

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6952623号
(P6952623)

(45) 発行日 令和3年10月20日(2021.10.20)

(24) 登録日 令和3年9月30日(2021.9.30)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 21/52 (2006.01) H O 1 L 21/52 F

請求項の数 13 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2018-32886 (P2018-32886)	(73) 特許権者	515085901 ファスフォードテクノロジー株式会社 山梨県南アルプス市下今諏訪610番地5
(22) 出願日	平成30年2月27日(2018.2.27)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
(65) 公開番号	特開2019-149440 (P2019-149440A)	(72) 発明者	小橋 英晴 山梨県南アルプス市下今諏訪610番地5 ファスフォードテクノロジー株式会社内
(43) 公開日	令和1年9月5日(2019.9.5)	(72) 発明者	小高峯 裕司 山梨県南アルプス市下今諏訪610番地5 ファスフォードテクノロジー株式会社内
審査請求日	令和2年11月4日(2020.11.4)	審査官	西村 治郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイボンディング装置および半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一CMOS撮像素子を有し、ライン露光順次読出しを行う撮像装置と、
基板またはダイの近傍であって前記撮像装置の撮像領域内に配置され、前記第一CMOS撮像素子の水平画素ラインと直交する方向に延伸する第一基準線と、
前記撮像装置を制御する制御装置と、
を備え、

前記制御装置は、前記撮像装置が前記基板または前記ダイと同一露光で撮像する前記第一基準線の画像に基づいて振動または陽炎による揺らぎを検出するダイボンディング装置。

10

【請求項2】

請求項1において、
前記制御装置は、前記第一基準線の画像が所定値以上ずれている場合、前記振動または前記揺らぎがあると判断するダイボンディング装置。

【請求項3】

請求項2において、
前記制御装置は、前記撮像装置による前記基板または前記ダイの撮像をやり直すダイボンディング装置。

【請求項4】

請求項1において、

20

さらに、前記基板または前記ダイの近傍であって前記撮像装置の撮像領域内に配置され、前記第一基準線が延伸する方向と直交する方向に延伸する第二基準線を備え、

前記撮像装置は、さらに、前記第二基準線が延伸する方向と直交する方向に水平画素ラインがある第二CMOS撮像素子を備え、

前記制御装置は、前記撮像装置が前記基板または前記ダイと前記第一基準線と前記第二基準線とを同一露光で撮像する前記第一CMOS撮像素子の画像および前記第二CMOS撮像素子の画像に基づいて振動または陽炎による揺らぎを検出するダイボンディング装置。

【請求項5】

請求項4において、

前記制御装置は、前記第一CMOS撮像素子の画像と前記第二CMOS撮像素子の画像を差分し絶対値変換しその画像に所定値以上の明度を有する場合、前記振動または前記揺らぎがあると判断するダイボンディング装置。

【請求項6】

請求項5において、

前記制御装置は、前記撮像装置による前記基板または前記ダイの撮像をやり直すダイボンディング装置。

【請求項7】

請求項1において、

さらに、前記第一基準線の近傍にアライメントパターンを備え、

前記制御装置は、前記第一基準線の前記アライメントパターンに対向する位置にずれがある場合、そのずれを測定し、その測定結果を前記アライメントパターンの位置決め結果にフィードバックするダイボンディング装置。

【請求項8】

請求項1において、さらに、

前記ダイをピックアップするピックアップヘッドを備え、

前記制御装置は前記撮像装置を用いて前記基板および前記基板の近傍に設けられた前記第一基準線を撮像するダイボンディング装置。

【請求項9】

請求項1において、さらに

前記ダイをピックアップするピックアップヘッドと、

ピックアップされた前記ダイが載置される中間ステージと、

前記制御装置は前記撮像装置を用いて前記中間ステージの上に載置された前記ダイおよび前記中間ステージに設けられた前記第一基準線を撮像するダイボンディング装置。

【請求項10】

(a) 第一CMOS撮像素子を有し、ライン露光順次読出しを行う撮像装置と、基板またはダイの近傍であって前記撮像装置の撮像領域内に配置され、前記第一CMOS撮像素子の水平画素ラインと直交する方向に延伸する第一基準線と、を備えるダイボンディング装置を準備する工程と、

(b) ダイが貼付されたダイシングテープを保持するウェハリングホルダを搬入する工程と、

(c) 基板を搬入する工程と、

(d) 前記ダイをピックアップする工程と、

(e) ピックアップした前記ダイを前記基板または既に前記基板にボンディングされているダイ上にボンディングする工程と、

を備え、

前記(d)工程または前記(e)工程において、前記撮像装置が前記基板または前記ダイと同一露光で撮像する前記第一基準線の画像に基づいて振動または陽炎による揺らぎを検出する半導体装置の製造方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

請求項 1 0 において、

前記 (e) 工程は、検出した前記振動または前記揺らぎが所定値以上の場合は、前記撮像装置は再度前記基板および前記基板の近傍に設けられた前記第一基準線を撮像する半導体装置の製造方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 0 において、

前記 (e) 工程は、検出した前記揺らぎが所定値以上であり、前記第一基準線のアライメントパターンに対向する位置にずれがある場合、そのずれを測定し、その測定結果を前記アライメントパターンの位置決め結果にフィードバックする半導体装置の製造方法。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 0 において、

前記 (d) 工程は、検出した前記振動または前記揺らぎが所定値以上の場合は、前記撮像装置は再度前記ダイおよび前記ダイの近傍に設けられた前記第一基準線を撮像する半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本開示はダイボンディング装置に関し、例えば基板を認識するカメラを備えるダイボンダに適用可能である。

20

【背景技術】**【0 0 0 2】**

半導体装置の製造工程の一部に半導体チップ（以下、単にダイという。）を配線基板やリードフレーム等（以下、単に基板という。）に搭載してパッケージを組み立てる工程があり、パッケージを組み立てる工程の一部に、半導体ウェハ（以下、単にウェハという。）からダイを分割する工程（ダイシング工程）と、分割したダイを基板の上に搭載するダイボンディング工程と、がある。ダイボンディング工程に使用される半導体製造装置がダイボンダ等のダイボンディング装置である。

【0 0 0 3】

ダイボンダは、はんだ、金メッキ、樹脂を接合材料として、ダイを基板または既にボンディングされたダイの上にボンディング（搭載して接着）する装置である。ダイを、例えば、基板の表面にボンディングするダイボンダにおいては、コレットと呼ばれる吸着ノズルを用いてダイをウェハから吸着してピックアップし（ピックアップ工程）、基板上に搬送し、押付力を付与すると共に、接合材を加熱することによりボンディングを行う（ボンディング工程）という動作（作業）が繰り返して行われる。

30

【0 0 0 4】

上述のピックアップ工程時およびボンディング工程時には、各々の工程に合わせ、ダイや基板を撮像装置で撮像し、撮像した画像に基づいて画像処理により位置決めおよび検査を行う。

【先行技術文献】

40

【特許文献】**【0 0 0 5】**

【特許文献 1】特開 2 0 1 2 - 5 9 7 6 5 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0 0 0 6】**

基板は、ダイボンディング装置に搬入され、ダイボンディングされた後搬送される。すなわち、基板は、ダイボンディング装置の上流から下流に搬送される。高精度が要求されるダイボンディング装置では、当然ながら、装置内部での振動や気流の管理を高精度に行う必要がある。しかし、駆動部や発熱部を持つダイボンディング装置では、それらの影響

50

をゼロにすることは、物理的に困難である。特に、撮像装置で撮像した画像は、これらの影響が顕著に受け易い。

【 0 0 0 7 】

撮像装置が撮像する画像は、位置決めのために使用する。この画像が撮像された時点での位置から、実際に作業するときの位置がずれていれば、撮像した画像は位置決めに不適切で、使用できない。したがって、基板搬送が終わって、振動が所定の大きさ以内に小さくなるまで、位置決めのための画像を取得できない。このため、ダイボンディングのタクトタイムが長くなる。また、熱の影響による光学的な揺らぎのために、撮影画像には時間的に不確定な要因が入り、位置決め精度が向上しない。

本開示の課題は、振動および熱のうち少なくとも一つの影響を検出することが可能なダイボンディング装置を提供することである。

その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本開示のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば下記の通りである。

すなわち、ダイボンディング装置は、第一C M O S撮像素子を有し、ライン露光順次読出しを行う撮像装置と、基板またはダイの近傍であって前記撮像装置の撮像領域内に配置され、前記第一C M O S撮像素子の水平画素ラインと直交する方向に延伸する第一基準線と、前記撮像装置を制御する制御装置と、を備える。前記制御装置は、前記撮像装置が前記基板または前記ダイと同一露光で撮像する前記第一基準線の画像に基づいて振動または陽炎による揺らぎを検出する。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

上記ダイボンディング装置によれば、振動の影響または陽炎による揺らぎを検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図1】撮像装置が振動により影響を受けることを説明する図である。

【図2】振動発生タイミングで撮像を禁止して振動の影響を回避する例を説明する図である。

【図3】振動の有無を確認する例を説明する図である。

【図4】振動周期と露光時間との関係を説明する図である。

【図5】第一実施形態の振動を検出する方法を説明する図である。

【図6】第一実施形態の振動を検出する方法を説明するフローチャートである。

【図7】振動がある場合の輝線の画像の例を示す図である。

【図8】第二実施形態の振動を検出する方法を説明する図である。

【図9】第二実施形態の振動を検出する方法を説明する撮像画像である。

【図10】第二実施形態の振動を検出する方法を説明するフローチャートである。

【図11】第三実施形態の陽炎による揺らぎを検出する方法を説明する図である。

【図12】第三実施形態の陽炎による揺らぎを検出する方法を説明する図である。

【図13】倣い動作のフローチャートである。

【図14】連続着工動作のフローチャートである。

【図15】実施例のダイボンダの構成例を示す概略上面図である。

【図16】図15において矢印A方向から見たときの概略構成を説明する図である。

【図17】図15のダイ供給部の構成を示す外観斜視図である。

【図18】図16のダイ供給部の主要部を示す概略断面図である。

【図19】図15のダイボンダの制御系の概略構成を示すブロック図である。

【図20】図15のダイボンダにおけるダイボンディング工程を説明するフローチャートである。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】**【0011】**

以下、実施形態および実施例について、図面を用いて説明する。ただし、以下の説明において、同一構成要素には同一符号を付し繰り返しの説明を省略することがある。なお、図面は説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。

【0012】

まず、撮像装置が撮像する画像の課題について説明する。

振動の影響について図1～4を用いて説明する。図1は撮像装置が振動により影響を受けることを説明する図である。図2は振動発生タイミングで撮像を禁止して振動の影響を回避する例を説明する図であり、図2(A)は移動量や速度の違いがある場合の図であり、図2(B)はリトライ動作やNサイクル周期(例えばウェハのアンローディングや各種部品のクリーニング等)での動作がある場合の図である。図3は振動の有無を確認する例を説明する図である。図4は振動周期と露光時間との関係を説明する図であり、図4(A)は露光時間に対し振動周期が比較的速い場合の図であり、図4(B)は露光時間に対し振動周期が比較的速い場合の図である。

10

【0013】

搬送動作により発生する振動は、基板に直接伝わるほか、ダイボンディング装置本体にも伝達される。また、搬送動作だけではなく、ピックアップ工程でもピックアップするために発生する振動が、ダイボンディング装置中に機械的に伝達される。例えば、ピックアップ時の振動加速度は、約 $9.8 \sim 147 [m/s^2]$ 程度である。

20

【0014】

位置決めアライメントに使用するカメラには、XYテーブルなどの第一駆動部DU1に取り付けられている第一カメラCA1や装置内で固定の位置に取り付けられている第二カメラCA2がある。第一カメラCA1または第二カメラCA2が、第一駆動部DU1の動作で発生する振動の影響(矢印E1)を受け、第一カメラCA1または第二カメラCA2の撮像画像にぶれを生じ、位置決め精度を悪化させる場合がある。または、他のユニット(例えば、ピックアップ部やボンディング部)の被駆動部(例えば、ピックアップヘッドやボンディングヘッド)HDを駆動する第二駆動部DU2、第三駆動部DU3の動作で発生する振動の影響(矢印E2)を受け、第一カメラCA1または第二カメラCA2の撮像画像にぶれを生じ、位置決め精度を悪化させる場合がある。

30

【0015】

それらの振動の影響を受けないようにするために、テーブル駆動による振動の静振化対策、または、図2に示すように、振動発生タイミングで撮像を禁止する(例えば、振動発生タイミングから所定期間(静定用遅延(t_{DLY}))後に撮像(露光)する)などのタイミング制御が必要である。しかし、図2(A)に示すように、移動量や速度の違いがある場合、静定時間が十分であるか確認するのは困難である。また、図2(B)に示すように、リトライ動作やNサイクル周期での動作がある場合、それに合わせて静定時間が十分であるか確認するのに手間がかかる。また、すべての動作が影響を受けるわけではないため、カメラ視野が各振動発生トリガによってどの程度影響を受けているのか、正確に把握することが重要である。装置は着工する品種やリトライ処理で動作パラメータ、タイミング、速度、各処理による遅延などがその都度異なるため、撮像毎に振動の影響を受けたかどうかを判断できることが望ましい。

40

【0016】

図3に示すように、振動の有無を確認するためには加速度センサASなどを第三カメラCA3に取り付ける方法があるが、この方法だと第三カメラCA3本体に発生する振動の振幅や周波数は把握できても、視野内の画像に発生するぶれの画像上の振幅を把握することは難しく、実際に位置決めアライメントに影響を受けているのかを確認することは難しい。

50

【 0 0 1 7 】

よって、カメラ内の画像で振動の有無を確認できればよい。画像として振動によってぶれた画像になっていれば、その検出も可能である。しかし、図4(A)に示すように、露光時間に対し振動周期が比較的速ければ画像IMAが滲んで振動していることが分かるが、図4(B)に示すように、露光時間に対し振動周期が比較的遅いと画像IMBは滲まないの分からない。よって、露光時間と振動周波数の関係によっては一括タイミングでシャッター制御を行うカメラ、例えばCCD撮像素子を用いたカメラ(以下、CCDカメラという。)またはグローバルシャッター(同時露光一括読出し)のCMOS撮像素子を用いたカメラ(以下、CMOSカメラという。)では確実に検出できるわけではない。

【 0 0 1 8 】

熱の影響について以下説明する。

ボンディング工程では、ダイアタッチフィルムを硬化させるために、約80~160[]程度に基板を加熱している。したがって、ダイボンダ内には、加熱等による空気の乱れがある。さらに、搬送動作やピックアップの動作などによって、ダイボンダ内には、気流が発生する。

【 0 0 1 9 】

特に、位置決めをするときには、ダイボンディング装置では、撮像装置であるカメラが位置決めしたいターゲット(基板やダイ)を撮像し、画像処理装置が撮像した画像を画像処理してターゲットの基準位置(アライメントマーク)を抽出している。しかし、カメラが撮像する箇所は、熱発生源に近く、気流の動きが激しい。このため、カメラは、気流の動きによる光学的な揺らぎの影響を受ける。また、明るい画像を取得するために、照明の輝度を上げて撮像することが多いが、照明光が照射されることにより発生する熱も無視できない。

【 0 0 2 0 】

< 第一実施形態 >

次に、上述した課題を解決する一例である第一実施形態について図5~7を用いて説明する。第一実施形態では振動の有無を撮像画像から検出し、振動がある場合は再度撮像を行う。図5は第一実施形態の振動を検出する方法を説明する図であり、図5(A)は振動を検出する構成を示す斜視図であり、図5(B)は振動がある場合の撮像画像である。図6は振動の有無を判断するフローチャートである。図7は振動がある場合の輝線の画像を示す図である。

【 0 0 2 1 】

第一実施形態では、撮像毎に画像が振動しているかを検出する。カメラCAにローリングシャッターのCMOSカメラ(ライン露光順次読出し撮像装置)を用いる。図5(A)に示すように、カメラCAの撮像エリアIA内にカメラCAを構成するCMOS撮像素子の水平画素ラインと直交する基準線BLを設ける。

【 0 0 2 2 】

ローリングシャッターは画像上の水平ライン毎に垂直方向に順次シャッターとなるので、図5(B)に示すように、撮像した基準線BLの画像IBLが直線性を失っている場合は、カメラCAが振動していると判断することができる。また、撮像した基準線BLの画像IBLの描く波模様がそのまま振動波形になるため、振幅や周波数が判断でき、その結果から、撮像した画像が振動の影響を受けていても、それがアライメント精度に影響しうるものかを判断することができる。この方法は振動波形の測定方向に指向性があるため、振動方向が明瞭化している場合に用いるとよい。本実施形態は振動の他に陽炎による揺らぎの影響も確認することができる。

【 0 0 2 3 】

振動または揺らぎの有無の判断について図6を用いて説明する。

まず、カメラCAによって基準線BLを含む対象物が撮像され、その画像が取得される(ステップS1)。次に、取得した画像から1ライン目の最も明るい画素のx座標を求め、それをLx(1)とする(ステップS2)。次に、取得した画像から2ライン目の最も

10

20

30

40

50

明るい画素のx座標を求め、それを $L \times (2)$ とする(ステップS3)。同様に、取得した画像からNライン(最終ライン)目の最も明るい画素のx座標を求め、それを $L \times (N)$ とする(ステップS4)。

【0024】

図7に示すように、例えば、iライン目の最も明るい画素のx座標は $L \times (i) = 6$ 、 $i + 8$ ライン目の最も明るい画素のx座標は $L \times (i + 8) = 7$ 、 $i + 15$ ライン目の最も明るい画素のx座標は $L \times (i + 15) = 4$ である。

【0025】

次に、各ラインの最も明るい画素のx座標($L \times (1) \sim L \times (N)$)から最大値($MAX(L \times (1) \sim L \times (N))$)を求め、また、各ラインの最も明るい画素のx座標($L \times (1) \sim L \times (N)$)から最小値($MIN(L \times (1) \sim L \times (N))$)を求め、最大値と最小値との差(DEV)を求める(ステップS5)。差(DEV)が所定の閾値(TH)以上かどうかを判断する(ステップS6)。YESの場合、振動または揺らぎがあると判断し、ステップS1に戻る。NOの場合、振動または揺らぎがないと判断し、撮像画像を用いてターゲット認識などによるアライメント処理を行う(ステップS7)。

【0026】

第一実施形態では、一括露光方式のカメラ(CCDカメラやグローバルシャッタのCMOSカメラ)ではできない微細時間での時間差処理をもつ露光が可能になるローリングシャッタのCMOSカメラを用いて撮像画像内に微細な時間差処理を与え、本来直線で写るはずの基準線を設け、それが直線であるかを確認することで振動の有無を確認する。ここで、振動を除く撮像タイミングは制御としては、被写体およびカメラは静止している前提である。この方法において、照明システムは常時点灯やストロボ点灯に限るものではない。

【0027】

これにより、画像撮像中に、画像に影響を与えうる振動または揺らぎが発生しているかを確認することができる。発生した振動または揺らぎが画像内の座標系において画像ブレとしてどの程度の振幅、周波数、静定時間であるかを測定することができる。撮像した画像が振動または揺らぎの影響を受けていないことを確認することで、画像処理で行う位置決めアライメント精度を対振動または揺らぎ対応として保証できる。振動または揺らぎの影響を受けていることが検出できれば、再認識などのリトライ処理を組み込むことができ、画像処理で行う位置決めアライメント精度を安定させることができる。

【0028】

また、振動によるズレが1画素に及ばない場合もしくは画素境界になる場合は、濃淡値の分散からラインの中央を近似計算によって求めてもよい。

【0029】

<第二実施形態>

次に、上述した課題を解決する一例である第二実施形態について図8~10を用いて説明する。第二実施形態では、第一実施形態と同様に、振動の有無を撮像画像から検出し、振動がある場合は再度撮像を行う。図8は第二実施形態の振動を検出する方法を説明する図であり、図8(A)は振動を検出する構成を示す斜視図であり、図8(B)は図8(A)のカメラの構成を示す図である。図9は振動がある場合の撮像画像であり、図9(A)は第一CMOS撮像素子による第一基準線の画像を示す図であり、図9(B)は第二CMOS撮像素子による第二基準線の画像を示す図であり、図9(C)は図9(A)の画像と図9(B)の画像を重ねた図である。図10は振動の有無を判断するフローチャートである。

【0030】

図8(A)に示すように、第二実施形態のカメラCAAの撮像エリアIA内に第一基準線BL1と第一基準線BL1が延伸する方向と直交する方向に延伸する第二基準線BL2を設ける。

【0031】

図8(B)に示すように、カメラCAAは第一CMOS撮像素子IPD1と第二CMOS撮像素子IPD2と第一プリズムPR1と第二プリズムPR2とを備える。カメラCAAへの入射光ILは第一プリズムPR1と第二プリズムPR2とにより、第一入射光IL1と第二入射光IL2に分かれ、第一入射光IL1は第一CMOS撮像素子IPD1に入射し、第二入射光IL2は第二CMOS撮像素子IPD2に入射する。第一CMOS撮像素子IPD1の水平画素ラインの方向(矢印H1の方向)と第一基準線BL1が延伸する方向が直交するように、第一CMOS撮像素子IPD1が配置される。また、第二CMOS撮像素子IPD2の水平画素ラインの方向(矢印H2の方向)と第二基準線BL2が延伸する方向が直交するように、第二CMOS撮像素子IPD2とが配置される。

【0032】

10

図9(A)に示すように、第一撮像素子IPD1で撮像された第一基準線BL1の画像IBL1に歪みがある場合、第一撮像素子IPD1で撮像された第一画像IM1の領域WA1は振動で画像が歪んだ領域となる。図9(B)に示すように、第二撮像素子IPD2で撮像された第二基準線BL2の画像IBL2に歪みがある場合、第二撮像素子IPD2で撮像された第二画像IM2の領域WA2は振動で画像が歪んだ領域となる。よって、図9(C)の破線で示した第一領域DA1と第二領域DA2に、第一画像IM1と第二画像IM2との差異が現れる。

【0033】

振動または揺らぎの有無の判断について図10を用いて説明する。

まず、カメラCAAによって第一基準線BL1および第二基準線BL2を含む対象物(例えば、基板やダイ)が撮像され、第一CMOS撮像素子IPD1および第二CMOS撮像素子IPD2が同時にその第一画像IM1および第二画像IM2を取得する(ステップS11)。次に、カメラCAAは第一画像IM1および第二画像IM2を制御装置に転送する(ステップS12)。制御装置は、第一CMOS撮像素子IPD1が撮像した第一画像IM1と第二CMOS撮像素子IPD2が撮像した第二画像IM2を差分し、絶対値変換する(ステップS13)。制御装置は、画像内に所定の閾値以上の明度を有する領域(例えば、第一領域DA1、第二領域DA2)があるかどうか判断する(ステップS14)。YESの場合、振動または揺らぎがあると判断し、ステップS11に戻る。NOの場合、振動または揺らぎがないと判断し、第一画像IM1または第二画像IM2のいずれかの画像を用いてターゲット認識などによるアライメント処理を行う(ステップS15)。

20

30

【0034】

第二実施形態によれば、1方向の振動しか測定できなかった第一実施形態に比べ、XY方向での測定ができるようになる。この方法を用いれば、振動のベクトル方向も検出することができるようになる。

【0035】

<第三実施形態>

上述した課題の解決手段の一例である第三実施形態について図11~14を用いて説明する。第三実施形態では、陽炎による揺らぎを検出した場合、第一実施形態や第二実施形態のように再度撮像するのではなく、撮像画像を補正する。

【0036】

40

図11は第三実施形態の陽炎による揺らぎを検出する方法を説明する図であり、基板のダイ搭載領域およびその周辺の画像であり、揺らぎにより歪みがある画像を示す図である。図12は第三実施形態の陽炎による揺らぎを検出する方法を説明する図であり、アライメントパターンと基準線との関係を示す画像である。図13は做い動作のフローチャートである。図14は連続着工動作のフローチャートである。

【0037】

図11に示すように、アライメントパターンの画像IAMに揺らぎによる歪みが発生すると、画像IAM近傍のダイ搭載領域の境界線等本来真っ直ぐ写るべき所SPも揺らぎで歪む。したがって、カメラで撮像しているときに、陽炎による揺らぎがあった場合、その揺らぎによってアライメントパターンが動いてしまう。上述したように、グローバルシャ

50

ッタのカメラでは動いてしまっていること自体がわからないが、ローリングシャッタのカメラでは既知の直線部分が歪んでいるかどうかで、影響を受けているかどうかの判断がつく。ここで、アライメントパターンと基準線の陽炎の揺らぎが同一波形になるよう、基準線としてアライメントパターンにできるだけ近い直線を使用する。

【 0 0 3 8 】

図 1 2 に示すように、既知の直線部分の境界検出を多点で行い、ハフ (Hough) 変換や最小二乗法による近似処理で、その直線の真値を検出する (近似直線 A S L を導く)。近似直線 A S L がアライメントパターンと同一水平ライン上が歪んでいることが検出されれば、アレイメントマークと同一水平ライン上 (同位相) にある境界位置から歪みオフセットを測定し、アライメントパターンの位置決め結果をその歪みオフセット分だけ補正することで、陽炎による揺らぎの影響を除去することができる。以下、詳細について図 1 3、1 4 を用いて説明する。

10

【 0 0 3 9 】

まず、做い動作として、図 1 3 に示すように、位置決め用いるアライメントパターン A P と基準線 S L P を撮像し画像を取り込む (ステップ S 2 1)。アライメントパターン A P の位置を登録する (ステップ S 2 2)。このとき、位置決めアルゴリズムにパターンマッチングを用いるのであれば、モデル画像の登録も行う。アライメントパターン A P と同じ水平ライン上を直交する基準線 S L P の位置を登録する (ステップ S 2 3)。

【 0 0 4 0 】

次に、連続着工動作として、図 1 4 に示すように、位置決め用いるアライメントパターン A P と基準線 S L P を撮像し画像を取り込む (ステップ S 3 1)。撮像したアレイメントパターンの画像 I M A からアライメントパターン A P の位置を測定する (ステップ S 3 2)。測定したアライメントパターンから登録した基準線の位置のあるべき場所を算出し、その付近での直線検出を行い、近似直線 A S L を求める (ステップ S 3 3)。直線の前後部分 (図面上、アライメントパターンよりも上または下に対応する部分) に比べ、アライメントパターン付近の位置にずれがある場合 (陽炎による揺らぎによって直線の変形を検出した場合)、そのずれを測定する (ステップ S 3 4)。測定結果をアライメントパターンの位置決め結果にフィードバックし、ダイの位置ずれを補正する (ステップ S 3 5)。

20

【 0 0 4 1 】

上述した実施形態をダイボンダに適用した例について以下説明する。

30

【実施例】**【 0 0 4 2 】**

図 1 5 は実施例に係るダイボンダの概略を示す上面図である。図 1 6 は図 1 5 において矢印 A 方向から見たときに、ピックアップヘッド及びボンディングヘッドの動作を説明する図である。

【 0 0 4 3 】

ダイボンダ 1 0 は、大別して、一つ又は複数の最終 1 パッケージとなる製品エリア (以下、パッケージエリア P という。) をプリントした基板 S に実装するダイ D を供給する供給部 1 と、ピックアップ部 2、中間ステージ部 3 と、ボンディング部 4 と、搬送部 5、基板供給部 6 と、基板搬出部 7 と、各部の動作を監視し制御する制御部 8 と、を有する。Y 軸方向がダイボンダ 1 0 の前後方向であり、X 軸方向が左右方向である。ダイ供給部 1 がダイボンダ 1 0 の手前側に配置され、ボンディング部 4 が奥側に配置される。

40

【 0 0 4 4 】

まず、ダイ供給部 1 は基板 S のパッケージエリア P に実装するダイ D を供給する。ダイ供給部 1 は、ウェハ 1 1 を保持するウェハ保持台 1 2 と、ウェハ 1 1 からダイ D を突き上げる点線で示す突上げユニット 1 3 と、を有する。ダイ供給部 1 は図示しない駆動手段によって X Y 方向に移動し、ピックアップするダイ D を突上げユニット 1 3 の位置に移動させる。

【 0 0 4 5 】

50

ピックアップ部 2 は、ダイ D をピックアップするピックアップヘッド 2 1 と、ピックアップヘッド 2 1 を Y 方向に移動させるピックアップヘッドの Y 駆動部 2 3 と、コレット 2 2 を昇降、回転及び X 方向移動させる図示しない各駆動部と、を有する。ピックアップヘッド 2 1 は、突き上げられたダイ D を先端に吸着保持するコレット 2 2 (図 2 も参照) を有し、ダイ供給部 1 からダイ D をピックアップし、中間ステージ 3 1 に載置する。ピックアップヘッド 2 1 は、コレット 2 2 を昇降、回転及び X 方向移動させる図示しない各駆動部を有する。

【 0 0 4 6 】

中間ステージ部 3 は、ダイ D を一時的に載置する中間ステージ 3 1 と、中間ステージ 3 1 上のダイ D を認識する為のステージ認識カメラ 3 2 を有する。

【 0 0 4 7 】

ボンディング部 4 は、中間ステージ 3 1 からダイ D をピックアップし、搬送されてくる基板 S のパッケージエリア P 上にボンディングし、又は既に基板 S のパッケージエリア P 上にボンディングされたダイの上に積層する形でボンディングする。ボンディング部 4 は、ピックアップヘッド 2 1 と同様にダイ D を先端に吸着保持するコレット 4 2 (図 2 も参照) を備えるボンディングヘッド 4 1 と、ボンディングヘッド 4 1 を Y 方向に移動させる Y 駆動部 4 3 と、基板 S のパッケージエリア P の位置認識マーク (図示せず) を撮像し、ボンディング位置を認識する基板認識カメラ 4 4 とを有する。

このような構成によって、ボンディングヘッド 4 1 は、ステージ認識カメラ 3 2 の撮像データに基づいてピックアップ位置・姿勢を補正し、中間ステージ 3 1 からダイ D をピッ

【 0 0 4 8 】

搬送部 5 は、基板 S を掴み搬送する基板搬送爪 5 1 と、基板 S が移動する搬送レーン 5 2 と、を有する。基板 S は、搬送レーン 5 2 に設けられた基板搬送爪 5 1 の図示しないナットを搬送レーン 5 2 に沿って設けられた図示しないボールネジで駆動することによって移動する。

このような構成によって、基板 S は、基板供給部 6 から搬送レーン 5 2 に沿ってボンディング位置まで移動し、ボンディング後、基板搬出部 7 まで移動して、基板搬出部 7 に基板 S を渡す。

【 0 0 4 9 】

制御部 8 は、ダイボンダ 1 0 の各部の動作を監視し制御するプログラム (ソフトウェア) を格納するメモリと、メモリに格納されたプログラムを実行する中央処理装置 (C P U) と、を備える。

【 0 0 5 0 】

次に、ダイ供給部 1 の構成について図 1 7 および図 1 8 を用いて説明する。図 1 7 はダイ供給部の外観斜視図を示す図である。図 1 8 はダイ供給部の主要部を示す概略断面図である。

【 0 0 5 1 】

ダイ供給部 1 は、水平方向 (X Y 方向) に移動するウェハ保持台 1 2 と、上下方向に移動する突上げユニット 1 3 と、を備える。ウェハ保持台 1 2 は、ウェハリング 1 4 を保持するエキスパンディング 1 5 と、ウェハリング 1 4 に保持され複数のダイ D が接着されたダイシングテープ 1 6 を水平に位置決めする支持リング 1 7 と、を有する。突上げユニット 1 3 は支持リング 1 7 の内側に配置される。

【 0 0 5 2 】

ダイ供給部 1 は、ダイ D の突き上げ時に、ウェハリング 1 4 を保持しているエキスパンディング 1 5 を下降させる。その結果、ウェハリング 1 4 に保持されているダイシングテープ 1 6 が引き伸ばされダイ D の間隔が広がり、突上げユニット 1 3 によりダイ D 下方よりダイ D を突き上げ、ダイ D のピックアップ性を向上させている。なお、薄型化に伴いダイを基板に接着する接着剤は、液状からフィルム状となり、ウェハ 1 1 とダイシングテー

10

20

30

40

50

ブ 1 6 との間にダイアタッチフィルム (D A F) 1 8 と呼ばれるフィルム状の接着材料を貼り付けている。ダイアタッチフィルム 1 8 を有するウェハ 1 1 では、ダイシングは、ウェハ 1 1 とダイアタッチフィルム 1 8 に対して行なわれる。従って、剥離工程では、ウェハ 1 1 とダイアタッチフィルム 1 8 をダイシングテープ 1 6 から剥離する。

【 0 0 5 3 】

ダイボンダ 1 0 は、ウェハ 1 1 上のダイ D の姿勢を認識するウェハ認識カメラ 2 4 と、中間ステージ 3 1 に載置されたダイ D の姿勢を認識するステージ認識カメラ 3 2 と、ボンディングステージ B S 上の実装位置を認識する基板認識カメラ 4 4 とを有する。認識カメラ間の姿勢ずれ補正しなければならないのは、ボンディングヘッド 4 1 によるピックアップに関与するステージ認識カメラ 3 2 と、ボンディングヘッド 4 1 による実装位置へのボンディングに関与する基板認識カメラ 4 4 である。本実施例ではステージ認識カメラ 3 2 はローリングシャッタの C M O S カメラを用い、ステージ認識カメラ 3 2 の撮像エリア内の中間ステージ 3 1 のダイプレース位置近傍にステージ認識カメラ 3 2 を構成する C M O S 撮像素子の水平画素ラインと直交する輝線 (第一実施形態または第二実施形態の基準線の一例) を設ける。また、基板認識カメラ 4 4 はローリングシャッタの C M O S カメラを用い、基板認識カメラ 4 4 の撮像エリア内のボンディングエリアのクランプ部に基板認識カメラ 4 4 を構成する C M O S 撮像素子の水平画素ラインと直交する輝線 (第一実施形態または第二実施形態の基準線の一例) を設ける。

【 0 0 5 4 】

制御部 8 について図 1 9 を用いて説明する。図 1 9 は制御系の概略構成を示すブロック図である。制御系 8 0 は制御部 8 と駆動部 8 6 と信号部 8 7 と光学系 8 8 とを備える。制御部 8 は、大別して、主として C P U (Central Processor Unit) で構成される制御・演算装置 8 1 と、記憶装置 8 2 と、入出力装置 8 3 と、バスライン 8 4 と、電源部 8 5 とを有する。記憶装置 8 2 は、処理プログラムなどを記憶している R A M で構成されている主記憶装置 8 2 a と、制御に必要な制御データや画像データ等を記憶している H D D や S S D 等で構成されている補助記憶装置 8 2 b とを有する。入出力装置 8 3 は、装置状態や情報等を表示するモニタ 8 3 a と、オペレータの指示を入力するタッチパネル 8 3 b と、モニタを操作するマウス 8 3 c と、光学系 8 8 からの画像データを取り込む画像取込装置 8 3 d と、を有する。また、入出力装置 8 3 は、ダイ供給部 1 の X Y テーブル (図示せず) やボンディングヘッドテーブルの Z Y 駆動軸等の駆動部 8 6 を制御するモータ制御装置 8 3 e と、種々のセンサ信号や照明装置などのスイッチ等の信号部 8 7 から信号を取り込み又は制御する I / O 信号制御装置 8 3 f とを有する。光学系 8 8 には、ウェハ認識カメラ 2 4 、ステージ認識カメラ 3 2 、基板認識カメラ 4 4 が含まれる。制御・演算装置 8 1 はバスライン 8 4 を介して必要なデータを取込み、演算し、ピックアップヘッド 2 1 等の制御や、モニタ 8 3 a 等に情報を送る。

【 0 0 5 5 】

制御部 8 は画像取込装置 8 3 d を介してウェハ認識カメラ 2 4 、ステージ認識カメラ 3 2 および基板認識カメラ 4 4 で撮像した画像データを記憶装置 8 2 に保存する。保存した画像データに基づいてプログラムしたソフトウェアにより、制御・演算装置 8 1 を用いてダイ D および基板 S のパッケージエリア P の位置決め、並びにダイ D および基板 S の表面検査を行う。制御・演算装置 8 1 が算出したダイ D および基板 S のパッケージエリア P の位置に基づいてソフトウェアによりモータ制御装置 8 3 e を介して駆動部 8 6 を動かす。このプロセスによりウェハ上のダイの位置決めを行い、ピックアップ部 2 およびボンディング部 4 の駆動部で動作させダイ D を基板 S のパッケージエリア P 上にボンディングする。使用するウェハ認識カメラ 2 4 、ステージ認識カメラ 3 2 および基板認識カメラ 4 4 はグレースケール、カラー等であり、光強度を数値化する。

【 0 0 5 6 】

図 2 0 は図 1 5 のダイボンダにおけるダイボンディング工程を説明するフローチャートである。

実施例のダイボンディング工程では、まず、制御部 8 は、ウェハ 1 1 を保持しているウ

10

20

30

40

50

エハリング 14 をウェハカセットから取り出してウェハ保持台 12 に載置し、ウェハ保持台 12 をダイ D のピックアップが行われる基準位置まで搬送する（ウェハローディング（工程 P 1））。次いで、制御部 8 は、ウェハ認識カメラ 24 によって取得した画像から、ウェハ 11 の配置位置がその基準位置と正確に一致するように微調整を行う。

【 0 0 5 7 】

次に、制御部 8 は、ウェハ 11 が載置されたウェハ保持台 12 を所定ピッチでピッチ移動させ、水平に保持することによって、最初にピックアップされるダイ D をピックアップ位置に配置する（ダイ搬送（工程 P 2））。ウェハ 11 は、予めプローバ等の検査装置により、ダイ毎に検査され、ダイ毎に良、不良を示すマップデータが生成され、制御部 8 の記憶装置 82 に記憶される。ピックアップ対象となるダイ D が良品であるか、不良品であるかの判定はマップデータにより行われる。制御部 8 は、ダイ D が不良品である場合は、ウェハ 11 が載置されたウェハ保持台 12 を所定ピッチでピッチ移動させ、次にピックアップされるダイ D をピックアップ位置に配置し、不良品のダイ D をスキップする。

10

【 0 0 5 8 】

制御部 8 は、ウェハ認識カメラ 24 によってピックアップ対象のダイ D の主面（上面）を撮像し、取得した画像からピックアップ対象のダイ D の上記ピックアップ位置からの位置ずれ量を算出する。制御部 8 は、この位置ずれ量を基にウェハ 11 が載置されたウェハ保持台 12 を移動させ、ピックアップ対象のダイ D をピックアップ位置に正確に配置する（ダイ位置決め（工程 P 3））。

【 0 0 5 9 】

20

次いで、制御部 8 は、ウェハ認識カメラ 24 によって取得した画像から、ダイ D の表面検査を行う（工程 P 4）。ここで、制御部 8 は、表面検査で問題があるかどうかを判定し、ダイ D の表面に問題なしと判定した場合には次工程（後述する工程 P 9）へ進むが、問題ありと判定した場合には、表面画像を目視で確認するか、さらに高感度の検査や照明条件などを変えた検査を行い、問題がある場合はスキップ処理し、問題がない場合は次工程の処理を行う。スキップ処理は、ダイ D の工程 P 9 以降をスキップし、ウェハ 11 が載置されたウェハ保持台 12 を所定ピッチでピッチ移動させ、次にピックアップされるダイ D をピックアップ位置に配置する。

【 0 0 6 0 】

制御部 8 は、基板供給部 6 で基板 S 搬送レーン 52 に載置する（基板ローディング（工程 P 5））。制御部 8 は、基板 S を掴み搬送する基板搬送爪 51 をボンディング位置まで移動させる（基板搬送（工程 P 6））。

30

【 0 0 6 1 】

基板認識カメラ 44 にて基板 S および輝線を撮像し、位置決めを行う（基板位置決め（工程 P 7））。第一実施形態または第二実施形態の判断方法により、撮像した輝線の画像から振動しているかどうかを判断し、振動していないと判断する場合は位置決めを行う。振動していると判断する場合は、基板認識カメラ 44 は再度画像を取得する。

【 0 0 6 2 】

次いで、制御部 8 は、基板認識カメラ 44 によって取得した画像から、基板 S のパッケージエリア P の表面検査を行う（工程 P 8）。ここで、制御部 8 は、表面検査で問題があるかどうかを判定し、基板 S のパッケージエリア P の表面に問題なしと判定した場合には次工程（後述する工程 P 9）へ進むが、問題ありと判定した場合には、表面画像を目視で確認するか、さらに高感度の検査や照明条件などを変えた検査を行い、問題がある場合はスキップ処理し、問題がない場合は次工程の処理を行う。スキップ処理は、基板 S のパッケージエリア P の該当タブへの工程 P 10 以降をスキップし、基板着工情報に不良登録を行う。

40

【 0 0 6 3 】

制御部 8 は、ダイ供給部 1 によってピックアップ対象のダイ D を正確にピックアップ位置に配置した後、コレット 22 を含むピックアップヘッド 21 によってダイ D をダイシングテープ 16 からピックアップし（ダイハンドリング（工程 P 9））、中間ステージ 31

50

に載置する（（工程 P 1 0））。制御部 8 は、中間ステージ 3 1 に載置したダイの姿勢ずれ（回転ずれ）の検出をステージ認識カメラ 3 2 にてダイ D および輝線を撮像して行う（工程 P 1 1）。第一実施形態または第二実施形態の判断方法により、撮像した輝線の画像から振動しているかどうかを判断し、振動していないと判断する場合、ダイの姿勢ずれ（回転ずれ）の検出を行う。振動していると判断する場合は、ステージ認識カメラ 3 2 は再度画像を取得する。制御部 8 は、姿勢ずれがある場合は中間ステージ 3 1 に設けられた巡回駆動装置（不図示）によって実装位置を有する実装面に平行な面で中間ステージ 3 1 を巡回させて姿勢ずれを補正する。

【 0 0 6 4 】

制御部 8 は、ステージ認識カメラ 3 2 によって取得した画像から、ダイ D の表面検査を行う（工程 P 1 2）。ここで、制御部 8 は、表面検査で問題があるかどうかを判定し、ダイ D の表面に問題なしと判定した場合には次工程（後述する工程 P 1 3）へ進むが、問題ありと判定した場合には、表面画像を目視で確認するか、さらに高感度の検査や照明条件などを変えた検査を行い、問題がある場合は、そのダイを図示しない不良品トレイなどに載置してスキップ処理し、問題がない場合は次工程の処理を行う。スキップ処理は、ダイ D の工程 P 1 3 以降をスキップし、ウェハ 1 1 が載置されたウェハ保持台 1 2 を所定ピッチでピッチ移動させ、次にピックアップされるダイ D をピックアップ位置に配置する。

【 0 0 6 5 】

制御部 8 は、コレット 4 2 を含むボンディングヘッド 4 1 によって中間ステージ 3 1 からダイ D をピックアップし、基板 S のパッケージエリア P または既に基板 S のパッケージエリア P にボンディングされているダイにダイボンディングする（ダイアタッチ（（工程 P 1 3）））。

【 0 0 6 6 】

制御部 8 は、ダイ D をボンディングした後、そのボンディング位置が正確になされているかをダイ D、基板 S および輝線を基板認識カメラ 4 4 で撮像して検査する（ダイと基板の相対位置検査（工程 P 1 4））。第一実施形態または第二実施形態の判断方法により、撮像した輝線の画像から振動しているかどうかを判断し、振動していないと判断する場合、ボンディング位置が正確になされているかの検査を行う。振動していると判断する場合は、基板認識カメラ 4 4 は再度画像を取得する。このとき、ダイの位置合わせと同様にダイの中心と、タブの中心を求め、相対位置が正しいかを検査する。

【 0 0 6 7 】

次いで、制御部 8 は、基板認識カメラ 4 4 によって取得した画像から、ダイ D および基板 S の表面検査を行う（工程 P 1 5）。ここで、制御部 8 は、表面検査で問題があるかどうかを判定し、ボンディングされたダイ D の表面に問題なしと判定した場合には次工程（後述する工程 P 9）へ進むが、問題ありと判定した場合には、表面画像を目視で確認するか、さらに高感度の検査や照明条件などを変えた検査を行い、問題がある場合はスキップ処理し、問題がない場合は次工程の処理を行う。スキップ処理では、基板着工情報に不良登録を行う。

【 0 0 6 8 】

以後、同様の手順に従ってダイ D が 1 個ずつ基板 S のパッケージエリア P にボンディングする。1 つの基板のボンディングが完了すると、基板搬送爪 5 1 で基板 S を基板搬出部 7 まで移動して（基板搬送（工程 P 1 6））、基板搬出部 7 に基板 S を渡す（基板アンローディング（工程 P 1 7））。

【 0 0 6 9 】

以後、同様の手順に従ってダイ D が 1 個ずつダイシングテープ 1 6 から剥がされる（工程 P 9）。不良品を除くすべてのダイ D のピックアップが完了すると、それらダイ D をウェハ 1 1 の外形で保持していたダイシングテープ 1 6 およびウェハリング 1 4 等をウェハカセットへアンローディングする（工程 P 1 8）。

【 0 0 7 0 】

以上、本発明者によってなされた発明を実施例および変形例に基づき具体的に説明した

10

20

30

40

50

が、本発明は、上記実施例および変形例に限定されるものではなく、種々変更可能であることはいうまでもない。

【0071】

例えば、第二実施形態では、基準線を設けて振動の有無を判断する例を説明したが、第一C M O S撮像素子I P D 1および第二C M O S撮像素子I P D 2の両方が正方格子のセルを有するものであれば、両画像を差分比較によって見比べ、不一致領域があれば、基準線を設けなくても振動の有無がわかるようになる。

【0072】

また、実施例では基準線として輝線を例に説明したが、輝線は発光するものに限らず、反射性のものや、単なる模様、レーザによる投影でもよい。

10

【0073】

また、実施例では、第一実施形態または第二実施形態による振動を判断する方法を適用する例を説明したが、第三実施形態による揺らぎを判断する方法を適用してもよい。

【0074】

また、実施例では、ステージ認識カメラおよび基板認識カメラによる撮像において第一実施形態または第二実施形態を適用する例について説明したが、ウェハ認識カメラによる撮像において第一実施形態または第二実施形態を適用してもよい。

また、実施例ではダイ位置認識の後にダイ外観検査認識を行っているが、ダイ外観検査認識の後にダイ位置認識を行ってもよい。

また、実施例ではウェハの裏面にD A Fが貼付されているが、D A Fはなくてもよい。

20

また、実施例ではピックアップヘッドおよびボンディングヘッドをそれぞれ1つ備えているが、それぞれ2つ以上であってもよい。また、実施例では中間ステージを備えているが、中間ステージがなくてもよい。この場合、ピックアップヘッドとボンディングヘッドは兼用してもよい。

また、実施例ではダイの表面を上にしてボンディングされるが、ダイをピックアップ後ダイの表裏を反転させて、ダイの裏面を上にしてボンディングしてもよい。この場合、中間ステージは設けなくてもよい。この装置はフリップチップボンダという。

【符号の説明】

【0075】

- 10・・・ダイボンダ
- 1・・・ダイ供給部
- 13・・・突上げユニット
- 2・・・ピックアップ部
- 24・・・ウェハ認識カメラ
- 3・・・中間ステージ部
- 31・・・中間ステージ
- 32・・・ステージ認識カメラ
- 4・・・ボンディング部
- 41・・・ボンディングヘッド
- 42・・・コレット
- 44・・・基板認識カメラ
- 5・・・搬送部
- 51・・・基板搬送爪
- 8・・・制御部
- S・・・基板
- B S・・・ボンディングステージ
- D・・・ダイ
- P・・・パッケージエリア
- C A・・・カメラ
- B L・・・基準線

30

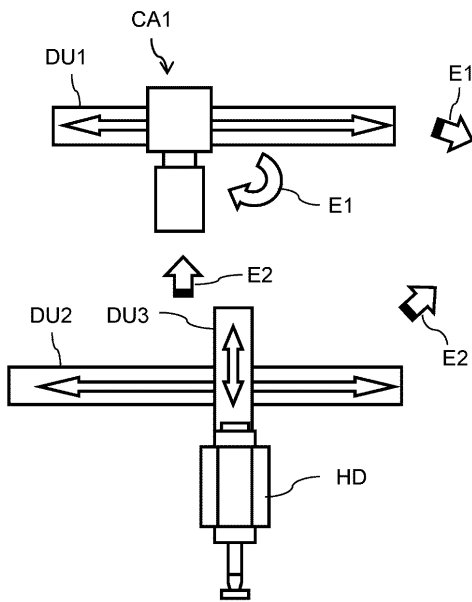
40

50

I A . . . 撮像エリア
I B L . . . 基準線の画像

【図1】

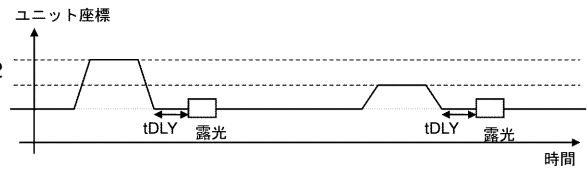
図1



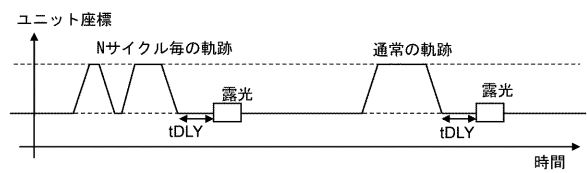
【図2】

図2

(A)

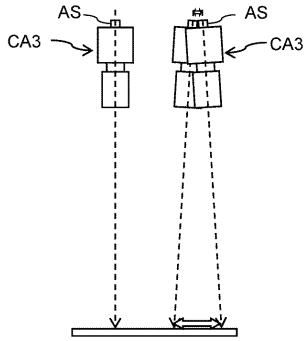


(B)



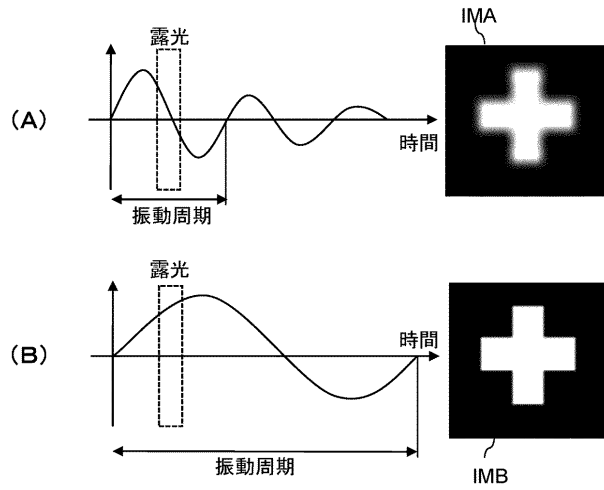
【図3】

図3



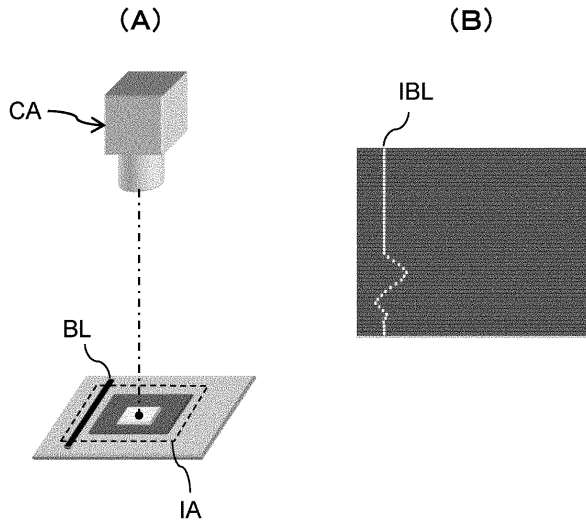
【図4】

図4



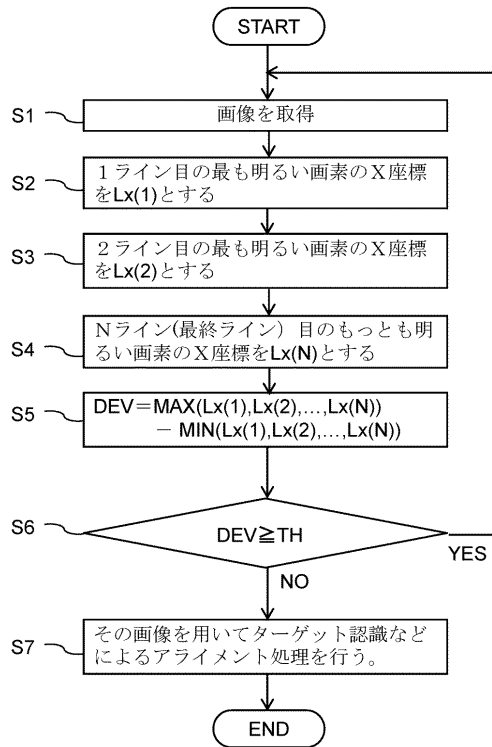
【図5】

図5

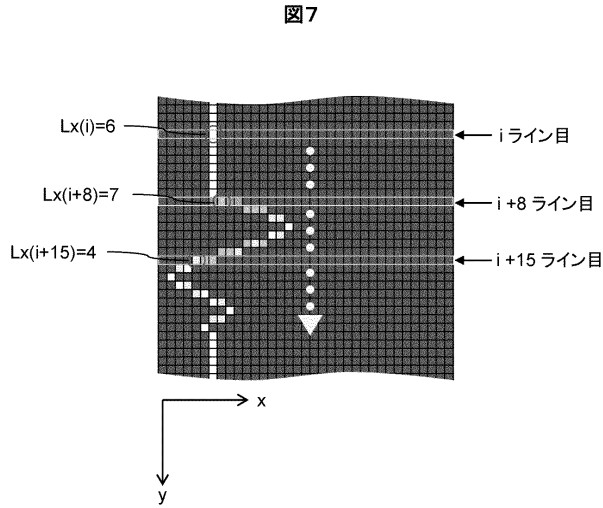


【図6】

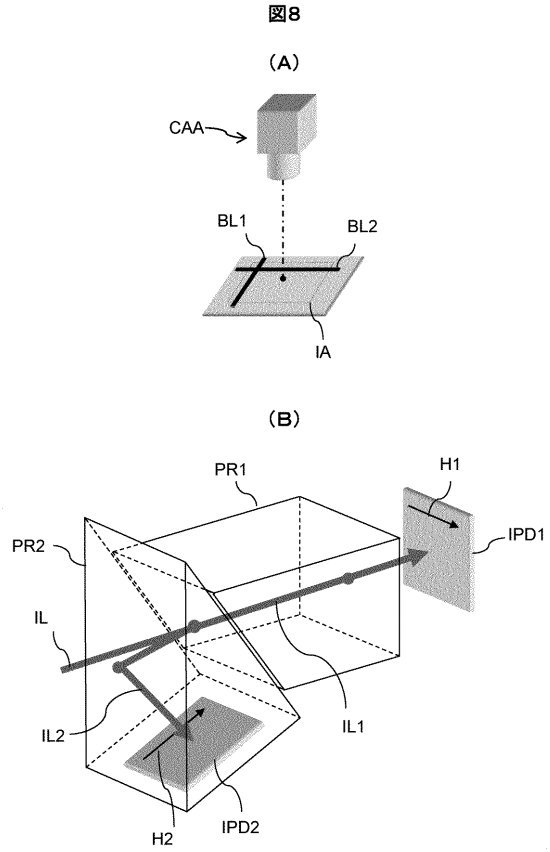
図6



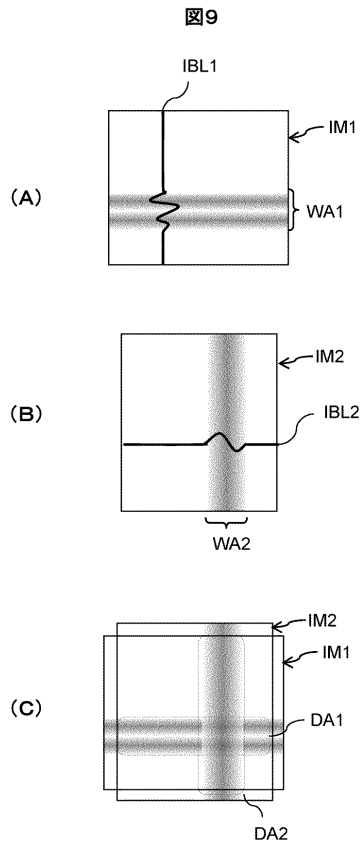
【 図 7 】



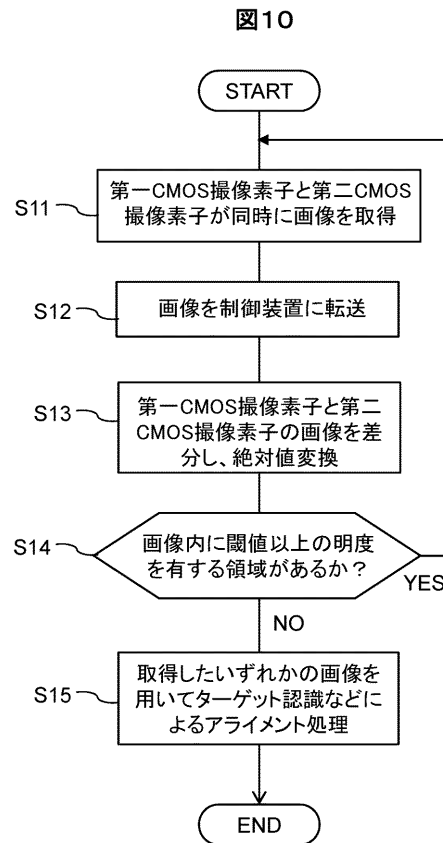
【 図 8 】



【 図 9 】

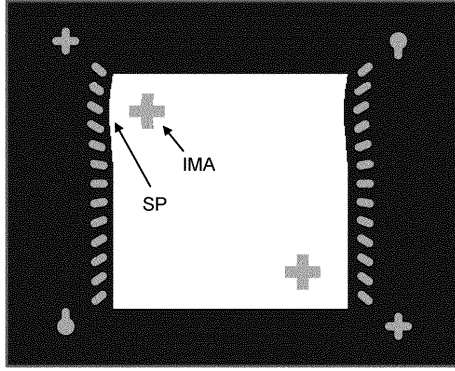


【 図 10 】



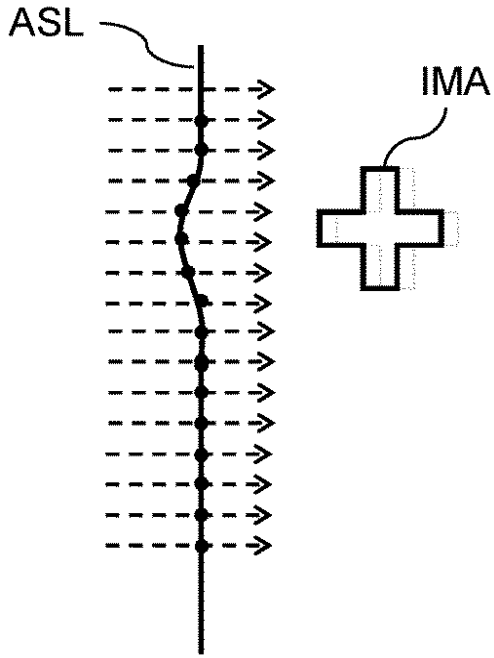
【図11】

図11



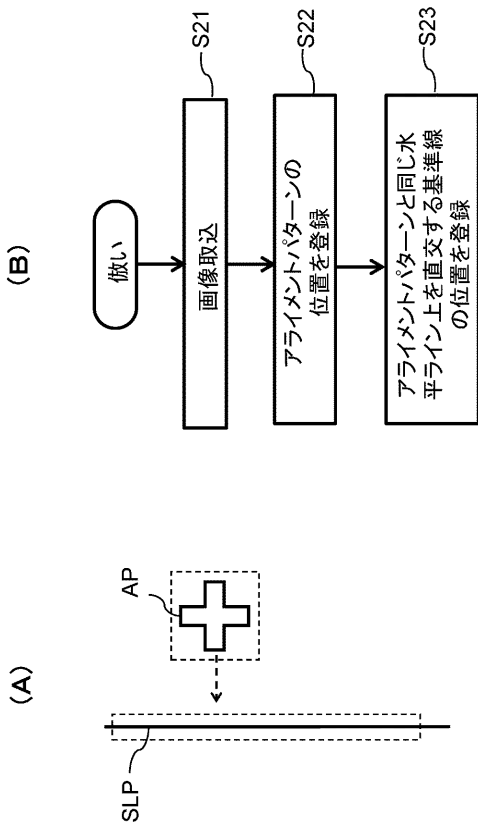
【図12】

図12



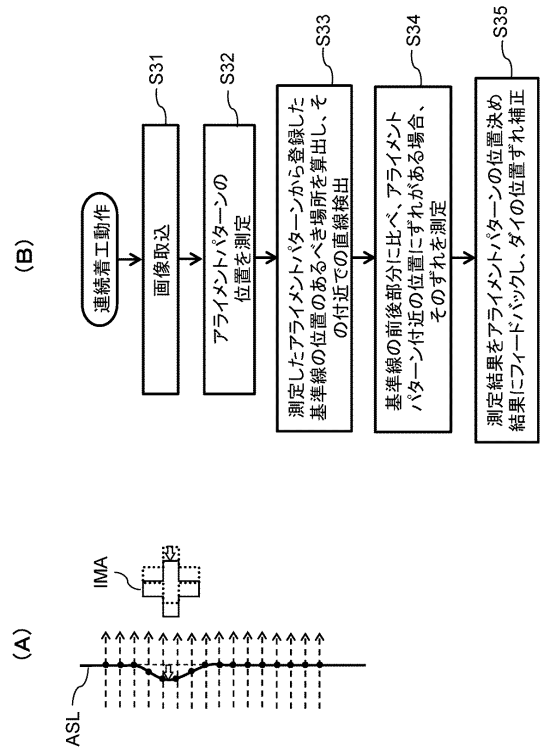
【図13】

図13



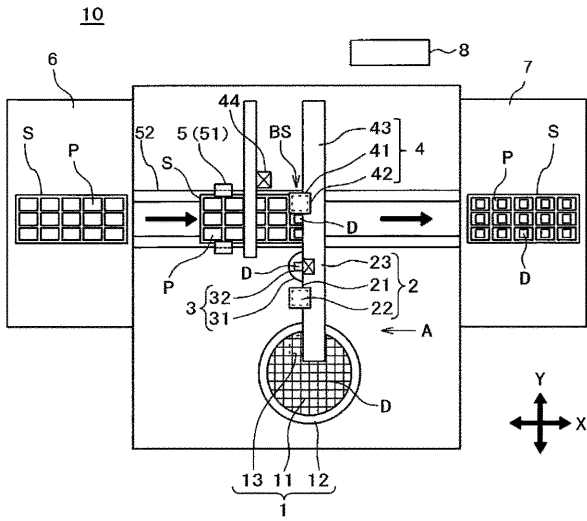
【図14】

図14



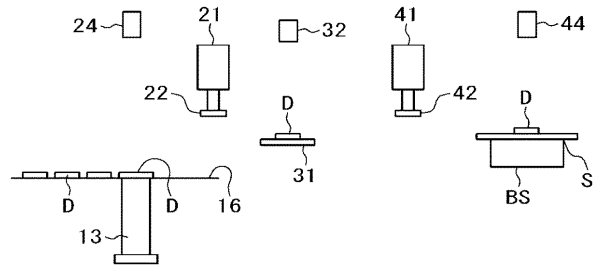
【図15】

図15



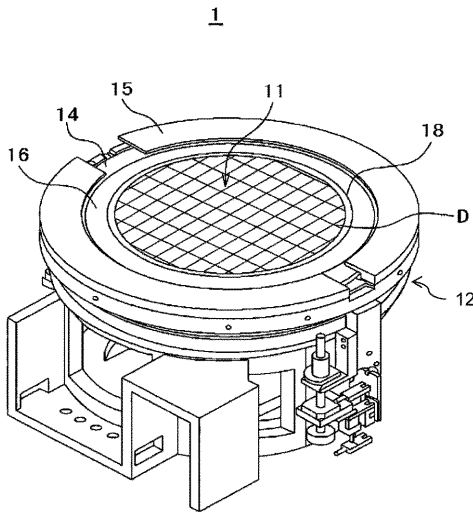
【図16】

図16



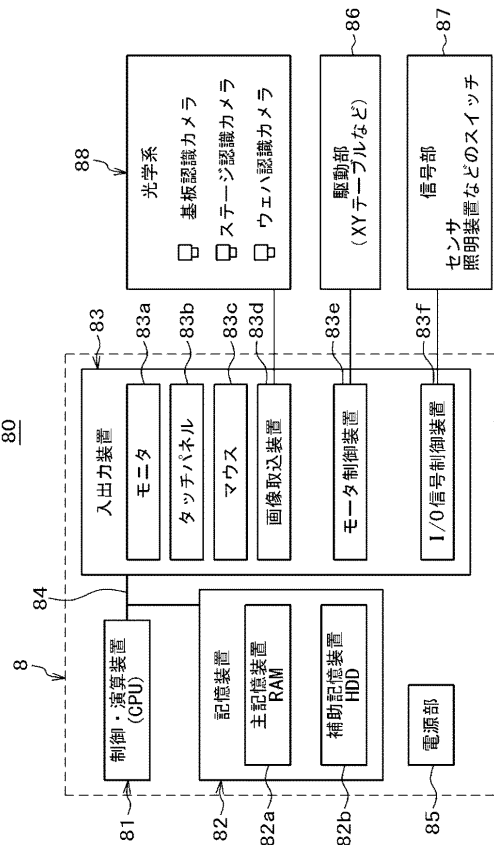
【図17】

図17



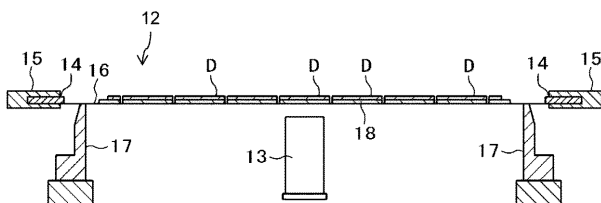
【図19】

図19



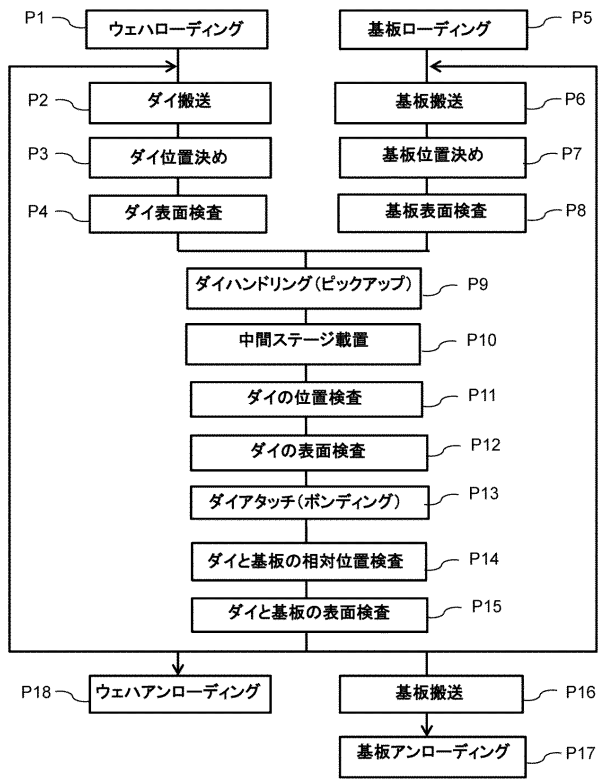
【図18】

図18



【図20】

図20



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-32811(JP,A)
特開2000-121337(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/52
H01L 21/60