

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/125919 A1

(43) 国際公開日

2010 年 11 月 4 日(04.11.2010)

PCT

(51) 国際特許分類:

H01L 21/66 (2006.01) H01J 37/28 (2006.01)
G06T 11/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2010/056713

(22) 国際出願日:

2010 年 4 月 14 日(14.04.2010)

(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 2009-111224 2009 年 4 月 30 日(30.04.2009) 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): 小池 弘人 (KOIKE Hirohito) [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); 八森 達也 (HACHIMORI Tatsuya) [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). 河野 朱美 (KONO 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: 春日 譲 (KASUGA Yuzuru); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町三丁目 4 番 1 号 トリイ日本橋ビル 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.

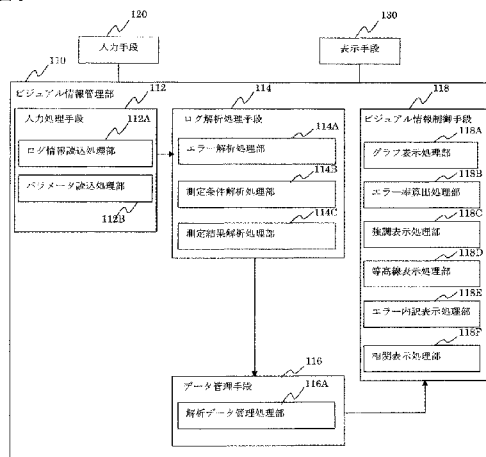
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR DISPLAYING ERROR FACTOR EXTRACTION AND SYSTEM FOR DISPLAYING THE SAME

(54) 発明の名称: エラー要因抽出の表示方法及びその表示システム

[図5]



110 VISUAL INFORMATION MANAGEMENT PORTION
112 INPUT PROCESSING MEANS
112A LOG INFORMATION IMPORT PROCESSING PORTION
112B PARAMETER IMPORT PROCESSING PORTION
114 LOG ANALYSIS PROCESSING MEANS
114A ERROR ANALYSIS PROCESSING PORTION
114B MEASUREMENT CONDITION ANALYSIS PROCESSING PORTION
114C MEASUREMENT RESULT ANALYSIS PROCESSING PORTION
116 DATA MANAGEMENT MEANS
116A ANALYSIS DATA MANAGEMENT PROCESSING PORTION
118 VISUAL INFORMATION CONTROL MEANS
118A GRAPH DISPLAY PROCESSING PORTION
118B ERROR RATIO CALCULATION PROCESSING PORTION
118C HIGHLIGHT DISPLAY PROCESSING PORTION
118D CONTOUR DISPLAY PROCESSING PORTION
118E ERROR BREAKDOWN DISPLAY PROCESSING PORTION
118F CORRELATION DISPLAY PROCESSING PORTION
120 INPUT MEANS
130 DISPLAY MEANS

(57) Abstract: Provided are a method for displaying an error factor extraction and a system for displaying the same, wherein ranking recipes which should be corrected because the recipes are factors of a measurement error of a length measuring SEM and apply a load to the operation of a device at a maximum; and detecting the sequence of the measurement error, can be visually judged. A visual information management portion (110) creates an error ratio distribution or an error factor extraction graph, such as an error breakdown graph, a correlation graph, etc., on the basis of the log information imported from the length measuring SEM. A graph display processing portion (118A) of a visual information control means (118) creates an error ratio distribution on the basis of the lot or measurement point error ratio in the total number of processing operations obtained by an error ratio calculation processing portion (118B). A highlight processing portion (118C) highlights a management recipe specified by a parameter of an input means (120) on a graph. A contour display processing portion (118D) displays the distribution of the number of errors in a plane using a contour, on a graph.

(57) 要約: 測長SEMの測定エラーの要因で、装置の稼動状況に最も負荷を与えている修正すべきレシピの順位付けと測定エラーのシーケンス検知を容易に視覚的に判断できるエラー要因抽出の表示方法及びその表示システムを提供することにある。ビジュアル情報管理部110は、測長SEMから取り込んだログ情報等から、エラー率分布やエラー内訳グラフ、相関グラフなどのエラー要因抽出グラフを作成する。ビジュアル情報制御手段118のグラフ表示処理部118Aは、エラー率算出処理部118Bによって求めた総処理数におけるロット或いは測定点エラー率からエラー率分布を作成する。強調表示処理部118Cは、入力手段120のパラメータで指定された管理レシピをグラフ上に強調表示する。等高線表示処理部118Dは、グラフ上でエラー数の面内分布を等高線で表示する。

エラー率分布を作成する。強調表示処理部118Cは、入力手段120のパラメータで指定された管理レシピをグラフ上に強調表示する。等高線表示処理部118Dは、グラフ上でエラー数の面内分布を等高線で表示する。



GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, 添付公開書類:

NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： エラー要因抽出の表示方法及びその表示システム 技術分野

[0001] 本発明は、寸法測定機能付きの走査型電子顕微鏡（測長SEM（Scanning Electron Microscope））等の動作条件を設定するレシピに対して、エラー発生時に、修正すべきレシピの順位付けとエラー要因をコンピュータ上に表示するエラー要因抽出の表示方法及びその表示システムに関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの測定や検査に用いられる走査電子顕微鏡は、レシピと呼ばれる測定条件が登録されたプログラムに基づいて、測定或いは検査を実行する。このような走査電子顕微鏡のレシピが、適正に設定されていないと、エラー発生の原因ともなり、装置の自動化を阻害する要因となる。このようなレシピを自動作成するための手法として、半導体デバイスの設計データに基づいて、レシピを自動生成するものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] ここで、従来、走査型電子顕微鏡の測定中にエラーが発生した場合、オペレータの経験と勘に基づいて修正するレシピの順位付け、エラー要因の診断が試みられていた。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-147143号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ここで、走査型電子顕微鏡の中でも、半導体デバイスは量産と少量多品種の2種類に区別できる。前者は、同じ試料が多数製造されるため同じレシピによる計測が連続的に行われる。しかし、後者の場合、多数の試料が存在するため、試料分のレシピが複数存在することになる。

[0006] 計測中のレシピでエラーが発生すると、装置が停止し、その間の計測等ができなくなる。さらに、複数レシピでエラーが発生したとすると、その中でも一番多く使用しているレシピから修正する必要がある、判断するまでに多くの時間を要する。

[0007] したがって、エラー要因の診断の前処理として、装置の稼動状況に最も負荷を与えているレシピを順位付けして、効率よく修正するための「レシピ順位付け」が必要となる。また、走査型電子顕微鏡の計測処理のどのシーケンスでエラーが発生したかを検知することで、次処理でのエラー要因分析の効率向上に繋がる。

[0008] 本発明の目的は、測長SEMの測定エラーの要因で、装置の稼動状況に最も負荷を与えている修正すべきレシピの順位付けと測定エラーのシーケンス検知を容易に視覚的に判断できるエラー要因抽出の表示方法及びその表示システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] (1) 上記目的を達成するために、本発明は、半導体デバイスの製造工程における製造プロセスの評価をモニタし、エラー要因抽出の表示方法であって、寸法測定機能付きの走査型電子顕微鏡でウェハー計測した測定条件及びエラー情報を含んだログ情報をコンピュータ上に取得して解析し、ログ情報の解析データからエラー要因抽出グラフをビジュアル化して表示するようにしたものである。

かかる方法により、修正すべきレシピの順位付けと測定エラーのシーケンス検知を容易に視覚的に判断できるものとなる。

[0010] (2) 上記(1)において、好ましくは、前記エラー要因抽出グラフは、エラー率分布であり、処理数及びエラー率を軸として2次元表示するようにしたものである。

[0011] (3) 上記(2)において、好ましくは、前記エラー率分布は、パラメータ設定画面で設定した管理レシピをグラフ上に強調表示されるようにしたものである。

- [0012] (4) 上記(2)において、好ましくは、前記エラー率分布は、エラー数の面内分布を等高線で表示するものである。
- [0013] (5) 上記(1)において、好ましくは、前記エラー要因抽出グラフは、エラー内訳であり、装置名、エラー数を軸として2次元表示するようにしたものである。
- [0014] (6) 上記(5)において、好ましくは、前記エラー内訳グラフは、測定処理(アライメント点、測定点)単位のエラーにエラーコード、シーケンス情報を付加表示するようにしたものである。
- [0015] (7) 上記(1)において、好ましくは、前記エラー要因抽出グラフは、相関グラフであり、測定シーケンスのエラー発生箇所前後の測定条件、測定結果を軸として表示するようにしたものである。
- [0016] (8) また、上記目的を達成するために、本発明は、半導体デバイスの製造工程における製造プロセスの評価をモニタし、エラー要因抽出の表示システムであって、寸法測定機能付きの走査型電子顕微鏡でウェハ計測した測定条件及びエラー情報を含んだログ情報をコンピュータ上に取得し、注目する管理レシピを指定する入力手段と、前記入力手段により指定され、取り込まれたログ情報を解析するログ解析処理手段と、該ログ解析処理手段により解析された解析データを蓄積するデータ管理手段と、該データ管理手段に蓄積されたデータからエラー要因抽出グラフをビジュアル化して表示するビジュアル情報制御手段と、該ビジュアル情報制御手段から出力されるビジュアル情報を表示する表示手段を備えるようにしたものである。
- かかる構成により、修正すべきレシピの順位付けと測定エラーのシーケンス検知を容易に視覚的に判断できるものとなる。
- [0017] (9) 上記(8)において、好ましくは、前記ビジュアル情報制御手段は、エラー算出処理部により求めたエラー率を分布表示するグラフ表示処理部と、管理レシピのエラー率分布を強調表示する強調表示処理部と、エラー数の面内分布を等高線表示する等高線表示処理部と、エラー内訳表示処理部と、相関表示処理部を備えるようにしたものである。

発明の効果

- [0018] 本発明によれば、測長SEMの測定エラーの要因で、装置の稼動状況に最も負荷を与えている修正すべきレシピの順位付けと測定エラーのシーケンス検知を容易に視覚的に判断できるものとなる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムを用いた製造プロセスの評価モニタシステムの構成図である。
- [図2]本発明の一実施形態による製造プロセスの評価モニタシステムに用いる測長SEMの測定の流れを示すフローチャートである。
- [図3]本発明の一実施形態による製造プロセスの評価モニタシステムに用いる測長SEMの測定の流れを示すフローチャートである。
- [図4]本発明の一実施形態による製造プロセスの評価モニタシステムに用いる測長SEMの測定の流れを示すフローチャートである。
- [図5]本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムの構成図である。
- [図6]本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおける入力手段による設定動作の説明図である。
- [図7]本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおけるエラー算出処理部の動作を示すフローチャートである。
- [図8]本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおけるビジュアル情報制御手段によるエラー率分布の表示例の説明図である。
- [図9]本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおける各レシピのエラー率のエラー内訳の表示例の説明図である。
- [図10]本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおけるエラー発生箇所前後のシーケンスの測定条件を相関グラフの表示例の説明図である。

発明を実施するための形態

- [0020] 以下、図1～図10を用いて、本発明の一実施形態によるエラー要因抽出

の表示システムの構成について説明する。

最初に、図 1 を用いて、本実施形態によるエラー要因抽出の表示システムを用いた製造プロセスの評価モニタシステムの構成について説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムを用いた製造プロセスの評価モニタシステムの構成図である。

[0021] 複数の測長 SEM 300A, 300B, 300C は、ネットワーク装置 200 を介してエラー要因抽出の表示システム 100 に接続されている。なお、表示システム 100 は、複数の測長 SEM 300A, 300B, 300C に接続されてログ情報の授受をしてもよいし、1 台の測長 SEM に接続されてもよいものである。

[0022] エラー要因抽出の表示システム 100 は、ビジュアル情報管理部 110 と、入力手段 120 と、表示手段 130 とから構成される。入力手段 120 により指定されたログ情報は、測長 SEM 300 からネットワーク装置 200 を介してビジュアル情報管理部 110 に取り込まれる。ビジュアル情報管理部 110 は、取り込んだ測長 SEM 300 のログ情報に基づいて、エラー率分布やエラー内訳グラフ、相関グラフなどのエラー要因抽出グラフを作成し、表示手段 130 にビジュアル化して表示する。エラー要因抽出の表示システム 100 の詳細構成及び動作については、図 5 以降を用いて後述する。

[0023] 次に、図 2 ～図 4 を用いて、本実施形態による製造プロセスの評価モニタシステムに用いる測長 SEM の測定の流れについて説明する。

図 2 ～図 4 は、本発明の一実施形態による製造プロセスの評価モニタシステムに用いる測長 SEM の測定の流れを示すフローチャートである。

[0024] 寸法測定機能付きの走査型電子顕微鏡（測長 SEM）の基本的な構成は、例えば、特許文献 1 図 2 に示されているように、電子銃、偏向器、対物レンズ、検出器、試料ステージ、処理制御装置等から構成される。電子銃から発生した電子ビームを対物レンズにより、試料ステージに載置されたウェハにフォーカスする。そして、偏向器により電子ビームを走査したとき、検出器から得られる二次電子や反射電子の検出信号を処理制御装置に取り込む。

ウェハには複数のチップの配線パターン等が形成されている。処理制御装置は、取り込まれた二次電子や反射電子の検出信号により、二次元像を得て、各チップの配線パターン等の寸法を測定する。また、処理制御装置は、偏向器、対物レンズ試料ステージを制御して、所定の配線パターン等の測長をする際に生じたエラーをログ情報として記憶している。

[0025] 図2は、寸法測定機能付きの走査型電子顕微鏡（測長SEM）による測定の全体的な流れを示している。

[0026] 最初に、ステップS10において、測定対象となるウェハを試料室にロードする。次に、ステップS20において、光学顕微鏡像またはSEM像を用いて、ウェハの位置を調整するウェハアライメント処理を実行する。ウェハアライメント処理の詳細については、図3を用いて後述する。

[0027] 次に、ステップS30において、SEM像を用いて、配線パターンの寸法測定位置にウェハ上に形成されたチップを移動するアドレッシング処理、および配線パターンの寸法を測定する寸法測定処理を実行する。アドレッシング処理、および寸法測定処理の詳細については、図4を用いて後述する。

[0028] 寸法測定終了後、ステップS40において、ウェハを試料室からアンロードする。

[0029] 次に、図3を用いて、ウェハアライメント処理の詳細について説明する。

[0030] 最初に、ステップS31において、試料ステージを駆動して、ウェハのアライメント点に移動する。ウェハの上には、位置決めのためのユニークなアライメント用パターンが予め形成されている。ウェハのチップ上に形成される配線パターンは、例えば、特許文献1の図7や図8に示されるように、直線状のもの、L字状のもの、T字状のものや、パッドとして用いられる円形状のものなどがある。それに対して、アライメント用パターンは、これらの配線パターンの形状とは異なり、配線パターンと区別できるような形状のパターンである。例えば、十字形などのパターンである。アライメント用パターンは、光学顕微鏡により検出可能であり、また、低倍率のSEM像

としても検出可能な大きさを有している。

[0031] アライメント用パターンのウェハーに対する位置は、予め決められているため、試料ステージを駆動することで、アライメント用パターンの位置に移動可能である。

[0032] 次に、ステップS 2 2において、明るさ調整を実行する。明るさ調整では、対物レンズ電流を増加減少して、最も明るくなるように調整する。

[0033] 次に、ステップS 2 3において、高さを計測可能なZセンサを用いて、試料ステージをZ軸方向（電子ビームの方向）に移動して、試料ステージ上に載置されたウェハーの高さを所定の高さに設定する。

[0034] 次に、ステップS 2 4において、プレドーズ（PreDose）を実行する。ウェハーの材質によっては、電子ビームを照射した直後に、像のコントラストが大きく変化する場合がありますので、そのような場合には、所定時間だけ電子ビームを照射して、像のコントラストを安定化する。これは、SEM像によりアライメント処理を実行する場合に必要であり、光学顕微鏡像によりアライメント処理を実行する場合には不要である。

[0035] 次に、ステップS 2 5において、ウェハーの表面に対してオートフォーカスを実行する。

[0036] 次に、ステップS 2 6において、光学顕微鏡像またはSEM像を用いて、視野の中から、アライメント用パターンをパターン認識する。

[0037] 次に、図4を用いて、アドレッシング処理、および寸法測定処理の詳細について説明する。

[0038] 最初に、ステップS 3 1において、ウェハーに複数形成されている複数のチップの内、第1のチップに対する配線パターンの寸法を測定するため、試料ステージを駆動して、チップ上の配線パターンの測長位置の近傍に移動する。

[0039] 次に、ステップS 3 2において、測長位置により正確に位置決めするためのアドレッシングの処理を実行する。各チップには、第1と第2のアドレッシング用パターンが形成されている。アドレッシング用パターンは、配線パ

ターンやアライメント用パターンとも異なるユニークなパターンである。第2のアドレッシング用パターンは、測長位置の極近傍の形成されている。第1のアドレッシング用パターンは、第2のアドレッシング用パターンよりも少し離れた位置に形成されている。そこで、最初に第1のアドレッシング用パターンにより大まかに位置決めした後、第2のアドレッシング用パターンにより、測長位置の近傍に位置決めする。アドレッシング処理は、ステップS32A～S32Fからなる。

[0040] 次に、ステップS32Aにおいて、高さを計測可能なZセンサを用いて、試料ステージをZ軸方向（電子ビームの方向）に移動して、試料ステージ上に載置されたウェハの高さを所定の高さに設定する。

[0041] そして、ステップS32Bにおいて、プレドーズ（PreDose）を実行する。

[0042] 次に、ステップS32Cにおいて、チップの表面の第1のアドレッシング用パターンの周辺に対してオートフォーカスを実行する。

[0043] 次に、ステップS32Dにおいて、SEM像を用いて、視野の中から、第1のアドレッシング用パターンをパターン認識する。

[0044] 次に、ステップS32Eにおいて、第1のアドレッシング用パターンの位置を基準として第2のアドレッシング用パターンの近傍まで移動した上で、チップの表面の第2のアドレッシング用パターンの周辺に対してオートフォーカスを実行する。

[0045] 次に、ステップS32Fにおいて、SEM像を用いて、視野の中から、第2のアドレッシング用パターンをパターン認識する。

[0046] 次に、ステップS33において、配線パターンの寸法計測処理を実行する。寸法計測処理は、ステップS33A～S33Dからなる。

[0047] 最初に、ステップS33Aにおいて、寸法計測位置付近の配線パターンに対してフォーカス合わせを実行する。

[0048] 次に、ステップS33Bにおいて、SEM像を用いて、視野の中から、寸法計測位置における配線パターンをパターン認識する。

[0049] 次に、ステップS33C、33Dにおいて、測長処理を複数回実行する。

例えば、直線状の配線パターンの測長を行う場合、配線パターンの断面形状は台形状であり、上辺の長さとは下辺の長さは異なっている。そこで、第1回目の測長で、上辺の長さを計測し、第2回目の測長で、下辺の長さを計測し、さらに、左側の下辺の位置から右側の上辺の位置の寸法の計測や、右側の下辺の位置から左側の上辺の位置の寸法の計測のように、複数箇所の寸法を計測する。

[0050] 寸法測定は、多くのシーケンスで構成されているため、修正レシピの順位付けと共にエラー発生シーケンスの検知は、エラー要因解析の効率向上が期待できる。なお、測定試料の1ウェハーを製造ロットの1ロットとする。

[0051] 最後に、ステップS34において、メジャーメント処理で計測した配線パターンのSEM像を保存する。

[0052] 次に、図5を用いて、本実施形態によるエラー要因抽出の表示システムの構成について説明する。

図5は、本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムの構成図である。

[0053] 本実施形態によるエラー要因抽出の表示システムは、ビジュアル情報管理部110と、入力手段120と、表示手段130とを備えている。入力手段120により、測長SEMで計測した測定条件、結果及びエラー情報を含んだログ情報やビジュアルパラメータを指定する。ビジュアル情報管理部110は、測長SEMから取り込んだログ情報等から、エラー率分布やエラー内訳グラフ、相関グラフなどのエラー要因抽出グラフを作成する。作成されたグラフは、表示手段130に表示される。

[0054] ビジュアル情報管理部110は、入力処理手段112と、ログ解析処理手段114と、データ管理手段116と、ビジュアル情報制御手段118とを備えている。

[0055] 入力処理手段112は、ログ情報読込処理部112Aと、パラメータ読込処理部112Bとを備えている。ログ解析処理手段114は、エラー解析処理部114Aと、測定条件解析処理部114Bと、測定結果解析処理部11

4 Cとを備えている。データ管理手段 1 1 6 は、解析データ管理処理部 1 1 6 Aとを備えている。

[0056] ビジュアル情報制御手段 1 1 8 は、グラフ表示処理部 1 1 8 Aと、エラー率算出処理部 1 1 8 Bと、強調表示処理部 1 1 8 Cと、等高線表示処理部 1 1 8 Dと、エラー内訳表示処理部 1 1 8 Eと、相関表示処理部 1 1 8 Fとを備えている。

[0057] なお、各手段及び各処理部の動作については、図 6 以降を用いて後述する。

[0058] 次に、図 6 を用いて、本実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおける入力手段 1 2 0 による設定動作について説明する。

図 6 は、本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおける入力手段による設定動作の説明図である。

[0059] 図 5 に示した入力手段 1 2 0 は、キーボードやマウス等からなり、表示手段 1 3 0 に表示される画面を用いて入力する G U I（グラフィック・ユーザー・インターフェース）である。

[0060] 図 6 は、入力手段 1 2 0 で指定するパラメータ設定画面を示している。パラメータ設定画面は、装置リスト 6 0 1 と、クラスリスト 6 0 2 と、レシピリスト 6 0 3 で構成されている。

[0061] 装置リスト 6 0 1 には、Machine001, Machine002, Machine003 のように、装置名が表示される。これらの装置名は、例えば、それぞれ、図 1 に示した測長 S E M 3 0 0 A, 3 0 0 B, 3 0 0 C に対応する。

[0062] クラスリスト 3 0 0 B には、Class001, Class002, Class003 のように、クラス名が表示される。これらのクラス名は、各装置毎に設定されており、例えば、製品名に相当する。なお、クラス名には、製品名の他に、工程名、ライン名が用いられることもある。

[0063] レシピリスト 6 0 3 には、Receipe001, Receipe002, Receipe003 のように、レシピ名が表示される。測長 S E M においては、複数の配線パターンの測長が行われるので、それぞれに異なるレシピ名が設定されている。例えば、特

許文献１の図７（ａ）～（ｉ）に示すように、配線自体の幅（図７（ａ））、隣り合う配線のギャップ長（図７（ｂ））、配線端部と他の配線のギャップ長（図７（ｃ））等に対して、それぞれ異なるレシピ名が設定される。

[0064] 図６に示したパラメータ設定画面において、装置を入力手段のマウス等を用いて選択すると該当の装置名の背景色は反転され、クラスリストには、選択した装置名のクラスの一覧が表示される。図示の例では、Machine001を選択したことで、Machine001に属するクラス名として、Class001～Class005が一覧として表示される。さらに、クラスを選択すると該当するクラスで管理しているレシピの一覧がレシピリストに表示される。図示の例では、Class003を選択したことで、Class003に属するレシピ名として、Recipe001～Recipe005が一覧として表示される。

[0065] レシピを管理レシピとして登録する場合、「Add」ボタン６０４を押下する。登録されたレシピは、登録リスト(RecipeListの欄) ６０５に追加される。図示の例では、Machine001, Class003, Recipe003が選択されている状態で「Add」ボタンを押下したことで、登録リスト６０５には、Machine001／Class003／Recipe003が追加表示される。

[0066] なお、登録したレシピを削除する場合、登録リスト６０５からレシピを選択して「Delete」ボタン６０６を押下する。

[0067] このように設定されたレシピは、後述する図７に示されるエラー要因抽出グラフのエラー率分布を表示する際に強調表示することで、管理しているレシピのエラー率を容易に認識することができる。

[0068] 図５に示した入力処理手段１０４について説明する。ログ情報読み込み処理部１０４Ａは、測長SEMで計測した測定条件、結果及びエラー情報を含んだログ情報を取得する。パラメータ読み込み処理部１０４Ｂは、エラー率分布の表示の際に強調表示する管理レシピの設定情報を取得する。

[0069] ログ情報読み込み処理部１０４Ａにより読み込まれたログ情報は、ログ解析処理手段１０５によって解析される。ログ解析処理手段１０５によって解析された解析データは、データ管理手段１０６で一元管理される。解析データ

管理処理部 106A で蓄積された解析データは、エラー率算出処理部 118B でエラー率算出に用いられ、同時に画面表示装置の画面上に表示するためにビジュアル情報制御手段 118 によって制御される。

[0070] 次に、図 7 を用いて、本実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおけるエラー算出処理部 118B による設定動作について説明する。

図 7 は、本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおけるエラー算出処理部の動作を示すフローチャートである。

[0071] ビジュアル情報制御手段 118 のエラー算出処理部 118B は、ステップ S1 において、指定期間の実行した同一レシピに対して解析データ管理処理部 106A から総ロット数、総ロットエラー数、総測定点数、総測定点エラー数を取得する。

[0072] 次に、ステップ S2 において、取得データからロットエラー率、測定点エラー率を求める。ロットエラー率は、 $(\text{総ロットエラー数} / \text{総ロット数}) \times 100$ として算出され、測定点エラー率は、 $(\text{総測定点エラー数} / \text{総測定点数}) \times 100$ として算出される。

[0073] 次に、ステップ S3 において、ロットエラー率、測定点エラー率、測定点エラー数をエラー算出処理部 118B の内部のグラフ用テーブルに記憶する。

[0074] 次に、ビジュアル情報制御手段 118 の他の構成の動作について説明する。グラフ表示処理部 118A は、表示手段 130 の画面に、エラー率算出処理部 118B によって求めた総処理数におけるロット或いは測定点エラー率からエラー率分布を作成する。強調表示処理部 118C は、入力手段 120 のパラメータで指定された管理レシピをグラフ上に強調表示する。等高線表示処理部 118D は、グラフ上でエラー数の面内分布を等高線で表示する。エラー内訳表示処理部 118E は、エラー率分布からエラー内訳グラフを表示する。相関表示処理部 118F は、測定条件と結果の相関グラフを表示する。

[0075] ここで、図 8 を用いて、本実施形態によるエラー要因抽出の表示システム

におけるビジュアル情報制御手段 118 によるエラー率分布の表示例について説明する。

図 8 は、本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおけるビジュアル情報制御手段によるエラー率分布の表示例の説明図である。

- [0076] エラー率分布は、ロットエラー率、測定点エラー率の 2 種類があり、切替え表示ボタン 808 を選択することで、切替え表示することができる。ロットエラー率は、ウェハー 1 枚当りにオペレータが測定エラーによりアシストする割合を百分率で表したものである。測定点エラー率は、1 測定点当りのオペレータがアシストする割合を百分率で表したものである。
- [0077] 図示の例では、ロットエラー率 (Error Rate by Recept) を選択してグラフ表示した場合を示している。図において、横軸は処理数 (Lot Count) を示し、縦軸はエラー率 (Lot Error Ratio) を示している。
- [0078] 図 6 にて説明したように、パラメータで指定した管理レシピは、強調表示 804 により、ビジュアル化されるので注目したいレシピのエラー率を容易に識別することができる。図示の例では、強調表示 804 A, 804 B, 804 C の 3 つが表示されている。
- [0079] グラフ上のプロット (図中の菱形) にカーソルを合わせると、レシピ情報 (クラス名、レシピ名) とプロット情報 (処理数、エラー率) をポップアップ 809 で表示する。図示の例では、強調表示 804 A, 804 B, 804 C のそれぞれについて、レシピ情報とプロット情報が表示されている。例えば、強調表示 804 A について見ると、レシピ情報として、クラス名 : Class 001 と、レシピ名 : Recipe001 が表示され、さらに、プロット情報として、処理数 : 950 ロットと、エラー率 : 95.7 % が表示される。
- [0080] 図 7 で説明したエラー率分布の各情報は、リスト 805 に一覧表示される。
- [0081] 図 8 に示したように、エラー率分布は、縦軸のエラー率 (Lot Error Ratio) を、横軸を処理数 (Lot Count) として表示するようにしている。従って、エラー率が同値でも処理数によって修正すべきレシピの順位付けに重み付

けをつけることができる。例えば、符号LE1で示すプロットのエラー率は90%以上と、強調表示804Aで示されるプロットと同様に、高エラー率である。但し、強調表示804Aで示されるプロットのロット数は1000に近い大きなロット数であるのに対して、符号LE1で示すプロットのロット数は100以下と小さいロット数である。つまり、処理数が多くて、エラー率が高い、グラフ上の右上にプロットされるレシピほど、修正する順位が上位であることを容易に視覚的に判断することができる。

[0082] さらに、等高線表示処理部118Dは、グラフ上をエラー数の面内分布と見なして等高線表示803（803A, 803B, 803C）することで、グラフ上にプロットしたエラー率にどの程度のエラー数が発生しているかを定量的に判断することができる。

[0083] また、一覧表示リスト805でレシピを選択して「Open」ボタン806を押下ると、各レシピのエラー率のエラー内訳を示すことができる。この詳細については、図9を用いて後述する。

[0084] さらに、一覧表示リスト805でレシピを選択して「Analysis」ボタン807を押下ると、エラー発生箇所前後のシーケンスの測定条件を相關グラフで表示することができる。エラー発生箇所前後のシーケンスの測定条件については、図10を用いて後述する。

[0085] 次に、図9を用いて、本実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおける各レシピのエラー率のエラー内訳の表示例について説明する。

図9は、本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおける各レシピのエラー率のエラー内訳の表示例の説明図である。

[0086] 図9は、図7に示した各レシピのエラー率のエラー内訳を示したグラフである。図9において、横軸は装置名（Machine Name）を示し、縦軸はエラー数（Error Count）を示している。

[0087] 図9のエラー内訳グラフでは、グラフの基本情報を一覧表907に示している。

[0088] 各エラー内訳グラフ901は、アライメント点エラー902および測定点

エラー 903 (903A, 903B, ..., 903F) に区別され、測定点エラーはエラー数の多い順から 5 つ目までをグラフに表示する。アライメント点エラー 902 は、図 4 に示したアドレッシング処理 (ステップ S 32) において発生したエラーである。測定点エラー 903 は、図 4 に示したメジャーメント処理 (ステップ S 33) において発生したエラーである。

[0089] 横軸を装置名として、装置単位で同一レシピのエラー内訳グラフを表示することで、装置間差のエラー発生状況をモニタリングすることができる。これは、エラー要因の切り分け判断に有効であり、装置間差でエラー発生状況が異なると、エラー要因がレシピ起因以外として絞り込むことができ、エラー要因解析に大いに有利となる。図 9 の例では、Machine001 は Machine002 に比べてアライメント点エラー 902 が多く見られるため、Machine001 のアライメント関連 (軸調ずれ等) に問題があると分析できる。また、Machine002 は、パターン認識の No. 1 や、パターン認識の No. 2 において、Machine 001 によりエラーが多いため、パターン認識に問題があると分析できる。

[0090] また、グラフ領域にカーソルを合わせると、エラー情報としてエラーコードとエラーが発生したシーケンスをポップアップ 906 で表示する。エラーコードはエラー発生原因、シーケンスは測定シーケンスのどのシーケンスでエラーが発生したかのエラー発生箇所を検知することができ、次アクションのエラー要因の解析時間削減が期待できる。例えば、図 9 の「9007:Addressing1-Pattern Matching1」のエラー発生箇所は、図 4 のステップ S 32 D のパターン認識 1 で発生したエラーと判断できる。

[0091] 次に、図 10 を用いて、本実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおけるエラー発生箇所前後のシーケンスの測定条件を相関グラフの表示例について説明する。

図 10 は、本発明の一実施形態によるエラー要因抽出の表示システムにおけるエラー発生箇所前後のシーケンスの測定条件を相関グラフの表示例の説明図である。

[0092] 図 10 は、図 9 で説明した「9007:Addressing1-Pattern Matching1」のエ

ラー発生箇所前後のシーケンスの測定条件を、相関グラフで表したものである。

[0093] 図10の相関グラフにおいて、横軸は、エラー発生箇所（図4のステップS32D）の前シーケンスのオートフォーカス1（図4のステップS32C）処理の測定条件である対物レンズ値を示し、Y軸は、エラー発生箇所（図4のステップS32D）の測定結果であるScore（マッチング数）を示している。相関グラフのアクセプタンス値はScoreのしきい値を意味しており、アクセプタンス値未満のScoreはエラーであることを示す。

[0094] 相関グラフの一例では、Machine001の場合のように、対物レンズ値がジャストフォーカス（対物レンズ値＝0）付近ほどScoreが高く、エラーとなりづらいことが解析できる。一方、Machine002に場合では、対物レンズ値がジャストフォーカス（対物レンズ値＝0）から離れており、結果的に、Scoreが低く、エラーとなりやすいことが解析できる。その結果、レシピパラメータの修正項目がフォーカス関連（例えば、図4のステップS32AのZセンサ関係や、ステップ32Cのオートフォーカス）だと特定することができる。したがって、エラー原因或いは発生箇所から、エラーが発生した前後のシーケンスの測定条件との相関グラフを用いることでエラー発生パターンを分析でき、修正ポイントを定量的に分析することができる。

[0095] 以上説明したように、本実施形態によれば、測定エラーが発生したレシピのエラー率を処理数の重み付けでエラー率分布として表示することで、測長SEMの測定エラーの要因で、装置の稼動状況に最も負荷を与えている修正すべきレシピの順位付けが可能となる。したがって、オペレータは、修正すべきレシピの順位付けを、視覚的に容易に判断することができる。

[0096] また、測定エラーのシーケンス検知により、エラー発生原因、発生箇所を特定し、測定条件の相関グラフを用いることで修正ポイントを定量的に分析することが可能となる。したがって、測定エラーのシーケンス検知によるエラー要因解析の効率が向上する。

符号の説明

- [0097] 1 1 0…ビジュアル情報管理部
1 2 0…入力手段
1 3 0…表示手段
1 1 2…入力処理手段
1 1 2 A…ログ情報読込処理部
1 1 2 B…パラメータ読込処理部
1 1 4…ログ解析処理手段
1 1 4 A…エラー解析処理部
1 1 4 B…測定条件解析処理部
1 1 4 C…測定結果解析処理部
1 1 6…データ管理手段
1 1 6 A…解析データ管理処理部
1 1 8…ビジュアル情報制御手段
1 1 8 A…グラフ表示処理部
1 1 8 B…エラー率算出処理部
1 1 8 C…強調表示処理部
1 1 8 D…等高線表示処理部
1 1 8 E…エラー内訳表示処理部
1 1 8 F…相関表示処理部

請求の範囲

- [請求項1] 半導体デバイスの製造工程における製造プロセスの評価をモニタし、エラー要因抽出の表示方法であって、
- 寸法測定機能付きの走査型電子顕微鏡でウェハー計測した測定条件及びエラー情報を含んだログ情報をコンピュータ上に取得して解析し、ログ情報の解析データからエラー要因抽出グラフをビジュアル化して表示することを特徴とするエラー要因抽出の表示方法。
- [請求項2] 請求項1記載のエラー要因抽出の表示方法において、
- 前記エラー要因抽出グラフは、エラー率分布であり、処理数及びエラー率を軸として2次元表示することを特徴とするエラー要因抽出の表示方法
- [請求項3] 請求項2記載のエラー要因抽出の表示方法において、
- 前記エラー率分布は、パラメータ設定画面で設定した管理レシピをグラフ上に強調表示されることを特徴とするエラー要因抽出の表示方法。
- [請求項4] 請求項2記載のエラー要因抽出の表示方法において、
- 前記エラー率分布は、エラー数の面内分布を等高線で表示することを特徴とするエラー要因抽出の表示方法。
- [請求項5] 請求項1記載のエラー要因抽出の表示方法において、
- 前記エラー要因抽出グラフは、エラー内訳であり、装置名、エラー数を軸として2次元表示することを特徴とするエラー要因抽出の表示方法。
- [請求項6] 請求項5記載のエラー要因抽出の表示方法において、
- 前記エラー内訳グラフは、測定処理（アライメント点、測定点）単位のエラーにエラーコード、シーケンス情報を付加表示することを特徴とするエラー要因抽出の表示方法。
- [請求項7] 請求項1記載のエラー要因抽出の表示方法において、
- 前記エラー要因抽出グラフは、相関グラフであり、測定シーケンス

のエラー発生箇所前後の測定条件、測定結果を軸として表示することを特徴とするエラー要因抽出の表示方法。

[請求項8] 半導体デバイスの製造工程における製造プロセスの評価をモニタし、エラー要因抽出の表示システムであって、

寸法測定機能付きの走査型電子顕微鏡でウェハー計測した測定条件及びエラー情報を含んだログ情報をコンピュータ上に取得し、注目する管理レシピを指定する入力手段と、

前記入力手段により指定され、取り込まれたログ情報を解析するログ解析処理手段と、

該ログ解析処理手段により解析された解析データを蓄積するデータ管理手段と、

該データ管理手段に蓄積されたデータからエラー要因抽出グラフをビジュアル化して表示するビジュアル情報制御手段と、

該ビジュアル情報制御手段から出力されるビジュアル情報を表示する表示手段を備えることを特徴とするエラー要因抽出の表示システム。

[請求項9] 請求項8記載のエラー要因抽出の表示システムにおいて、

前記ビジュアル情報制御手段は、

エラー算出処理部により求めたエラー率を分布表示するグラフ表示処理部と、

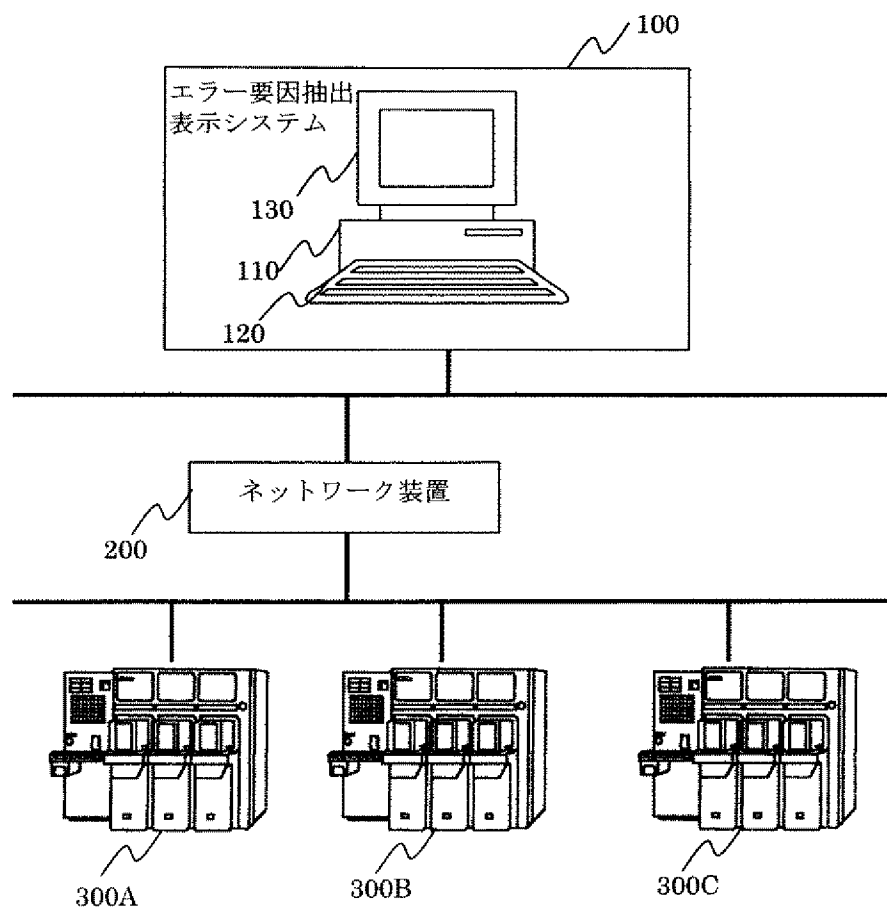
管理レシピのエラー率分布を強調表示する強調表示処理部と、

エラー数の面内分布を等高線表示する等高線表示処理部と、

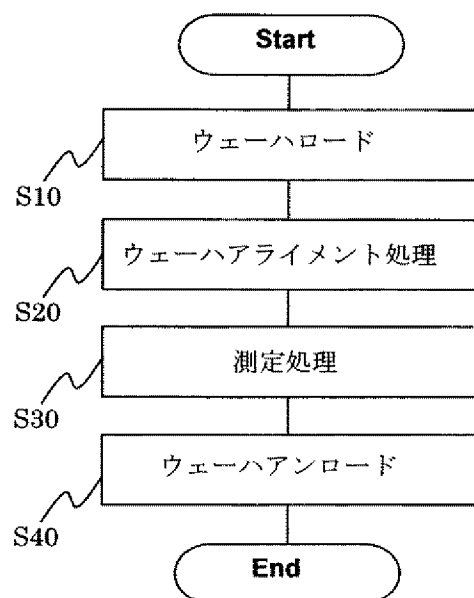
エラー内訳表示処理部と、

相関表示処理部を備えることを特徴とするエラー要因抽出の表示システム。

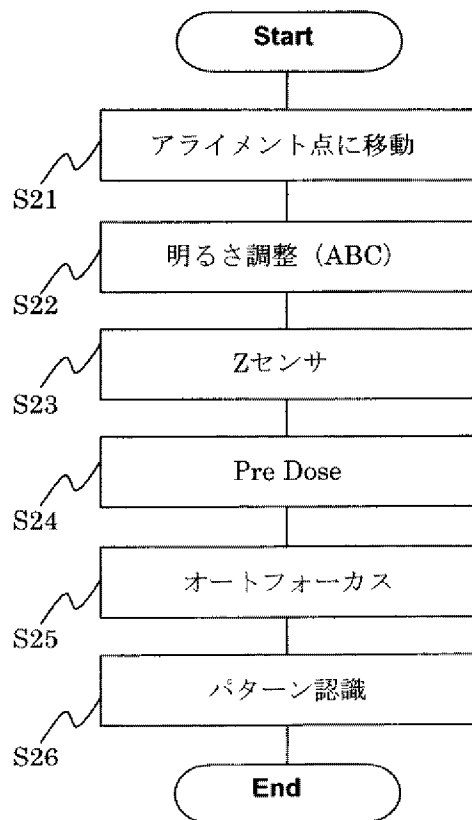
[図1]



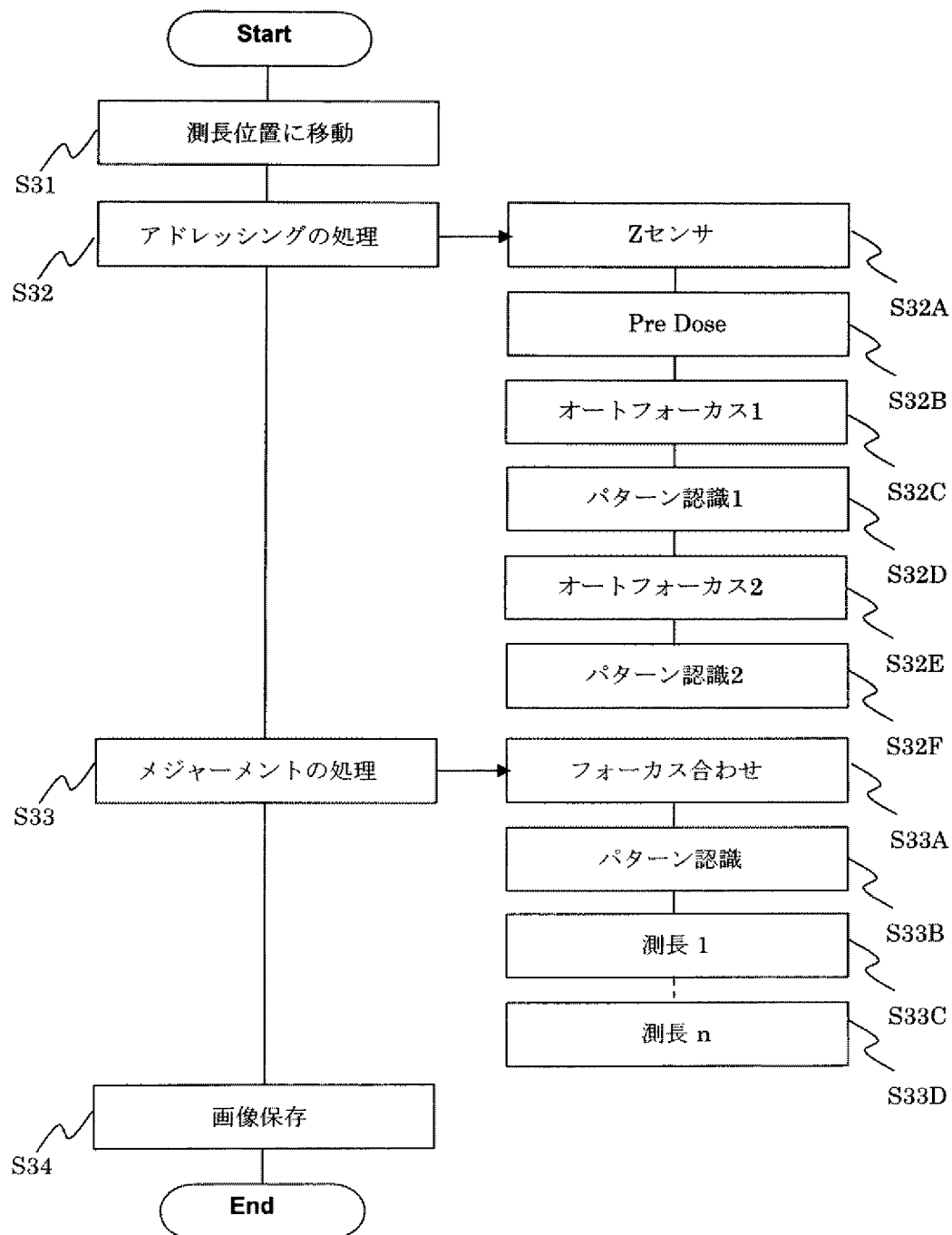
[図2]



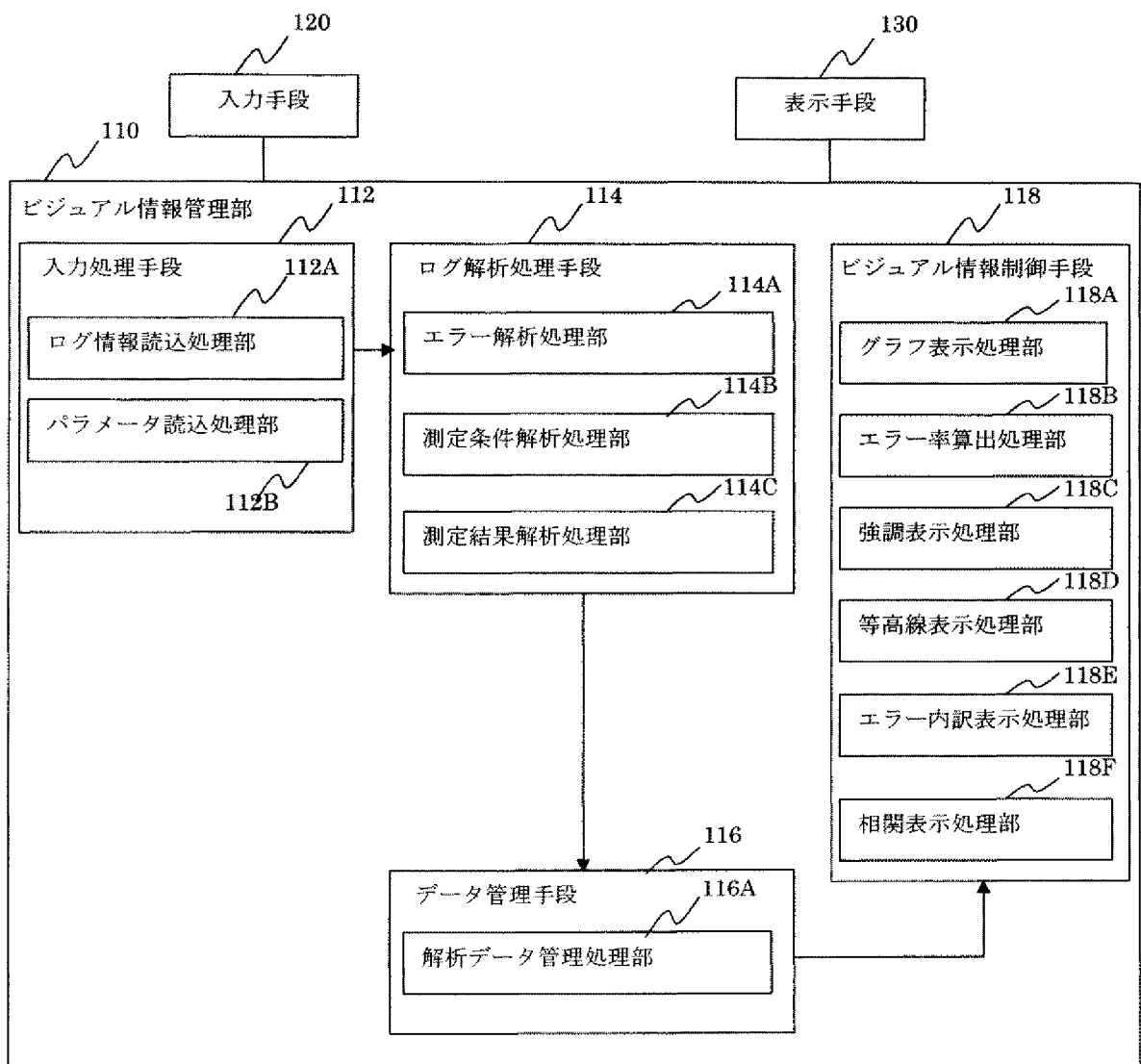
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

装置 601	クラス 602	レシピ 603
Machine001	Class001	Recipe001
Machine 002	Class002	Recipe002
Machine003	Class003	Recipe003
	Class004	Recipe004
	Class005	Recipe005

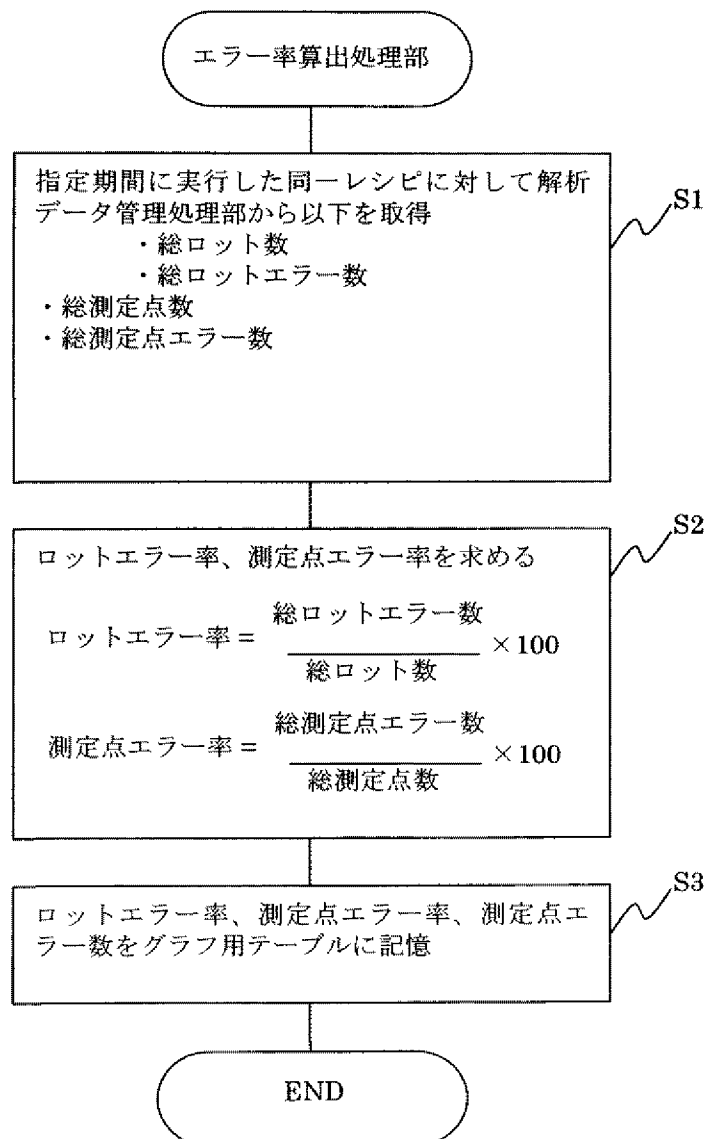
Recipe Lists 605

604

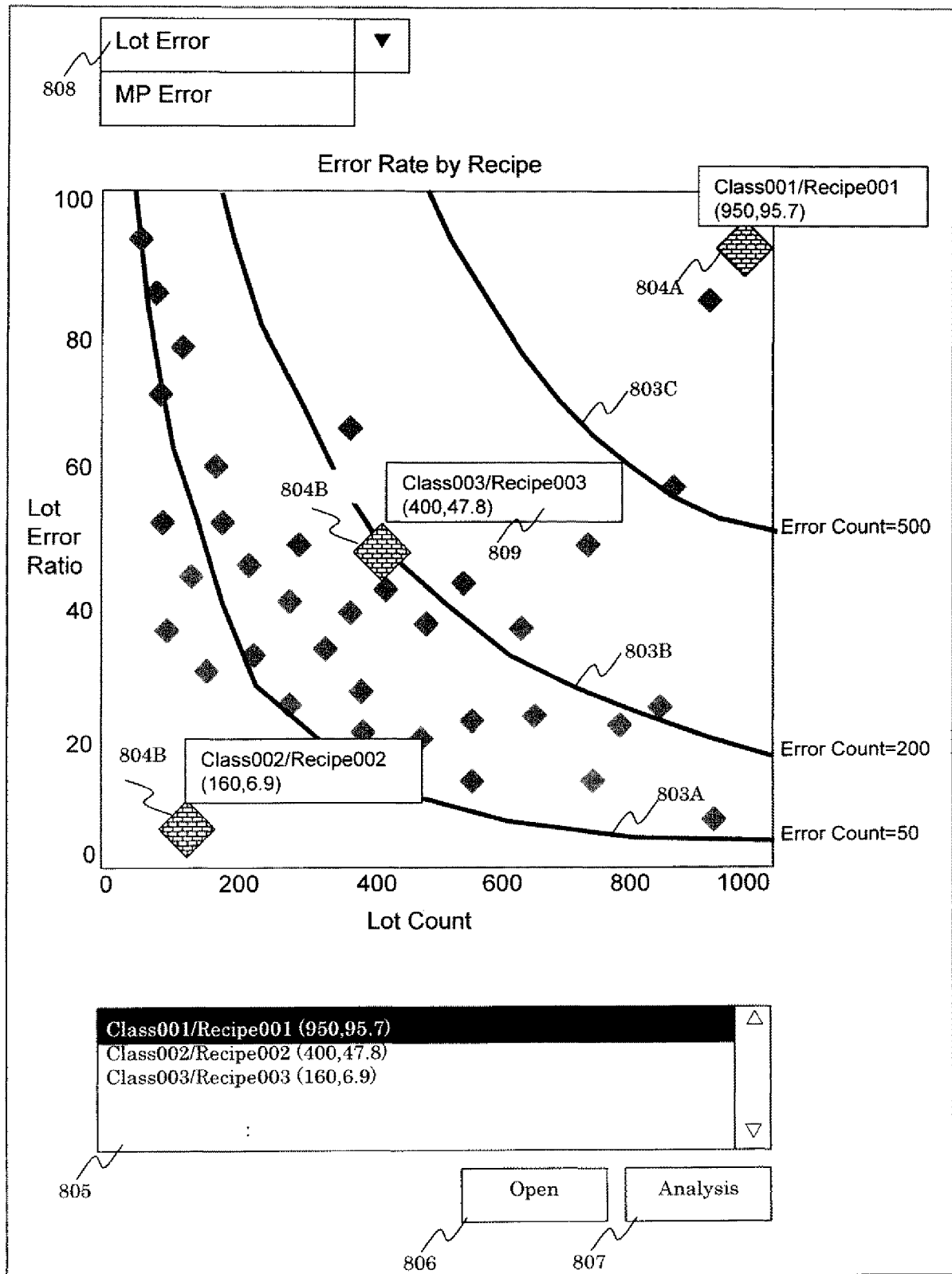
606

1. Machine001/Class001/Recipe001
2. Machine002/Class001/Recipe001
3. Machine001/Class002/Recipe002
4. Machine001/Class003/Recipe003

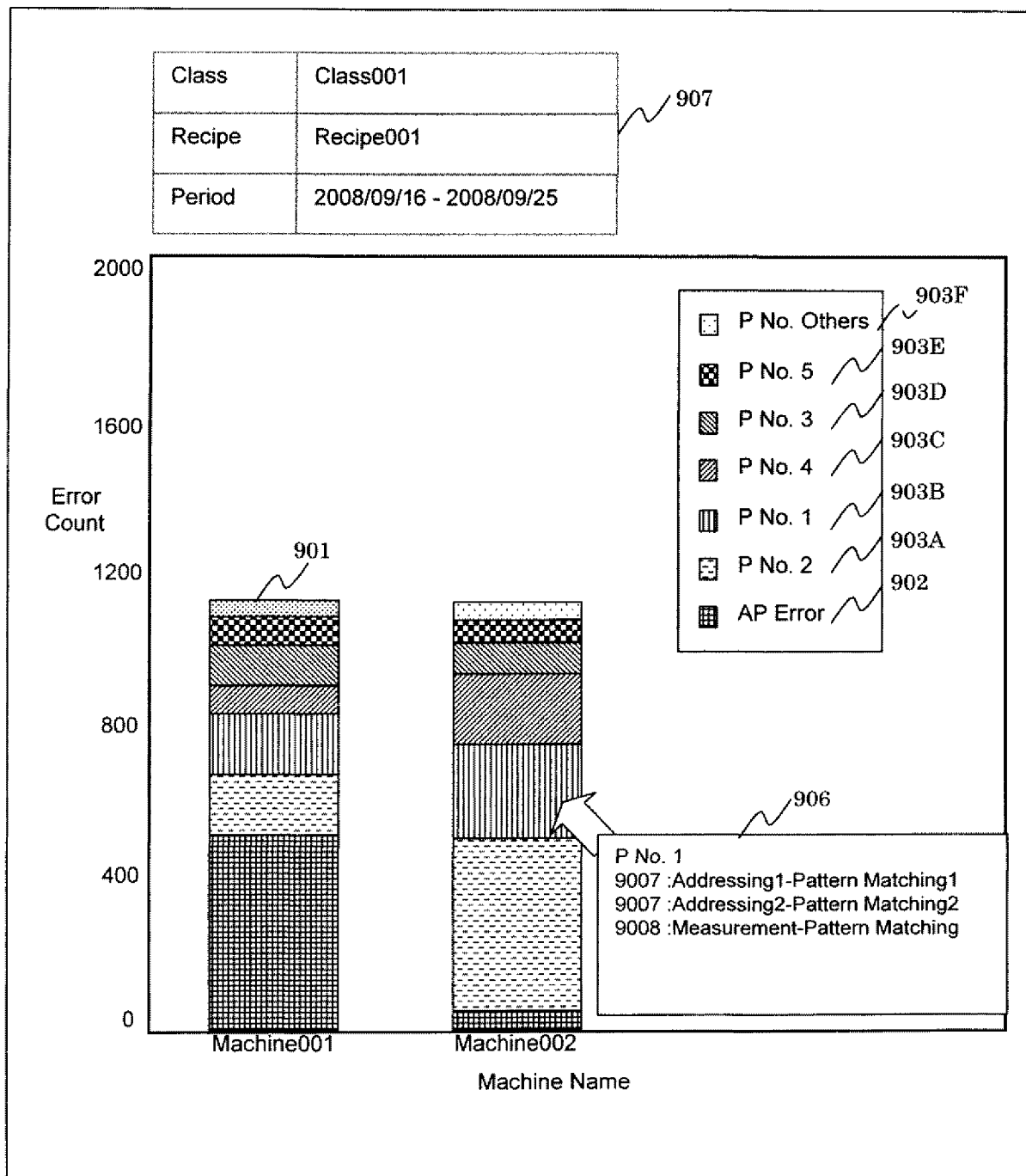
[図7]



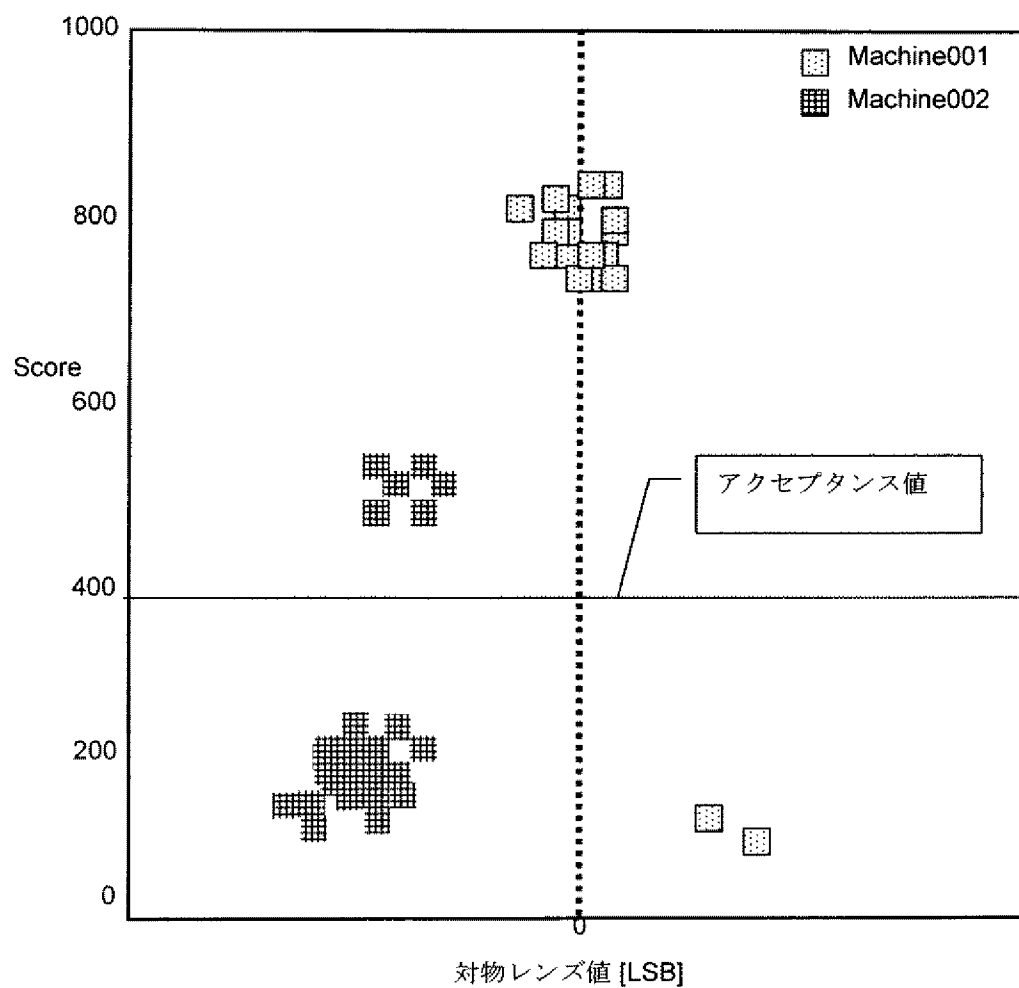
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056713

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/66(2006.01) i, G06T11/20(2006.01) i, H01J37/28(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)

H01L21/66, G06T11/20, H01J37/28

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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.
Y A	JP 2009-087591 A (Hitachi High-technologies Corp.), 23 April 2009 (23.04.2009), fig. 1 to 4; paragraphs [0011] to [0026] (Family: none)	1, 2, 5-8 3, 4, 9
Y	JP 2000-200819 A (Hitachi, Ltd.), 18 July 2000 (18.07.2000), fig. 26, 28 to 32, 40 to 43, 50, 52 to 54 (Family: none)	1, 2, 5-8
A	JP 2007-024737 A (Hitachi High-technologies Corp.), 01 February 2007 (01.02.2007), fig. 1 to 16; paragraphs [0009] to [0039] & US 2007/0019185 A1 & US 2009/0153848 A1	1-9



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

11 May, 2010 (11.05.10)

Date of mailing of the international search report

25 May, 2010 (25.05.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/66(2006.01)i, G06T11/20(2006.01)i, H01J37/28(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（I P C））

Int.Cl. H01L21/66, G06T11/20, H01J37/28

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
Y A	JP 2009-087591 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2009.04.23, 図1-4, 【0011】-【0026】（ファミリーなし）	1, 2, 5-8 3, 4, 9
Y	JP 2000-200819 A（株式会社日立製作所）2000.07.18, 図26, 2 8-32, 40-43, 50, 52-54（ファミリーなし）	1, 2, 5-8
A	JP 2007-024737 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2007.02.01, 図1-16, 【0009】-【0039】 & US 2007/0019185 A1 & US 2009/0153848 A1	1-9

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
1 1 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日
2 5 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（I S A / 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）

4 R

4 0 3 6

坂本 薫昭

電話番号 03-3581-1101 内線 3471