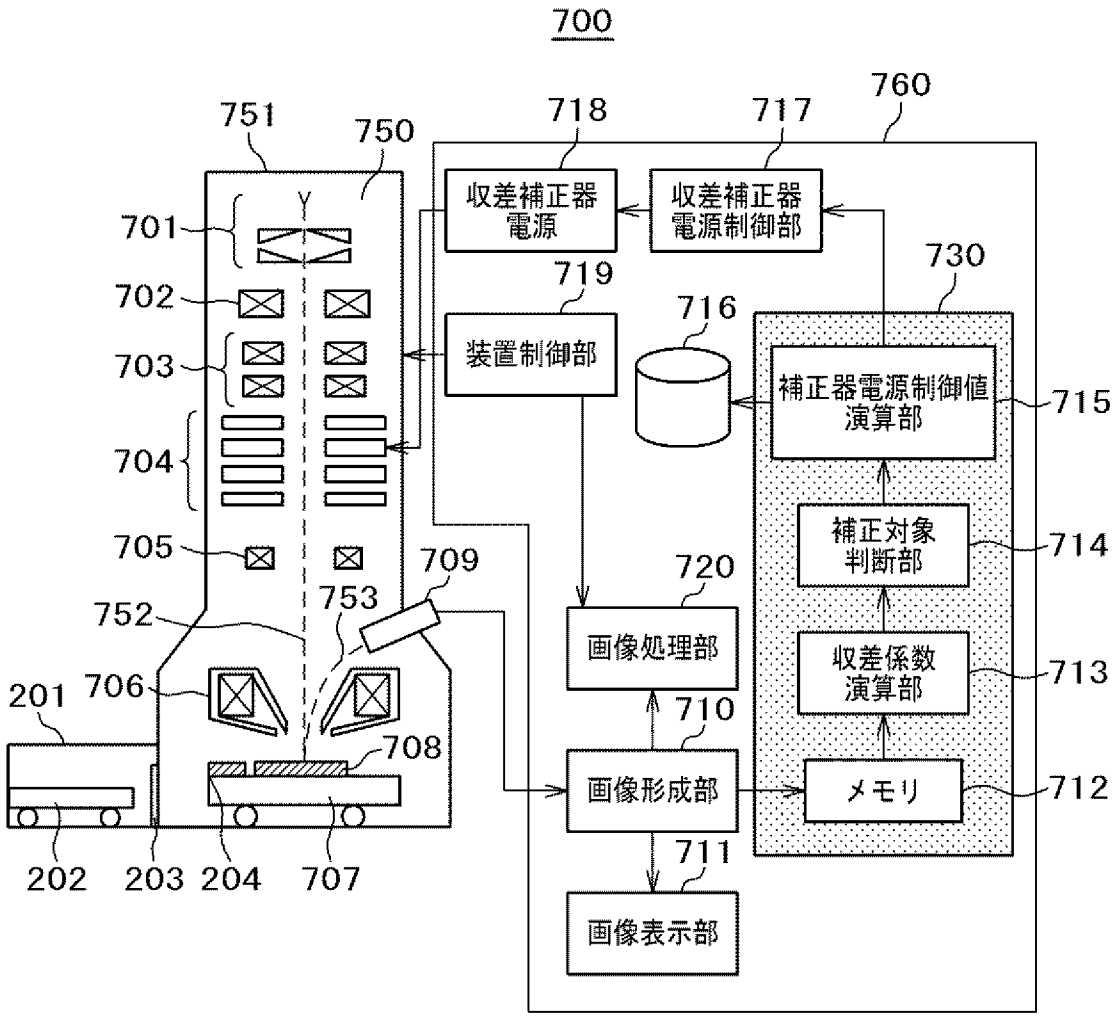
[図11]

図１１



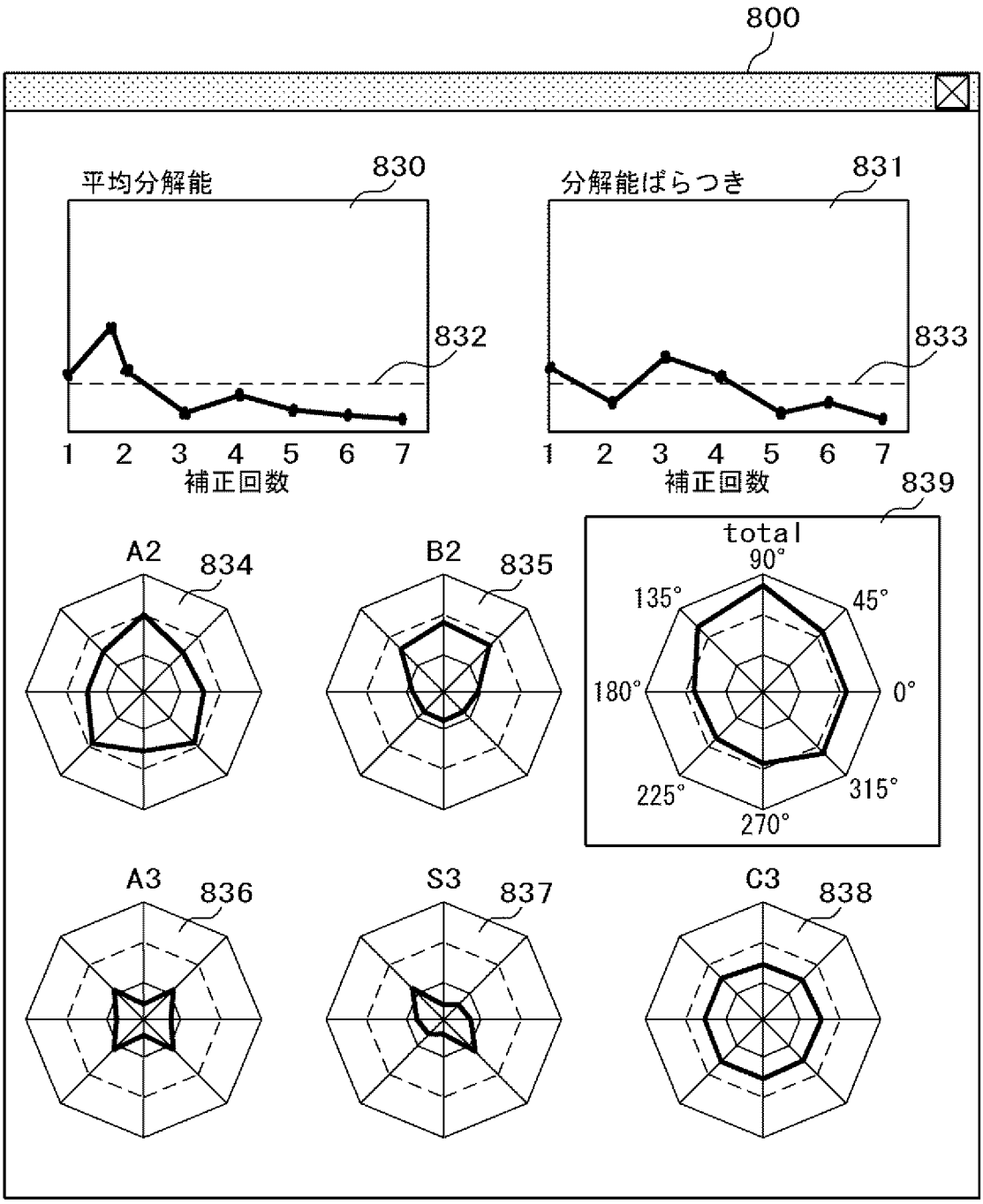
[図12]

図１２


700
751
750
718
717
760
収差補正器電源
収差補正器電源制御部
701
702
703
704
705
719
装置制御部
716
730
補正器電源制御値演算部
715
補正対象判断部
714
収差係数演算部
713
メモリ
712
709
720
画像処理部
710
画像形成部
711
画像表示部
752
753
706
201
708
202
203
204
707

[図13]

図１３


800
平均分解能
830
832
1 2 3 4 5 6 7
補正回数
分解能ばらつき
831
833
1 2 3 4 5 6 7
補正回数
839
total
90°
135°
45°
180°
0°
225°
315°
270°
A2
834
B2
835
A3
836
S3
837
C3
838

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/074481

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01J37/153(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)
H01J37/153

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2005-183085 A (JEOL Ltd.), 07 July 2005 (07.07.2005), paragraphs [0021] to [0031], [0069] to [0074] & US 2005/0156117 A1 paragraphs [0038] to [0048], [0099] to [0106] & EP 1544894 A2	1-2,4,11-12 6-7,9 3,5,8,10,13
X Y A	JP 2005-183086 A (JEOL Ltd.), 07 July 2005 (07.07.2005), paragraphs [0022] to [0031], [0038] to [0043] & US 2005/0189496 A1 paragraphs [0037] to [0047], [0065] to [0072] & EP 1544893 A2	1-2,4,11-12 6-7,9 3,5,8,10,13

☒ 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	Date of mailing of the international search report
15 November 2016 (15.11.16)	22 November 2016 (22.11.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/074481

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2006-85919 A (JEOL Ltd.), 30 March 2006 (30.03.2006), paragraphs [0020] to [0033], [0036] to [0040] & US 2006/0054837 A1 paragraphs [0034] to [0047], [0050] to [0054] & EP 1635373 A2	1-2,4,11-12 6-7,9 3,5,8,10,13
Y A	JP 2009-199904 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraph [0049] & US 2009/0212228 A1 paragraph [0070] & US 2012/0153146 A1	6-7,9 8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７４４８１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01J37/153(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.　H01J37/153

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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）

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
X Y A	JP 2005-183085 A（日本電子株式会社）2005.07.07, ［００２１］－［００３１］、［００６９］－［００７４］ & US 2005/0156117 A1, [0038]-[0048], [0099]-[0106] & EP 1544894 A2	1-2, 4, 11-12 6-7, 9 3, 5, 8, 10, 13
X Y A	JP 2005-183086 A（日本電子株式会社）2005.07.07, ［００２２］－［００３１］、［００３８］－［００４３］ & US 2005/0189496 A1, [0037]-[0047], [0065]-[0072] & EP 1544893 A2	1-2, 4, 11-12 6-7, 9 3, 5, 8, 10, 13

☑　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	国際調査報告の発送日
１５．１１．２０１６	２２．１１．２０１６

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）　２Ｇ　４０７０
鳥居　祐樹
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２２６

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
X Y A	JP 2006-85919 A（日本電子株式会社）2006.03.30，［００２０］－［００３３］、［００３６］－［００４０］ & US 2006/0054837 A1, [0034]-[0047], [0050]-[0054] & EP 1635373 A2	1-2, 4, 11-12 6-7, 9 3, 5, 8, 10, 13
Y A	JP 2009-199904 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2009.09.03，［００４９］ & US 2009/0212228 A1, [0070] & US 2012/0153146 A1	6-7, 9 8