

明 細 書

発明の名称：

基板処理システム、基板処理方法、およびマップ作成装置

技術分野

[0001] 本開示の種々の側面および実施形態は、基板処理システム、基板処理方法、およびマップ作成装置に関する。

背景技術

[0002] 下記の特許文献1には、検査装置が検出した欠陥位置座標に基づいて欠陥の分布状態を解析し、繰り返し欠陥、密集欠陥、円弧状分布欠陥、放射状分布欠陥、線状分布欠陥、環・塊状分布欠陥等のうちいずれかの分布特徴カテゴリに分類する技術が開示されている。これにより、半導体ウエハの製造工程において、検査装置によって検出された欠陥データに基づいて欠陥分布状態解析を行い、装置あるいはプロセス起因の不良原因の特定を容易にすることができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-117229号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示は、処理の無駄を削減することができる基板処理システム、基板処理方法、およびマップ作成装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一側面は、基板処理システムであって、測定装置と、搬送装置と、マップ作成装置と、評価装置とを備える。測定装置は、基板に対して第1の工程の処理を行う第1の処理装置によって第1の工程が行われた後の基板のエラーを測定する。搬送装置は、第1の処理装置と、基板に対して第1の

工程の後に行われる第2の工程の処理を行う第2の処理装置と、前記測定装置とを含む複数の装置間で、基板を搬送する。マップ作成装置は、基板毎に、基板上におけるエラーの分布を示すエラーマップを作成する。評価装置は、基板毎に、エラーマップに基づいてエラーの重要度を示す評価値を算出する。評価装置は、評価値が予め定められた第1の閾値以上か否かの判定結果に応じて、第1の工程が行われた後の基板の搬送先を搬送装置に指示する。

発明の効果

[0006] 本開示の種々の側面および実施形態によれば、処理の無駄を削減することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、本開示の一実施形態における基板処理システムの一例を示すシステム構成図である。

[図2]図2は、マップ作成装置の一例を示すブロック図である。

[図3]図3は、エラー量の特定方法の一例を示す図である。

[図4]図4は、エラー量の特定方法の一例を示す図である。

[図5]図5は、エラーテーブルの一例を示す図である。

[図6]図6は、エラー量の更新方法の一例を説明するための図である。

[図7]図7は、エラー量の更新方法の一例を説明するための図である。

[図8]図8は、マップ作成装置の処理の一例を示すフローチャートである。

[図9]図9は、評価装置の一例を示すブロック図である。

[図10]図10は、基準マップテーブルの一例を示す図である。

[図11]図11は、影響度テーブルの一例を示す図である。

[図12]図12は、評価値テーブルの一例を示す図である。

[図13]図13は、基板処理システムの動作の一例を示すシーケンス図である。

[図14]図14は、評価装置およびマップ作成装置の機能を実現するコンピュータの一例を示すハードウェア構成図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下に、基板処理システム、基板処理方法、およびマップ作成装置の実施形態について、図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態により、開示される基板処理システム、基板処理方法、およびマップ作成装置が限定されるものではない。

[0009] 半導体装置の製造工程には、複数の工程が含まれる。また、一般的には、全ての工程の処理が終了した場合に、基板の検査が行われ、パーティクルの数が所定数以下か否かや電気特性が所定の基準を満たすか否か等の検査が行われる。

[0010] ところで、全ての工程が終了した後にのみ検査が行われる場合、途中の工程において基板が所望の特性を満たさない状態になったか否かが判定されない。そのため、途中の工程において基板が既に所望の特性を満たさない状態になったとしても、最後の工程まで処理が行われ、最後の処理が行われた後に基板が所望の特性を満たさないと判定され、基板が廃棄されることになる。所望の特性を満たさない状態になった基板に対して行われるその後の処理は、無駄な処理である。そのため、半導体製造装置の稼働時間やその時に使用される処理ガスおよび電力等が無駄に消費されることになる。

[0011] そこで、本開示は、処理の無駄を削減することができる技術を提供する。

[0012] [基板処理システム10の構成]

図1は、本開示の一実施形態における基板処理システム10の一例を示すシステム構成図である。基板処理システム10は、評価装置20、および処理グループ12-1～12-m (mは2以上の自然数)を備える。評価装置20は、LAN (Local Area Network) 等の通信網11を介して、処理グループ12-1～12-mのそれぞれと通信を行う。処理グループ12-1～12-mのそれぞれには、マップ作成装置30-1～30-n (nは2以上の自然数)、測定装置40-1～40-n、処理装置50-1～50-n、搬送装置60-1～60-n、收容装置13、および收容装置14が設けられている。

[0013] なお、以下では、処理グループ12-1～12-mのそれぞれを区別する

ことなく総称する場合に処理グループ12と記載し、マップ作成装置30-1~30-nのそれぞれを区別することなく総称する場合にマップ作成装置30と記載する。また、以下では、測定装置40-1~40-nのそれぞれを区別することなく総称する場合に測定装置40と記載し、処理装置50-1~50-nのそれぞれを区別することなく総称する場合に処理装置50と記載する。また、以下では、搬送装置60-1~60-nのそれぞれを区別することなく総称する場合に搬送装置60と記載する。

[0014] それぞれの処理装置50は、基板Wに対して、洗浄、成膜、エッチング、改質、CMP (Chemical Mechanical Polish) 等の処理を含む工程を実行する。処理装置50-1は、基板Wに対して、第1の工程の処理を行う。処理装置50-2は、基板Wに対して第1の工程の後に行われる第2の工程の処理を行う。処理装置50-nは、基板Wに対して第(n-1)の工程の後に行われる第nの工程の処理を行う。それぞれの処理装置50は、基板Wを1つずつ処理してもよく、複数の基板Wを一括して処理してもよい。処理装置50-1は第1の処理装置の一例であり、処理装置50-2は第2の処理装置の一例である。

[0015] それぞれの測定装置40は、基板W毎に、処理装置50によって処理が行われた基板Wのエラーを測定する。例えば、測定装置40-1は、処理装置50-1によって第1の工程の処理が行われた基板Wのエラーを測定し、測定したエラーの情報をマップ作成装置30-1へ出力する。また、例えば、測定装置40-nは、処理装置50-nによって第nの工程の処理が行われた基板Wのエラーを測定し、測定したエラーの情報をマップ作成装置30-nへ出力する。基板Wのエラーの情報としては、例えば、基板W上のパーティクル、基板W上に形成された膜の厚さ、および、基板W上に形成されたデバイス（以下、チップと記載する場合がある）の電気特性等に関するエラーの情報がある。

[0016] それぞれのマップ作成装置30は、基板W毎に、測定装置40から出力されたエラーの情報に基づいて、基板W上におけるエラーの分布を示すエラー

マップを作成し、作成されたエラーマップを通信網 11 を介して評価装置 20 へ送信する。例えば、マップ作成装置 30-1 は、測定装置 40-1 によって測定されたエラーの情報に基づいてエラーマップを作成し、マップ作成装置 30-n は、測定装置 40-n によって測定されたエラーの情報に基づいてエラーマップを作成する。

[0017] 収容装置 13 は、それぞれの処理グループ 12 において処理が行われた基板 W の中で、各工程におけるエラーの重要度を示す評価値が予め定められた値未満となった基板 W、即ち、予め定められた基準を満たす基板 W を収容する。一方、収容装置 14 は、それぞれの処理グループ 12 において処理が行われた基板 W の中で、いずれかの工程における評価値が予め定められた値以上となった基板 W、即ち、予め定められた基準を満たさなかった基板 W を収容する。収容装置 14 内に収容された基板 W は廃棄される。

[0018] それぞれの搬送装置 60 は、評価装置 20 の指示に応じて、収容装置 13、収容装置 14、測定装置 40、および処理装置 50 の間で基板 W を搬送する。例えば、搬送装置 60-1 は、処理装置 50-1 によって第 1 の工程の処理が行われた基板 W を、測定装置 40-1 へ搬送し、測定装置 40-1 によって測定が行われた基板 W を、評価装置 20 からの指示に応じて、処理装置 50-2 または収容装置 14 へ搬送する。また、搬送装置 60-n は、処理装置 50-n によって第 n の工程の処理が行われた基板 W を、測定装置 40-n へ搬送し、測定装置 40-n によって測定が行われた基板 W を、評価装置 20 からの指示に応じて、収容装置 13 または収容装置 14 へ搬送する。

[0019] 評価装置 20 は、通信網 11 を介して、それぞれのマップ作成装置 30 から基板 W 毎のエラーマップを受信し、受信したエラーマップに基づいて評価値を算出する。そして、評価装置 20 は、基板 W 毎に、算出された評価値に基づいて基板 W の搬送先を制御する。例えば、評価装置 20 は、マップ作成装置 30-1 から受信した基板 W のエラーマップに基づいて算出された評価値が予め定められた値以上か否かの判定結果に応じて基板 W の搬送先を決定す

る。例えば、評価装置20は、評価値が予め定められた値未満の場合、基板Wを処理装置50-2へ搬送することを指示する制御指示を搬送装置60-1へ送信する。一方、評価値が予め定められた値以上の場合、基板Wを収容装置14へ搬送することを指示する制御指示を搬送装置60-1へ送信する。また、例えば、評価装置20は、マップ作成装置30-nから受信した基板Wのエラーマップに基づいて算出された評価値が予め定められた値未満の場合、基板Wを収容装置13へ搬送することを指示する制御指示を搬送装置60-nへ送信する。一方、マップ作成装置30-nから受信した基板Wのエラーマップに基づいて算出された評価値が予め定められた値以上の場合、基板Wを収容装置14へ搬送することを指示する制御指示を搬送装置60-nへ送信する。

[0020] [マップ作成装置30の構成]

図2は、マップ作成装置30の一例を示すブロック図である。マップ作成装置30は、DB(Data Base)31、エラー量特定部32、更新部33、および作成部34を有する。

[0021] エラー量特定部32は、基板W上に形成されるチップの配置を示す情報であるチップマップを、通信網11を介して評価装置20から取得する。また、エラー量特定部32は、基板W毎に、エラーの情報を測定装置40から取得する。そして、エラー量特定部32は、チップマップに基づいて、基板W毎に、それぞれのチップ領域におけるエラーの量を示す数値であるエラー量を特定する。そして、エラー量特定部32は、特定されたチップ領域毎のエラー量の値を更新部33へ出力する。

[0022] 例えばエラーの情報がパーティクルの基板W上での座標である場合、例えば図3に示されるように、チップ領域70内のパーティクル71の数が、チップ領域70におけるエラー量として特定される。図3の例では、チップ領域70内に6個のパーティクル71が存在するため、エラー量は「6」と特定される。

[0023] また、例えばエラーの情報が、測定された膜厚と目標となる膜厚との差で

ある場合、例えば図4に示されるように、チップ領域72に膜厚が測定される測定位置74（例えば n_1 ）が含まれる場合には、測定値の絶対値がチップ領域72のエラー量として特定される。一方、測定位置74が含まれないチップ領域73であれば、周囲の測定位置74（ $n_2 \sim n_5$ ）における測定値と、チップ領域73からそれぞれの測定位置74までの距離（ $d_2 \sim d_5$ ）とを用いて算出された値の絶対値がチップ領域73のエラー量として特定される。この場合、エラー量特定部32は、例えばIDW（逆距離加重）等を用いてチップ領域73のエラー量を特定する。

[0024] また、例えばエラーの情報が、チップ毎の電気特性である場合、例えば電気特性が予め定められた条件を満たすチップのチップ領域におけるエラー量は例えば「0」と特定される。一方、例えば電気特性が予め定められた条件を満たさないチップのチップ領域におけるエラー量は例えば「1」と特定される。

[0025] DB31には、例えば図5に示されるようなエラーテーブル310が格納されている。エラーテーブル310には、エラー量の合計値の範囲に対応付けて、その範囲のエラー量の合計値が測定された基板Wの数が格納される。エラーテーブル310に格納されたデータを参照することにより、基板Wのエラー量の合計値が、エラー量の合計値の度数分布においてエラー量の多い順に予め定められた割合に含まれるか否かを判定することができる。なお、エラーテーブル310内には、初期状態において、実験等によって測定されたいくつかの基板Wのデータが予め格納されている。

[0026] 更新部33は、基板W毎に、チップ領域毎に特定されたエラー量の合計値を算出する。そして、更新部33は、エラーテーブル310を参照し、算出されたエラー量の合計値が含まれるエラー量の範囲を特定する。そして、更新部33は、特定されたエラー量の範囲に対応付けられている基板の数を1増やす。

[0027] 次に、更新部33は、算出されたエラー量の合計値が、エラーテーブル310に格納された複数の基板Wのエラー量の合計値の度数分布を示す母集団

の中で予め定められた範囲内に含まれるか否かを判定する。母集団の中における予め定められた範囲内とは、例えば度数分布の平均値＋3 σ 未満の範囲内である。「 σ 」は、エラー量の分布の標準偏差である。

[0028] エラー量の合計値が度数分布の平均値＋3 σ 未満の範囲内にある場合、更新部33は、製品を識別する製品ID、現在の工程を識別する工程ID、および基板Wを識別する基板IDと共に、予め定められた値の悪化レベルを評価装置20へ送信する。悪化レベルとは、エラーの原因の悪化の度合いを示す数値である。予め定められた値の悪化レベルは、例えば「0」である。現在の工程とは、マップ作成装置30-1では、例えば処理装置50-1において行われる工程であり、マップ作成装置30-nでは、例えば処理装置50-nにおいて行われる工程である。

[0029] 一方、基板Wのエラー量の合計値が度数分布の平均値＋3 σ 以上の範囲内にある場合、更新部33は、エラーが含まれるチップ領域毎に、即ち、エラー量の値が1以上のチップ領域毎にエラー量を更新する。このように、エラー量の合計値が度数分布の平均値＋3 σ 以上となった基板Wについてチップ領域毎のエラー量を更新することにより、全ての基板Wについてエラー量の更新処理を行う場合に比べて、エラー量の更新処理を削減することができる。

[0030] 例えば、更新部33は、エラーが含まれるチップ領域毎に、チップ領域のエラー量を、チップ領域のエラー量と、チップ領域に隣接する他のチップ領域のエラー量との合計値で更新する。そして、更新部33は、基板W毎に、それぞれのチップ領域について更新されたエラー量を作成部34へ出力する。

[0031] 例えば図6に示されるように、対象となるチップ領域75のエラー量が「1」であり、チップ領域75に隣接する他のチップ領域76のエラー量が、それぞれ「5」、「3」、「8」、「10」、「0」、「2」、「13」、および「2」である場合を例に説明する。チップ領域75のエラー量と、チップ領域75に隣接する他のチップ領域76のエラー量との合計値は「44

」なので、例えば図7に示されるように、更新部33は、対象となるチップ領域75のエラー量を「44」に更新する。

[0032] このように、エラーが含まれるチップ領域毎に、チップ領域に隣接する他のチップ領域のエラー量を加算することにより、エラーが密集している基板W上の領域において、エラーを強調することができる。これにより、エラーが密集している領域が強調され、エラーの分布の特徴が強調される。

[0033] 作成部34は、基板W毎に、更新部33によって更新されたチップ領域毎のエラー量の度数分布に基づいて、複数のチップ領域の中でエラー量が高い順に予め定められた割合のチップ領域を特定する。予め定められた割合とは、例えば3%である。そして、作成部34は、特定されたチップ領域の分布をエラーマップとして作成し、作成されたエラーマップを、製品ID、工程ID、および基板IDと共に、通信網11を介して評価装置20へ送信する。

[0034] [マップ作成装置30の処理]

図8は、マップ作成装置30の処理の一例を示すフローチャートである。図8に例示された処理は、基板W毎に実行される。例えば測定装置40からエラーの情報を受信した場合に、マップ作成装置30は、図8に例示される処理を開始する。なお、図8に例示された処理が開始される前に、エラー量特定部32は、通信網11を介して評価装置20からチップマップを受信している。

[0035] まず、エラー量特定部32は、チップマップに基づいて、それぞれのチップ領域におけるエラー量を特定する(S100)。そして、エラー量特定部32は、特定されたチップ領域毎のエラー量の値を更新部33へ出力する。

[0036] 次に、更新部33は、チップ領域毎に特定されたエラー量の合計値を算出し、エラーテーブル310を参照し、算出されたエラー量の合計値が含まれるエラー量の範囲を特定する。そして、更新部33は、特定されたエラー量の範囲に対応付けられている基板の数を1増やす(S101)。

[0037] 次に、更新部33は、算出されたエラー量の合計値が、エラーテーブル3

10に格納された複数の基板Wのエラー量の合計値の度数分布を示す母集団の中で予め定められた範囲内に含まれるか否かを判定する(S102)。算出されたエラー量の合計値が、予め定められた範囲内に含まれる場合(S102: Yes)、更新部33は、製品ID、工程ID、および基板IDと共に、予め定められた値の悪化レベルを評価装置20へ送信する(S103)。そして、マップ作成装置30は、本フローチャートに示された処理を終了する。

[0038] 一方、算出されたエラー量の合計値が、予め定められた範囲内に含まれない場合(S102: No)、更新部33は、エラーが含まれるチップ領域毎に、当該チップ領域に隣接する他のチップ領域のエラー量を加算することにより、エラー量を更新する(S104)。そして、更新部33は、それぞれのチップ領域について更新されたエラー量を作成部34へ出力する。

[0039] 次に、作成部34は、更新部33によって更新されたチップ領域毎のエラー量の度数分布に基づいて、複数のチップ領域の中でエラー量が高い順に予め定められた割合のチップ領域を特定する。そして、作成部34は、特定されたチップ領域の分布をエラーマップとして作成する(S105)。ステップS105は、h)の工程の一例である。そして、作成部34は、作成されたエラーマップを、製品ID、工程ID、および基板IDと共に、通信網11を介して評価装置20へ送信し、マップ作成装置30は、本フローチャートに示された処理を終了する。

[0040] [評価装置20の構成]

図9は、評価装置20の一例を示すブロック図である。評価装置20は、出力部21、DB22、チップマップ提供部23、悪化レベル特定部24、および評価値算出部25を有する。

[0041] DB22には、製品毎のチップマップが格納されている。また、DB22には、基準マップテーブル、影響度テーブル、および評価値テーブルが格納されている。図10は、基準マップテーブル220の一例を示す図である。基準マップテーブル220には、製品ID221毎に、個別テーブル222

が格納されている。個別テーブル 222 には、基準マップに対応付けて、悪化レベル、原因装置、および原因が格納される。基準マップは、予め定められたエラーの分布を示すエラーマップである。悪化レベルは、基準マップに対応するエラーの原因の悪化の程度を示す数値である。原因装置は、エラーの原因となる装置の識別情報を示す。原因は、エラーの原因を示す。なお、製品毎のチップマップは、必ずしも DB 22 内に格納されていなくてもよく、評価装置 20 は、製品の処理毎に上位管理サーバ等から、対応する製品のチップマップを取得してもよい。

[0042] 図 11 は、影響度テーブル 223 の一例を示す図である。影響度テーブル 223 には、製品 ID 224 毎に、個別テーブル 225 が格納されている。個別テーブル 225 には、工程を識別する工程 ID に対応付けて、当該工程にエラーが発生した場合の影響の大きさを示す影響度が格納される。

[0043] 図 12 は、評価値テーブル 226 の一例を示す図である。評価値テーブル 226 には、製品 ID 227 毎に、個別テーブル 228 が格納されている。個別テーブル 228 には、基板 ID 229 毎に、個別テーブル 230 が格納されている。個別テーブル 230 には、工程 ID に対応付けて、当該工程 ID に対応する工程において算出された評価値、当該工程にエラーが発生した場合の原因となる装置を識別する原因装置、およびその原因が格納される。また、個別テーブル 230 には、評価値の合計値が格納される。

[0044] 図 9 に戻って説明を続ける。チップマップ提供部 23 は、DB 22 内に格納されている製品のチップマップを、当該製品の製造を行う処理グループ 12 に含まれるそれぞれのマップ作成装置 30 へ、通信網 11 を介して提供する。

[0045] 悪化レベル特定部 24 は、通信網 11 を介してマップ作成装置 30 から製品 ID、工程 ID、基板 ID と共にエラーマップを受信した場合、DB 22 内の基準マップテーブル 220 を参照し、受信した製品 ID に対応する個別テーブル 222 を特定する。そして、悪化レベル特定部 24 は、特定された個別テーブル 222 内に格納されている基準マップの中から、受信したエラ

ーマップとの類似度が最も高い基準マップを1つ特定する。悪化レベル特定部24は、例えばCNN (Convolutional Neural Network) やNMF (Non negative Matrix Factorization) 等を用いて、受信したエラーマップとの類似度が最も高い基準マップを1つ特定する。

[0046] そして、悪化レベル特定部24は、個別テーブル222を参照し、特定された基準マップに対応付けられている悪化レベル、原因装置、および原因を特定する。そして、悪化レベル特定部24は、特定された悪化レベルと共に、当該悪化レベルに対応付けられている原因装置、原因、製品ID、工程ID、および基板IDを評価値算出部25へ出力する。

[0047] また、悪化レベル特定部24は、マップ作成装置30から、製品ID、工程ID、基板IDと共に、予め定められた悪化レベル（例えば「0」）を受信した場合、受信した悪化レベルを、受信した製品ID、工程ID、基板IDと共に、評価値算出部25へ出力する。この場合、評価値算出部25へは、原因装置および原因は出力されない。

[0048] 評価値算出部25は、悪化レベル、製品ID、工程ID、および基板IDが悪化レベル特定部24から出力された場合に、DB22内の影響度テーブル223を参照して、製品IDに対応する個別テーブル225を特定する。そして、評価値算出部25は、特定された個別テーブル225を参照して、工程IDに対応付けられた影響度を抽出する。

[0049] そして、評価値算出部25は、悪化レベル特定部24から出力された悪化レベルと、個別テーブル225から抽出された影響度との積を、工程IDに対応する工程の処理が行われた後の基板Wの評価値として算出する。悪化レベル特定部24から出力された悪化レベルが例えば「2」であり、個別テーブル225から抽出された影響度が例えば「3」である場合、評価値算出部25は、評価値を例えば「6」と算出する。

[0050] 次に、評価値算出部25は、算出された評価値が第1の閾値以上であるか否かを判定する。算出された評価値が第1の閾値未満である場合、評価値算出部25は、工程IDに対応する工程において基板Wの搬送を行う搬送装置

60に、次の工程を行う処理装置50へ基板Wを搬送することを指示する制御指示を送信する。なお、工程IDに対応する工程が第nの工程である場合、評価値算出部25は、基板Wを収容装置13へ搬送することを指示する制御指示を搬送装置60-nへ送信する。

[0051] 一方、算出された評価値が第1の閾値以上である場合、評価値算出部25は、工程IDに対応する工程において基板Wの搬送を行う搬送装置60に、基板Wを収容装置14へ搬送することを指示する制御指示を送信する。これにより、基板Wが廃棄され、大きなエラーを含む基板Wに対して、無駄に処理が施されることを防止することができる。本実施形態において、第1の閾値は、例えば「30」である。

[0052] また、算出された評価値が第1の閾値より大きい第2の閾値以上である場合、評価値算出部25は、さらに、工程IDに対応する工程の処理を行う処理装置50の停止を指示する制御指示を送信する。これにより、大きなエラーを発生させる処理装置50を停止し、エラーを含む基板Wが製造されることを防止することができる。本実施形態において、第2の閾値は、例えば「70」である。処理装置50を停止させた場合、評価値算出部25は、処理装置50を停止させたことを評価装置20のユーザ等に通知してもよい。

[0053] 次に、評価値算出部25は、DB22内の評価値テーブル226を参照して、悪化レベル特定部24から出力された製品IDに対応する個別テーブル228を特定する。そして、評価値算出部25は、特定された個別テーブル228において、悪化レベル特定部24から出力された基板IDに対応する個別テーブル230を特定する。そして、評価値算出部25は、特定された個別テーブル230内において、悪化レベル特定部24から出力された工程IDに対応付けて、算出された評価値を格納する。

[0054] なお、工程IDと共に、原因装置および原因が悪化レベル特定部24から出力された場合、評価値算出部25は、算出された評価値と共に、原因装置および原因を工程IDに対応付けて個別テーブル230に格納する。そして、工程IDが最後の工程に対応する工程IDである場合、評価値算出部25

は、それぞれの工程の評価値の合計値を個別テーブル 230 内に格納する。
なお、基板 W が破棄された場合や、処理装置 50 を停止させた場合でも、その工程までの評価値、原因装置、および原因が個別テーブル 230 内に格納される。

[0055] 出力部 21 は、評価値テーブル 226 内のデータを、複数の基板 W の情報を管理する管理サーバへ出力する。なお、出力部 21 は、評価装置 20 に接続されたモニタやプリンタ等に、評価値テーブル 226 内のデータを出力してもよい。

[0056] [基板処理システム 10 の動作]

次に、図 13 は、基板処理システム 10 の動作の一例を示すシーケンス図である。

[0057] まず、評価装置 20 のチップマップ提供部 23 は、製品に対応するチップマップを、当該製品を製造する処理グループ 12 内のそれぞれのマップ作成装置 30 へ通信網 11 を介して送信する (S200)。マップ作成装置 30 は、チップマップを取得する。ステップ S200 は、e) の工程の一例である。

[0058] 次に、処理装置 50 は、基板 W に対して、予め定められた工程の処理を行う (S201)。そして、搬送装置 60 は、基板 W を処理装置 50 から測定装置 40 へ搬送する (S202)。

[0059] 次に、測定装置 40 は、基板 W 毎に基板 W のエラーを測定する (S203)。ステップ S203 は、a) の工程の一例である。そして、測定装置 40 は、測定された基板 W 毎のエラーの情報をマップ作成装置 30 へ出力する (S204)。

[0060] 次に、マップ作成装置 30 のエラー量特定部 32 は、評価装置 20 から受信したチップマップと、測定装置 40 から出力されたエラーの情報とを用いて、基板 W 毎にそれぞれのチップ領域のエラー量を特定する (S205)。ステップ S205 は、f) の工程の一例である。

[0061] 次に、更新部 33 は、特定されたエラー量の合計値が、エラーテーブル 3

10に格納された複数の基板Wのエラー量の合計値の度数分布を示す母集団の中で予め定められた範囲内に含まれるか否かを判定することにより、基板Wが良品か否かを判定する(S206)。基板Wが良品と判定された場合(S206:Yes)、マップ作成装置30は、評価装置20にその旨を通知する。評価装置20は、基板Wを次の工程の処理を行う処理装置50への搬送を搬送装置60に指示する(S214)。搬送装置60は、測定装置40によってエラーの測定が行われた基板Wを、次の工程の処理を行う処理装置50へ搬送する。

[0062] 一方、基板Wが良品と判定されなかった場合(S206:No)、マップ作成装置30の更新部33は、複数の基板Wにおけるエラー量の合計値の分布において、エラー量の合計値が平均値+ 3σ 以上の範囲内にある基板Wについて、エラーが含まれるチップ領域毎に、エラー量を更新する(S207)。ステップS207では、エラーが含まれるチップ領域毎に、チップ領域に隣接する他のチップ領域のエラー量が加算される。ステップS207は、g)の工程の一例である。

[0063] 次に、マップ作成装置30の作成部34は、基板W毎に、エラーマップを作成する(S208)。ステップS208は、b)の工程の一例である。ステップS208では、作成部34は、更新部33によって更新されたチップ領域毎のエラー量の分布に基づいて、複数のチップ領域の中でエラー量が多い順に予め定められた割合のチップ領域を特定する。そして、作成部34は、特定されたチップ領域の分布をエラーマップとして作成し、作成されたエラーマップを、製品ID、工程ID、および基板IDと共に、通信網11を介して評価装置20へ送信する(S209)。

[0064] 次に、評価装置20の悪化レベル特定部24は、DB22内の基準マップテーブル220を参照し、受信したエラーマップとの類似度が最も高い基準マップを1つ特定し、特定された基準マップに対応付けられている悪化レベルを特定する(S210)。そして、悪化レベル特定部24は、特定された悪化レベル、当該悪化レベルに対応付けられている原因装置、原因、製品I

D、工程 I D、および基板 I Dを評価値算出部 2 5 へ出力する。

[0065] 次に、評価装置 2 0 の評価値算出部 2 5 は、基板 W 毎に、D B 2 2 内の影響度テーブル 2 2 3 を参照して工程の影響度を抽出する。そして、評価値算出部 2 5 は、抽出された影響度と、悪化レベルとの積を、その工程の処理が行われた後の基板 W の評価値として算出する (S 2 1 1)。ステップ S 2 1 1 は、c) の工程の一例である。

[0066] 次に、評価値算出部 2 5 は、算出された評価値が第 1 の閾値以上であるかを判定することにより、基板 W を廃棄するか否かを判定する (S 2 1 2)。基板 W を廃棄すると判定されなかった場合 (S 2 1 2 : No)、ステップ S 2 1 4 に示された処理が実行される。そして、評価値算出部 2 5 は、評価値を D B 2 2 内に格納する。

[0067] 一方、基板 W を廃棄すると判定された場合、評価値算出部 2 5 は、搬送装置 6 0 に、基板 W を収容装置 1 4 へ搬送することを指示する制御指示を送信することにより、基板 W の廃棄を指示する (S 2 1 3)。そして、評価値算出部 2 5 は、評価値を D B 2 2 内に格納する。搬送装置 6 0 は、測定装置 4 0 によってエラーの測定が行われた基板 W を収容装置 1 4 へ搬送することにより廃棄する。評価値が第 1 の閾値以上の基板 W を、次の工程を行う処理装置 5 0 へ搬送することなく廃棄する処理は、d) の工程の一例である。

[0068] [ハードウェア]

評価装置 2 0 およびマップ作成装置 3 0 は、例えば図 1 4 に示すような構成のコンピュータ 9 0 により実現される。図 1 4 は、評価装置 2 0 およびマップ作成装置 3 0 の機能を実現するコンピュータ 9 0 の一例を示す図である。コンピュータ 9 0 は、CPU (Central Processing Unit) 9 1、RAM (Random Access Memory) 9 2、ROM (Read Only Memory) 9 3、補助記憶装置 9 4、通信 I/F (インターフェイス) 9 5、入出力 I/F 9 6、およびメディア I/F 9 7 を備える。

[0069] CPU 9 1 は、ROM 9 3 または補助記憶装置 9 4 に格納されたプログラムに基づいて動作し、各部の制御を行う。ROM 9 3 は、コンピュータ 9 0

の起動時にCPU91によって実行されるブートプログラムや、コンピュータ90のハードウェアに依存するプログラム等を格納する。

[0070] 補助記憶装置94は、例えばHDD (Hard Disk Drive) またはSSD (Solid State Drive) 等であり、CPU91によって実行されるプログラムおよび当該プログラムによって使用されるデータ等を格納する。CPU91は、当該プログラムを、補助記憶装置94から読み出してRAM92上にロードし、ロードしたプログラムを実行する。

[0071] コンピュータ90が評価装置20として機能する場合、通信I/F95は、通信網11を介してマップ作成装置30および処理装置50との間で通信を行う。コンピュータ90がマップ作成装置30として機能する場合、通信I/F95は、測定装置40との間で通信を行い、通信網11を介して評価装置20との間で通信を行う。通信I/F95は、他の装置からデータを受信してCPU91へ送り、CPU91が生成したデータを他の装置へ送信する。

[0072] CPU91は、入出力I/F96を介して、キーボード等の入力装置およびディスプレイ等の出力装置を制御する。CPU91は、入出力I/F96を介して、入力装置から入力された信号を取得してCPU91へ送る。また、CPU91は、生成したデータを、入出力I/F96を介して出力装置へ出力する。

[0073] メディアI/F97は、記録媒体98に格納されたプログラムまたはデータを読み取り、補助記憶装置94に格納する。記録媒体98は、例えばDVD (Digital Versatile Disc)、PD (Phase change rewritable Disk) 等の光学記録媒体、MO (Magneto-Optical disk) 等の光磁気記録媒体、テープ媒体、磁気記録媒体、または半導体メモリ等である。

[0074] コンピュータ90が評価装置20として機能する場合、コンピュータ90のCPU91は、RAM92上にロードされたプログラムを実行することにより、出力部21、チップマップ提供部23、悪化レベル特定部24、および評価値算出部25の各機能を実現する。RAM92、ROM93、または

補助記憶装置 94 には、DB 22 内のデータが格納される。

[0075] また、コンピュータ 90 がマップ作成装置 30 として機能する場合、コンピュータ 90 の CPU 91 は、RAM 92 上にロードされたプログラムを実行することにより、エラー量特定部 32、更新部 33、および作成部 34 の各機能を実現する。RAM 92、ROM 93、または補助記憶装置 94 には、DB 31 内のデータが格納される。

[0076] コンピュータ 90 の CPU 91 は、RAM 92 上にロードされるプログラムを、記録媒体 98 から読み取って補助記憶装置 94 に格納するが、他の例として、他の装置から、通信回線を介してプログラムを取得して補助記憶装置 94 に格納してもよい。

[0077] 以上、第 1 の実施形態について説明した。上記したように、本実施形態における基板処理システム 10 は、処理装置 50-1 と、処理装置 50-2 と、搬送装置 60-1 と、測定装置 40-1 と、マップ作成装置 30-1 と、評価装置 20 とを備える。処理装置 50-1 は、基板 W に対して第 1 の工程の処理を行う。処理装置 50-2 は、基板 W に対して第 1 の工程の後に行われる第 2 の工程の処理を行う。搬送装置 60-1 は、処理装置 50-1 によって第 1 の工程の処理が行われた基板 W を、処理装置 50-2 へ搬送する。測定装置 40-1 は、処理装置 50-1 によって第 1 の工程の処理が行われた基板 W のエラーを測定する。マップ作成装置 30-1 は、基板 W 毎に、基板 W 上におけるエラーの分布を示すエラーマップを作成する。評価装置 20 は、基板 W 毎に、エラーマップに基づいてエラーの重要度を示す評価値を算出する。搬送装置 60-1 は、評価値が予め定められた第 1 の閾値以上の基板 W を処理装置 50-2 へ搬送することなく廃棄する。これにより、処理の無駄を削減することができる。

[0078] また、上記した実施形態において、マップ作成装置 30-1 は、エラー量特定部 32 と、更新部 33 と、作成部 34 とを有する。エラー量特定部 32 は、基板 W 毎に、複数のチップが配置される基板 W 上の領域であるチップ領域のそれぞれについて、エラーの量を示す数値であるエラー量を特定する。

更新部 33 は、基板 W 毎に、エラーが含まれるチップ領域について、当該チップ領域のエラー量を、当該チップ領域のエラー量と、当該チップ領域に隣接する他のチップ領域のエラー量との合計値で更新する。作成部 34 は、基板 W 毎に、基板 W 上の複数のチップ領域の中でエラー量が多い順に予め定められた割合のチップ領域を特定し、特定されたチップ領域の分布をエラーマップとして作成する。これにより、エラーが密集している基板 W 上の領域を強調することができ、エラーの特徴が強調されたエラーマップを作成することができる。エラーマップを参照することにより、エラーの特徴を容易に判別することができる。

[0079] また、上記した実施形態において、更新部 33 は、チップ領域毎に特定されたエラー量の合計値が予め定められた値以上である基板 W について、チップ領域のエラー量を更新する。これにより、エラー量の更新処理を削減することができる。

[0080] また、上記した実施形態において、評価装置 20 は、悪化レベル特定部 24 および評価値算出部 25 を有する。悪化レベル特定部 24 は、予め定められた複数の異なるエラーマップである基準マップのそれぞれに、当該基準マップの分布となるエラーの原因の悪化の程度を示す数値である悪化レベルが対応付けられたデータを参照して、基板 W 毎に、マップ作成装置 30-1 によって作成されたエラーマップとの類似度が最も高い基準マップに対応付けられた悪化レベルを特定する。評価値算出部 25 は、基板 W 毎に、悪化レベルと、第 1 の工程の影響度との積を、第 1 の工程の処理が行われた後の基板 W の評価値として算出する。これにより基板 W 毎に、評価値を算出することができる。

[0081] また、上記した実施形態において、悪化レベル特定部 24 は、予め定められた複数の異なるエラーマップである基準マップのそれぞれに、当該基準マップの分布となるエラーの原因が対応付けられたデータを参照して、基板 W 毎に、マップ作成装置 30-1 によって作成されたエラーマップとの類似度が最も高い基準マップに対応付けられた原因をさらに特定する。評価装置 2

0は、悪化レベル特定部24によって特定された原因を、基板Wの識別情報に対応付けて出力する出力部21を有する。これにより、基板処理システム10のユーザ等は、基板Wが廃棄された原因を特定することができる。

[0082] また、上記した実施形態において、評価値算出部25は、評価値が第1の閾値よりも大きい第2の閾値以上である場合、処理装置50-1を停止させる。これにより、大きなエラーを発生させる処理装置50-1を停止させ、エラーを含む基板Wが製造されることを防止することができる。

[0083] また、上記した実施形態において、基板処理方法は、a)～d)の工程を含む。a)の工程では、基板W毎に、処理装置50-1によって第1の工程の処理が行われた基板Wのエラーが測定される。b)の工程では、基板W毎に、基板W上におけるエラーの分布を示すエラーマップが作成される。c)の工程では、基板W毎に、エラーマップに基づいてエラーの重要度を示す評価値が算出される。d)の工程では、評価値が予め定められた第1の閾値以上の基板Wが、基板Wに対して第1の工程の後に行われる第2の工程の処理を行う処理装置50-2へ搬送されることなく廃棄される。これにより、処理の無駄を削減することができる。

[0084] また、上記した実施形態において、マップ作成装置30は、エラー量特定部32と、更新部33と、作成部34とを有する。エラー量特定部32は、基板W毎に、チップが配置される基板W上の領域である複数のチップ領域のそれぞれについて、エラーの量を示す数値であるエラー量を特定する。更新部33は、基板W毎に、エラーが含まれるチップ領域について、当該チップ領域のエラー量を、当該チップ領域のエラー量と、当該チップ領域に隣接する他のチップ領域のエラー量との合計値で更新する。作成部34は、基板W毎に、基板W上の複数のチップ領域の中でエラー量が大きい順に予め定められた割合のチップ領域を特定し、特定されたチップ領域の分布をエラーマップとして作成する。これにより、エラーが密集している基板W上の領域を強調することができ、エラーの特徴が強調されたエラーマップを作成することができる。エラーマップを参照することにより、エラーの特徴を容易に判別

することができる。

[0085] [その他]

なお、本願に開示された技術は、上記した実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で数々の変形が可能である。

[0086] 例えば、上記した実施形態では、1つの工程の処理が行われる都度、基板Wに対してエラーの測定が行われ、エラーの量の大きさに応じて、基板Wに対して次の工程の処理が行われるか否かが判定されるが、開示の技術はこれに限られない。例えば、複数の工程の処理が行われた後に、基板Wに対してエラーの測定が行われ、エラーの量の大きさに応じて、基板Wに対して次の工程の処理が行われるか否かが判定されてもよい。ただし、この場合であっても、最後の工程以外の少なくとも1つの工程の処理が行われた後に、基板Wに対してエラーの測定が行われ、エラーの量の大きさに応じて、基板Wに対して次の工程の処理が行われるか否かが判定される。

[0087] また、上記した実施形態では、評価装置20とそれぞれのマップ作成装置30とが別々の装置により実現されたが、開示の技術はこれに限られない。評価装置20とそれぞれのマップ作成装置30とは、1つの装置によって実現されてもよい。

[0088] また、上記した実施形態における各構成要素は、基板処理システム10の構成の理解を容易にするために、主な処理内容に応じて機能別に区分したものである。そのため、構成要素の区分方法やその名称によって、本願発明が制限されることはない。本実施形態に係る基板処理システム10の構成は、処理内容に応じて、さらに多くの構成要素に区分することもできるし、1つの構成要素がさらに多くの処理を実行するように区分することもできる。

[0089] また、今回開示された実施形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。実に、上記した実施形態は多様な形態で具現され得る。また、上記の実施形態は、添付の請求の範囲およびその趣旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

符号の説明

[0090] W 基板

- 1 0 基板処理システム
- 1 1 通信網
- 1 2 処理グループ
- 1 3 収容装置
- 1 4 収容装置
- 2 0 評価装置
- 2 1 出力部
- 2 2 D B
- 2 2 0 基準マップテーブル
- 2 2 1 製品 I D
- 2 2 2 個別テーブル
- 2 2 3 影響度テーブル
- 2 2 4 製品 I D
- 2 2 5 個別テーブル
- 2 2 6 評価値テーブル
- 2 2 7 製品 I D
- 2 2 8 個別テーブル
- 2 2 9 基板 I D
- 2 3 0 個別テーブル
- 2 3 チップマップ提供部
- 2 4 悪化レベル特定部
- 2 5 評価値算出部
- 3 0 マップ作成装置
- 3 1 D B
- 3 1 0 エラーテーブル
- 3 2 エラー量特定部
- 3 3 更新部

- 34 作成部
- 40 測定装置
- 50 処理装置
- 60 搬送装置
- 70 チップ領域
- 71 パーティクル
- 72 チップ領域
- 73 チップ領域
- 74 測定位置
- 75 チップ領域
- 76 チップ領域
- 90 コンピュータ
- 91 CPU
- 92 RAM
- 93 ROM
- 94 補助記憶装置
- 95 通信 I/F
- 96 入出力 I/F
- 97 メディア I/F
- 98 記録媒体