

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 2 月 5 日 (05.02.2004)

PCT

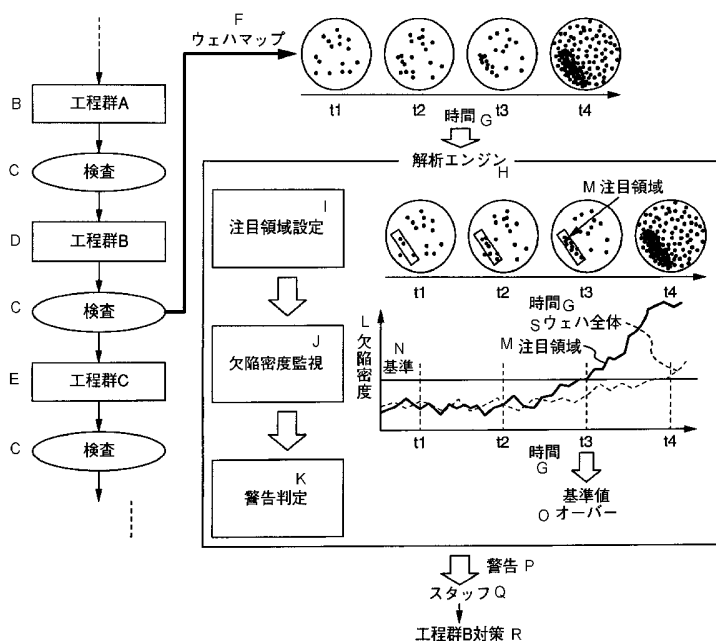
(10) 国際公開番号
WO 2004/012258 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/66 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009544 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小原 健二 (OBARA, Kenji) [JP/JP]; 〒244-0817 神奈川県 横浜市 戸塚区吉田町292番地 株式会社 日立製作所 生産技術研究所内 Kanagawa (JP). 高木 裕治 (TAKAGI, Yuji) [JP/JP]; 〒244-0817 神奈川県 横浜市 戸塚区吉田町 292番地 株式会社 日立製作所 生産技術研究所内 Kanagawa (JP). 渋谷 久恵 (SHIBUYA, Hisae) [JP/JP]; 〒244-0817 神奈川県 横浜市 戸塚区吉田町292番地 株式会社 日立製作所 生産技術研究所内 Kanagawa (JP).
(22) 国際出願日: 2003 年 7 月 28 日 (28.07.2003)
(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2002-219051 2002 年 7 月 29 日 (29.07.2002) 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]; 〒105-0003 東京都 港区 西新橋一丁目24番14号 Tokyo (JP).
(74) 代理人: 浅村 皓, 外 (ASAMURA, Kiyoshi et al.); 〒100-0004 東京都 千代田区 大手町2丁目2番1号 新大手ビル331 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF MONITORING DEFECT OCCURRING CONDITION AND DEVICE THEREFOR

(54) 発明の名称: 欠陥発生状態の監視方法およびその装置



B...PROCESS GROUP A
C...INSPECTION
D...PROCESS GROUP B
E...PROCESS GROUP C
F...WAFER MAP
G...TIME
H...ANALYSIS ENGINE
I...ATTENTIONAL AREA SETTING
J...DEFECT DENSITY MONITORING

K...ALARM JUDGING
L...DEFECT DENSITY
M...ATTENTIONAL AREA
N...REFERENCE
O...REFERENCE VALUE EXCEEDED
P...ALARM
Q...STAFF
R...PROCESS GROUP B COUNTER-MEASURE
S...ALL WAFERS

(57) Abstract: A means for automatically and quickly detecting the abnormal condition of a production device and giving an alarm to thereby prevent a defective product from being made. A method of monitoring a defect occurring condition in a thin film device producing process for forming tin film devices by sequentially processing a substrate. Thin film devices processed in a specified processing process in a thin film device producing process are inspected to obtain the distribution information on defects on thin film devices occurred due to processing in the specified processing process. With attentional areas on thin film devices determined from the defect distribution information, thin film devices sequentially processed in the specified processing process for thin film devices are inspected to monitor the time-wise transition of the number of defects occurred in the above attentional areas due to processing in the specified processing process. When the number of defects occurred in attentional areas exceed a specified quantity, an alarm is issued.

(57) 要約: 製造装置の異常を自動的に早期に感知し、警告を発することによって不良作り込みを防止する手段を提供する。基板を順次処理して薄膜デバイスを形成する薄膜デバイスの製造工程において欠陥の発生状態を監視する方法。薄膜デバイスの製造工程のうちの所定の処理工程で処理された薄膜デバイス

[続葉有]

WO 2004/012258 A1



(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

を検査して、所定の処理工程で処理したことにより発生した前記薄膜デバイス上の欠陥の分布の情報を得る。欠陥の分布の情報から薄膜デバイス上の着目領域を決め、薄膜デバイスの所定の処理工程で順次処理された薄膜デバイスを検査して所定の処理工程で処理したことにより前記着目領域内に発生した欠陥の数の時間的推移を監視する。着目領域内に発生した欠陥の数が所定の量を超えたときには警報を発する。

明 細 書

欠陥発生状態の監視方法およびその装置

5 技術分野

本発明は半導体、液晶、磁気ヘッド、プリント基板などの薄膜デバイスの検査データの処理方法および処理装置に関する。

背景技術

薄膜デバイスとして、例えば、半導体デバイスの製造は、多数のプロセスにより構成されている。大きくは、基板上にトランジスタ素子を作り込む基板工程と、素子間を接続する配線を作り込む配線工程に分けられる。それぞれは、薄膜形成プロセス、ホトリソグラフィプロセス、エッチングプロセス、不純物導入プロセス、熱処理プロセス、平坦化プロセス、洗浄プロセス等の複数プロセスの組合せにより構成される。このような加工工程数は時には数百工程に及ぶ。

加工装置の製造条件の不備や異常によって半導体デバイスが作り込まれる半導体ウェハ上に欠陥が発生した場合、製品に不良が発生する確率が高くなり、歩留りを下げてしまうことになる。そこで主要なプロセスごとに異物検査や外観検査等の検査が実施され、加工が正常に行われているか監視が行われ、異常発生時には該当装置に対策が施される。このとき、加工プロセスごとに全てのウェハの検査を実施するのは時間と手間の制約から不可能であるため、通常はいくつかの一連の工程ごとに、サンプリングされたロットやウェハに対して検査が実施される。

検査装置では、ウェハ表面をレーザでスキャンし、散乱光の有無を検出したり、あるいはパターンの形状を画像として取り込み、他の同一パターン領域の画像と比較することにより、パターンの欠陥（ショート欠陥、断線欠陥、欠け欠陥、形状欠陥など）や異物（以下、これらを総称して欠陥という）の位置、個数等に関する情報を得ることができる。

装置異常の監視は、検査装置により検出される欠陥の個数や密度を管理指標として行われることが多い。欠陥の個数が予め設定された基準値を越えると装置に異常が発生していると判定し、欠陥のウェハ面内の位置情報であるウェハマップ

や別途行われる欠陥レビュー等の情報をもとに不具合の発生した装置や不具合内容の特定が実施される。

しかし、前記示した代表数値による管理では、異常が検知された時点で不良となる製品を相当数作り込んでしまっている例が少なくない。

- 5 ここで、装置に異常が発生した場合、欠陥の発生数が増えると共に、ウェハ上の欠陥の分布に特徴的な傾向が現れる場合がある。例えば直線状・同心円状、放射線状などウェハマップに特定のパターンが現れたり、特定の領域の密度が高くなることがある。そこで、検査にて検出される個数や密度のみを管理するだけでなく、このような欠陥発生の偏りに注目すると製造装置の問題発生の兆候をとらえ
- 10 ることができ、より早期に対策へのトリガをかけることが可能となる。

このような、検査データの欠陥のウェハマップに注目した従来技術として特開平11-67853号公報に記載されているような、検査装置により得られたウェハマップを、ユーザの閲覧が容易になるよう表示する解析補助システムに関する技術がある。

- 15 また、特開2001-85491号公報には、“On-The-Fly”自動欠陥分類により検査を実行しつつ重要な欠陥の情報を獲得して、欠陥の種類ごとに予め設定した許容数を超えたか否かを判定し、許容数を超えた場合にはアラームを発生することが記載されている。

- 20 製品の歩留り低下を回避するためには装置の異常を高感度に感知することが重要である。例えば装置異常に対する検知感度が低く、ある装置にて発塵が生じたままで製造を継続してしまうと、不良となる製品を大量に作り込んでしまうことになる。そのため、検査装置から得られる欠陥のウェハマップを監視し、装置異常によって起こり得る分布の偏りを監視するのは有効な方法と考えられる。

- 25 しかし、従来技術ではウェハマップより装置異常を自動的に感知する方法に関する記載はされていない。人手によって行う場合、基準が曖昧となるため、信頼性、再現性に問題がある。また、大量のウェハマップを常に監視することは困難である。

発明の開示

本発明の目的は、上記課題を解決し、製造装置の異常を自動的に早期に感知し、

警告を発することによって不良作り込みを防止する手段を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明では、

- 基板を順次処理して薄膜デバイスを形成する薄膜デバイスの製造工程において欠陥の発生の状態を監視する方法であって、所定の処理工程で処理された薄膜デバイスを検査して該所定の処理工程で処理したことにより発生した前記薄膜デバイス上の欠陥の分布の情報を得、該欠陥の分布の情報から前記薄膜デバイス上の着目領域を決め、前記薄膜デバイスの前記所定の処理工程で順次処理された薄膜デバイスを検査して前記所定の処理工程で処理したことにより前記着目領域内に発生した欠陥の数の時間的推移を監視し、
- 10 前記着目領域内に発生した欠陥の数が所定の量を超えたときには警報を発するようにした。

本発明の他の目的、特徴及び利点は添付図面に関する以下の本発明の実施例の記載から明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

- 15 図1は、本発明の構成の一例を示す図である。
- 図2は、本発明の欠陥データ解析方法の概念を示す図である。
- 図3は、本発明の注目領域の特定方法の一実施例を示した流れ図である。
- 図4は、本発明の検査データの通常レベル算出方法の一例を示す図である。
- 図5は、本発明の解析エンジンにおける処理手順の一実施例を示したフローチャートである。
- 20 図6は、本発明の監視条件の入力画面の一実施例を示す図である。
- 図7は、本発明の監視状態の出力画面の一実施例を示す図である。
- 図8は、本発明の解析エンジンを含んだ装置構成の一実施例を示す図である。
- 図9は、本発明の解析エンジンを含んだ装置構成の一実施例を示す図である。
- 25 図10は、本発明の解析エンジンを含んだ装置構成の一実施例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。

図1は本発明の装置構成の一例を示す図である。101は成膜装置や露光装置、エッチング装置などの製造装置、102は異物検査装置や外観検査装置などの検

査装置、103は製造装置の製造条件やメンテナンス情報および検査情報を保管するデータベース、104は検査装置からの情報や製造装置からの情報を基に製造装置の不具合を検出するデータ解析エンジン、105はネットワークである。

製造装置101において、同一の加工を行う製造装置が複数ある場合はその装置識別コード、加工に用いるチャンバが複数ある場合はチャンバ識別コード、および清掃日時や清掃内容といったメンテナンス情報はネットワーク105を介してデータベース103に送られる。また、検査装置102より得られる異物・欠陥検出数情報や欠陥サイズ等欠陥に付随して得られる情報、および異物・欠陥の検出欠陥マップの情報もネットワーク105を介してデータベース103に送られる。解析エンジン104では、該検査情報を処理することにより装置の清掃・調整等を促す警告を発信する。

図2は本発明による欠陥データ解析方法の概念を示す図である。半導体デバイスの製造プロセスは、一つあるいは複数の工程、検査、の繰り返しにより構成される。ここで、例えばある工程群Bの後の検査における解析フローを示す。まず、検査装置により、刻々と変化する時系列のウェハマップを取得する。これは図1において、データベース103より取得されるものである。取得した時系列ウェハマップにおいて、まず第一に後述する領域特定手法により、欠陥の集中的な発生が予想される領域を限定する。第二に、限定された領域内の欠陥に関する特徴量、例えば密度を算出し、その推移を監視する。第三に、前記監視中の数値が、後述する基準値特定手法により定められた基準値を超えているか否かを判定し、越えた場合に警告を発信する。

警告は製造装置を管理するスタッフに伝えられ、スタッフは工程群Bに対する対策を実施する。このとき、図中点線で示した、従来多く用いられていたウェハ全体、あるいは検査領域全体を数値算出の対象とする方法では時間t4において装置の異常が判明するのに対し、本方法では、より早期の時間t3において異常を感知することができる。

このように、異物・欠陥マップの局所的な時系列粗密変動を監視することにより装置異常を兆候の段階でとらえることが可能となり、装置異常に伴う不良品の作り込みを未然に防ぐことができる。

次に、注目領域特定方法の詳細について説明する。

図3は注目領域の特定方法の一実施例を示した流れ図である。図2の検査にて得られたウェハマップは、工程群Aで処理することにより発生した欠陥を含んでいる可能性がある。そこで、STEP 301においてまず工程群Bを経た後の検査により得られた欠陥の位置データより、工程群Aを経た後の検査により得られた欠陥の位置データ近傍にある欠陥の位置データを削除する。近傍か否かの判定は、検査装置の異物・欠陥座標算出精度やウェハのアライメント精度より計算により求めてもよく、ユーザにより任意に設定してもよい。このようにすることで、工程群Bで処理することにより発生した欠陥のみを処理対象とすることができる。

10 次にSTEP 302において、ある異物・欠陥点を基準として、最も近い距離にある異物・欠陥点を探索し、その距離Rを算出する。STEP 303において予め定めたしきい値とSTEP 302にて求めたRを比較し、距離Rがしきい値より小さければSTEP 304にて基準の欠陥・座標点を中心とした半径Rの円領域を注目領域として登録する。

15 STEP 305にて、まだ基準点としていない異物・欠陥点があるか判定をし、ある場合はSTEP 306にて基準点を変更しSTEP 302から同様の手順をたどる。STEP 303にて距離Rがしきい値以上であればSTEP 304を行わずSTEP 305を実施する。STEP 305にて、全ての欠陥点を基準とした演算が終了しているならば、STEP 307に進む。

20 STEP 307では、STEP 304にて登録した注目領域群において領域が重なり合うか否かを判定し、重なり合う注目領域については同一の領域として統合する。STEP 307にて前記統合された領域の面積を、予め設定されたしきい値と比較し、しきい値以下であればSTEP 309にて注目領域とはせず、しきい値以上であればSTEP 310にて注目領域として確定する。

25 この手法により、異物・欠陥点間の距離が近い領域、すなわち、密度の高い領域を注目領域として特定することができる。注目領域は1つである必要はなく、複数存在しても構わない。

また、注目領域を特定する手法は、精密工学会第6回知能メカトロニクスワークショップ—人間を支援するメカトロニクス技術—講演論文集「欠陥分布パター

ン識別手法の検討」 p p . 2 7 9 - 2 8 4 (平成13年8月)に開示されているパターン検出手法を用いてもよい。

また、これらの手法以外でも、欠陥密度が高い局所領域を検出できる方法であればどのような方法でも構わない。

- 5 次に、異常判定しきい値の設定方法の詳細について説明する。

ある工程の通常レベルのウェハマップの密度変動が正規分布に則った変動をすると近似できる場合における一実施例を示す。ある時刻においてウェハマップに注目領域が設定されたとする。すると、データベース上に蓄積されている、該ウェハマップより以前に取得された同一検査工程に於けるウェハマップについて、

- 10 該設定された注目領域内の欠陥密度を算出する。ここで算出された欠陥密度は、装置に異常がない状態における欠陥密度と考えることができる。次に、前記欠陥密度算出値について、予め定められた期間における平均値と標準偏差を算出する。この、得られた平均値および標準偏差は通常状態の平均欠陥密度および標準偏差を表すと考えることができる。そこで、下記(1)式で表される値を異常判定の
- 15 しきい値として設定する。

$$\text{しきい値} = \text{平均欠陥密度} + a \times \text{標準偏差} \quad (1)$$

aはある定数

そして、注目領域の欠陥密度算出値が該しきい値を越えた場合、警告を出力するよう判定する。

- 20 このように、通常状態の平均値、およびばらつき具合を考慮したしきい値を設定することで統計的に妥当性のある判定を行うことができる。例えば $a = 2$ としてしきい値を設定したとき、装置異常と判定されたときの確からしさは正規分布の性質から97.7%であるということができる。

- また、このとき、注目領域が設定された時間近辺のウェハは通常レベルよりも
- 25 欠陥密度が高くなっている可能性を考慮して、図4に示すようにT o f fの時間オフセットを加え、該T o f f以前のデータを通常レベル算出に用いても良い。また、通常レベルのウェハマップの密度変動が正規分布に則った変動しない、あるいは不明の時にはユーザによって任意の定数をしきい値としても良い。また、虚報を低減するために、予め定めた回数だけ連続してしきい値を越えたら警告を

発するように判定しても良い。また、通常レベルの欠陥密度の計算を、注目領域のみに限定せずにウェハ全面や検査を実施した領域を対象にして計算してもよい。

通常レベル算出に用いる期間の指定は、検査を実施した日付で行ってもよく、ウェハの枚数で行ってもよく、また、ロットの数で行ってもよい。また、時系列
5 に得られる該密度データに対し、平滑化を行ったり、回帰曲線の当てはめ等を実施することで小さな周期で発生する変動を滑らかにした後、該変動の微分値を監視し、同様にして定めた基準値を越えたら警告を出すようにしてもよい。

図5は、解析エンジンにおける処理手順を示したフローチャートの一例である。まず、STEP 501においてデータベース103より時系列のウェハマップデータ
10 ータを取得する。次に、STEP 502において、前述した前工程データ除去を行う。次に、STEP 503にて、前述した欠陥局在性の評価を行う。次に、STEP 504にて、注目領域の継続、更新を行う。ここでは、STEP 503の結果を受けて新規に注目領域を設定する。また、注目領域としていた領域が、例えば予め定めた枚数の複数ウェハ連続で注目領域と判定する基準に満たなくなっ
15 た場合に注目領域から除外する。また、従来の注目領域を含んだ領域に注目領域が設定された場合は、その論理積により定まる領域を新規注目領域としてもよい。

次に、STEP 505にて前記注目領域の欠陥密度を算出する。STEP 506において注目領域が更新されたか否かの判定を行い、更新されたと判定された場合はSTEP 509にて前述した通常密度レベルを推定し、警告しきい値を設
20 定する。次に、STEP 507にて既設定の警告しきい値との大小を判定する。警告しきい値未満であればSTEP 501からループを繰り返す。警告しきい値以上であればSTEP 508にて警告を発信する。

ここで、STEP 503以降のステップにて実施される演算は、ウェハ1枚のデータを用いることに限定する必要はない。例えば同一ロット内の全ウェハ、あ
25 るいは任意の複数ウェハを重ね合わせて作成したウェハマップデータを用いてもよい。また、複数ロットの全ウェハ、あるいは任意の複数枚を重ね合わせて作成したウェハマップデータを用いてもよい。この場合、重ね合わせに用いたウェハの同一の領域に欠陥が発生する傾向があれば、その傾向をより顕在化することができる。

またここで、STEP 503以降のステップにて実施される演算は、例えばウェハのロット内での位置や加工装置の号機といったウェハの履歴ごとに分別して行ってもよい。例えば、ロット内のウェハ番号ごとに演算を実施してもよい。また、ある工程にて同一の加工を施す製造装置が複数ある場合は、データベース15 03に集められる装置の着工情報を参照し、着工された製造装置ごとに演算を実施してもよい。また、ある工程にて使用される製造装置が複数のチャンバを持つ場合は、前記情報を参照し、チャンバごとに演算を実施してもよい。この場合、特定の装置あるいはチャンバに異常があった場合に、他の正常な装置あるいはチャンバの影響を排除できるため、該装置あるいはチャンバの異常を高感度に感知10 できる。また、異常の発生した装置あるいはチャンバを容易に絞り込むことができる。

またここで、STEP 503以降のステップにて実施される演算は、欠陥に付与される属性ごとに分別して行ってもよい。ここでいう属性とは、検査装置あるいは他の装置にて、欠陥個々に付与される欠陥のサイズや分類カテゴリ等のこと15 を指す。例えば、あるサイズ以上の欠陥のみを演算の対象としてSTEP 503以降を実施してもよい。これは、上記設定したサイズ未満の欠陥が歩留りに大きな影響を与えないことがわかっている場合には、上記設定したサイズ未満の欠陥が主因で発信される警告を排除することができ、有効である。

また、ある特定のカテゴリのみを演算の対象としてSTEP 503以降を実施20 してもよい。これは、上記設定したカテゴリ以外の欠陥が歩留りに大きな影響を与えないことがわかっている場合には、上記設定したカテゴリ以外の欠陥が主因で発信される警告を排除することができ、有効である。加えて、分類カテゴリと発生要因の関係が既知の場合は、警告発生時の多発カテゴリを参照することにより対策を迅速に行うことが可能となる。

25 また、前記述べた複数の実施例を組み合わせることで演算を行ってもよい。

解析エンジンに関わるGUIについて、監視条件の入力画面の一実施例を図6に示す。ユーザは監視条件を設定するときに画面601を呼び出す。画面601は定常レベル算出条件を設定するエリア602と、注目領域を算出する条件を設定するエリア603と、監視レベルを設定するエリア604に分かれている。通

常レベル算出条件設定エリア 6 0 3 には、通常レベルの算出を指定されたロット番号の範囲、あるいは指定された期間のロットから固定値として算出する固定モードと、注目領域が設定された時点で過去のウェハマップから通常レベルを算出する動的モードのどちらかが選択でき、それぞれ 6 0 5, 6 0 6 のエリアにおいて詳細条件を入力することができる。

エリア 6 0 5 ではロット番号の範囲と計算に用いる期間の指定ができる。また、エリア 6 0 6 では図 4 において説明したオフセットと計算対象期間を入力できる。加算オプションはエリア 6 0 7 にてロット間の加算およびロット内加算を実施するか否かを指定できる。ロット間の項目では何ロットを加算するか、またロット内の項目ではどのウェハ番号のウェハを加算するかを指定できる。分別オプションはエリア 6 0 8 にて指定できる。加算オプションの指定内容をうけ、矛盾が生じないように選択できる項目が変化する。例えば加算オプションにてロット内を選択したとき、チャンバごとの分別は不可能になるため、分別オプションのチャンバは選択できないようにする。

15 注目領域算出条件の詳細はエリア 6 0 3 にて設定できる。同一領域と判定するための隣接する欠陥点間の距離しきい値や、注目領域として採用する最小面積を指定できる。

警告を発するしきい値である監視レベルの設定はエリア 6 0 4 にて行う。エリア 6 0 4 では前述した (1) 式における a の値を入力することができる。また、 a の値ではなく、統計理論より換算した別指標、例えば算出された平均、標準偏差により定義される正規分布の全面積に対する、平均 $\pm a \sigma$ に含まれる面積割合を入力値としてもよい。あるいは大中小など独自の指標を設けて入力してもよい。ここに示した全てのデータをユーザに入力させなくてもよく、いくつかはあらかじめ妥当な値を与えることでユーザに入力させないようにしてもよい。入力されたウェハマップデータは前記通常レベル算出条件に準じた条件にてマップの加算処理や注目領域算出に用いる欠陥座標点のフィルタリングが行われ、注目領域の計算が行われる。

出力の画面の一実施例を図 7 に示す。ユーザはウェハマップの密度変動を確認する場合に画面 7 0 1 を呼び出す。画面 7 0 1 は、検査装置、加算条件、分別条

件などを表示するエリア 702 とウェハマップと注目領域を示すエリア 703 と、注目領域の欠陥密度推移を示すエリア 704 から構成される。エリア 702 では
5 分別条件として選択した項目について、分別した項目ごとに表示条件を選択することが出来る。例えば、カテゴリの部分に「はがれ状」とあるが、これはウェハ
マップ上の欠陥の中で「はがれ状」と分類された点のみが表示されている。こ
こで、プルダウンメニューには他のカテゴリ名が登録されており、メニューより他の
カテゴリを選択すると選択されたカテゴリに関するウェハマップ、注目領域、
密度推移データが表示される。

10 エリア 703 では、欠陥のウェハマップにおいて相対的に密度が高い領域を注
目領域としてウェハマップと重ねて表示する。注目領域は線で囲んでもよく、ま
た、色を変えて表示してもよく、他の領域と区別できればよい。また、注目領域
が複数存在する場合は、それぞれが区別できるよう表示する。

エリア 704 では、エリア 703 で表示されている注目領域ごとの欠陥密度推
移が日付順にグラフに表示される。同時に、各注目領域ごとに通常状態として算
15 出された平均密度、および前記 601 画面により設定された条件に従って算出さ
れた警告基準値が表示される。ここで、グラフの折れ線上を指定するとその時刻
に取得されたウェハマップをエリア 703 に表示するようにしてもよい。また、
エリア 703 の一部を指定することによってウェハマップの一覧をポップアップ
された別ウィンドウに表示するようにしてもよい。また、エリア 704 のグラフ
20 に、加工装置のメンテナンス情報、例えば清掃時期や部品の交換時期を重ねて表
示するようにしてもよい。

注目領域の欠陥密度が基準値を超えた場合は、図示しないメールシステム等で
スタッフに対して警告を発信する。その際、製品名、検査工程名、欠陥密度、異
常発生日時、および、エリア 702 に示した検査装置、加算条件、分別条件など
25 をメールと併せて送付してもよい。また、同時に、レビュー点を指定する出力を
行ってもよい。例えば、異常と判定された注目領域に含まれる欠陥座標のうち、
ランダムに予め与えられた個数の欠陥 ID 番号を抽出し、データベース 103 に
データを送る。

ユーザは欠陥をレビューするためにデータベース 103 からレビュー対象ウェ

ハの欠陥座標をダウンロードする際、前記欠陥 I D 番号を併せてダウンロードし、指定された欠陥 I D 番号の座標をレビューすることで問題となっている欠陥を効率的にレビューできる。これは、ウェハマップを複数重ね合わせた時に分布の偏りが顕在化する場合、一枚のウェハマップからは問題となる欠陥の位置が判断し

5 にくいいため、有効である。

装置構成の一実施例を図 8 に示す。101 は半導体ウェハに対して様々な加工を行う製造装置、例えば CVD スパッタ装置といった加工装置である。102 は異物・欠陥を検査する検査装置、例えば日立製作所製 IS-2600 のような異物検査装置である。107 はウェハ表面の状態を詳細に観察できるレビュー装置、

10 例えば日立製作所製レビュー SEM、RS-3000 のような電子顕微鏡である。108 はウェハ表面の所定の領域の組成を分析する装置、例えば EDX (Energy Dispersive X-ray Spectrometer) を搭載した成分分析装置である。

105 はネットワークである。106 はデータ処理機能を有したデータサーバ

15 であり、データベース部 103 と解析エンジン部 104 から構成される。データベース部 103 には、ネットワーク 105 に接続されている各装置から得られる情報、例えば、製造装置 101 からは装置識別コード、清掃時期、部品交換時期、着工した半導体ウェハのロットやウェハ番号に付随して着工チャンバコード、検査装置 102 からはウェハごとの欠陥個数や位置、あるいは大きさ、分類コード

20 といった検査情報、レビュー装置からは欠陥の外観画像、分類コード、組成分析装置からは分析対象とした欠陥 I D、分析結果コードなどが蓄積される。解析エンジン部 104 は、データベース部 103 に蓄えられた情報を用いてこれまで説明した手法を用いたデータ解析を行い、製造装置の状態を監視する。装置に異常があると判定された場合には図示しないメールシステム等によりスタッフに警告

25 が発信される。

装置構成の別の実施例を図 9 に示す。ネットワーク 105 に接続されている製造装置 101、検査装置 102、レビュー装置 107、組成分析装置 108 の構成は前記実施例と同一である。データベース 103 と解析エンジン 104 は独立しており、共にネットワーク 105 に接続されている。各装置 101、102、

107、108から得られる前記実施例にて示した情報はデータベース103に蓄積される。解析エンジン104はネットワーク105を介してデータベース103より情報を取得し、これまで説明した手法を用いたデータ解析を行い、製造装置の状態を監視する。装置に異常があると判定された場合には図示しないメー
5 ルシステム等によりスタッフに警告が発信される。ここで、図8、図9に示した実施例において、各装置101、102、107、108は必ずしも全て接続されていなくてもよく、少なくとも検査装置102が接続されていればよい。

また、装置構成の別の実施例を図10に示す。装置情報やメンテナンス情報および検査情報が蓄積されるデータベース103に加え、過去事例を蓄積するデータベース109が構成要素となる。データベース109には、例えば警告発生時のウェハマップおよびレビューによる欠陥詳細情報、図示しない入力端末により入力された対策方法に関する資料が蓄積される。解析エンジン104にて異常が感知されると、異常発生時のウェハマップと過去事例データベース109に登録されているウェハマップとの類似度を比較し、似ていると判定された事例につい
10 て対策方法に関する資料とともに画面に表示される。類似度評価は、例えば異常が感知されたウェハマップにおける注目領域と過去事例データベースに蓄積されているウェハマップにおける注目領域の重複する面積と重複しない面積の比を算出することで行うことができる。

上記記載は実施例についてなされたが、本発明はそれに限らず、本発明の精神
20 と添付の請求の範囲の範囲内で種々の変更および修正をすることができることは当業者に明らかである。

産業上の利用可能性

本発明によれば、検査により発見された欠陥の分布から装置異常を計算機による数値演算により感知できるため、人手により分布の異常を判定する方法に比べ
25 安定した検出が可能となる。

また、本発明によれば、検査により発見された欠陥の分布において、密度の高い領域に限定して密度変化を監視するため、欠陥個数により演算される指標値に比べ装置異常感知の高感度化を図ることができ、装置異常感知が迅速化することにより装置異常起因の不良作り込みを防止することが可能となる。

請求の範囲

1. 基板を順次処理して薄膜デバイスを形成する薄膜デバイスの製造工程において欠陥の発生の状態を監視する方法であって、

- 5 薄膜デバイスの製造工程のうちの所定の処理工程で処理された薄膜デバイスを検査して該所定の処理工程で処理したことにより発生した前記薄膜デバイス上の欠陥の分布の情報を得、

該欠陥の分布の情報から前記薄膜デバイス上の着目領域を決め、

- 前記薄膜デバイスの前記所定の処理工程で順次処理された薄膜デバイスを検査
10 して前記所定の処理工程で処理したことにより前記着目領域内に発生した欠陥の数あるいは密度の時間的推移を監視し、

前記着目領域内に発生した欠陥の数が所定の量を超えたときには警報を発することを特徴とする欠陥発生状態の監視方法。

2. 基板を順次処理して薄膜デバイスを形成する薄膜デバイスの製造工程において欠陥の発生の状態を監視する方法であって、
15

所定の処理工程で処理された薄膜デバイスを検査して得た欠陥の発生に関する情報を用いて着目領域を設定し、

- 前記薄膜デバイスの製造工程の所定の処理工程で順次処理された薄膜デバイスを順次検査して欠陥を検出することにより前記所定の処理工程で前記着目領域内に
20 に発生した欠陥の数の時間的推移を監視し、

前記着目領域内の欠陥の発生量が所定の量を超えたときには前記薄膜デバイスの製造工程の所定の処理工程において異常が発生したことを通報することを特徴とする欠陥発生状態の監視方法。

3. 基板を順次処理して薄膜デバイスを形成する薄膜デバイスの製造工程において欠陥の発生の状態を監視する方法であって、
25

薄膜デバイスの製造工程のうちの第1の処理工程で処理された薄膜デバイスを検査して前記薄膜デバイス上の欠陥の分布の情報を得、

前記薄膜デバイスを前記製造工程のうちの第2の処理工程で処理した後に再度検査して前記薄膜デバイス上の欠陥の分布の情報を得、

前記第 1 の処理工程で処理された薄膜デバイスを検査して得た前記薄膜デバイス上の欠陥の分布の情報と前記第 2 の処理工程で処理された薄膜デバイスを検査して得た前記薄膜デバイス上の欠陥の分布の情報とから前記第 2 の処理工程で処理することにより新たに発生した前記薄膜デバイス上の欠陥の分布の情報を得、

- 5 該第 2 の処理工程で処理することにより新たに発生した前記薄膜デバイス上の欠陥の分布の情報から前記薄膜デバイス上の着目領域内を決め、

前記第 2 の処理工程で順次処理された薄膜デバイスを検査して前記第 2 の処理工程で処理することにより前記着目領域内に発生した欠陥の数の時間的推移を監視し、

- 10 前記着目領域内の欠陥の発生量が所定の量を超えたときには警報を発することを特徴とする欠陥発生状態の監視方法。

4. 前記着目領域を、特定の特徴量を有する欠陥の分布に基いて決め、前記着目領域における前記欠陥の数の時間的推移を、前記特定の特徴量を有する欠陥について監視することを特徴とする請求項 1 に記載の欠陥発生状態の監視方法。

- 15 5. 前記着目領域を、特定の特徴量を有する欠陥の分布に基いて決め、前記着目領域における前記欠陥の数の時間的推移を、前記特定の特徴量を有する欠陥について監視することを特徴とする請求項 2 に記載の欠陥発生状態の監視方法。

6. 前記着目領域を、特定の特徴量を有する欠陥の分布に基いて決め、前記着目領域における前記欠陥の数の時間的推移を、前記特定の特徴量を有する欠陥について監視することを特徴とする請求項 3 に記載の欠陥発生状態の監視方法。
- 20

7. 前記着目領域における欠陥の発生の時間的変化のデータを、画面上に表示することを特徴とする請求項 1 に記載の欠陥発生状態の監視方法。

8. 前記着目領域における欠陥の発生の時間的変化のデータを、画面上に表示することを特徴とする請求項 2 に記載の欠陥発生状態の監視方法。

- 25 9. 前記着目領域における欠陥の発生の時間的変化のデータを、画面上に表示することを特徴とする請求項 3 に記載の欠陥発生状態の監視方法。

10. 前記着目領域内に発生した欠陥の数の時間的推移を監視したデータとして、発生した欠陥の密度の時間的推移と前記所定の工程又は前記第 2 の処理工程に該当する製造装置のメンテナンス情報を時間軸を同一にして画面上に同時に表

示することを特徴とする請求項 1 記載の欠陥発生状態の監視方法。

1 1. 前記着目領域内に発生した欠陥の数の時間的推移を監視したデータとして、発生した欠陥の密度の時間的推移と前記所定の工程又は前記第 2 の処理工程に該当する製造装置のメンテナンス情報を時間軸を同一にして画面上に同時に表示

5 示することを特徴とする請求項 2 記載の欠陥発生状態の監視方法。

1 2. 前記着目領域内に発生した欠陥の数の時間的推移を監視したデータとして、発生した欠陥の密度の時間的推移と前記所定の工程又は前記第 2 の処理工程に該当する製造装置のメンテナンス情報を時間軸を同一にして画面上に同時に表示することを特徴とする請求項 3 記載の欠陥発生状態の監視方法。

10 1 3. 前記欠陥が、パターンの欠陥又は異物によるものであることを特徴とする請求項 1 記載の欠陥発生状態の監視方法。

1 4. 前記欠陥が、パターンの欠陥又は異物によるものであることを特徴とする請求項 2 記載の欠陥発生状態の監視方法。

15 1 5. 前記欠陥が、パターンの欠陥又は異物によるものであることを特徴とする請求項 3 記載の欠陥発生状態の監視方法。

1 6. 基板を順次処理して薄膜デバイスを形成する薄膜デバイスの製造工程において欠陥検査装置で検出した欠陥のデータを用いて欠陥の発生状態を監視する装置であって、

20 前記欠陥検査装置で複数の薄膜デバイスを検査して得た欠陥のデータから前記薄膜デバイス面内で前記欠陥の密度が相対的に高い領域を特定する演算手段と、該演算手段で特定した領域の位置情報を記憶する記憶手段と、

前記欠陥検査装置で薄膜デバイスを検査して得た欠陥のデータから前記記憶手段に記憶した前記演算手段で特定した領域における欠陥の密度を算出する密度算出手段と、

25 該密度算出手段で算出した密度の値と予め定めたしきい値との大小を判定する判定手段と、

該判定手段で前記算出した密度の値が前記予め設定したしきい値よりも大きいと判定したときに前記密度の値がしきい値を越えたことを発信する出力手段と、を備えたことを特徴とする欠陥発生状態の監視装置。

17. 前記欠陥検査装置で検出した欠陥のデータが、パターンの欠陥又は異物によるものであることを特徴とする請求項16記載の欠陥発生状態の監視装置。

18. 更に表示画面を備え、該表示手段は、前記着目領域における欠陥の発生の時間的変化のデータを、画面上に表示することを特徴とする請求項16に記載
5 の欠陥発生状態の監視装置。

FIG. 1

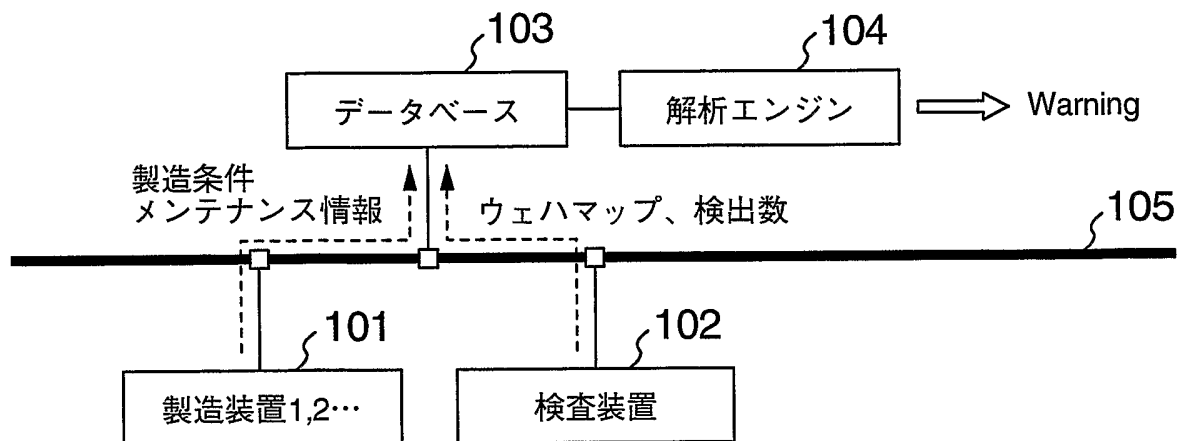


FIG. 4

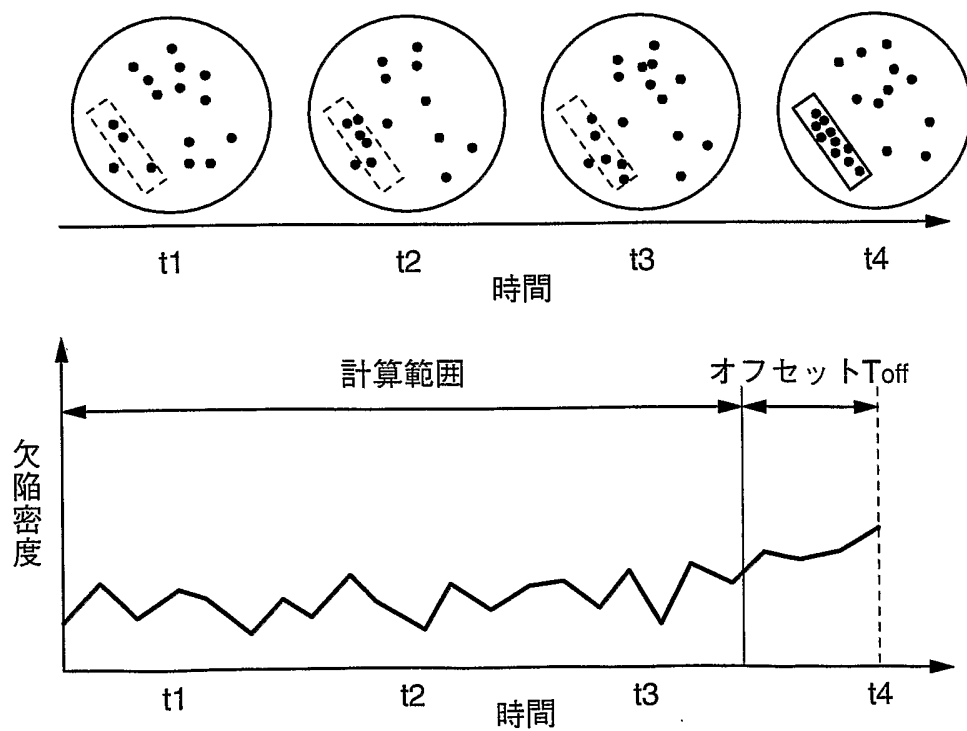
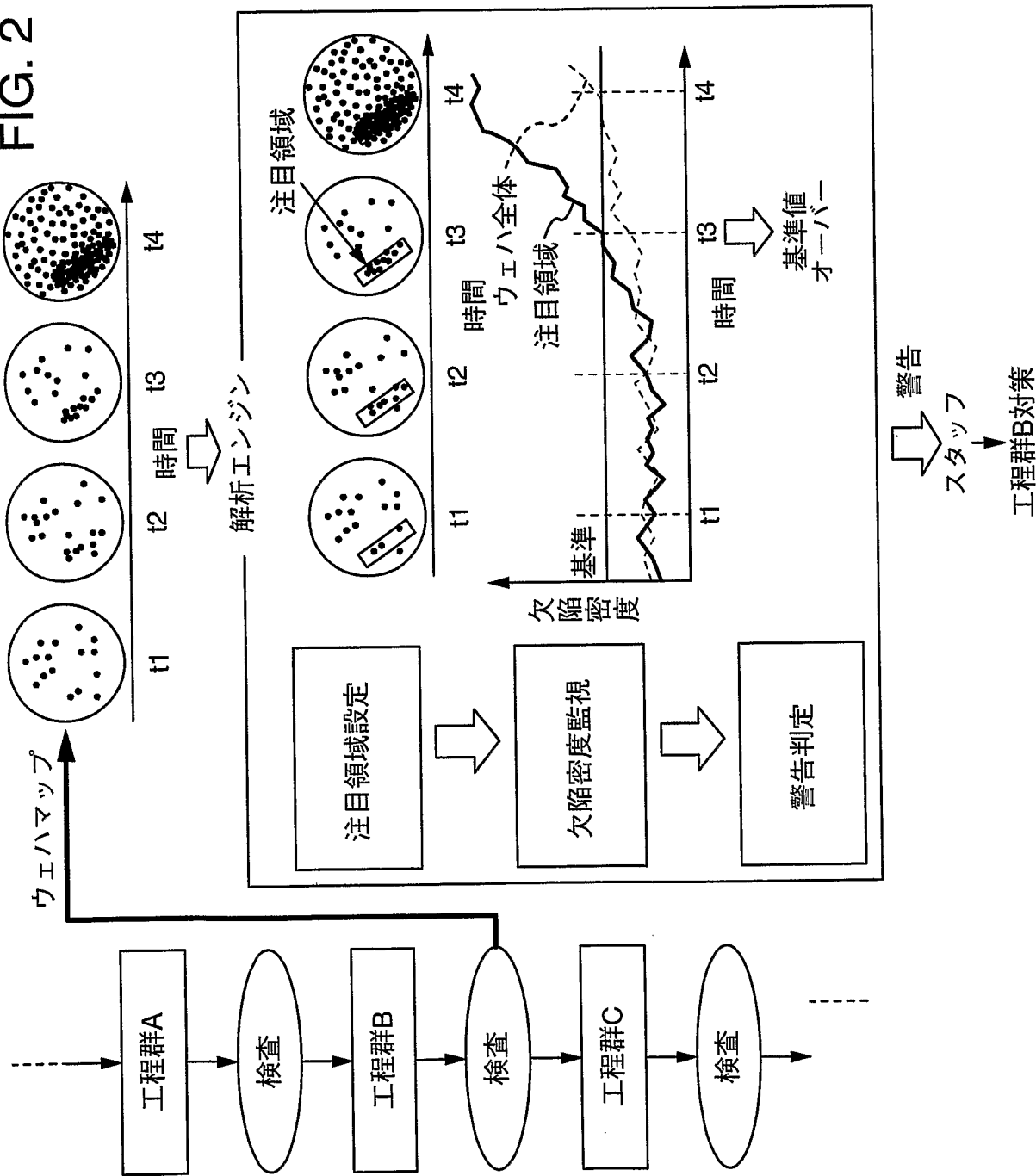


FIG. 2



3/7

FIG. 3

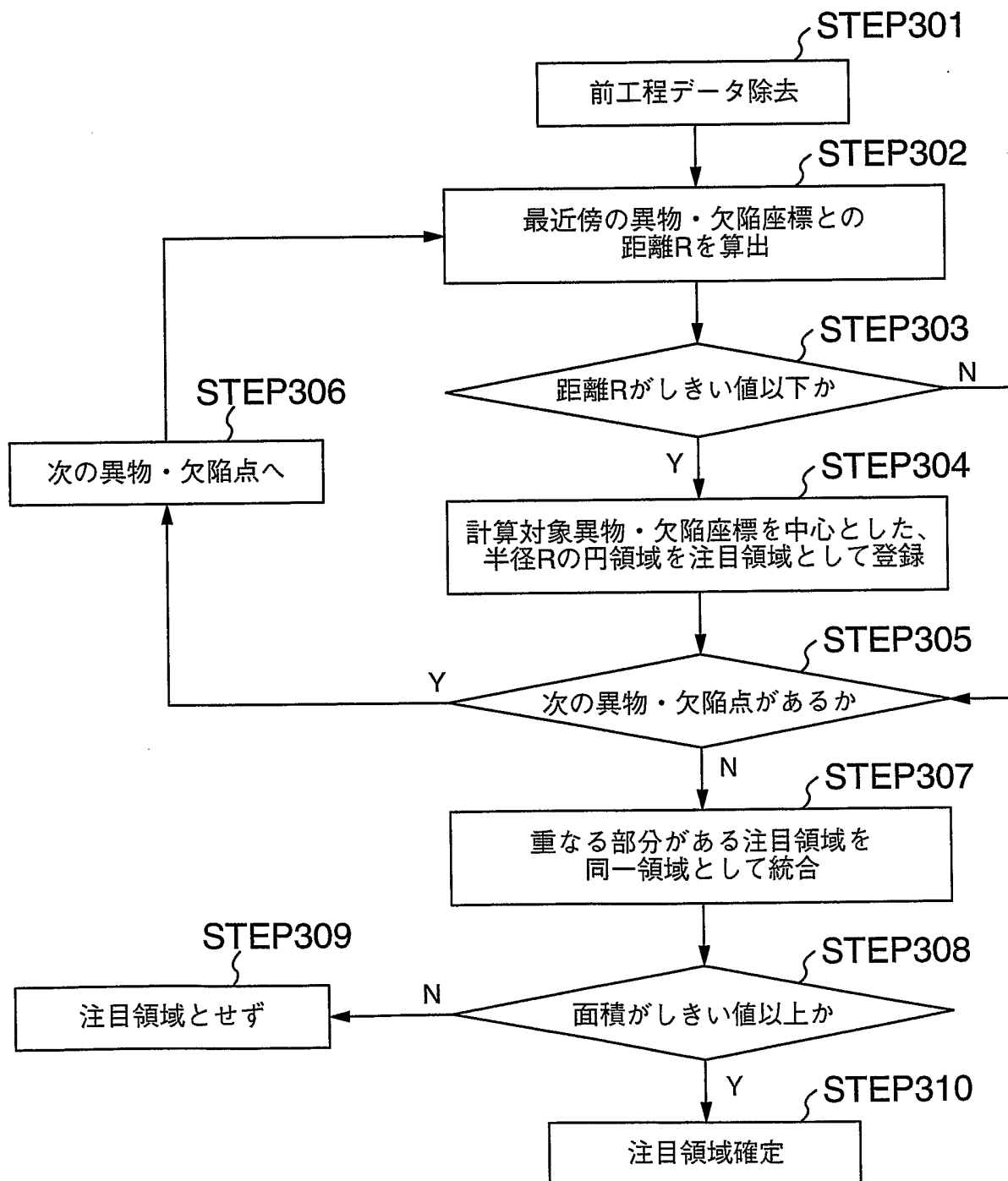


FIG. 5

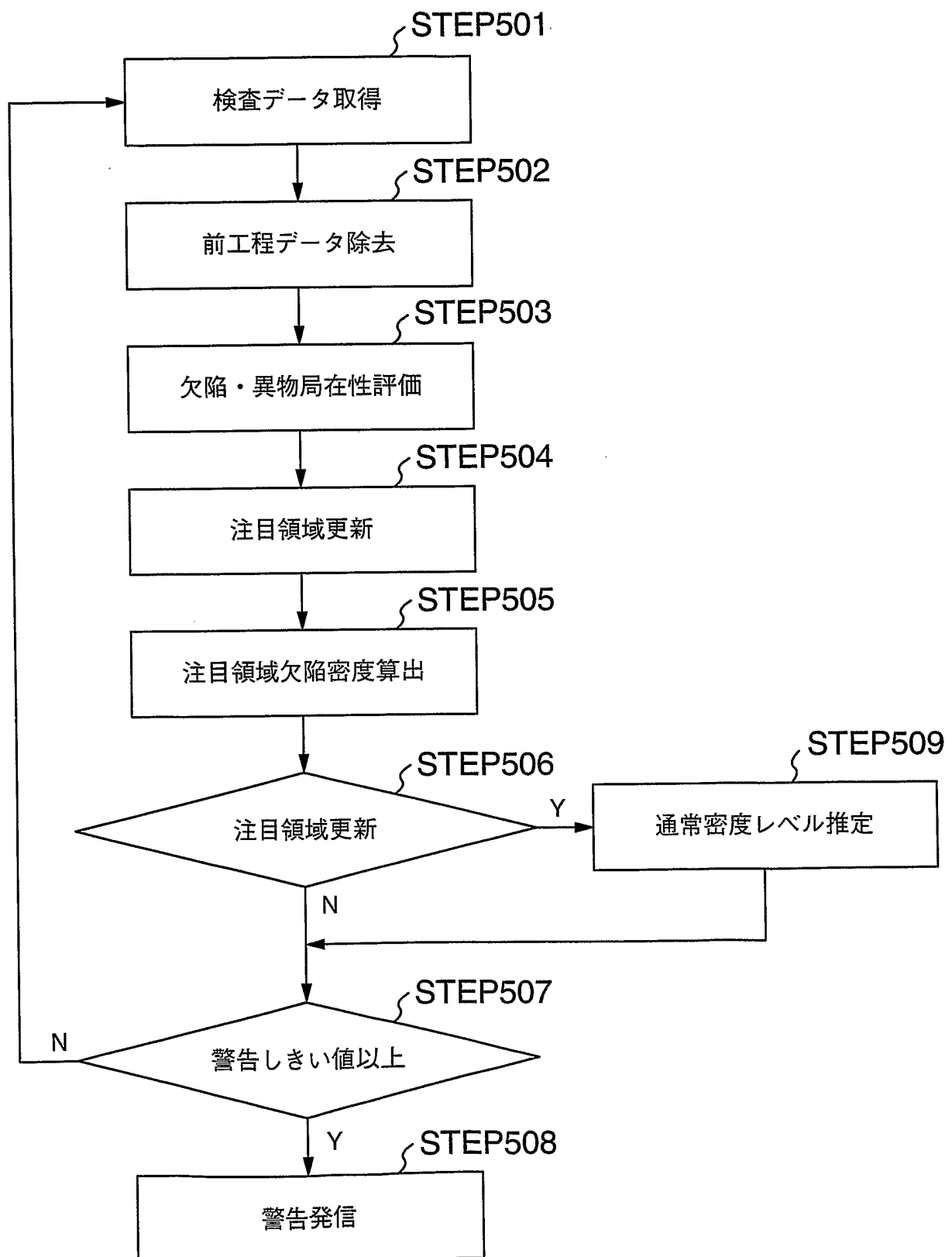


FIG. 6

監視条件設定

通常レベル算出条件設定

☐ 固定 ☒ 動的

ロット		~	
日付		~	

オフセット		日
対象範囲		日

加算オプション

☐ ロット間 ロット ☒ ロット内

分別オプション

☒ 製造装置号機 ☒ チャンバ ☒ ウェハNo.

☒ カテゴリ ☐ サイズ

注目領域算出条件設定

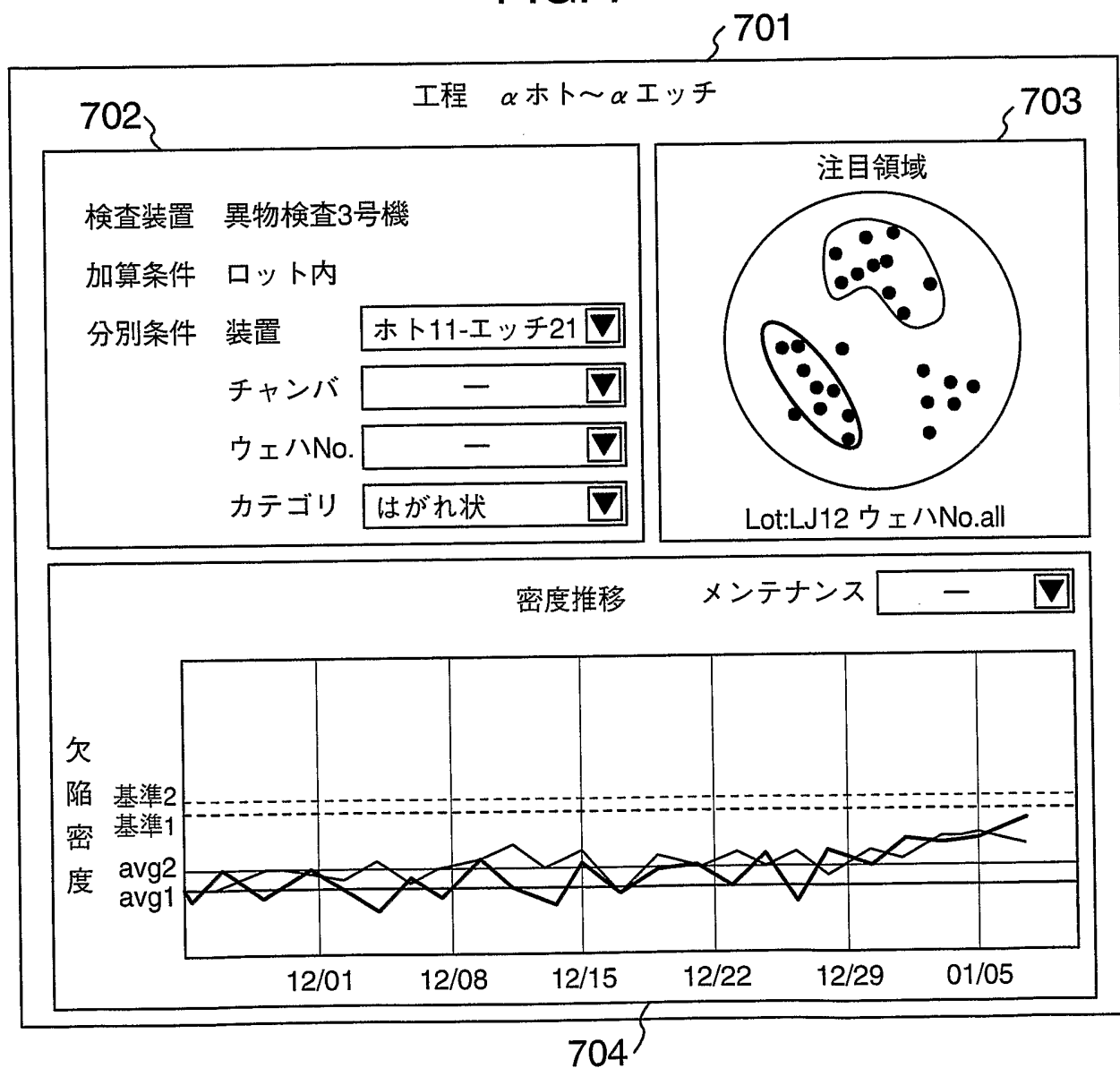
隣接判定範囲		μm
最小エリア		μm^2

監視レベル設定

レベル		σ
-----	----------------------	----------

6/7

FIG. 7



7/7

FIG. 8

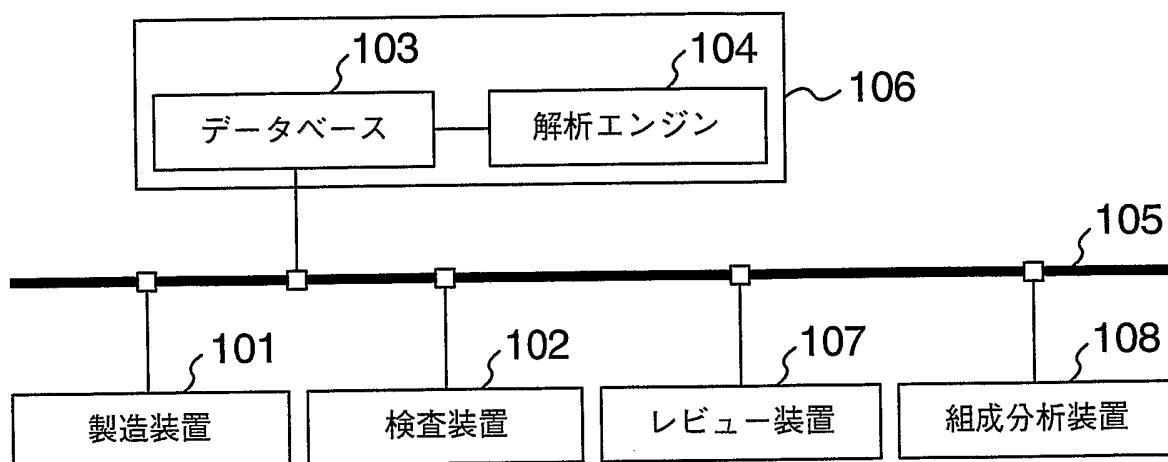


FIG. 9

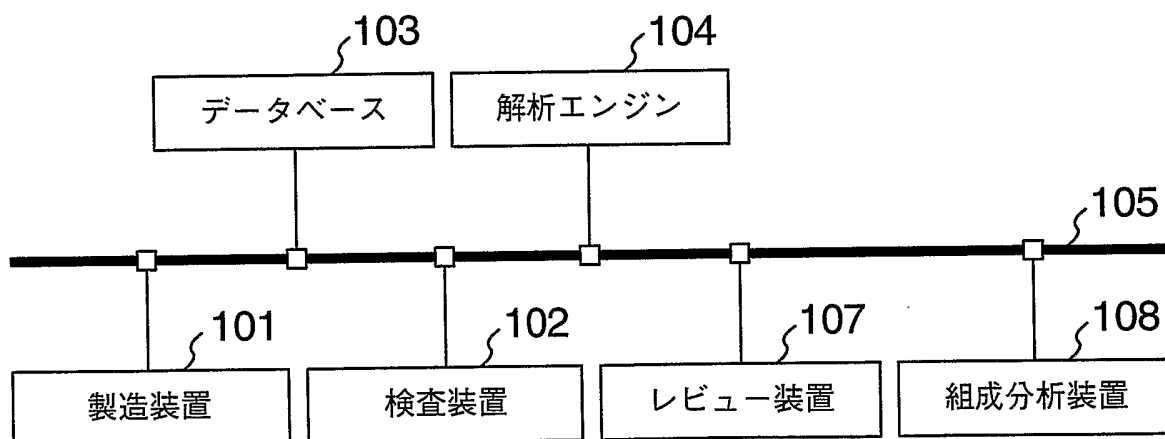
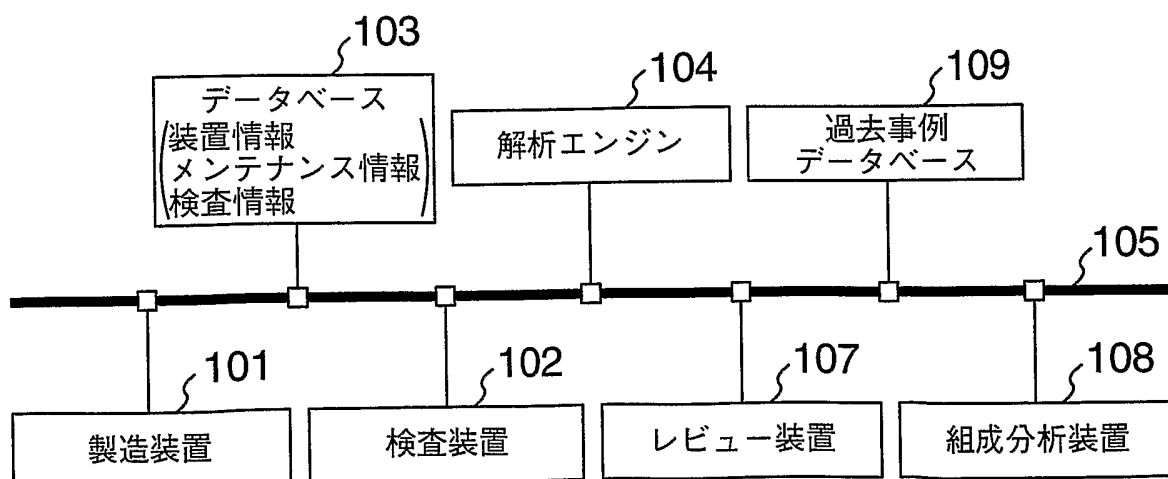


FIG. 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09544

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/66

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)

Int.Cl⁷ H01L21/66

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

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	JP 10-214866 A (Hitachi, Ltd.), 11 August, 1998 (11.08.98), Par. Nos. [0011], [0030] to [0038]; Figs. 2 to 4 (Family: none)	1-18
Y	US 2002/0081756 A (Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha), 27 June, 2002 (27.06.02), Par. Nos. [0015], [0016], [0066] to [0086], [0126] to [0133]; Figs. 3, 5 to 7 & JP 2002-190509 A Par. Nos. [0014], [0015], [0029] to [0047], [0081] to [0086]; Figs. 3, 5 to 7	1-18
Y	JP 11-317431 A (Hitachi, Ltd.), 16 November, 1999 (16.11.99), Par. Nos. [0042] to [0067] (Family: none)	16-18

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 22 October, 2003 (22.10.03)	Date of mailing of the international search report 11 November, 2003 (11.11.03)
--	--

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 (IPC)) Int. Cl ⁷ H01L 21/66		
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 ⁷ H01L 21/66		
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 1971-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003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 請求の範囲の番号
Y	JP 10-214866 A(株式会社日立製作所), 1998. 08. 11, 第11, 30-38段落, 第2-4図(ファミリーなし)	1-18
Y	US 2002/0081756 A(Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisya), 2002. 06. 27, 第15, 16, 66-86, 126-133段落, 第3, 5-7図 & JP 2002-190509 A, 第14, 15, 29-47, 81-86段落, 第3, 5-7図	1-18
Y	JP 11-317431 A(株式会社日立製作所), 1999. 11. 16, 第42-67段落(ファミリーなし)	16-18
☐ 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 22. 10. 03	国際調査報告の発送日 11. 11. 03	
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) 関 和郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3469	