

(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  
2012年2月2日(02.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2012/014363 A1

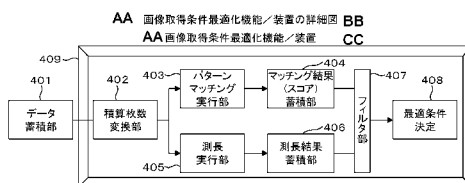
- (51) 国際特許分類:  
H01J 37/22 (2006.01) G01B 15/04 (2006.01)  
G01B 15/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/003215
- (22) 国際出願日: 2011年6月8日(08.06.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2010-168778 2010年7月28日(28.07.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 日立ハイテクノロジーズ (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目2-4番1-4号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山田 由香利 (YAMADA, Yukari) [JP/JP]; 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛8-8-2番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内 Ibaraki (JP). 近藤 朱美 (KONDO, Akemi) [JP/JP]; 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛8-8-2番
- 地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外 (INOUE, Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社 日立製作所内 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, 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, 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.
- (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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR SETTING IMAGE ACQUISITION CONDITIONS, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像取得条件設定装置、及びコンピュータプログラム

[図4]



- 401 Data accumulation unit
- 402 Conversion unit of number of integrations
- 403 Pattern matching unit
- 404 Matching result (score) accumulation unit
- 405 Length measurement unit
- 406 Length measurement result accumulation unit
- 407 Filter unit
- 408 Determine optimum conditions
- AA Image acquisition conditions optimization function
- BB Detailed diagram of device
- CC Device

(57) Abstract: The present invention relates to a device (303) for setting image acquisition conditions for charged particle beam devices or the like. An image integration unit (402) forms a plurality of images with a number of different integrations (number of integrations 2, 4...N) from one image (number of integrations N) acquired in advance. A pattern matching unit (403) matches the patterns of each of the plurality of images having a number of different integrations with template images registered in advance and then finds a score that shows the degree of matching between images. A selection unit (407) selects a number of integrations such that any variation in the scores is contained within a prescribed allowable range. The selected number of integrations is stored in a recipe of the device. Thus, it is possible to determine the number of integrations in the recipes without having to operate the device, and to set image acquisition conditions so as to allow a minimization of the processing time while maintaining a sufficient S / N ratio.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/014363 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

本発明は荷電粒子線装置等の画像取得条件設定装置 (303) に関する。画像積算部 (402) は、予め取得された 1 枚の画像 (積算枚数  $N$ ) から、異なる積算枚数の画像 (積算枚数 2、4、 $\dots$ 、 $N$ ) を複数形成する。パターンマッチング実行部 (403) は、前記積算枚数の異なる複数の画像のそれぞれと予め登録されたテンプレート画像とのパターンマッチングを行い、画像間の一致度であるスコアを求める。選択部 (407) は、当該スコアのばらつきが所定の許容範囲に含まれるような積算枚数を選択する。前記選択された積算枚数は、装置のレシピに記憶される。これにより、装置を稼働することなくレシピ内の積算枚数を決定すること、十分な  $S/N$  比を維持しながら処理時間を抑制できる画像取得条件を設定すること、が可能となった。

## 明 細 書

発明の名称：

### 画像取得条件設定装置、及びコンピュータプログラム

#### 技術分野

[0001] 本発明は、走査電子顕微鏡に代表される荷電粒子線装置等の画像取得条件設定装置、及びコンピュータプログラムに係り、特に、信号積算によって画像を形成する装置の装置条件を設定する装置、及びコンピュータプログラムに関する。

#### 背景技術

[0002] 近年、半導体プロセスはますます微細化が進み、顕微鏡を用いた微細パターンの測定や検査が行われている。顕微鏡は、加工されたパターンを撮像してディスプレイに画像を表示し、画像処理技術を用いて検査や測定（以下単に検査と称することもある）を行う。

[0003] 半導体プロセスの途中で加工された回路パターンを検査する場合、半導体チップ上のすべてのパターンを検査するのは効率的でないので、そのプロセスで不具合が発生しそうな、あるいは過去に発生した箇所にて特定して検査することが行われている。

[0004] このとき、その検査すべき特定箇所を分解能の高い顕微鏡で見つけ出すのは、至難の業であるため、特許文献1に開示されているようなテンプレートマッチングとよばれる手法が用いられている。

[0005] テンプレートマッチングは、試料上の探索領域の中から所望の対象パターンを特定する手法であり、探索領域内の各位置にて、テンプレートと呼ばれるパターン画像との一致度判定を行い、探索領域内にてテンプレートと最も高い一致度を示す位置を特定することによって、位置特定を行う。この演算はコンピュータによって行われる。具体的には、顕微鏡画像内のパターンの凹凸を表す複数の階調値と一定領域内のテンプレート図形とを比較し、一致度が高い場合にマッチングがとれたとするものである。位置情報と、このテ

ンプレートを予め登録しておくことで自動測定を可能とする。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：特開2002-328015号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0007] 走査電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope：SEM）等の荷電粒子線装置は、試料から放出される荷電粒子（電子，イオン）の検出に基づいて、画像を形成する装置であり、ビームの走査信号と、表示装置の走査を同期させることによって、二次元像を形成する装置である。この場合、複数の画像信号（フレーム）を積算することによって、S/N比の高い画像を形成する。フレーム数は、走査偏向器による走査回数に比例し、フレーム数が増加すると画像形成に供される信号量も増大するため、被積算対象であるフレーム数が多いとS/N比の高い画像を形成することができる。
- [0008] 半導体デバイス等の試料を自動的に測定、検査する走査電子顕微鏡等では、上記フレーム数を含む画像取得条件を予め設定しておく必要があり、テンプレートマッチングに供される画像信号の条件も予め設定しておく必要がある。積算枚数が多いと、S/N比の高い画像を形成できることは、上述の通りであるが、必要以上にビームを走査すると、その分、処理時間が長くなる。また、試料に付着するコンタミネーションやパターンのシュリンク、或いは帯電等が増大する可能性がある。よって、高いS/N比の維持と処理時間等の抑制の両立を図るためには、最適なフレーム数を選択する必要があるが、特許文献1にはパターンマッチングに最適なフレーム数を選択することについての言及がない。
- [0009] 以下に、高いS/N比の維持と、処理時間等の抑制とを両立する画像取得条件を設定することを目的とする画像取得条件設定装置、及びコンピュータプログラムについて説明する。

## 課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するための一態様として、以下に、複数の画像信号を積算して画像を形成する画像積算部と、予め登録されたテンプレートを用いて、前記画像積算部によって積算された画像上にてパターンマッチングを実行するパターンマッチング実行部を備えた画像取得条件設定装置であって、前記画像積算部は、予め取得された複数の積算画像毎に、その積算枚数を変えて異なる積算枚数の画像を複数形成し、前記パターンマッチング実行部は、積算枚数の異なる複数の画像上でパターンマッチングを実行し、前記テンプレートと当該テンプレートによって特定された位置との一致度を示すスコアを求め、当該スコアのばらつきが所定の許容範囲に含まれる積算枚数、前記複数の積算画像のいずれもが、所定値以上のスコアを示す積算枚数、前記パターンマッチングによって特定されたパターンの寸法値のばらつきが所定の許容範囲に含まれる積算枚数、或いは当該パターンの寸法値の平均値が所定の範囲に含まれる積算枚数を選択する選択部を備えた画像取得条件設定装置、及び上記処理をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを提案する。

## 発明の効果

[0011] 上記構成によれば、既に取得された積算画像を用いて適切な画像取得時の積算枚数を選択することができるので、プロセス変動等に応じた適切な画像取得条件を設定することが可能となる。

## 図面の簡単な説明

- [0012] [図1] 走査電子顕微鏡の概略構成図。  
[図2] 走査電子顕微鏡によって取得された画像の例を示す図。  
[図3] 走査電子顕微鏡と画像取得条件設定装置の概略構成図。  
[図4] 画像取得条件設定装置の詳細説明図。  
[図5] 複数の積算枚数の画像データに基づいて形成される画像の一例を説明する図。  
[図6] 複数の被積算画像に基づいて、異なる積算枚数の画像を形成する例を説

明する図。

[図7]複数の評価対象画像について、異なる積算枚数の複数の画像を形成し、当該画像についてテンプレートマッチングを行ったときのスコアのグラフを示す図。

[図8]各積算枚数のスコアの平均値と、ばらつきを表したテーブルの一例を示す図。

[図9]パターンマッチングのスコアに基づいて、最適な積算枚数を判定する工程を説明するフローチャート。

[図10]パターンマッチングのスコアに基づいて、最適な積算枚数を判定する工程を説明するフローチャート。

[図11]積算枚数と測長値との関係を示すグラフ。

[図12]各積算枚数の測長値の平均値と、ばらつきを表したテーブルの一例を示す図。

[図13]測長結果に基づいて、最適な積算枚数を判定する工程を説明するフローチャート。

[図14]測長結果に基づいて、最適な積算枚数を判定する工程を説明するフローチャート。

[図15]テンプレートのアクセプタンスを決定する工程を説明する図。

[図16]パターンマッチングのスコアに基づいて、最適なアクセプタンスを設定する工程を説明するフローチャート。

[図17]パターンマッチングのスコアに基づいて、最適なアクセプタンスを設定する工程を説明するフローチャート。

[図18]パターンマッチングに基づいて、適切な積算枚数を設定する工程を説明するフローチャート。

### 発明を実施するための形態

- [0013] 顕微鏡には光を照射するものと、電子線を照射するものがあるが、両者で異なるのは分解能であって、画像処理については同様のものを用いることができる場合がある。

- [0014] 分解能の高い光学式顕微鏡では、試料からの反射光をCCDセンサ等で検知し、さらに分解能の高い電子顕微鏡においては、試料で発生する電子を検知しているが、画像化にはどちらもデジタル信号処理を行うからである。
- [0015] 自動的に試料の測定や検査を行う電子顕微鏡等の画像取得条件（フォーカスの有無や積算枚数、倍率など）は、予め登録しておくものだが、半導体製造過程にはプロセス変動が含まれるため、登録した際の条件ではパターンがうまく抽出できずにマッチングエラーとなってしまうことがある。
- [0016] その解決策として、画像取得条件の一つである積算枚数（フレーム数）を多めに設定し、パターンを鮮明にすることが挙げられるが、必要以上に積算枚数を多くすることでスループットが低下してしまう。更には、コンタミやシュリンク、帯電の影響が大きくなる可能性もある。
- [0017] よって、プロセス変動等に応じて適正な積算枚数を設定することは、マッチングの成功率及び処理時間の短縮化等を実現するためには望ましい対応であると言えるが、適正な設定を行うための明確な指標がなく、誤った設定を行う可能性もあったため、積算枚数の再設定を行うことが困難であった。また、誤った設定を行うと、測定結果等にも影響を与える可能性があり、再設定を行わない一因となっていた。
- [0018] また、テンプレートマッチング方法において予め設定が必要な画像取得条件の一つである積算枚数は、必要以上の枚数が設定されることが多く、スループットの低下だけでなくコンタミやシュリンク、帯電などの影響を大きく受けていた。これを解決するためには、積算枚数を適切な枚数に修正することが望ましいが、そのためには装置と試料を使った確認が必要であった。この確認作業によって、装置を本来の目的である検査に使用できないため、装置稼働率の低下にもつながる。つまり、一度量産ラインでの運用を開始してしまうと、画像取得条件を変更することは非常に困難であった。
- [0019] 以下に、装置や試料を用いることなく、装置の設定条件を見出すことを可能とする画像取得条件設定装置、及びコンピュータプログラムについて、更に詳細に説明する。

- [0020] 装置や試料を用いることなく、装置条件を設定するために、自動測定や自動検査によって得られた画像を用いて、条件設定を行う手法を提案する。測長型電子顕微鏡（Critical Dimension SEM：CD-SEM）は、同じ製造プロセスを経て形成される多数の試料を連続的に測定する装置である。即ち、測定処理が進行するにつれて、画像情報が蓄積される。この画像情報を蓄積しておき、画像取得条件を設定するための判断に用いることによって、装置条件設定のためだけに装置を稼働する必要がなくなる。
- [0021] また、過去に取得された画像は、プロセス変動によるパターンサイズの変化、パターンエッジの明度、パターンノイズなどを含んでいる。これらの画像群のデータを利用することで、装置と試料を使用せず、画像取得条件を変更した際の変化を確認できる。以下に説明する本実施例装置では、プロセス変動を含んだ画像群のデータを利用して画像取得条件の変更を実施する。
- [0022] 自動測定によって取得したプロセス変動を含んだ画像群を利用することによって、画像取得条件の変更確認のために改めて装置と試料を使用する必要がなくなるため、オフラインでの変更が可能となる。また、短時間での量産展開が可能となるため、これまでマッチングエラーを懸念して修正に踏み込めなかったユーザでも容易に変更することが可能となる。

### 実施例 1

- [0023] 図1は、CD-SEMの概略構成図である。陰極101から、第1陽極102に印加された電圧 $V_1$ によって引出された一次電子線104は、第2陽極103に印加される電圧 $V_{acc}$ により加速されて後段のレンズ系に進行する。この一次電子線104は、レンズ制御電源114で制御された集束レンズ105と対物レンズ106により試料107に微小スポットとして集束され、二段の偏向コイル108によって試料107上を二次元的に走査される。
- [0024] 偏向コイル108の走査信号は、観察倍率に応じて偏向制御装置109によって制御される。試料107上を走査した一次電子線104により試料から発生した二次電子110は、二次電子検出器111で検出される。二次電

子検出器 1 1 1 で検出された二次電子の情報は、増幅器 1 1 2 で増幅され、コンピュータ 1 1 3 のディスプレイに表示される。

[0025] 半導体デバイスの製造プロセスでは、シリコン・ウェーハを加工して半導体デバイスが製造されるので、上記試料 1 0 7 としては、ウェーハが用いられる。コンピュータ 1 1 3 のディスプレイの画面には、製造途中の回路パターンが表示され、オペレータは、回路パターンの製造不良や付着異物を観察できる。また、CD-SEMによっては、二次電子の情報を用いて、回路パターンの幅の測定を自動的に行う機能を備えたものがある。このような画像情報を用いた処理や、画像から所望のパターンを見つけ出すテンプレートマッチングは、コンピュータ 1 1 3 内の演算部で行われる。また、テンプレートマッチングに用いる画像や測定を自動的に行うための自動測定ファイルは、コンピュータ 1 1 3 内の記憶部へ登録されており、これらの登録情報をもとに自動測定を行い、取得した画像もコンピュータ 1 1 3 内のデータ蓄積部に蓄積される。

[0026] 図 2 は、CD-SEMの自動測定によって取得された画像を模式的に表したものである。図 2 の (a) を標準としたとき、(b) はパターンサイズが大きく、(c) はパターンサイズが小さい。(d) のようにノイズが大きいものもある。また、(e) のようにパターンエッジが強い画像や (f) のようにパターンエッジが弱い画像も含まれている。(a) から (f) のような画像の差は、同一の画像取得条件で自動測定を実行した場合でもプロセス変動の影響、あるいはレイヤーの違いによって発生する。また (d) から (f) のような差は、画像取得条件の一つである積算枚数の違いによっても表れ、積算枚数が多い程パターンエッジが強くノイズが少ない画像に、積算枚数が少ない程パターンエッジが弱くノイズが多い画像になる。(a) から (f) のような画像の差は、テンプレートとのマッチングによって得られるスコアに影響する。

[0027] 特に、ノイズが多い画像やパターンエッジが弱い画像の場合、パターンの検出がうまくいかず、マッチングエラーになりやすい。ここでスコアについ

て説明する。スコアとは、例えばテンプレートとの一致度を0から1000で表したものであり、完全に一致していれば1000、一致度が低くなる程にスコアも低くなる。CD-SEMでは、誤検出を防ぐため、目的パターンの有無を判定する基準値として、アクセプタンスを設定している。アクセプタンスとは、自動あるいはユーザによって任意に設定されるしきい値であり、スコアがアクセプタンス以上であればパターン検出成功、それ以下であればマッチングエラーとする値である。

[0028] 図3は、CD-SEMと画像取得条件最適化機能／装置の構成概略図である。CD-SEM301によって取得された画像は、図1のコンピュータ113内に存在するデータ蓄積部302に蓄積され、必要に応じて画像取得条件最適化機能／装置303へと送信し、画像取得条件最適化機能／装置303にて画像取得条件最適化を行う。ここで算出された結果を、自動測定の新たな設定内容として図1のコンピュータ113内に存在する記憶部304に送信・再登録され、CD-SEM305にて新たな設定内容の自動測定が実行される。

[0029] ここで、図3の画像取得条件最適化機能／装置303について詳細を図4にて説明する。まずは、データ蓄積部401に蓄積されていた画像データを画像取得条件最適化機能／装置409へと送信し、積算枚数変換部402にて複数の積算枚数画像へと変換する。変換した画像は、随時パターンマッチング実行部403へと送信し、各積算枚数の画像とテンプレートとのマッチングを実行することでスコアを取得する。

[0030] 取得したスコアは、一時的にマッチング結果（スコア）蓄積部404へ蓄積する。一方、最適化の対象が測長画像であった場合は、積算枚数によってコンタミやシュリンク量の変化によって測長値が変化する恐れがあるため、アクセプタンス以外にも測長値が管理値内に入っていることを確認する必要がある。そこで、積算枚数変換部402にて変換した画像のパターンマッチング実行部403への送信と並行して測長実行部405へ送信し、各積算枚数画像にて測長を実行することで測長値を取得し、測長結果を測長結果蓄積

部406へ蓄積する。

- [0031] 従って、マッチング結果蓄積部404及び測長結果蓄積部406に蓄積された結果を確認することで画像取得条件の一つである積算枚数を変更した場合のシミュレーションをすることが可能になる。これらの蓄積された情報からスコア平均値、スコアばらつき ( $3\sigma$ )、測長平均値、及び測長再現性 ( $3\sigma$ ) を算出し、フィルタ部407にて算出結果から最適な積算枚数を自動判定し最適条件を決定する。
- [0032] ここで、図4の積算枚数変換部402の詳細について図5を用いて説明する。データ蓄積部401の画像データは、1スキャン毎の各画素の階調値を有している。例えば、積算枚数N (N Frame) の画像の場合、図5に示すように1スキャンをN回繰り返し、それらのデータから1枚の画像を生成しているため、N個のデータが存在することになる。このN個のデータを利用することで、図6に示すように2Frame, 4Frame, 6Frameと、最大N Frameまでの画像を生成できる。生成するFrame数は、自動あるいは任意に設定することができる。
- [0033] ここで図4のパターンマッチング実行部403の詳細について図7を用いて説明する。積算枚数変換部402から各積算枚数の画像がパターンマッチング実行部403へ送信されると、図1のコンピュータ113の記憶部の自動測長ファイルに登録されているテンプレートとのマッチングを画像毎に実行する。図5, 図6に例示したように、1枚の画像からは、複数個の積算枚数画像を生成可能であるため、図7のように1画像につき複数個のスコアが得られることになる。同様に画像2から画像Xまでのスコアを取得することで、各積算枚数のスコア平均値、スコアばらつき ( $3\sigma$ ) を算出できる。ここで、算出結果が図8であるとする。
- [0034] 一方、図4のフィルタ部407では、自動測定ファイルに登録されていたアクセプタンスと任意で設定したスコアばらつきの許容値をもとに最適な積算枚数を判定する。即ち、フィルタ部407は、積算枚数の候補、或いは最終的な積算枚数を選択する選択部として機能する。

- [0035] ここで、マッチング結果判定フローを図9に例示する。マッチング結果蓄積部701には、前記したように各積算枚数のスコア平均値及びスコアばらつき(3 $\sigma$ )が算出されている。これらの情報をフィルタ部702に送信し、まずはスコアばらつき(3 $\sigma$ )が許容範囲内であるかを確認する。ここで、3 $\sigma$ がR以内を許容値としたとき、該当条件が複数個存在したとする。次に、スコア平均値が自動測長ファイルに設定されているアクセプタンスより一定量U以上高いか否かを確認する。
- [0036] アクセプタンスとの差が一定量以上無くては、エラーが頻発する恐れがあるためである。この段階で該当する条件が複数個あった場合、その中でも最も積算枚数の少ない条件が、最適条件として判定される。ここで、図8の場合の判定例を図10に示す。例えば、自動測長ファイルの設定アクセプタンスQが300、スコアばらつき(3 $\sigma$ )の許容値Rが100、一定量Uが100であったとすると、8Frame以上が最適であると判定される。
- [0037] 次に、図4の測長実行部405の詳細について図11、図12を用いて説明する。積算枚数変換部402から各積算枚数の画像が測長実行部405へ送信されると、自動測長ファイルに登録されている測長方法と同じ条件で測長を画像毎に実行する。前にも説明したように、1枚の画像から複数個の積算枚数画像を生成可能であるため、図11のように1画像につき複数個の測長値が得られる。同様に画像2から画像Xまでの各積算枚数での測長値を取得することで、測長平均値と測長値再現性(3 $\sigma$ )が算出できる。ここで、算出結果が図12であったとする。
- [0038] 一方、フィルタ部407では、自動測定ファイルに設定されている測長管理値と自動あるいは任意で設定した測長ばらつき(3 $\sigma$ )の許容値をもとに最適な積算枚数を判定する。ここで、測長結果判定フローを図13に示す。測長結果蓄積部901には、上述したように各積算枚数の測長平均値及び測長再現性(3 $\sigma$ )が算出されている。これらの情報をフィルタ部902に送信し、まずは測長再現性(3 $\sigma$ )が許容範囲内であるかを確認する。ここで、3 $\sigma$ がM以内を許容値としたとき、該当条件が複数個存在したとする。次

に、測長平均値が自動測長ファイルに設定されている測長管理値内に該当するかを確認する。積算枚数を変更することで、測長値が著しく変化することを防ぐためである。この段階で該当する条件が複数個あった場合、その中で最も積算枚数が少ない条件が最適条件として判定される。

[0039] ここで、図12の場合の判定例を図14に示す。例えば、設定されていた測長管理値 ( $N \pm P$ ) が  $51.5 \text{ nm} \pm 1 \text{ nm}$  以内、測長再現性  $M$  が  $3 \text{ nm}$  以内であったとすると、16Frame以上が最適であると判断される。パターンマッチング結果の判定で8Frameが最適であると判定された場合でも、測長画像の場合は測長結果の判定を優先する。

[0040] 図18は、画像取得条件の決定プロセスを説明するフローチャートである。まず、処理開始後、画像が蓄積された記憶媒体から、画像データを読み出す(ステップ1201)。1枚の画像を形成するための画像データの中には、複数の被積算画像データが含まれているため、これらの画像データを用いて、異なる積算枚数から構成される複数の画像を形成する(ステップ1202)。例えば積算枚数1枚、積算枚数2枚、積算枚数3枚…積算枚数N枚のように異なる積算枚数から構成される複数の画像を形成する。予め異なる積算枚数の複数の画像を形成する演算装置と、これらの異なる積算画像を蓄積するような記憶媒体が用意されているのであれば、ステップ1202は不要となる。

[0041] 次に積算画像に対し、テンプレートマッチングを実行し、スコアを求める(ステップ1203)。テンプレートマッチング処理を、異なる積算枚数の画像毎に実行することによって、1の評価対象画像について、複数のスコア(テンプレートとテンプレートによって特定される個所との一致度)を求める(ステップ1204)。次に複数のスコアを求める処理を、異なる評価対象画像に対しても実施し、複数の評価対象画像について、複数のスコアを求める(ステップ1205)。以上のようにして得られた複数のスコアと、予め設定されているアクセプタンスを比較(ステップ1206)し、全ての評価対象画像について、スコアがアクセプタンスを上回っている積算枚数を選

択する（ステップ1207）。アクセプタンスは、マッチングの成功、非成功を判断する閾値であるため、全てのスコアがアクセプタンスを上回っている積算枚数とは、異なる試料（同じ製造条件で取得された異なる試料）から取得された複数の画像にて、マッチングの成功が補償された画像取得条件であると言える。よって、この中から積算枚数を選択するようになれば、少なくとも、マッチングの成功率を高い状態に維持することができる。

[0042] 次に、選択された積算枚数の中から最小のものを選択する（ステップ1208）。マッチングの高い成功率が補償された積算枚数から最小のものを選択することによって、マッチングの成功率を高い状態に維持しつつ、試料に対するビーム照射を最小限にすることができる。

[0043] 最後に、選択された積算枚数を画像取得条件としてレシピに記憶する（ステップ1209）。以上のような工程を経ることによって、適正な画像取得条件を装置の稼働率を下げることなく設定することが可能となる。

## 実施例 2

[0044] CD-SEMの自動測長ファイルでは、テンプレートマッチングで成功するか否かの判定はアクセプタンスによって決定すると前にも述べたが、アクセプタンスはマッチングの成功率を優先して設定すると、必要以上に高くなる場合がある。アクセプタンスの自動決定について詳細を、図15を用いて説明する。まずはテンプレートとして登録する画像1001を取得する。次に、取得した画像内で画像認識の目標となる目標パターン1002を登録する。目標パターンの登録と同時に、取得した画像内で目標パターンによる画像認識1003を実施し、最もスコアの高い第一候補スコアS1と2番目にスコアの高い第二候補スコアS2を抽出し、S1とS2からアクセプタンスを算出する。アクセプタンスはS1とS2の平均値である。S1が800、S2が300であった場合、アクセプタンスは550となる。

[0045] ここで、アクセプタンスは任意の値に設定することも可能な値である。テンプレート登録時に自動で決定された値が高いと判断した場合に書き換えることができる。そこで、自動決定されたアクセプタンスが最適か否かを自動

で判定し、不適切であると判定された場合に適切な値に自動もしくは任意で書き換える方法を提案する。注意しなくてはならないのは、アクセプタンスを低く設定しすぎると目標パターンとは異なるパターンを目標パターンであると誤認識する可能性が出てくることである。誤認識を防ぐために、予め設定可能なアクセプタンスの最低値  $Q_{min}$  を定めておく。

[0046] また、アクセプタンスとスコア平均値とで差がなくてもエラーが頻発してしまうので、一定以上の差を持たせるようにアクセプタンスを設定する必要がある。これらを留意したアクセプタンスの最適化フローを図 16 に例示する。アクセプタンスが高いと、スコアばらつき ( $3\sigma$ ) が小さくスコア平均値が高くてもスコア平均値の確認 1103 で非該当条件として処理されてしまう。ここで、非該当となった条件のスコア平均値が最低アクセプタンス  $Q_{min}$  以上かつ一定量  $U$  の差があるかを確認する。この条件に該当した場合、アクセプタンスを下げることで積算枚数をより下げた条件を採用することが可能になる。

[0047] 最適なアクセプタンス値は、非該当条件のスコア平均値から一定量  $U$  を引いた値とする。しかしながら、アクセプタンスを下げた条件を採用するか否かは、自動あるいは任意で選択できるようにする。つまり、最適条件として、アクセプタンスを最適化しなかった場合と、最適化した場合との 2通り（最適化した際に複数該当条件があった場合は複数条件）から選択する。また、最適化を自動に設定していた場合、アクセプタンス最適化したものかしてないどちらを選ぶかを先に設定することができる。

[0048] ここで、図 8 の結果をもとに、シミュレーションした例を図 17 に示す。自動測長ファイルに登録されていたアクセプタンス  $Q$  が 550、スコアばらつき ( $3\sigma$ ) の許容値  $R$  が 100、一定量  $U$  が 100、最低アクセプタンス  $Q_{min}$  が 300 であった場合、アクセプタンスを最適化しない限り積算枚数を 16 枚より多くする必要があるという判定になってしまう。アクセプタンスの最適化を有効にした場合は、積算枚数を 8Frame まで下げることが可能になる。

## 符号の説明

- [0049] 1 0 1 陰極
- 1 0 2 第 1 陽極
- 1 0 3 第 2 陽極
- 1 0 4 一次電子線
- 1 0 5 集束レンズ
- 1 0 6 対物レンズ
- 1 0 7 試料
- 1 0 8 偏向コイル
- 1 0 9 偏向制御装置
- 1 1 0 二次電子
- 1 1 1 二次電子検出器
- 1 1 2 増幅器
- 1 1 3 コンピュータ
- 1 1 4 レンズ制御電源
- 3 0 1, 3 0 5 CD-SEM
- 3 0 2, 4 0 1 データ蓄積部
- 3 0 3, 4 0 9 画像取得条件最適化機能／装置
- 3 0 4 記憶部
- 4 0 2 精算枚数変換部
- 4 0 3 パターンマッチング実行部
- 4 0 4 マッチング結果（スコア）蓄積部
- 4 0 5 測長実行部
- 4 0 6, 9 0 1, 9 0 3 測長結果蓄積部
- 4 0 7, 7 0 2, 7 0 4, 9 0 2, 9 0 4, 1 1 0 2, 1 1 0 5 フィルタ部
- 7 0 1, 7 0 3, 1 1 0 1, 1 1 0 4 マッチング結果蓄積部
- 1 0 0 1 テンプレート登録画像

- 1 0 0 2 目標パターン登録
- 1 1 0 3 スコア平均値の確認

## 請求の範囲

[請求項1] 複数の画像信号を積算して画像を形成する画像積算部と、予め登録されたテンプレートを用いて、前記画像積算部によって積算された画像上にてパターンマッチングを実行するパターンマッチング実行部を備えた画像取得条件設定装置であって、

前記画像積算部は、予め取得された複数の積算画像毎に、その積算枚数を変えて異なる積算枚数の画像を複数形成し、

前記パターンマッチング実行部は、積算枚数の異なる複数の画像上でパターンマッチングを実行し、前記テンプレートと当該テンプレートによって特定された位置との一致度を示すスコアを求め、

当該スコアのばらつきが所定の許容範囲に含まれる積算枚数、前記複数の積算画像のいずれもが、所定値以上のスコアを示す積算枚数、前記パターンマッチングによって特定されたパターンの寸法値のばらつきが所定の許容範囲に含まれる積算枚数、或いは当該パターンの寸法値の平均値が所定の範囲に含まれる積算枚数を選択する選択部を備えた画像取得条件設定装置。

[請求項2] 請求項1において、

前記選択部は、選択した積算枚数が複数存在する場合に、当該選択された積算枚数の内、最も少ない積算枚数を、前記画像積算部の積算枚数として選択することを特徴とする画像取得条件設定装置。

[請求項3] 請求項1において、

前記選択部は、前記スコアのばらつきが所定の許容範囲に含まれる積算枚数が、複数存在する場合に、前記選択された積算枚数の内、所定の許容値から一定量以上高いスコアを示す積算枚数を選択することを特徴とする画像取得条件設定装置。

[請求項4] 請求項1において、

前記積算画像は、複数の画像データが積算された画像であることを特徴とする画像取得条件設定装置。

## [請求項5]

請求項 1 において、

前記パターンマッチング実行部は、パターンマッチングによる第 1 候補のスコアと第 2 候補のスコアとの間のスコアを、テンプレートマッチング時のマッチング成否の閾値とすることを特徴とする画像取得条件設定装置。

## [請求項6]

請求項 1 において、

前記選択部は、前記選択された積算枚数を荷電粒子線装置の装置条件として、設定することを特徴とする画像取得条件設定装置。

## [請求項7]

コンピュータに、荷電粒子線装置によって得られた画像信号を積算させて積算画像を形成させ、予め登録されたテンプレートを用いて、前記積算画像上にてパターンマッチングを実行させるコンピュータプログラムであって、

当該コンピュータプログラムは、前記コンピュータに、予め取得された複数の積算画像毎に、その積算枚数を変えて異なる積算枚数の画像を複数形成させ、当該積算枚数の異なる複数の画像上でパターンマッチングを実行させ、前記テンプレートと当該テンプレートによって特定された位置との一致度を示すスコアを求めさせ、当該スコアのばらつきが所定の許容範囲に含まれる積算枚数、前記複数の積算画像のいずれもが、所定値以上のスコアを示す積算枚数、前記パターンマッチングによって特定されたパターンの寸法値のばらつきが所定の許容範囲に含まれる積算枚数、或いは当該パターンの寸法値の平均値が所定の範囲に含まれる積算枚数を選択させることを特徴とするコンピュータプログラム。

## [請求項8]

請求項 7 において、

前記コンピュータプログラムは、前記コンピュータに、選択した積算枚数が複数存在する場合に、当該選択された積算枚数の内、最も少ない積算枚数を、前記画像積算部の積算枚数として選択させることを特徴とするコンピュータプログラム。

[請求項9]

請求項7において、

前記コンピュータプログラムは、前記コンピュータに、前記スコアのばらつきが所定の許容範囲に含まれる積算枚数が、複数存在する場合に、前記選択された積算枚数の内、所定の許容値から一定量以上高いスコアを示す積算枚数を選択させることを特徴とするコンピュータプログラム。

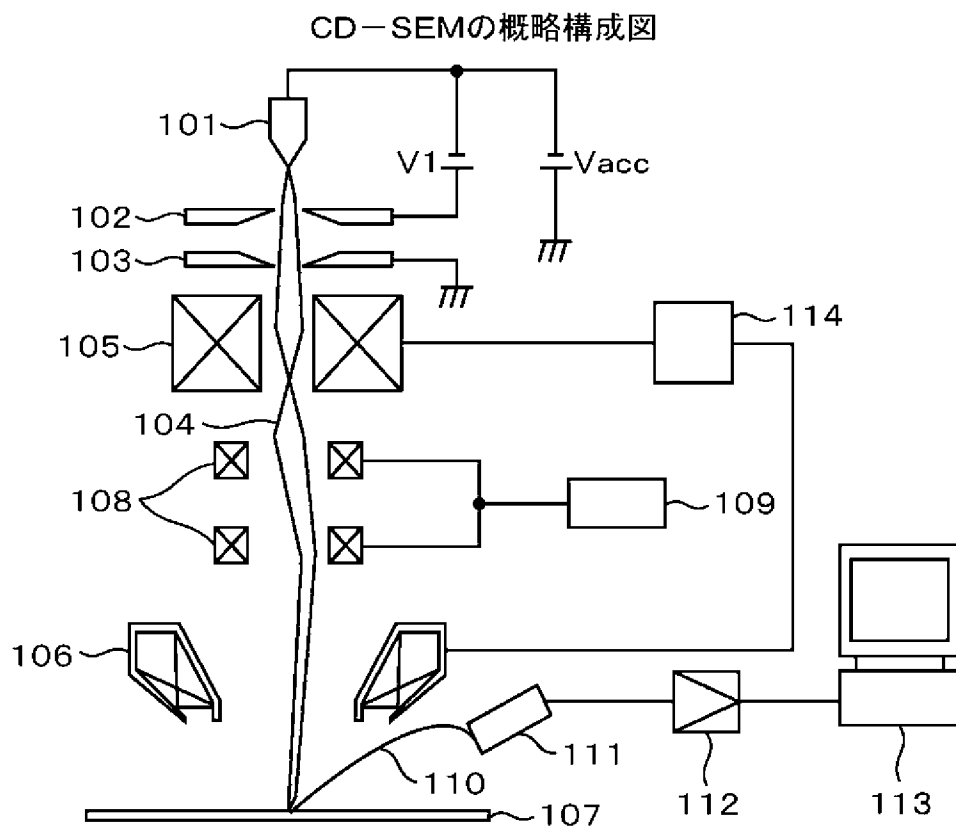
[請求項10]

請求項7において、

前記積算画像は、複数の画像データが積算された画像であることを特徴とするコンピュータプログラム。

[図1]

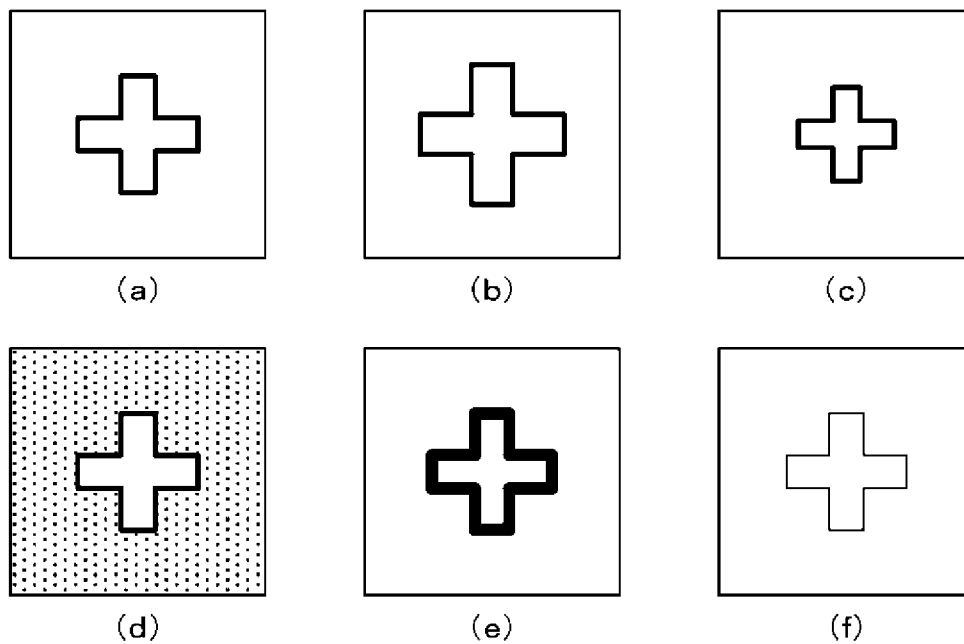
図 1



[図2]

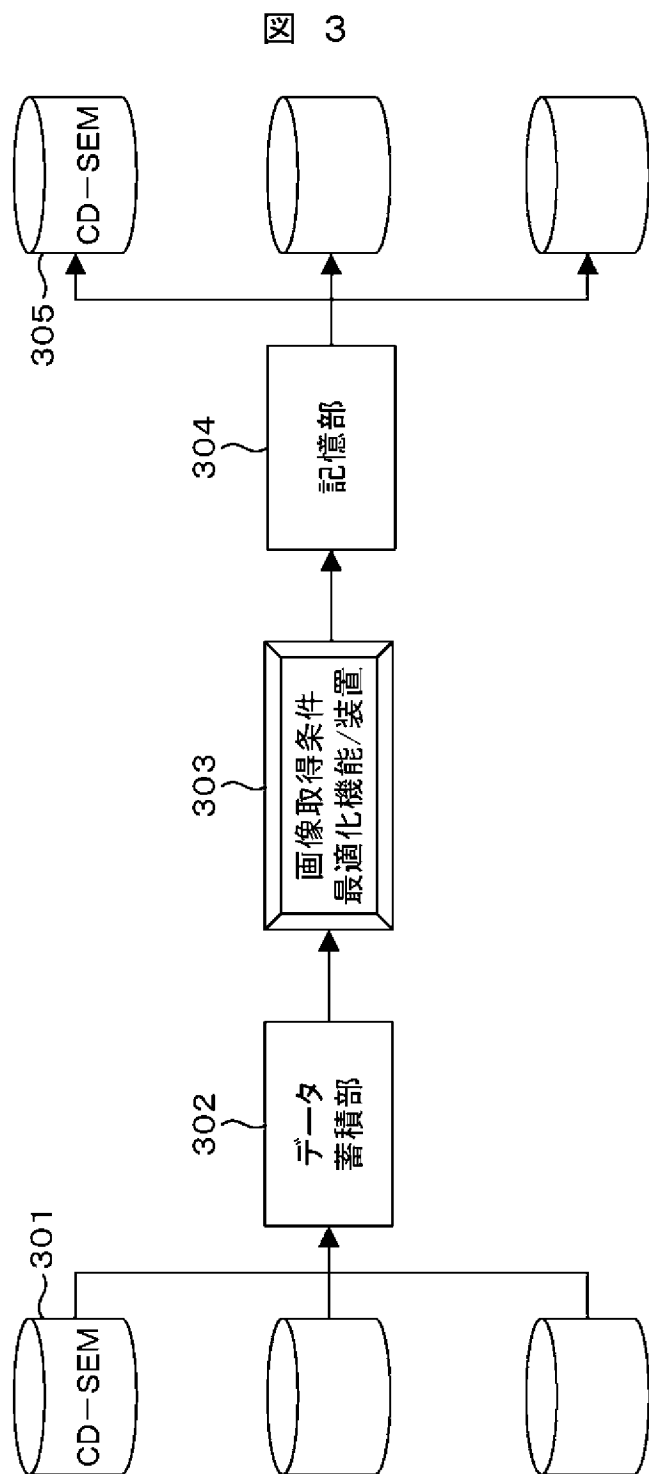
図 2

CD-SEMの自動測長によって取得された画像の模式図



[図3]

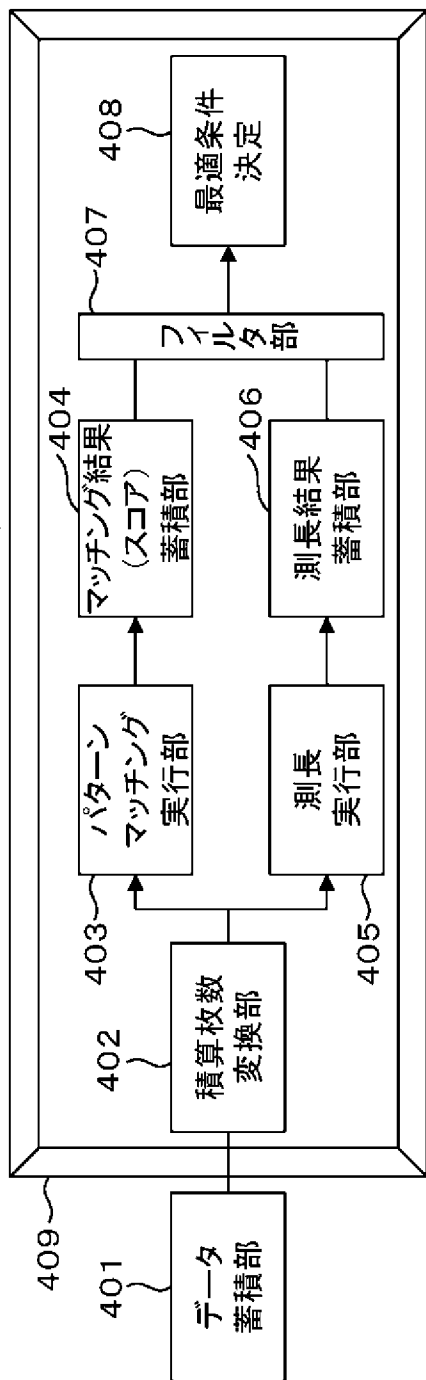
CD-SEMと画像取得条件最適化機能／装置の概略構成図



[図4]

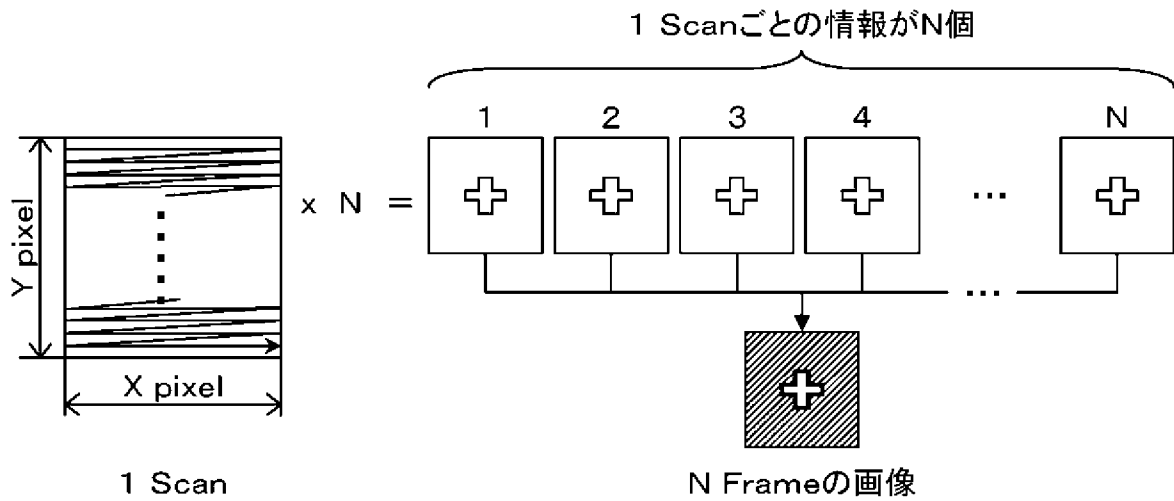
図 4

画像取得条件最適化機能／装置の詳細図  
画像取得条件最適化機能／装置



[図5]

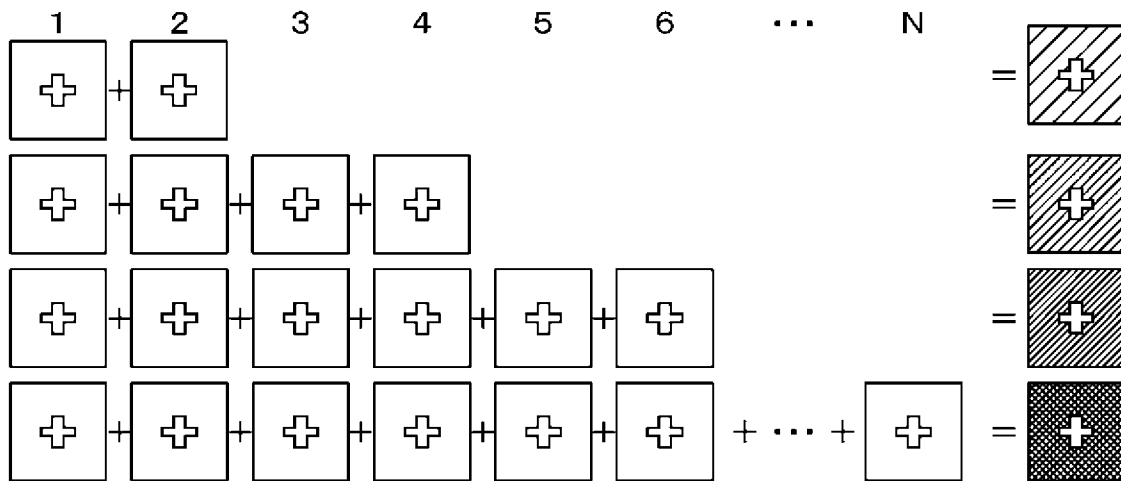
図 5



積算枚数N(N Frame)の画像が有するデータ

[図6]

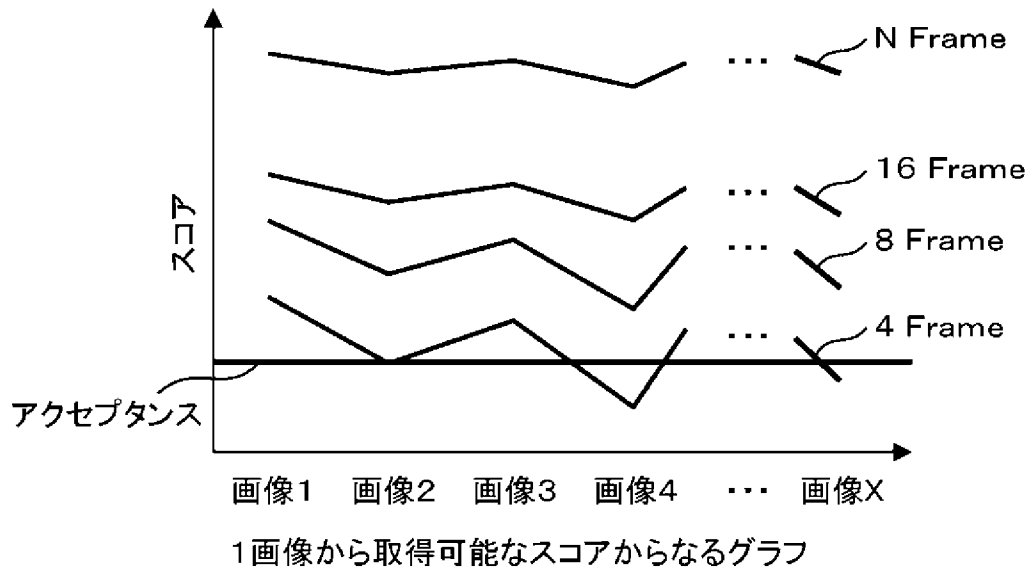
図 6



1つの画像から得たデータから生成可能な画像

[図7]

図 7



[図8]

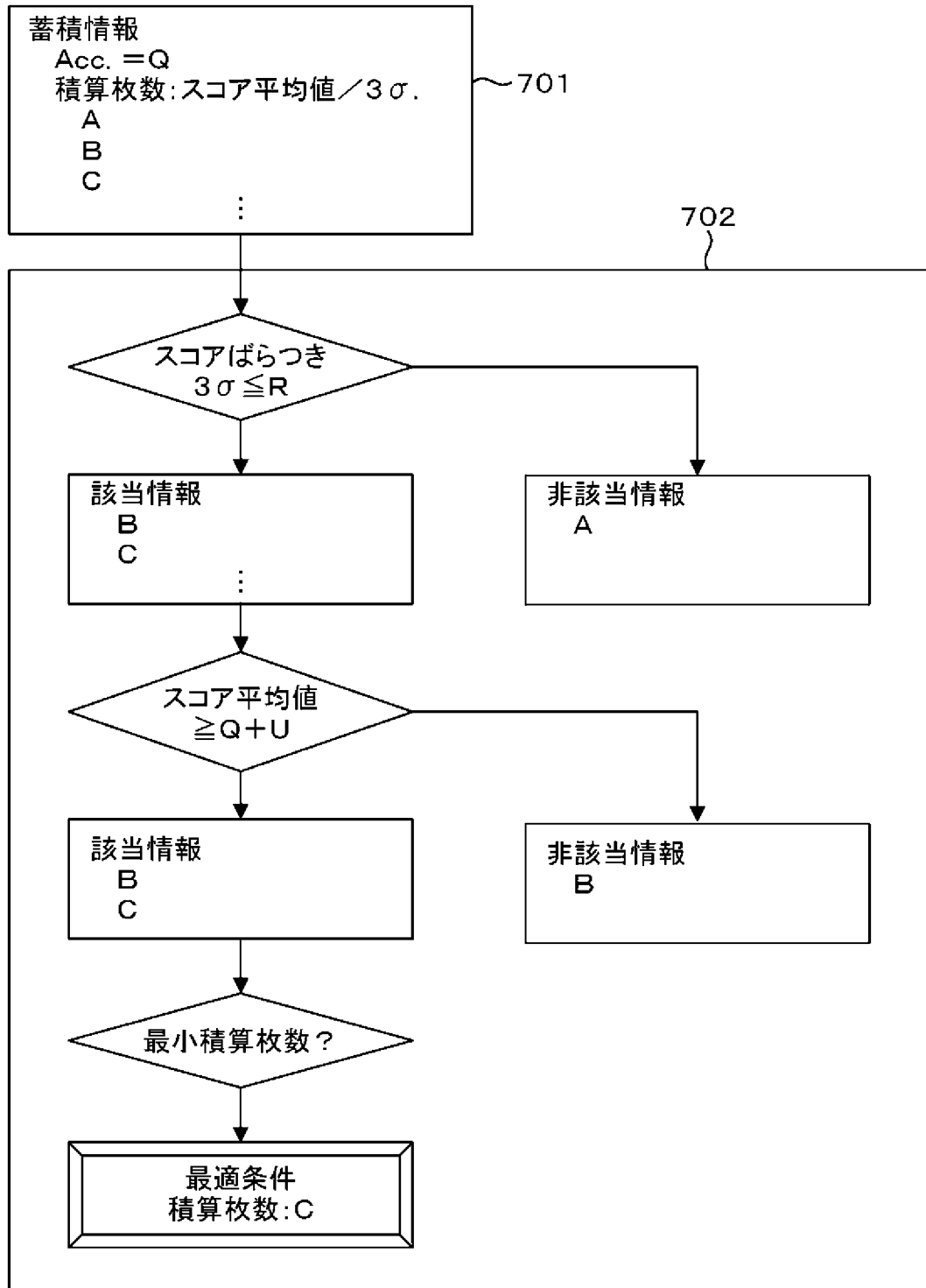
図 8

		画像						スコア平均値 / $3\sigma$
		1	2	3	4	...	X	
積算枚数 (Frame)	4	410	300	380	240	...	270	320/217
	8	500	445	475	430	...	420	447/99
	16	565	550	580	525	...	540	552/64
	...	...	...	...	...	...	...	...
	N	830	815	840	810	...	815	822/38

各画像のスコアと積算枚数ごとのスコア平均値及びスコアばらつき( $3\sigma$ )の例

[図9]

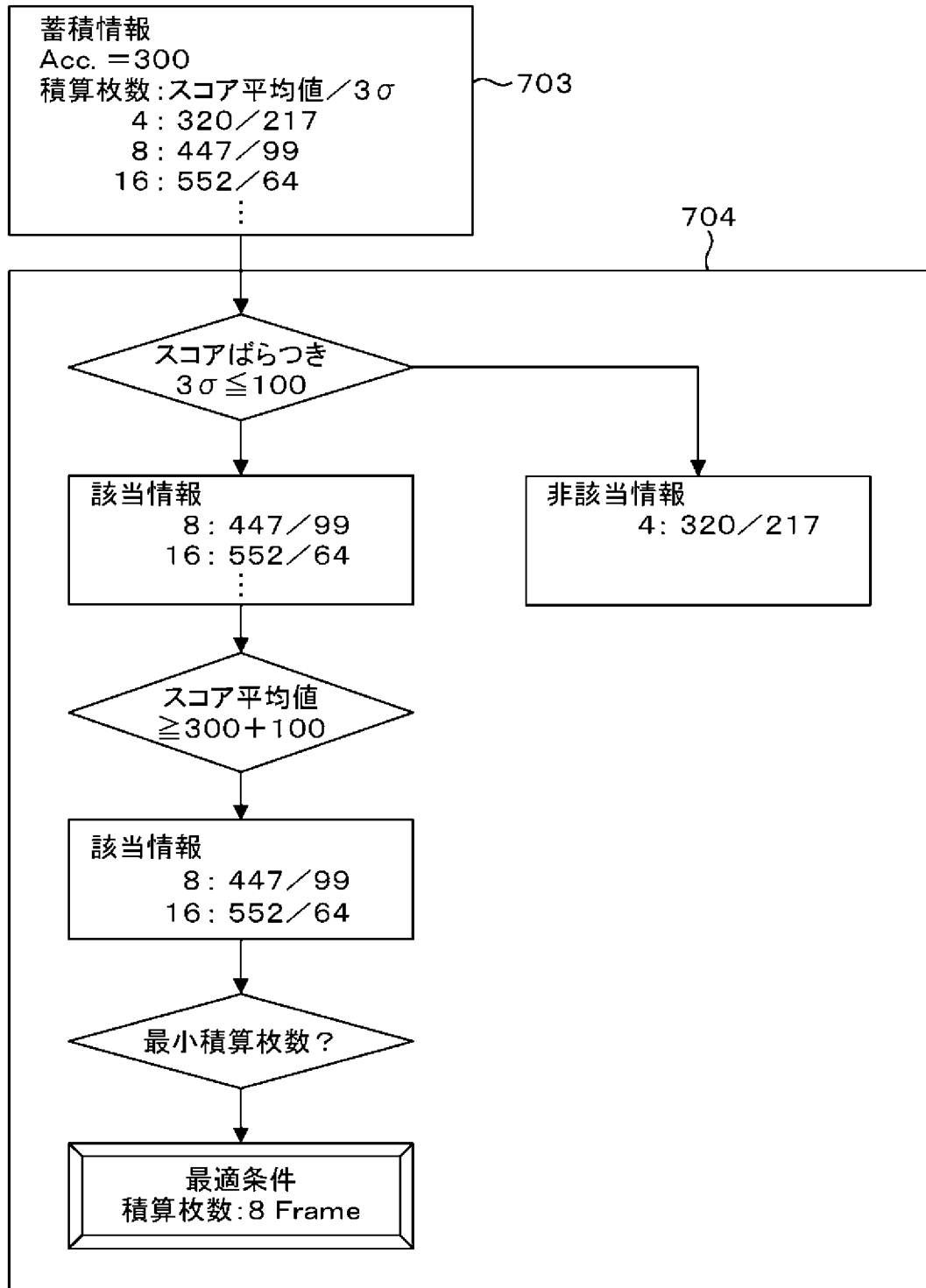
図 9



パターンマッチング結果判定フロー

[図10]

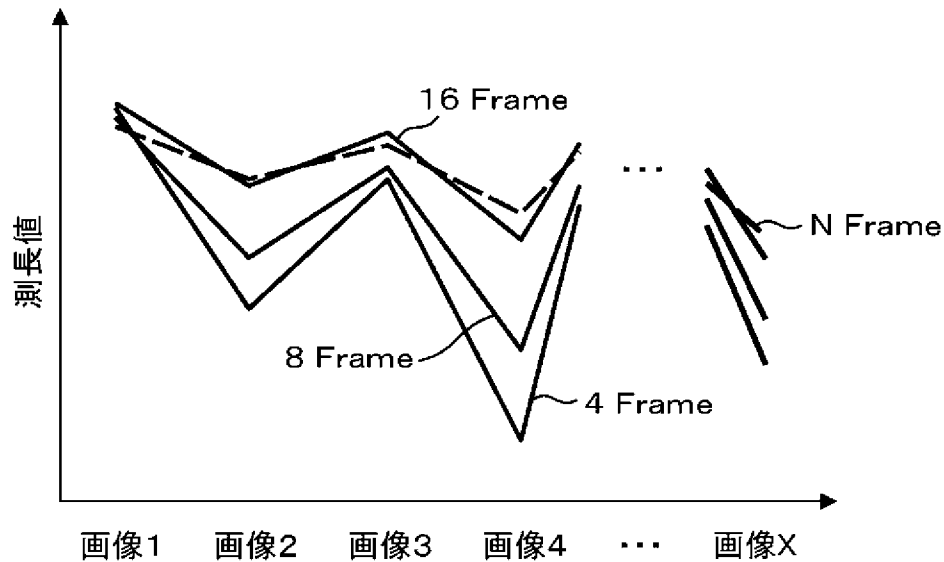
図 10



パターンマッチング結果判定例

[図11]

図 11



1画像から取得可能な測長値からなるグラフ

[図12]

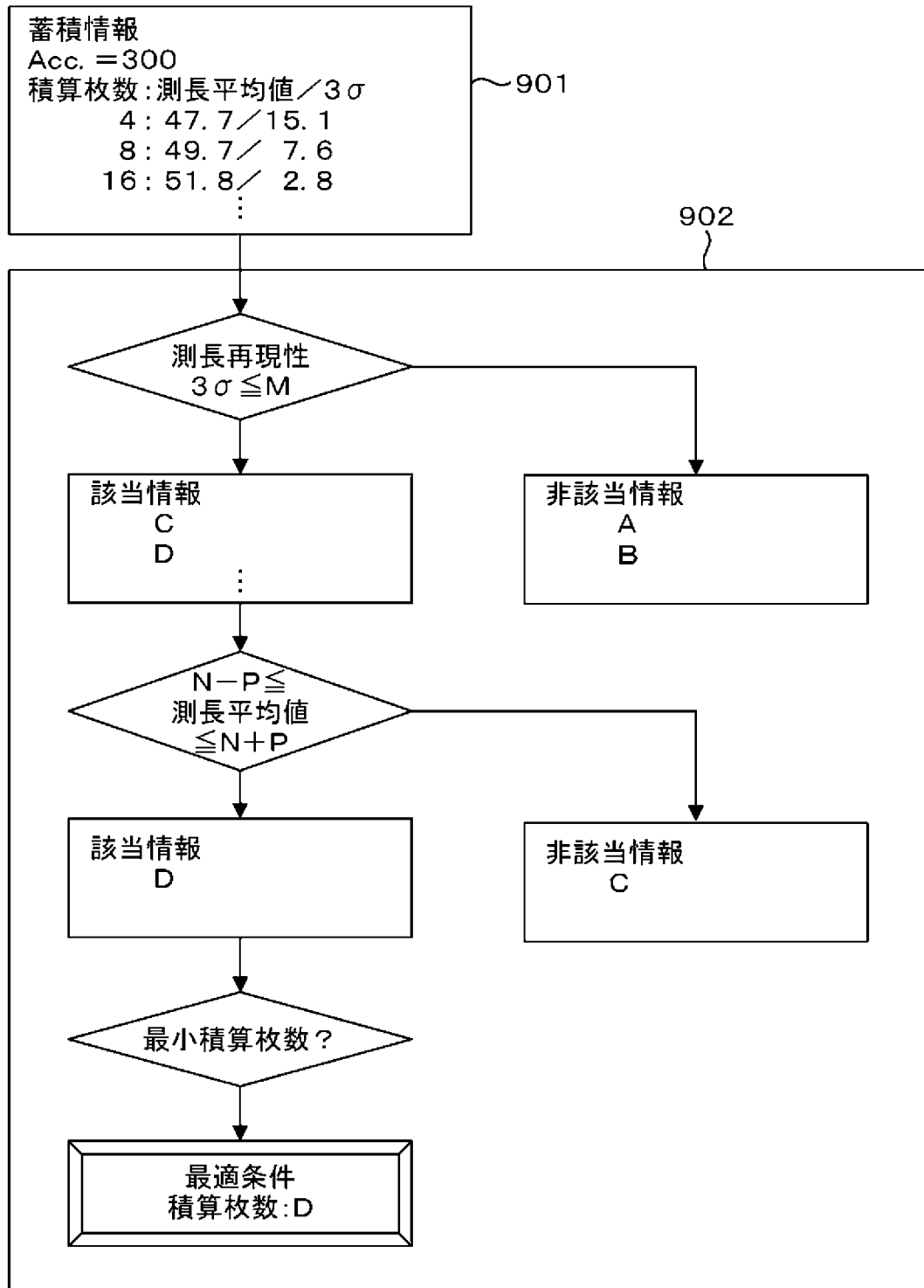
図 12

		画像						測長平均値 / $3\sigma$
		1	2	3	4	...	X	
積算枚数 (Frame)	4	52.8	45.9	52.2	40.5	...	47.0	47.7/15.1
	8	52.5	58.5	51.3	46.0	...	50.3	49.7/7.63
	16	52.7	51.1	52.7	50.6	...	51.9	51.8/2.83
	...	...	...	...	...	...	...	...
	N	52.1	51.6	52.5	50.9	...	51.8	51.8/1.8

各画像の測長値と積算枚数ごとの測長平均値及び測長再現性( $3\sigma$ )の例

[図13]

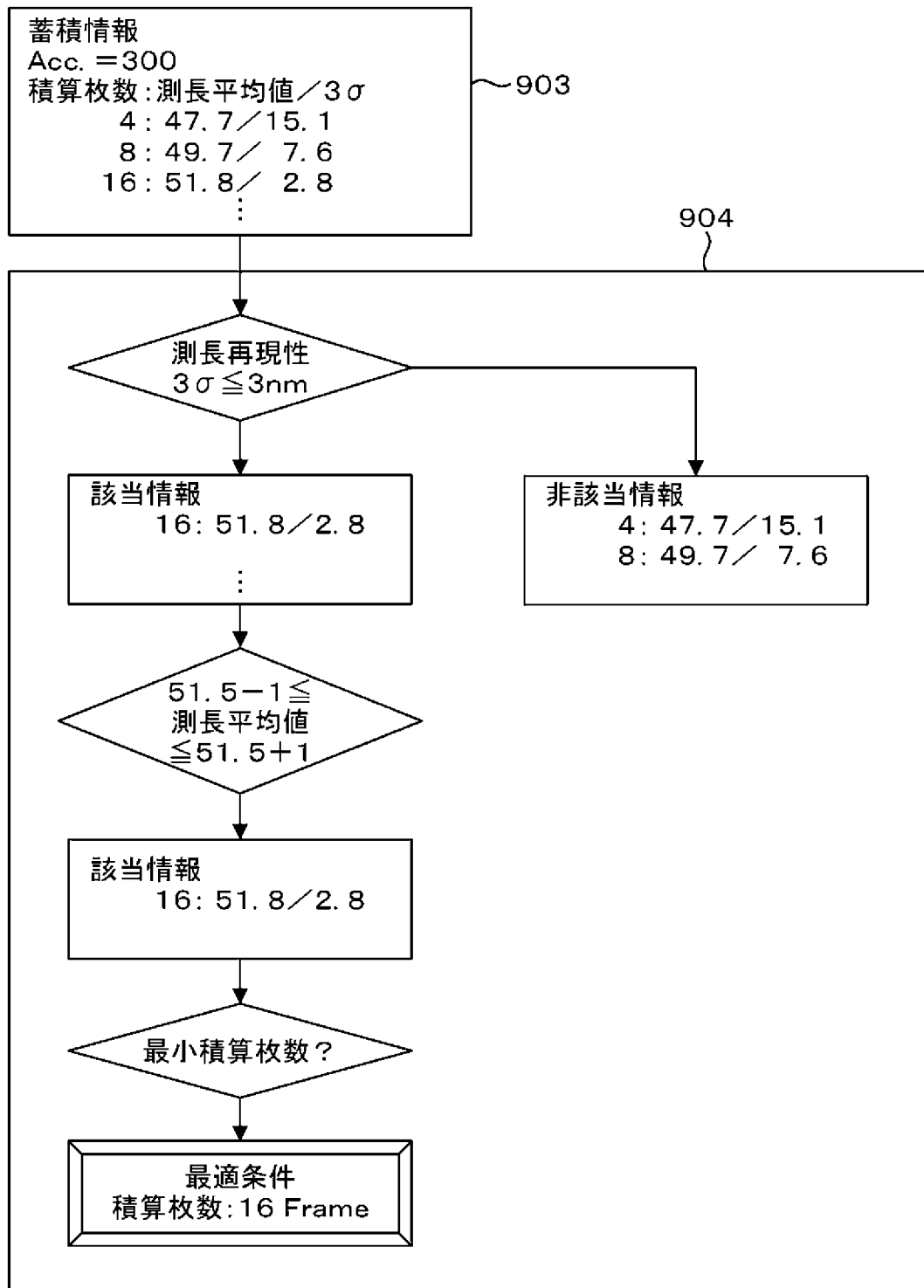
図 13



測長結果判定フロー

[図14]

図 14



測長結果判定例

[図15]

テンプレート登録時のアクセプタンス自動決定の過程

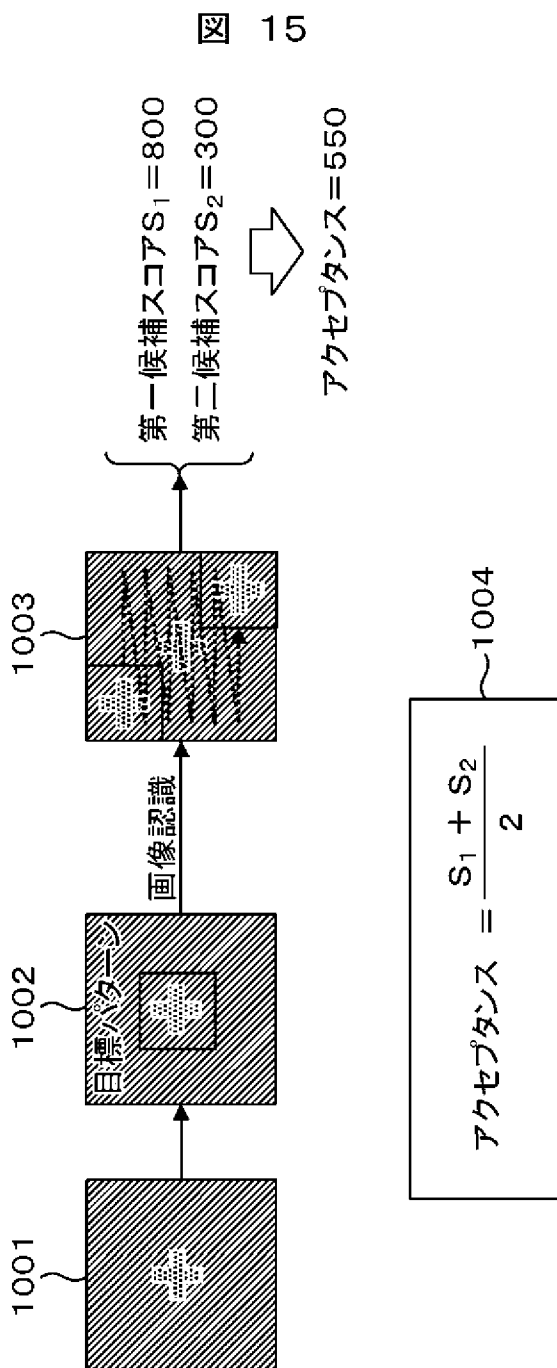
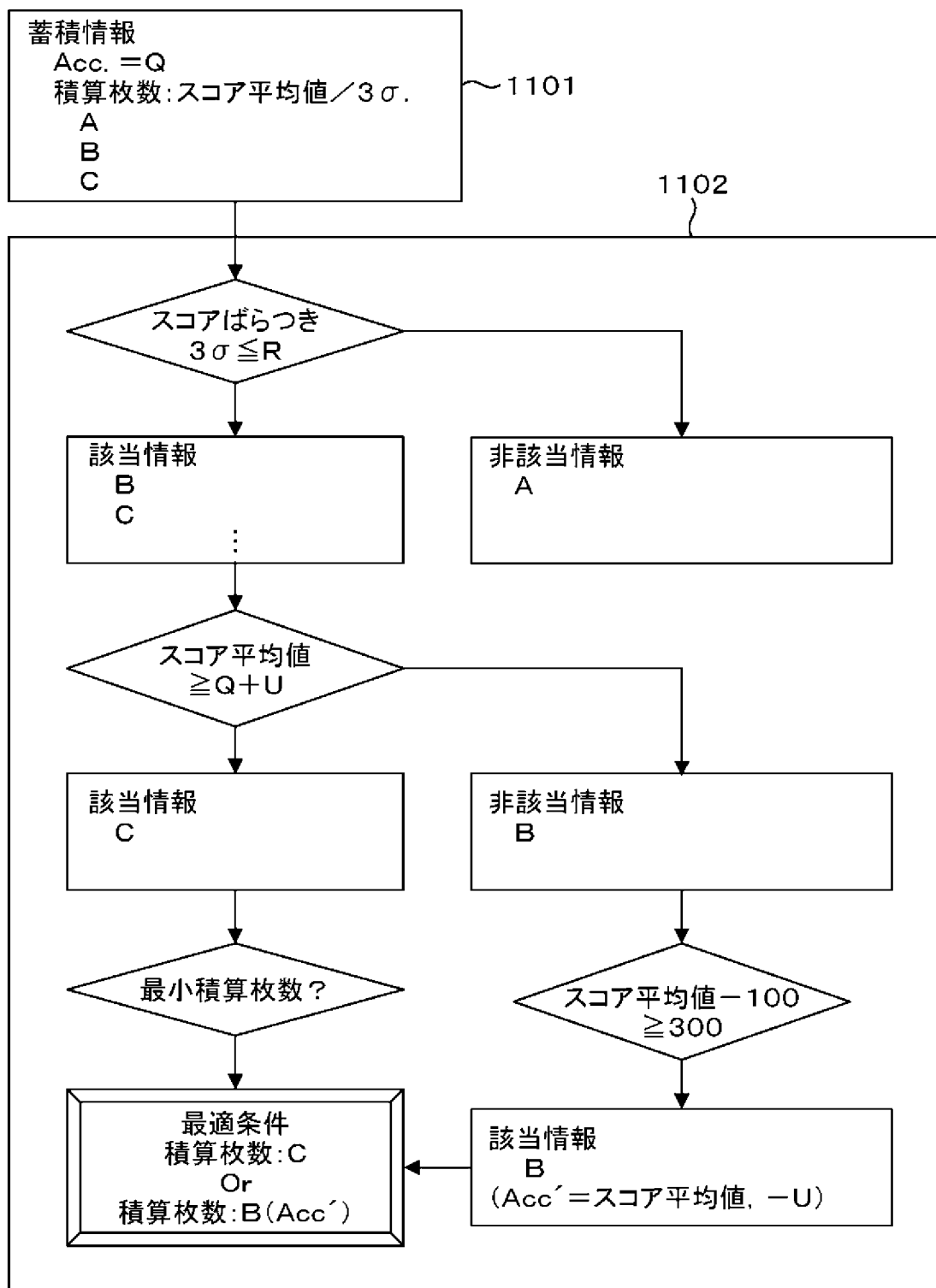


図 15

[図16]

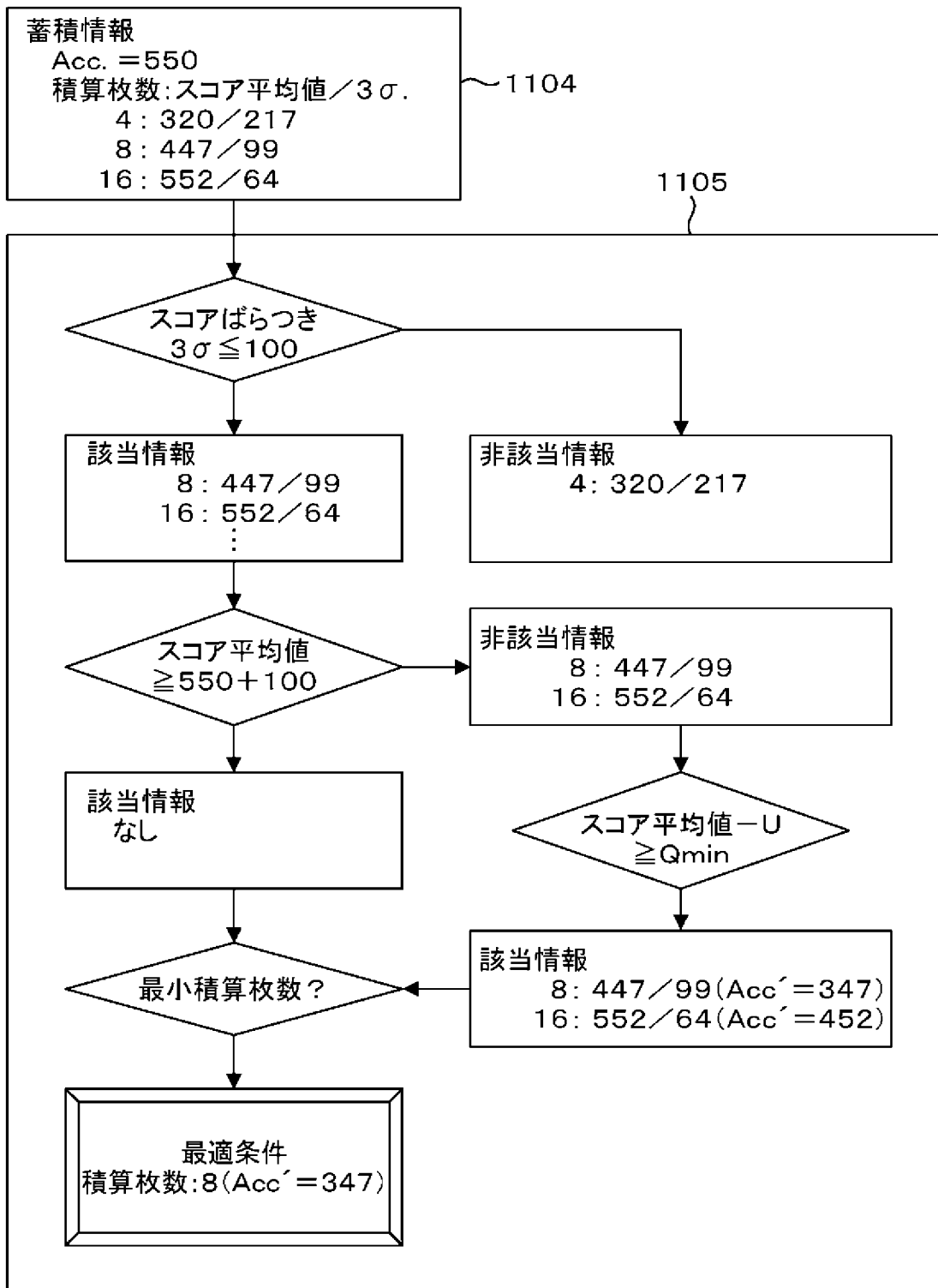
図 16



アクセプタンス最適化フロー

[図17]

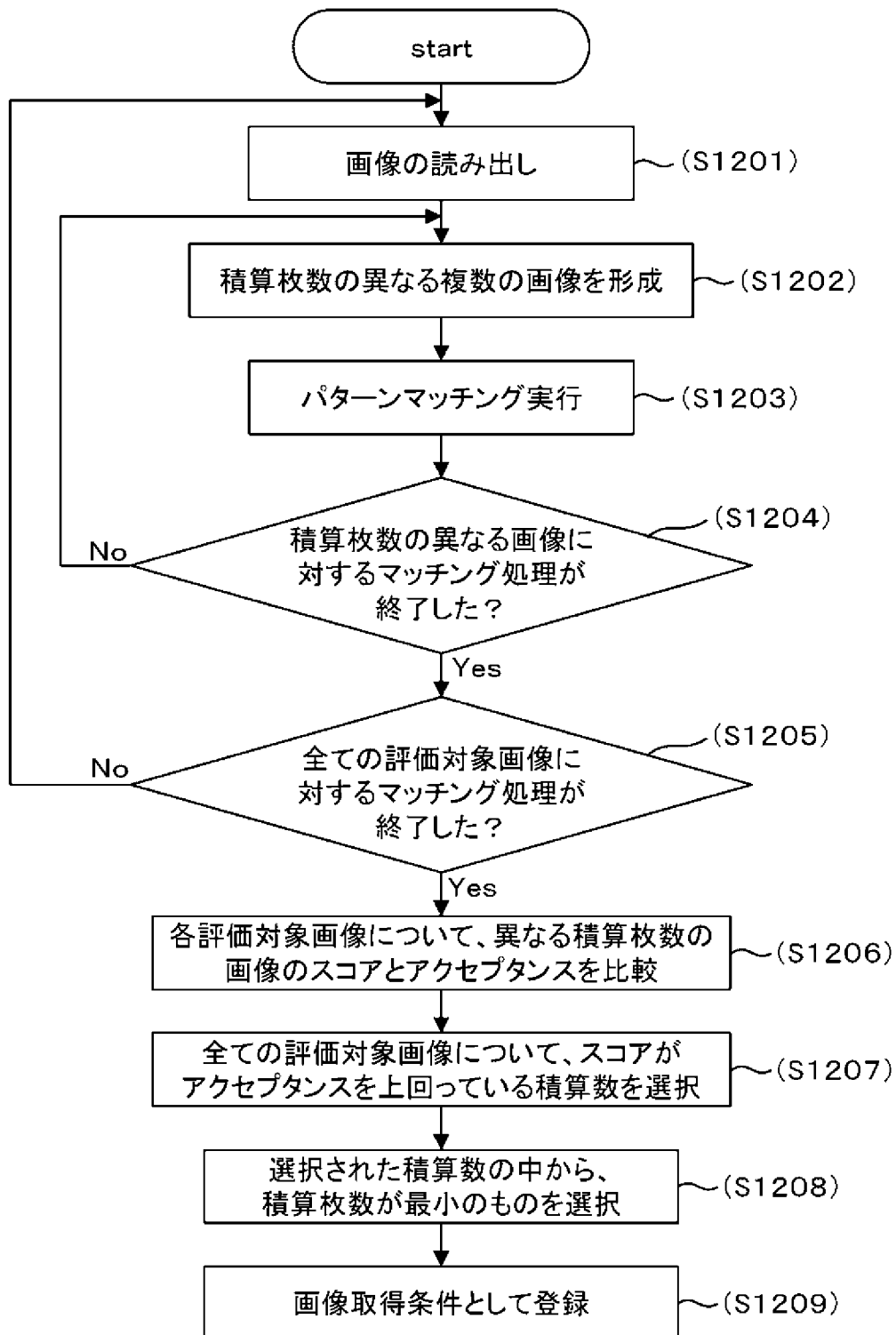
図 17



アクセプタンス最適化例

[図18]

図 18



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/003215

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H01J37/22(2006.01) i, G01B15/00(2006.01) i, G01B15/04(2006.01) i</i>												
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC												
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>H01J37/22, G01B15/00, G01B15/04</i>												
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td><i>Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1922-1996</i></td> <td><i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i></td> <td><i>1996-2011</i></td> </tr> <tr> <td><i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1971-2011</i></td> <td><i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1994-2011</i></td> </tr> </table>			<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2011</i>	<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2011</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2011</i>		
<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2011</i>									
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2011</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2011</i>									
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)												
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>												
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.										
A	JP 2010-092949 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 22 April 2010 (22.04.2010), entire text; all drawings & WO 2010/041596 A1	1-10										
A	JP 2-291649 A (Nikon Corp.), 03 December 1990 (03.12.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-10										
A	JP 10-031729 A (Nikon Corp.), 03 February 1998 (03.02.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-10										
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.												
* Special categories of cited documents: <table border="0"> <tr> <td>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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)</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>“&amp;” document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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	“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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	“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)	“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	“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family	“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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											
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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											
“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)	“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											
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family											
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed												
Date of the actual completion of the international search 11 July, 2011 (11.07.11)		Date of mailing of the international search report 26 July, 2011 (26.07.11)										
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer										
Facsimile No.		Telephone No.										

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/003215

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-222609 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 01 October 2009 (01.10.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2010-087070 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 15 April 2010 (15.04.2010), entire text; all drawings & WO 2010/038369 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01J37/22(2006.01)i, G01B15/00(2006.01)i, G01B15/04(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. H01J37/22, G01B15/00, G01B15/04		
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)		
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	JP 2010-092949 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2010.04.22, 全文、全図 & WO 2010/041596 A1	1-10
A	JP 2-291649 A (株式会社ニコン) 1990.12.03, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 10-031729 A (全文、全図) 1998.02.03, 株式会社ニコン (ファミリーなし)	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 11.07.2011	国際調査報告の発送日 26.07.2011	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 佐藤 仁美 電話番号 03-3581-1101 内線 3226	2G 4073

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	JP 2009-222609 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2009.10.01, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2010-087070 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2010.04.15, 全文、全図 & WO 2010/038369 A1	1-10