(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 10 月 2 日(02.10.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/156396 A1

(51) 国際特許分類:
H04N 5/225 (2006.01) *G06T 1/00* (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01) *H04N 1/19* (2006.01)
G01N 21/956 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/054103

(22) 国際出願日: 2014 年 2 月 21 日(21.02.2014)

(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 2013-066593 2013 年 3 月 27 日(27.03.2013) JP

(71) 出願人: 東レエンジニアリング株式会社(TORAY ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三丁目３番１６号（日本橋室町ビル） Tokyo (JP).

(72) 発明者: 大久保 憲治(OKUBO, Kenji); 〒5202141 滋賀県大津市大江一丁目１番４５号 東レエンジニアリング株式会社内 Shiga (JP). 井中 千草(INAKA, Chisa); 〒5202141 滋賀県大津市大江一丁目１番４５号 東レエンジニアリング株式会社内 Shiga (JP).

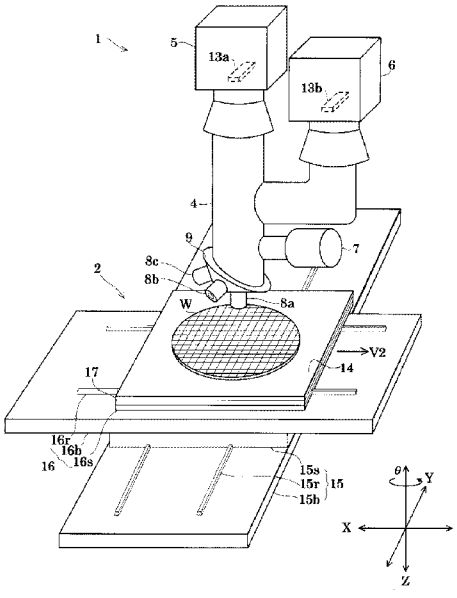
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: HIGH-SPEED IMAGE CAPTURE METHOD AND HIGH-SPEED IMAGE CAPTURE DEVICE

(54) 発明の名称 : 高速撮像方法および高速撮像装置



(57) **Abstract**: An objective of the present invention is to capture an image of a workpiece at high speed without being dependent upon the image capture characteristics of an image capture camera. Specifically, in an image capture process wherein a workpiece is image captured while relatively horizontally moving at a prescribed movement speed an image capture unit formed from a plurality of image capture devices comprising line sensors and a retaining table which retains the workpiece: the movement speeds are adjusted, according to the number of image capture devices, to faster speeds than the optimal movement speeds as determined from the resolutions and scan rate of the line sensors; the scan rate is divided into equal segments according to the number of image capture devices; image capture of the workpiece is carried out while repeating a cycle of the scan rate being allocated sequentially to the image capture devices, shuttering of the image capture devices being carried out at the start point of each scan rate, and the exposure time of the image capture device being adjusted within each scan rate; and an image of the workpiece is reconstructed on the basis of brightness values which are acquired from each of the image capture devices.

(57) 要約: 撮像カメラの撮像特性に依存させることなくワークを高速に撮像する。 具体的には、ラインセンサを備えた複数台の撮像機からなる撮像ユニットとワークを保持する保持テーブルとを所定の移動速度で相対的に水平移動させながら当該ワークを撮像する撮像過程で、移動速度を撮像機の台数に応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い速度に調整し、撮像機の台数に応じてスキャンレートを均等に分割し、当該スキャンレートを撮像機に順番に割当て各スキャンレートの始点で撮像機のシャッタリングを行うとともに、各スキャンレート内で撮像機の露光時間を調整したサイクルを繰り返しながら前記ワークを撮像し、各撮像機から取得した輝度値に基づいてワークの画像を再構成する。

WO 2014/156396 A1

明　細　書

発明の名称 ： 高速撮像方法および高速撮像装置

技術分野

[0001]　本発明は、ガラス、半導体ウエハおよび電子基板などのワークを撮像する高速撮像方法および高速撮像装置に関する。

背景技術

[0002]　エリアイメージセンサを走査方向に移動させる過程で、移動軌跡上の所定位置と移動方向と直行する水平方向に１／２画素ずらした位置への移動を交互に繰り返しながら撮像する方法が提案および実施されている（特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第３９０７５６０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかしながら、撮像対象のワークとして、例えば半導体デバイスなどは、単位時間当たりの製造数量を増やすために、画像解析処理による検査装置などにおいて高いスループットが求められている。そこで、基板１枚当たりに費やす検査時間を短縮するために、ワークを保持する保持ステージの移動を高速化したり、或いは複数台の撮像カメラを配置したりする形態が提案されている。

[0005]　保持ステージの移動を高速化するのは容易である。しかしながら、撮像カメラのスキャンレートを超える高速撮像を行うと本来取得すべき画像データと異なる画像が出力される。すなわち、撮像カメラの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度を超えてワークを撮像できないといった問題がある。

[0006]　本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、撮像機のスキャ

ンレートに制限されることなくワークを高速に撮像することのできる高速撮像方法および高速撮像装置を提供することを主たる目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] この発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

[0008] すなわち、ワークを撮像する高速撮像方法の一実施形態であって、

ラインセンサを備えた複数台の撮像機からなる撮像ユニットと前記ワークを保持する保持テーブルとを所定の移動速度で相対的に水平移動させながら当該ワークを撮像する撮像過程と、

前記各撮像機から取得した輝度値に基づいてワークの画像を再構成する画像再構成過程を備え、

前記撮像過程は、前記移動速度を撮像機の台数に応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い速度に調整し、

前記撮像機の台数に応じてスキャンレートを均等に分割し、

分割後の当該スキャンレートを撮像機に順番に割当て、各スキャンレートの始点で撮像機のシャッタリングを行うとともに、各スキャンレート内で撮像機の露光時間を調整したサイクルを繰り返しながら前記ワークを撮像することを特徴とする。

[0009] （作用・効果） この方法によれば、撮像機の台数分にスキャンレートを均等に分割し、当該分割したスキャンレートに複数台の撮像機を順番に割当て各スキャンレートの始点で撮像機のシャッタリングを行う。このとき、分割後のスキャンレートごとに撮像機の露光時間が調整される。オリジナルのスキャンレートを分割し、複数台の撮像機で分割後のスキャンレートを利用した１サイクルの撮像を繰り返してワークを撮像する。したがって、撮像機の最適移動速度を超えた速度でワークを撮像している過程で、先行する撮像機によって撮像しきれないエリアの画像を後方から追従する撮像機が撮像するので、目的とする撮像エリア全体の画像データを取得することができる。なお、各撮像機のラインセンサの露光時間は重複しないので、各撮像機の出力信号から求めた輝度値を合成するだけでワークの画像を再構成することが

できる。換言すれば、露光時間を分割後のスキャンレートよりも短い時間となるようシャッタリングを調整可能な撮像機によって好適に実施することができる。

[0010] また、他の実施形態は、ラインセンサを備えた複数台の撮像機からなる撮像ユニットと前記ワークを保持する保持テーブルとを所定の移動速度で相対的に水平移動させながら当該ワークを撮像する撮像過程と、

前記各撮像機から取得した輝度値に基づいてワークの画像を再構成する画像再構成過程を備え、

前記撮像過程は、前記移動速度を撮像機の台数に応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い速度に調整し、

前記撮像機の台数に応じてスキャンレートを均等に分割し、

分割後の当該スキャンレートを撮像機に順番に割当て、各スキャンレートの始点で撮像機のシャッタリングを行うとともに、分割後のスキャンレートを超えて撮像機の露光時間を終了させ、先行の撮像機と後行の撮像機の露光時間をオーバーラップさせたサイクルを繰り返しながら前記ワークを撮像し、複数画素分にわたって取得された輝度値を撮像機ごとに画素数で平均化した輝度値を記憶部に格納し、

前記画像再構成過程は、記憶部から取得した順に前記輝度値を読み出し、演算時点の画素の輝度値を平均化前の輝度値まで増幅させ、直前に算出した画素の輝度値から現時点の増幅後の輝度値を減算した輝度値に基づいて、ワークの画像を再構成する

ことを特徴とする。

[0011] この方法によれば、先行および後行の撮像機の露光時間をオーバーラップさせて撮像するので、各撮像機から出力される輝度値は、互いに合成されている、しかしながら、演算時点の画素の輝度値を平均化前の輝度値まで増幅させ、直前に算出した画素の輝度値から現時点の増幅後の輝度値を減算した輝度値を求め、当該輝度値に基づいてワークの画像を再構成するができる。したがって、露光時間が調整できない安価な撮像機であっても撮像機自体の

スキャンレートに制限されることなく、ワークの画像を高速に取得することができる。

[0012] さらに、他の実施形態は、同じ複数本のラインセンサを有する複数台の撮像機を備えた撮像ユニットと前記ワークを保持する保持テーブルとを所定の移動速度で相対的に水平移動させながら当該ワークを撮像する撮像過程と、

前記各撮像機から取得した輝度値に基づいてワークの画像を再構成する画像再構成過程を備え、

前記撮像過程は、前記移動速度を撮像機のラインセンサに応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い速度に調整し、

前記撮像機の有するライセンサの本数に応じてスキャンレートを均等に分割し、

前記撮像機ごとに分割後のスキャンレートをライセンサに順番に割当て、各スキャンレートの始点でシャッタリングを行うとともに、分割後のスキャンレート内で各ラインセンサへの露光時間を終了させるよう調整したサイクルを繰り返しながら前記ワークを撮像させる過程で、

先行の撮像機と後行の撮像機の撮像タイミングをずらしながら交互に同一部位をオーバーラップさせる撮像サイクルを繰り返しながら前記ワークを撮像し、撮像機ごとに複数本のラインセンサにわたって取得された複数画素分の輝度値を積分遅延回路により１画素分の輝度値として記憶部に格納し、

前記画像再構成過程は、取得した順に前記輝度値を読み出し、演算時点の画素の輝度値を平均化前の輝度値まで増幅させ、直前に算出した画素の輝度値から現時点の増幅後の輝度値を減算した輝度値に基づいて、ワークの画像を再構成する

ことを特徴とする。

[0013] この方法によれば、１台の撮像機が複数本のラインセンサを有しているので、１台の撮像機当たりの撮像領域を広げることができる。また、撮像機の台数に応じてスキャンレートを分割し、分割後のスキャンレートを各ライン

センサに割り当てた状態でワークの撮像を可能にする。ここで、撮像機ごとに複数本のラインセンサにわたって取得された複数画素分の輝度値を積分遅延回路により１画素分の輝度値として出力するので、ビニング機能を利用してワークを高速に撮像することができる。なお、先行する撮像機と後行する撮像機によって撮像される領域が重複する部分が生じるが、取得した順に前記輝度値を読み出し、演算時点の画素の輝度値を平均化前の輝度値まで増幅させ、直前に算出した画素の輝度値から現時点の増幅後の輝度値を減算した輝度値に基づいて、ワークの画像を再構成することにより、重複分の輝度値を除去した鮮明なワークの画像を再構成することができる。

[0014] さらに、上記各実施形態において、複数台の撮像機ごとに保持テーブルとの相対的な位置関係を検出する検出過程と、

検出過程で求めた前記位置関係から撮像機同士の相対的なズレ量を求める演算過程を備え、

画像再構成過程は、演算過程で求まったズレ量に基づいて、取得画像データの位置を補正しながら画像を再構成することが好ましい。

[0015] この方法によれば、各撮像機の位置ズレがオフセットされるので、微妙な位置調整を行う手間を省きつつ正確な位置合わせが容易にでき、画像を再構成することができる。

[0016] また、この発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

[0017] すなわち、ワークを撮像する高速撮像装置の一実施形態であって、

前記ワークを保持する保持テーブルと、

前記保持テーブルに載置されたワークに向けて光を照射する照明ユニットと、

前記ワークを撮像するラインセンサを備えた複数台の撮像機からなる撮像ユニットと、

前記保持テーブルと撮像ユニットを所定の移動速度で相対的に水平移動させる水平駆動機構と、

前記撮像機の台数に応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い移動速度に調整し、スキャンレートを撮像機の台数分に均等に分割し、

分割後の当該スキャンレートを撮像機に順番に割当て、各スキャンレートの始点で撮像機にシャッタリングを行わせるとともに、各スキャンレート内で撮像機の露光時間を調整したサイクルを繰り返しながら複数台の撮像機で前記ワークを撮像させる制御部と、

前記各撮像機によって取得された輝度値に基づいてワークの画像を再構成する演算処理部と、

を備えたことを特徴とする。

[0018] この構成によれば、制御部が、像機の台数に応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い移動速度に調整し、スキャンレートを撮像機の台数分に均等に分割し、分割後の当該スキャンレートを撮像機に順番に割当て、各スキャンレートの始点で撮像機にシャッタリングを行わせるとともに、各スキャンレート内で撮像機の露光時間を調整したサイクルを繰り返しながら複数台の撮像機でワークを撮像させる。したがって、上記方法の一実施形態を好適に実現することができる。

[0019] また、他の高速撮像装置の実施形態は、

前記ワークを保持する保持テーブルと、

前記保持テーブルに載置されたワークに向けて光を照射する照明ユニットと、

前記ワークを撮像するラインセンサを備えた複数台の撮像機からなる撮像ユニットと、

前記保持テーブルと撮像ユニットを所定の移動速度で相対的に水平移動させる水平駆動機構と、

前記撮像機の台数に応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い移動速度に調整し、スキャンレートを撮像機の台数分に均等に分割し、分割後の当該スキャンレートを撮像機に順番に割

当て、各スキャンレートの始点で撮像機にシャッタリングを行わせるとともに、分割後のスキャンレートを超えて撮像機の露光時間を終了させ、先行の撮像機と後行の撮像機の露光時間をオーバーラップさせたサイクルを繰り返させながら複数台の撮像機で前記ワークを撮像させ、複数画素分にわたって取得された輝度値を撮像機ごとに画素数で平均化した輝度値を記憶部に格納させる制御部と、

前記記憶部から取得した順に前記輝度値を読み出し、演算時点の画素の輝度値を平均化前の輝度値まで増幅させ、直前に算出した画素の輝度値から現時点の増幅後の輝度値を減算した輝度値に基づいて、ワークの画像を再構成する演算処理部と、

を備えたことを特徴とする。

[0020] この構成によれば、制御部が、撮像機の台数に応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い移動速度に調整し、スキャンレートを撮像機の台数分に均等に分割し、分割後の当該スキャンレートを撮像機に順番に割当て、各スキャンレートの始点で撮像機にシャッタリングを行わせるとともに、分割後のスキャンレートを超えて撮像機の露光時間を終了させ、先行の撮像機と後行の撮像機の露光時間をオーバーラップさせたサイクルを繰り返しながら複数台の撮像機で前記ワークを撮像させ、複数画素分にわたって取得された輝度値を撮像機ごとに画素数で平均化した輝度値を記憶部に格納させる。したがって、上記方法の一実施形態を好適に実現することができる。

[0021] さらに、他の高速撮像装置の実施形態は、

前記ワークを保持する保持テーブルと、

前記保持テーブルに載置されたワークに向けて光を照射する照明ユニットと、

前記ワークを撮像する同じ複数本のラインセンサを有する複数台の撮像機からなる撮像ユニットと、

前記保持テーブルと撮像ユニットを所定の移動速度で相対的に水平移動さ

せる水平駆動機構と、

前記撮像機のラインセンサに応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い移動速度に調整し、記撮像機の有するライセンサの本数に応じてスキャンレートを均等に分割し、撮像機ごとに分割後のスキャンレートをライセンサに順番に割当て、各スキャンレートの始点でシャッタリングを行うとともに、分割後のスキャンレート内で各ラインセンサへの露光時間を終了させるよう調整したサイクルを繰り返しながら前記ワークを撮像させる過程で、

先行の前記撮像機と後行の前記撮像機の撮像タイミングをずらしながら交互に同一部位をオーバーラップさせる撮像サイクルを繰り返させながら前記ワークを撮像し、撮像機ごとに複数本のラインセンサにわたって取得された複数画素分の輝度値を積分遅延回路により1画素分の輝度値として記憶部に格納させる制御部と、

前記記憶部から取得した順に前記輝度値を読み出し、演算時点の画素の輝度値を平均化前の輝度値まで増幅させ、直前に算出した画素の輝度値から現時点の増幅後の輝度値を減算した輝度値に基づいて、ワークの画像を再構成する演算処理部と、

を備えたことを特徴とする。

[0022] この構成によれば、制御部が、撮像機のラインセンサに応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い移動速度に調整し、記撮像機の有するライセンサの本数に応じてスキャンレートを均等に分割し、撮像機ごとに分割後のスキャンレートをライセンサに順番に割当て、各スキャンレートの始点でシャッタリングを行うとともに、分割後のスキャンレート内で各ラインセンサへの露光時間を終了させるよう調整したサイクルを繰り返しながら前記ワークを撮像させる過程で、先行の前記撮像機と後行の前記撮像機の撮像タイミングをずらしながら交互に同一部位をオーバーラップさせる撮像サイクルを繰り返させながら前記ワークを撮像し、撮像機ごとに複数本のラインセンサにわたって取得された複数画素分の輝度

値を積分遅延回路により１画素分の輝度値として記憶部に格納させる。したがって、上記方法の一実施形態を好適に実現することができる。

[0023] この構成において、撮像機は、例えば、照明ユニットから照射されてワークで反射した光または当該ワークを透過した光を導光する鏡筒部と、

前記鏡筒部を導光する光を一部透過させるとともに、角度を変えて一部を反射させて複数台の撮像機に光を導光さる光学部材とから構成する。

[0024] この構成によれば、同一視野から取り込まれた反射光が複数台の撮像機のラインセンサに投影されるので、位置ズレのない同一条件からワークの画像をより精度よく再構成することができる。

[0025] なお、上記各実施形態において複数台の前記撮像機ごとに保持テーブルとの相対的な位置を検出する検出器を備え、

制御部は、検出器によって検出された位置情報を記憶する記憶部を備え、

演算処理部は、撮像機ごとに取得された位置情報を前記記憶分から読み出して撮像機同士の相対的なズレ量を求め、当該ズレ量に基づいて取得画像データの位置を補正しながら画像を再構成することが好ましい。

[0026] この構成によれば、各撮像機の位置ズレがオフセットされるので、微妙な位置調整を行う手間を省きつつ正確な位置合わせが容易にでき、画像を再構成することができる。

発明の効果

[0027] 本発明の高速撮像方法および高速撮像装置によれば、撮像機のスキャンレートに制限されることなく、ワークの高速な撮像を可能にする。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本実施例に係る内部検査装置の概略構成を示す斜視図である。

[図2]本実施例に係る内部検査装置の概略構成を示す正面図である。

[図3]高速撮像装置の撮像動作を説明するフローチャートである。

[図4]撮像カメラの切り替えを示すタイミングチャートである。

[図5]実施例の撮像対象となる画像パターンを示す図である。

[図6]画像の再構成処理を示す模式図である。

[図7]変形例の撮像カメラの切り替えを示すタイミングチャートである。

[図8]変形例の撮像対象となる画像パターンを示す図である。

[図9]変形例の画像の再構成処理を示す模式図である。

[図10]変形例の撮像対象となる画像パターンを示す図である。

[図11]変形例の第１撮像カメラの出力画像処理を示す模式図である。

[図12]変形例の第２撮像カメラの出力画像処理を示す模式図である。

[図13]変形例の画像の再構成処理を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、図面を参照して本発明の一実施例を説明する。なお、本実施例では、ワークとして表面に回路パターンの形成された半導体ウエハ（以下、単に「ウエハW」という）を利用し、ウエハ表面の検査用にウエハ全面を撮像する場合を例にとって説明する。

[0030] 図１は、本発明の実施例に係る高速撮像装置の概略構成を示す斜視図である。図２は、高速撮像装置の要部構成を示す正面図であり、一部に断面図を含んでいる。

[0031] 高速撮像装置は、撮像ユニット１、検査ステージ２および制御部３などから構成されている。

[0032] 撮像ユニット１は、鏡筒本体４、第１撮像カメラ５、第２撮像カメラ６、照明ユニット７、対物レンズ８ａ、８ｂ、８ｃおよびレボルバ９などから構成されている。

[0033] 鏡筒本体４は、上方で２本に分岐されており、鏡筒のそれぞれに第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６が備えられている。また、鏡筒本体４の下部には、レボルバ９を介して倍率の異なる複数個の対物レンズ８ａ、８ｂを備えている。つまり、撮像視野を変更できるよう構成されている。なお、レボルバ９は、軸Ｐ周りに回転する。

[0034] また、鏡筒本体４の側面に照明ユニット７が装備されている。鏡筒本体４の照射ユニット７の連接部分に照射ユニット７からの光を下部のウエハWに導くとともに、撮像ユニット１からの落射光のうちウエハWの表面またはウ

エハＷを透過した裏面側から正反射する反射光（以下、適宜「観察光」という）を全透過させる第１光学部材１０が配備されている。なお、第１光学部材１０は、例えばハーフミラーまたはビームスプリッタなどが挙げられる。

[0035] さらに、鏡筒本体４の分岐部分には、ウエハＷからの観察光を第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６のそれぞれに分岐する第２光学部材１１が配備されている。なお、第２光学部材１１によって分岐された観察光は、反射ミラー１２によって全反射されて第２撮像カメラ６に導かれる。なお、第２光学部材１１は、例えばハーフミラーまたはビームスプリッタなどが挙げられる。

[0036] 第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６は、同じスキャンレートのものが利用される。例えば、ＣＣＤ（charge coupled device）またはＣＭＯＳ（complementary metal oxide semiconductor）などの撮像素子を１次元配列したラインセンサ１３ａ、１３ｂをそれぞれ備えている。当該撮像素子は、観察光の輝度に応じた輝度値にデジタル変換して輝度データとして出力する。

[0037] 検査ステージ２は、保持テーブル１４、第１可動台１５、第２可動台１６および第３可動台１７などから構成されている。

[0038] 保持テーブル１４は、ウエハＷよりも大形で扁平な多孔質または金属製のチャックテーブルで構成されている。

[0039] 保持テーブル１４の下部に配備された３台の可動台は、下から第１可動台１５、第２可動台１６および第３可動台１７の順に配備されている。第１可動台１５は、装置基台１５ｂに敷設されたガイドレール１５ｒに沿ってＹ軸方向に往復移動するスライダ１５ｓから構成されている。

[0040] 第２可動台１６は、第１可動台１５のスライダ１５ｓ上に配置された基台１６ｂに敷設されたガイドレール１６ｒに沿ってＸ軸方向に往復移動するスライダ１６ｓから構成されている。

[0041] 第３可動台１７は、第２可動台１６のスライダ１６ｓに設けられたモータ１８（例えばダイレクト・ドライブ・モータ）によってθ方向に回転する。ここで、本実施例では、Ｘ軸方向の移動を主走査方向とする。

[0042] ここで、Ｙ軸方向は、ラインセンサ１３ａ、１３ｂの撮像素子の並び方向であって副走査方向とする。なお、第１可動台１５、第２可動台１６は、本発明の水平駆動機構を構成する。

[0043] 制御部３は、撮像ユニット１および検査ステージ２などの動作を総括的にコントロールするとともに、内部に記憶部２０および演算処理部２１を備えている。詳細については、当該高速撮像装置の動作説明に沿って説明する。

[0044] 次に、図３のフローチャートに沿って上述の高速撮像装置を用いたウエハＷの検査画像を取得する一巡の動作について説明する。

[0045] ＜ステップＳ１＞ 条件設定

まず、検査ステージ２の主走査方向である第２可動台１６のスライダ１６ｓの移動速度を決める。そうすると、第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６のスキャンレートによって最適移動速度Ｖ１が決まる。つまり、ラインセンサ１３ａ、１３ｂの分解能とスキャンレートによって決まる。本実施例では、所定の分解能に達する露光時間を予め実験やシミュレーションによって決める。例えば、第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６のスキャンレートが１０ｋＨｚで、１画素が１０μｍで、観察倍率を１０倍とした場合、第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６の最適移動速度Ｖ１は１０ｍｍ／ｓｅｃとなる。

[0046] ここで、撮像ユニット１は、主走査方向の前後に２台に第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６を備えているので、本実施例の場合、第２可動台１６のスライダ１６ｓの主走査速度Ｖ２を最適移動速度Ｖ１の２倍の２０ｍｍ／ｓｅｃに設定するとともに、両撮像カメラ５，６による撮像が交互に行われるように設定する。これら各条件は、制御部３の記憶部２０に記憶される。なお、第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６の露光時間は、分割後のスキャンレートよりも僅かに短く設定されているが、シャッタリングのタイミングが調整可能な撮像カメラを用いるものとし、当該スキャンレート内で適宜に設定変更する。つまり、シャッタリングのタイミングを調整しない状態が破線５１，６１で示すタイミングであるが、シャッタリングのタイミン

グを調整して露光時間を短くした状態が実線５２，６２で示すタイミングである。

[0047] ＜ステップＳ２＞ ウエハの設定

条件設定が完了すると、搬送ロボットなどによってカセットからウエハＷを搬出し、図１に示すように、保持テーブル１４に載置する。ウエハＷは、外周領域に形成されたオリエンテーションフラットまたはＶノッチなどに基づいて位置合わせされる。すなわち、第１可動台１５および第２可動台１６を移動させて位置合わせするとともに、第３可動台１７をモータ１８の回転軸周りに回転させてウエハＷの位置合わせを行う。

[0048] ＜ステップＳ３＞ 撮像開始

ウエハＷのアライメント処理と撮像開始の初期位置への移動が完了すると、撮像ユニット１を所定高さに移動および設定した後に、第２可動台１６のスライダ１６ｓの主走査速度Ｖ２をＸ軸方向に最適移動速度Ｖ１の２倍の速度で走査させながらウエハＷの撮像を開始する。撮像開始と同時に、図４に示すように、制御部３から第１撮像カメラ５にトリガ信号１が送信されると、それを受けて第１撮像カメラ５のシャッターがＯＮ状態となり撮像が開始され、観察光がラインセンサ１３ａに露光される。また、制御部３から第２撮像カメラ６にトリガ信号２が送信されると、それを受けて第２撮像カメラ６のシャッターがＯＮ状態となり撮像が開始され、観察光がラインセンサ１３ｂに露光される。このとき、トリガ信号１とトリガ信号２はそれぞれ交互に出力するようにしておく。さらに、第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６は、上述したようにシャッタリング時間を通常（つまり、破線５１，６１で示す状態）の半分（つまり、実線５２，６２で示す状態）に設定しておく。

[0049] 第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６は、シャッタリング時間を短く設定しても、通常のシャッタリング時間経過後に画像データを出力されるよう構成されていることが一般的である。そのため、両撮像カメラ５，６からの出力信号は、破線５１，６１で示されたＯＦＦ状態となった後に、輝度データ１ａ、１ｂ…および輝度データ２ａ、２ｂ…のように、両撮像カメラ４

，６から交互に出力される。そうすることで、ワークを２倍の速度で移動させつつ、２台の撮像カメラ５，６を用いて、見かけ上２倍のスキャンレートで撮像が行われることとなる。

[0050] 図５は、撮像対象となる画像パターンであり、マトリクス状に分割された画像パターンの輝度値（９０）が示されている。ここで空白の部分は、輝度値が０であることを意味している。また、縦軸は撮像する時刻：ｔ０～ｔ１６、横軸は撮像に用いるラインセンサのアドレス（１～１６）を例示している。また、図中右側には、第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６のシャッターがＯＮ状態となっているタイミング（ｔ１ａ～ｔ８ａ、ｔ１ｂ～ｔ８ｂ）が、併せて示されている。つまり、時刻ｔ２のときに、ラインセンサのアドレス８，９において、第１撮像カメラ５を用いて、シャッターＯＮとなるタイミングｔ２ａで輝度９０部分の撮像が行われる。同様に、時刻ｔ３のときに、ラインセンサのアドレス７，１０において、第２撮像カメラ６を用いて、シャッターＯＮとなるタイミングｔ２ｂで輝度９０部分の撮像が行われる。そして、上記一連の連続撮像処理を１サイクルとし、ウエハＷの一端から他端まで走査される間に当該サイクルを繰り返しながら両撮像カメラ５、６によってウエハＷが撮像される。

[0051] ＜ステップＳ４＞ 画像再構成処理

上記一連の連続撮像処理サイクルを行って画像を撮像し、後に画像再構築をする処理について説明する。

[0052] 図６（ａ）は、第１撮像カメラ５から出力される輝度データであり、図６（ｂ）は、第２撮像カメラ６から出力される輝度データである。上述の連続撮像処理サイクルが繰り返されると、図４や図５で示すように、第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６の撮像タイミング及びデータ出力タイミングは交互に行われる。そのため、図６（ａ）に示すように、第１撮像カメラ５から、シャッターＯＮとなるタイミングｔ１ａ～ｔ８ａで撮像した画像に対応するデータ出力タイミング（つまり、時刻ｄ１ａ～ｄ８ａ）で、それぞれ輝度データが出力される。また、図６（ｂ）に示すように、第２撮像カメラ６か

ら、シャッターＯＮとなるタイミングｔ１ｂ～ｔ８ｂで撮像した画像に対応するデータ出力タイミング（つまり、時刻ｄ１ｂ～ｄ８ｂ）で、それぞれ輝度データが出力される。

[0053] なお、両撮像カメラ５，６から出力される信号は、Ａ／Ｄ変換されて輝度値として第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６ごとに分けて記憶部２０に記憶されている。

[0054] 演算処理部２１は、記憶部２０から両撮像カメラ５、６の輝度値を読み出し、読み出した輝度値を交互に古い方から順に並べて図６（ｃ）に示すように合成し、ウエハＷの全体画像の再構成処理をする。なお、上述したように両カメラ５，６の露光時間を通常の半分に設定したので、記憶部２０に記憶されている輝度値は本来の値の半分（４５）となっている。そのため、画像再構成処理を行う際は、このことを考慮して、輝度値を２倍した値（９０）に演算する処理も併せて行う。

[0055] ＜ステップＳ５＞ ウエハ搬出

ウエハＷの撮像が完了すると、搬送ロボットなどによってウエハＷを吸着し、図示しないカセットにウエハＷを搬送する。以上で一連の検査画像を取得する処理が完了し、以後、同じ処理が繰り返される（ステップＳ６）。

[0056] 走査方向の前後に配備した２台の第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６を利用しつ 走査方向の前後に配備した２台の第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６を利用しつつ移動速度を撮像カメラの台数の２倍に設定しただけでは、１台の撮像カメラで連続的にウエハＷの全面を撮像できない。しかしながら、上記実施例装置によれば、スキャンレートを撮像カメラの台数に応じて２等分にしたタイミングで各撮像カメラ５、６の撮像を交互に切り替え、さらに露光時間を半分に設定することにより、第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６のそれぞれの露光時間が半分になりつつも、ウエハ全体の画像が途切れることなく、連続した画像データを取得することができる。したがって、取得した画像データ（輝度値）の基づいて単純に合成するだけでウエハＷの全体画像を容易に再構成することができる。すなわち、撮像カ

メラの最適移動速度Ｖ１を超えた２倍の速度Ｖ２速度であっても、ウエハＷの画像を容易かつ精度よく取得することができるので、検査工程のスループットを高めることができる。

[0057] 本発明は上述した実施例のものに限らず、次のように変形実施することもできる。

[0058] （１）上記実施例の装置および方法において、第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６の露光時間を短く設定できないものがある。しかし、その様な撮像カメラを用いた場合でも、以下に述べる手段によって、本発明の目的を達成することができる。つまり、上述したステップＳ３，Ｓ４に替えて、以下の処理ステップＳ３’，Ｓ４’を行うことにより具現化できる。

[0059] ＜ステップＳ３’＞ 撮像開始

ウエハＷのアライメント処理と撮像開始の初期位置への移動が完了すると、撮像ユニット１を所定高さに移動および設定した後に、第２可動台１６のスライダ１６ｓの主走査速度Ｖ２をＸ軸方向に最適移動速度Ｖ１の２倍の速度で走査させながらウエハＷの撮像を開始する。撮像開始と同時に、図７に示すように、制御部３から第１撮像カメラ５にトリガ信号１が送信されると、それを受けて第１撮像カメラ５のシャッターがＯＮ状態となり撮像が開始され、観察光がラインセンサ１３ａに露光される。また、制御部３から第２撮像カメラ６にトリガ信号２が送信されると、それを受けて第２撮像カメラ６のシャッターがＯＮ状態となり撮像が開始され、観察光がラインセンサ１３ｂに露光される。このとき、トリガ信号１とトリガ信号２はそれぞれ交互に出力するようにしておく。なお、第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６は、シャッタリング時間は通常の状態（つまり、実線５３，６３で示す状態）であり、交互に同一部位をオーバーラップしながら撮像を行っている。また、上記ステップＳ３と同様に、ワークを２倍の速度で移動させつつ、２台の撮像カメラ５，６を用いて、見かけ上２倍のスキャンレートで撮像が行われる。

[0060] 図８は、撮像対象となる画像パターンであり、マトリクス状に分割された

画像パターンの輝度値（９０）が示されている。ここで空白の部分は、輝度値が０であることを意味している。また、縦軸は撮像する時刻：ｔ０～ｔ１６、横軸は撮像に用いるラインセンサのアドレス（１～１６）を例示している。また、図中右側には、第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６のシャッターがＯＮ状態となっているタイミング（ｔ１ａ～ｔ８ａ、ｔ１ｂ～ｔ８ｂ）が、併せて示されている。つまり、時刻ｔ２～ｔ３にかけて、ラインセンサのアドレス８，９において、第１撮像カメラ５を用いて、シャッターＯＮとなるタイミングｔ２ａで輝度９０部分の撮像が行われる。同様に、時刻ｔ３～ｔ４にかけて、ラインセンサのアドレス７，１０において、第２撮像カメラ６を用いて、シャッターＯＮとなるタイミングｔ２ｂで輝度９０部分の撮像が行われる。そして、上記一連の連続撮像処理を１サイクルとし、ウエハＷの一端から他端まで走査される間に当該サイクルを繰り返しながら両撮像カメラ５、６によってウエハＷが撮像される。

[0061] ＜ステップＳ４’＞ 画像再構成処理

上記一連の連続撮像処理サイクルを行って画像を撮像し、後に画像再構築をする処理について説明する。

[0062] 図９（ａ）は、第１撮像カメラ５から出力される輝度データであり、図９（ｂ）は、第２撮像カメラ６から出力される輝度データである。

[0063] 上述の連続撮像処理サイクルが繰り返されると、図７や図８で示すように、第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６の撮像タイミングおよびデータ出力タイミングは交互に行われる。そのため、図９（ａ）に示すように、第１撮像カメラ５から、シャッターＯＮとなるタイミングｔ１ａ～ｔ８ａで撮像した画像に対応するデータ出力タイミング（つまり、時刻ｄ１ａ～ｄ８ａ）で、それぞれ輝度データが出力される。また、図９（ｂ）に示すように、第２撮像カメラ６から、シャッターＯＮとなるタイミングｔ１ｂ～ｔ８ｂで撮像した画像に対応するデータ出力タイミング（つまり、時刻ｄ１ｂ～ｄ８ｂ）で、それぞれ輝度データが出力される。（ここまでは、ステップＳ４と同様である）。なお、両撮像カメラ５，６から出力される信号は、Ａ／Ｄ変換さ

れて輝度値として第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６ごとに分けて記憶部２０に記憶されているが、シャッター時間が長く２画素に渡って撮像が行われるため、２画素分が平均化され輝度値が格納されることになる。そこで、２つのカメラで取得された輝度値が、それぞれ時系列的に平均化されたものであることと、他方のカメラでもオーバーラップして取得されていることを考慮し、下記の手順に基づいて画像再構成処理を行う（これらは、上記ステップＳ４と相違する）。

[0064] まず、この設定条件で第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６の撮像を交互に繰り返して行って画像データを取得した場合、トリガ信号を受けた現時点の撮像カメラが撮像を開始した前半の露光時間内の出力信号と先行する撮像カメラの後半の露光時間の出力信号がオーバーラップして出力される。両出力信号に基づいて求めた輝度値は、先行して取得さるべき輝度値が合成された測定輝度値として記憶部２０に記憶される。

[0065] そこで、演算処理部２１は、記憶部２０から読み出した両撮像カメラ５、６の輝度値をそれぞれ交互に古い方から順に並べつつ、読み出した輝度値（Ｂ）を２倍した値（２Ｂ）から、直前の画素の輝度値（Ａ）を減算した値（Ｃ＝Ａ－２Ｂ）を演算して求める処理を行う。なお、第１列目の輝度値（Ｂ）に対する直前の画素の輝度値（Ａ）は、０をあてはめて処理を開始する。

[0066] 例えば、アドレス８，９について説明すると、以下のようになる。まず、第１撮像カメラ５にて時刻ｔ１ａで撮像された画像は、時刻ｄ１ａで輝度値（Ｂ）が０として出力される。また、この場所の輝度値（Ｃ）は、直前の画素の輝度値（Ａ）が０をあてはめられている。そのため、時刻ｄ１ａのアドレス８，９に対応する部分は、輝度値０と算出される。続いて、第２撮像カメラ６にて時刻ｔ１ｂで撮像された画像は、時刻ｄ１ｂで輝度値（Ｂ）が４５として出力される。また、この場所の輝度値（Ｃ）は、直前の画素の輝度値（Ａ）が０と算出されている。そのため、時刻ｄ１ｂのアドレス８，９に対応する部分は、輝度値９０と算出される。

[0067] 続いて、第１撮像カメラ５にて時刻ｔ２ａで撮像された画像は、時刻ｄ２

ａで輝度値（Ｂ）が４５として出力される。また、この場所の輝度値（Ｃ）は、直前の画素の輝度値（Ａ）が９０をあてはめられている。そのため、時刻ｄ２ａのアドレス８，９に対応する部分は、輝度値０と算出される。同様の処理を、全てのアドレスについても、逐次連続的に行うことで、図９（ｃ）に示すようなウエハＷの全体の輝度値を示す、全体画像として再構成できる。

[0068] 以上のように、露光時間を調整できない安価な撮像カメラであっても、２台の撮像カメラを用いることで、上記メイン実施例と同様に、撮像カメラのスキャンレートに制限されず、最適移動速度Ｖ１を超えた２倍の速度Ｖ２での撮像を実現することができる。

[0069] （２）上記実施例の装置および方法において、第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６は、複数本のラインセンサを備えた構成であってもよい。この場合、主走査方向の前後にラインセンサを隣接配備するように構成し、それぞれのラインセンサで取得した同一アドレスの輝度値を、時間遅延積分処理（いわゆるＴＤＩ（Time Delay integration）処理）をするように構成しておく。この構成は、別体のラインセンサ複数本とＴＤＩ回路とを組み合わせて具現化してもよいし、一般に入手可能ないわゆるＴＤＩカメラ（上記構成が一体となっているもの）を用いてもよい。

[0070] この構成の場合、ラインセンサ自体のスキャンレートが、上記実施例と同じく、ワークの移動速度が最適移動速度Ｖ１であれば、複数のセンサで取得された輝度値を時間遅延積分処理して、高感度撮像が実現できる。そのため、ワークの輝度値が低い場合、このような形態のカメラを用いて検査することが好ましい。しかしながら、ワークの移動速度が、最適移動速度Ｖ１と一致しない場合、時間遅延積分処理のタイミングが合わず、所定の取得画像データが得られない。そこで本発明に係る変形例では、ＴＤＩカメラを用いた場合、上述したステップＳ３’に代えて、下述のステップＳ３”を行う。

[0071] ＜ステップＳ３”＞ 撮像開始

ウエハＷのアライメント処理と撮像開始の初期位置への移動が完了すると

、撮像ユニット１を所定高さに移動および設定した後に、第２可動台１６のスライダ１６ｓの主走査速度Ｖ２をＸ軸方向に最適移動速度Ｖ１の２倍の速度に設定して走査させながらウエハＷの撮像を開始する。このとき、第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６は、例えば、主走査方向に４列のラインセンサと時間遅延積分処理回路とを備えたＴＤＩカメラを用いて構成しておく。

[0072] また、上述の変形例（１）と同様に、制御部３から第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６に対して、トリガ信号１とトリガ信号２が交互に送信されるように構成しておく。また、第１撮像カメラ５と第２撮像カメラ６が、交互に同一部位をオーバーラップしながら撮像を行うように構成しておく。そして、ワークを主走査速度Ｖ２で移動させつつ、２台の撮像カメラ５，６を用いて、撮像を行う。

[0073] 図１０は、撮像対象となる画像パターンであり、マトリクス状に分割された画像パターンの輝度値（２０）が示されている。ここで空白の部分は、輝度値が０であることを意味している。また、縦軸は撮像する時刻：ｔ０～ｔ１６、横軸は撮像に用いるラインセンサのアドレス（１～１６）を例示している。

[0074] 両撮像カメラ５、６ごとに分けて測定輝度値に基づいて画像を構成すると、次のようになる。例えば、第１撮像カメラ５は、時刻ｔ３では図１１（ａ）に示す位置にあり、時刻ｔ５では図１１（ｂ）に示す位置にある。そして、時刻ｔ２～ｔ３にかけて第１ラインセンサ群を用いて撮像・取得した前段の輝度データは、ＴＤＩ処理にて後段に送られ、時刻ｔ４～ｔ５にかけて第２ラインセンサ群を用いて撮像・取得した後段の輝度データと積算処理がされる。そして、所定段数（上記例では２段）分の積算された値が、時刻ｄ２ａで１回の撮像分の輝度データとして外部に出力される。そして、複数回分の撮像の出力信号に基づいて画像を構成すると、図１１（ｃ）に示すように、輝度値の重複した部分が生じる。

[0075] 一方、第２撮像カメラ６は、第１撮像カメラ５の撮像位置と主走査方向に１画素分ずれた場所を観察するように取り付けられている。そのため、第２

撮像カメラ６は、時刻ｔ４では図１２（ａ）に示す位置を観察し、時刻ｔ６では図１２（ｂ）に示す位置を観察することになる。そして、時刻ｔ３～ｔ４にかけて第１ラインセンサ群を用いて撮像・取得した前段の輝度データは、ＴＤＩ処理にて後段に送られ、時刻ｔ５～ｔ６にかけて第２ラインセンサ群を用いて撮像・取得した後段の輝度データと積算処理がされる。そして、所定段数（上記例では２段）分の積算された値が、時刻ｄ２ｂで１回の撮像分の輝度データとして外部に出力される。そして、複数回分の撮像の出力信号に基づいて画像を構成すると、図１２（ｃ）に示すように輝度値の重複した部分が生じる。

[0076] 当該測定輝度値からウエハWの画像を再構成するとき、演算処理部２１は、上記変形例（１）と同様の画像再構成処理を行うことで、所望の全体画像として再構成することができる。しかも、複数のラインセンサと用いてＴＤＩ処理を行っていることで、図１３に示すような、輝度値を増幅させた画像データを取得することができる。

[0077] この構成によれば、１本のラインセンサを備えた撮像カメラで構成した撮像ユニットを用いた場合よりも高感度でワークを撮像することができる。

[0078] （３）上記実施例の装置および方法において、第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６ごとに保持テーブル１４との相対的な位置関係をセンサまたはそれぞれの撮像カメラの予備撮像を通じて得た位置関係から撮像カメラ同士の相対的なズレ量を求め、当該ズレ量に応じて画像を補正してもよい。

[0079] （４）上記実施例の装置および方法では、撮像ユニット１に２台の第１撮像カメラ５および第２撮像カメラ６を備えた構成であったが、当該台数に限定されない。すなわち、撮像カメラは、２台以上であればよい。この場合、撮像カメラの台数を増やすごとに第２可動台１６の移動速度を高速にすることができる。例えば、最適移動速度Ｖ１×撮像カメラの台数に設定し、第２可動台１６のスライダ１６ｓを移動させる。また、スキャンレートを台数分に均等に分割し、当該分割したタイミングで交互に撮像するとともに、撮像タイミングを切り替えるまでの時間をそれぞれの撮像カメラの露光時間に設

定すればよい。

[0080] また、ＴＤＩカメラを使う形態においても、主走査方向に並列されるラインセンサの数やビニングする画素数（段数）は、設定する主走査速度や所望の増感度合いに応じて適宜設定するものとする。

符号の説明

[0081]

１ … 撮像ユニット

２ … 検査ステージ

３ … 制御部

４ … 鏡筒本体

５ … 第１撮像カメラ

６ … 第２撮像カメラ

７ … 照明ユニット

１３ａ… ラインセンサ（第１撮像カメラ用）

１３ｂ… ラインセンサ（第２撮像カメラ用）

１４ … 保持テーブル

１５ … 第１可動台

１６ … 第２可動台

１７ … 第３可動台

２０ … 記憶部

２１ … 演算処理部

請求の範囲

[請求項1] ワークを撮像する高速撮像方法であって、

ラインセンサを備えた複数台の撮像機からなる撮像ユニットと前記ワークを保持する保持テーブルとを所定の移動速度で相対的に水平移動させながら当該ワークを撮像する撮像過程と、

前記各撮像機から取得した輝度値に基づいてワークの画像を再構成する画像再構成過程を備え、

前記撮像過程は、前記移動速度を撮像機の台数に応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い速度に調整し、

前記撮像機の台数に応じてスキャンレートを均等に分割し、

分割後の当該スキャンレートを撮像機に順番に割当て各スキャンレートの始点で撮像機のシャッタリングを行うとともに、各スキャンレート内で撮像機の露光時間を調整したサイクルを繰り返しながら前記ワークを撮像する

ことを特徴とする高速撮像方法。

[請求項2] ワークを撮像する高速撮像方法であって、

ラインセンサを備えた複数台の撮像機からなる撮像ユニットと前記ワークを保持する保持テーブルとを所定の移動速度で相対的に水平移動させながら当該ワークを撮像する撮像過程と、

前記各撮像機から取得した輝度値に基づいてワークの画像を再構成する画像再構成過程を備え、

前記撮像過程は、前記移動速度を撮像機の台数に応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い速度に調整し、

前記撮像機の台数に応じてスキャンレートを均等に分割し、

分割後の当該スキャンレートを撮像機に順番に割当て、各スキャンレートの始点で撮像機のシャッタリングを行うとともに、分割後のス

キャンレートを超えて撮像機の露光時間を終了させ、先行の撮像機と後行の撮像機の露光時間をオーバーラップさせたサイクルを繰り返しながら前記ワークを撮像し、複数画素分にわたって取得された輝度値を撮像機ごとに画素数で平均化した輝度値を記憶部に格納し、

前記画像再構成過程は、記憶部から取得した順に前記輝度値を読み出し、演算時点の画素の輝度値を平均化前の輝度値まで増幅させ、直前に算出した画素の輝度値から現時点の増幅後の輝度値を減算した輝度値に基づいて、ワークの画像を再構成する

ことを特徴とする高速撮像方法。

[請求項3] ワークを撮像する高速撮像方法であって、

同じ複数本のラインセンサを有する複数台の撮像機を備えた撮像ユニットと前記ワークを保持する保持テーブルとを所定の移動速度で相対的に水平移動させながら当該ワークを撮像する撮像過程と、

前記各撮像機から取得した輝度値に基づいてワークの画像を再構成する画像再構成過程を備え、

前記撮像過程は、前記移動速度を撮像機のラインセンサに応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い速度に調整し、

前記撮像機の有するライセンサの本数に応じてスキャンレートを均等に分割し、

前記撮像機ごとに分割後のスキャンレートをライセンサに順番に割当て、各スキャンレートの始点でシャッタリングを行うとともに、分割後のスキャンレート内で各ラインセンサへの露光時間を終了させるよう調整したサイクルを繰り返しながら前記ワークを撮像させる過程で、

先行の撮像機と後行の撮像機の撮像タイミングをずらしながら交互に同一部位をオーバーラップさせる撮像サイクルを繰り返しながら前記ワークを撮像し、撮像機ごとに複数本のラインセンサにわたって取

得された複数画素分の輝度値を積分遅延回路により１画素分の輝度値として記憶部に格納し、

前記画像再構成過程は、取得した順に前記輝度値を読み出し、演算時点の画素の輝度値を平均化前の輝度値まで増幅させ、直前に算出した画素の輝度値から現時点の増幅後の輝度値を減算した輝度値に基づいて、ワークの画像を再構成する

ことを特徴とする高速撮像方法。

[請求項4] 請求項１ないし請求項３のいずれかに記載の高速撮像方法において、

複数台の前記撮像機ごとに保持テーブルとの相対的な位置関係を検出する検出過程と、

前記検出過程で求めた前記位置関係から撮像機同士の相対的なズレ量を求める演算過程を備え、

前記画像再構成過程は、演算過程で求まったズレ量に基づいて、取得画像データの位置を補正しながら画像を再構成する

ことを特徴とする高速撮像方法。

[請求項5] ワークを撮像する高速撮像装置であって、

前記ワークを保持する保持テーブルと、

前記保持テーブルに載置されたワークに向けて光を照射する照明ユニットと、

前記ワークを撮像するラインセンサを備えた複数台の撮像機からなる撮像ユニットと、

前記保持テーブルと撮像ユニットを所定の移動速度で相対的に水平移動させる水平駆動機構と、

前記撮像機の台数に応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い移動速度に調整し、スキャンレートを撮像機の台数分に均等に分割し、分割後の当該スキャンレートを撮像機に順番に割当て、各スキャンレートの始点で撮像機にシャッ

タリングを行わせるとともに、各スキャンレート内で撮像機の露光時間を調整したサイクルを繰り返しながら複数台の撮像機で前記ワークを撮像させる制御部と、

前記各撮像機によって取得された輝度値に基づいてワークの画像を再構成する演算処理部と、

を備えたことを特徴とする高速撮像装置。

[請求項6] ワークを撮像する高速撮像装置であって、

前記ワークを保持する保持テーブルと、

前記保持テーブルに載置されたワークに向けて光を照射する照明ユニットと、

前記ワークを撮像するラインセンサを備えた複数台の撮像機からなる撮像ユニットと、

前記保持テーブルと撮像ユニットを所定の移動速度で相対的に水平移動させる水平駆動機構と、

前記撮像機の台数に応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い移動速度に調整し、スキャンレートを撮像機の台数分に均等に分割し、分割後の当該スキャンレートを撮像機に順番に割当て、各スキャンレートの始点で撮像機にシャッタリングを行わせるとともに、分割後のスキャンレートを超えて撮像機の露光時間を終了させ、先行の撮像機と後行の撮像機の露光時間をオーバーラップさせたサイクルを繰り返させながら複数台の撮像機で前記ワークを撮像させ、複数画素分にわたって取得された輝度値を撮像機ごとに画素数で平均化した輝度値を記憶部に格納させる制御部と、

前記記憶部から取得した順に前記輝度値を読み出し、演算時点の画素の輝度値を平均化前の輝度値まで増幅させ、直前に算出した画素の輝度値から現時点の増幅後の輝度値を減算した輝度値に基づいて、ワークの画像を再構成する演算処理部と、

を備えたことを特徴とする高速撮像装置。

[請求項7] ワークを撮像する高速撮像装置であって、

前記ワークを保持する保持テーブルと、

前記保持テーブルに載置されたワークに向けて光を照射する照明ユニットと、

前記ワークを撮像する同じ複数本のラインセンサを有する複数台の撮像機からなる撮像ユニットと、

前記保持テーブルと撮像ユニットを所定の移動速度で相対的に水平移動させる水平駆動機構と、

前記撮像機のラインセンサに応じて、ラインセンサの分解能とスキャンレートから決まる最適移動速度よりも速い移動速度に調整し、記撮像機の有するライセンサの本数に応じてスキャンレートを均等に分割し、撮像機ごとに分割後のスキャンレートをライセンサに順番に割当て、各スキャンレートの始点でシャッタリングを行うとともに、分割後のスキャンレート内で各ラインセンサへの露光時間を終了させるよう調整したサイクルを繰り返しながら前記ワークを撮像させる過程で、

先行の前記撮像機と後行の前記撮像機の撮像タイミングをずらしながら交互に同一部位をオーバーラップさせる撮像サイクルを繰り返させながら前記ワークを撮像し、撮像機ごとに複数本のラインセンサにわたって取得された複数画素分の輝度値を積分遅延回路により１画素分の輝度値として記憶部に格納させる制御部と、

前記記憶部から取得した順に前記輝度値を読み出し、演算時点の画素の輝度値を平均化前の輝度値まで増幅させ、直前に算出した画素の輝度値から現時点の増幅後の輝度値を減算した輝度値に基づいて、ワークの画像を再構成する演算処理部と、

を備えたことを特徴とする高速撮像装置。

[請求項8] 請求項５ないし請求項７のいずれかに記載の高速撮像装置であって

、

前記撮像ユニットは、照明ユニットから照射されてワークで反射した光または当該ワークを透過した光を導光する鏡筒部と、

前記鏡筒部を導光する光を一部透過させるとともに、角度を変えて一部を反射させて複数台の撮像機に光を導光さる光学部材と

を備えたことを特徴とする高速撮像装置。

[請求項9] 請求項５ないし請求項８のいずれかに記載の高速撮像装置であって、

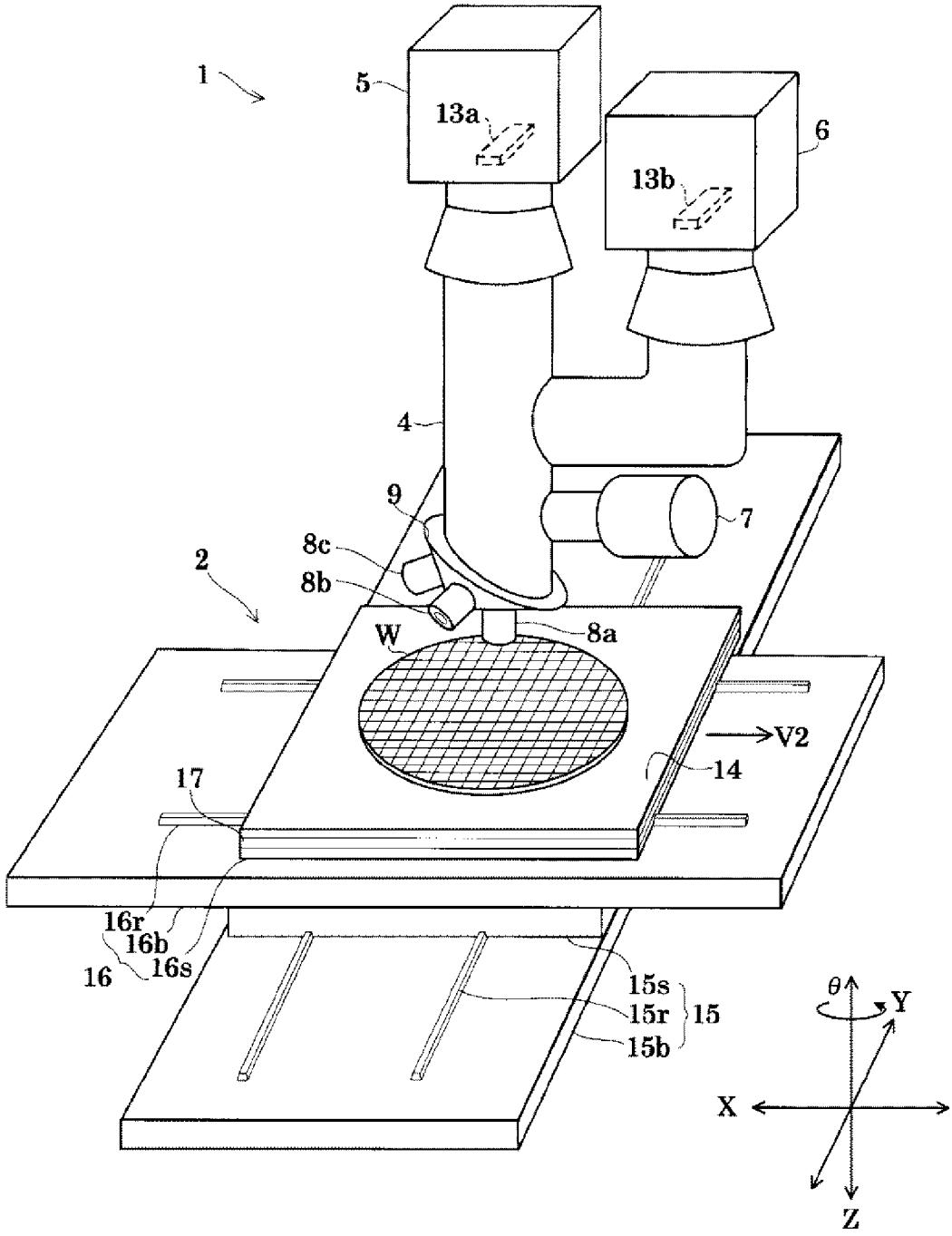
複数台の前記撮像機ごとに保持テーブルとの相対的な位置を検出する検出器を備え、

前記制御部は、検出器によって検出された位置情報を記憶する記憶部を備え、

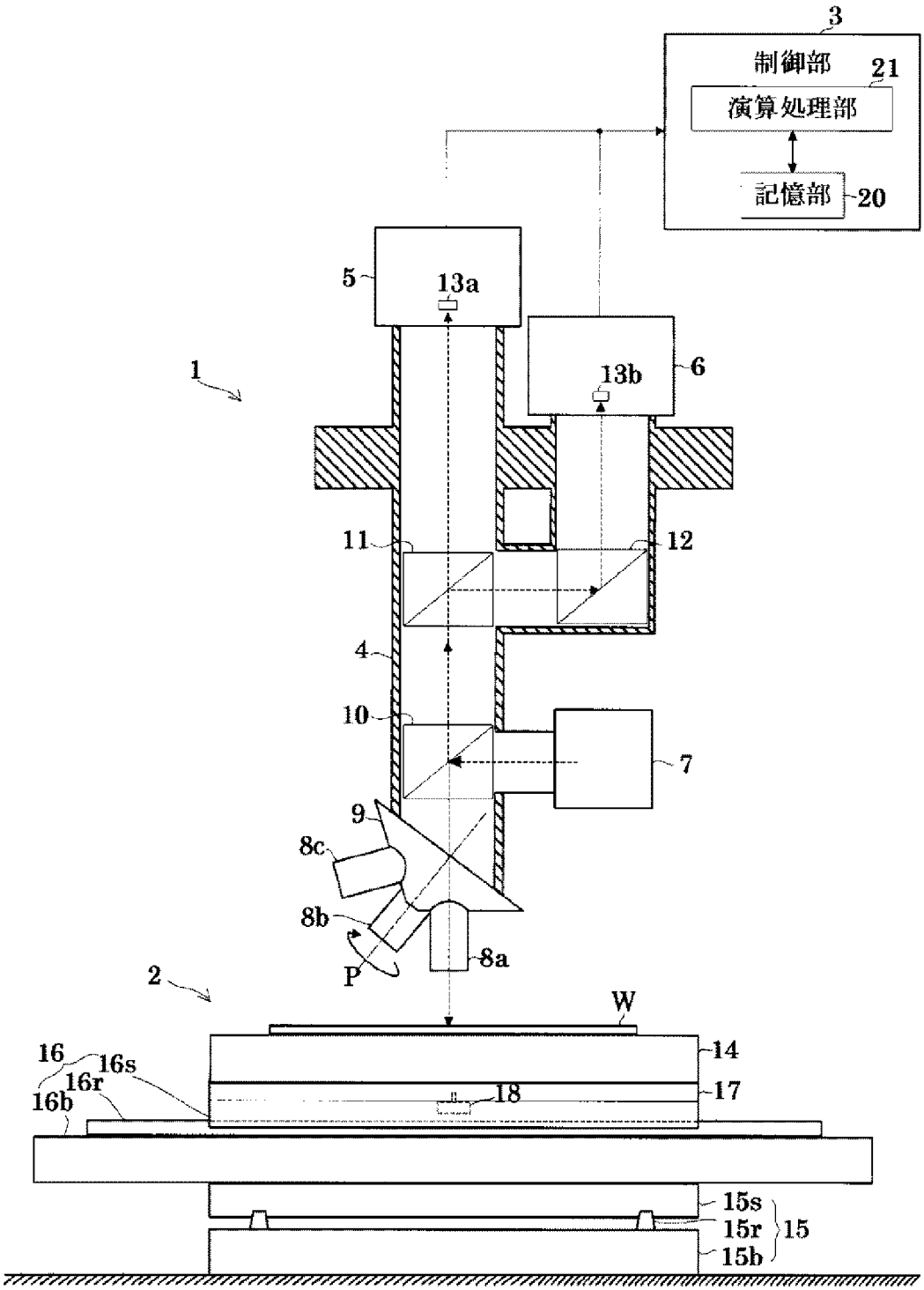
前記演算処理部は、撮像機ごとに取得された位置情報を前記記憶分から読み出して撮像機同士の相対的なズレ量を求め、当該ズレ量に基づいて取得画像データの位置を補正しながら画像を再構成する

ことを特徴とする高速撮像装置。

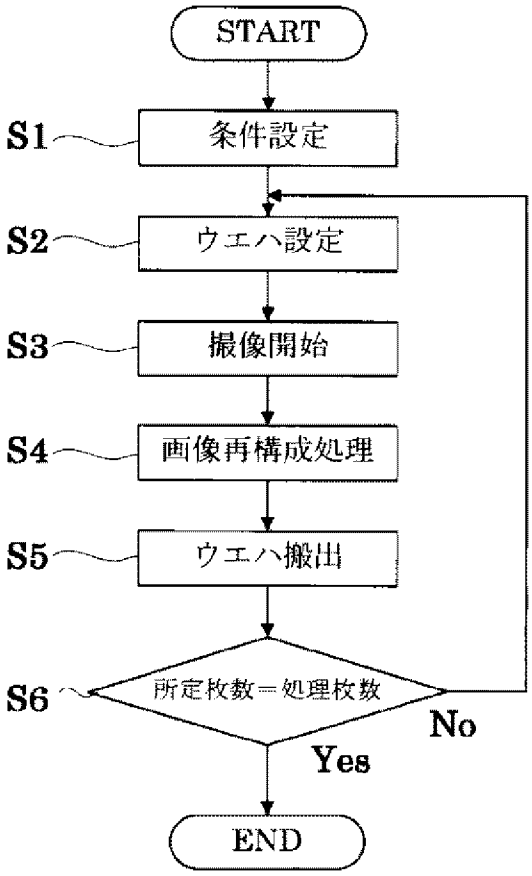
[図1]


1
5
13a
6
13b
4
9
7
8c
2
8b
W
8a
V2
14
17
16r
16b
16
16s
15s
15r
15
15b
θ
Y
X
Z

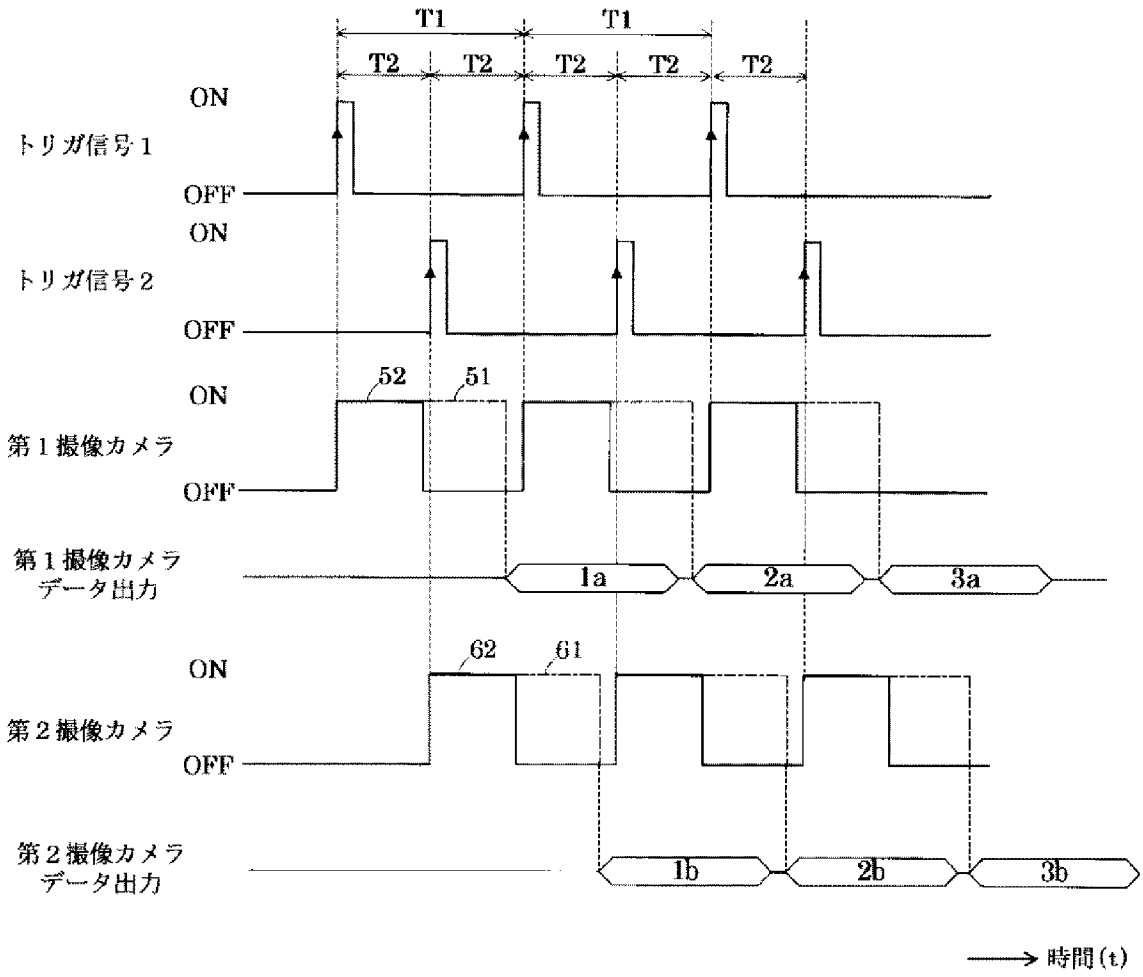
[図2]


3
制御部
21
演算処理部
記憶部
20
5
13a
13b
6
1
11
12
4
10
7
9
8c
8b
8a
P
2
W
16
16s
16r
16b
14
17
18
15s
15r
15
15b

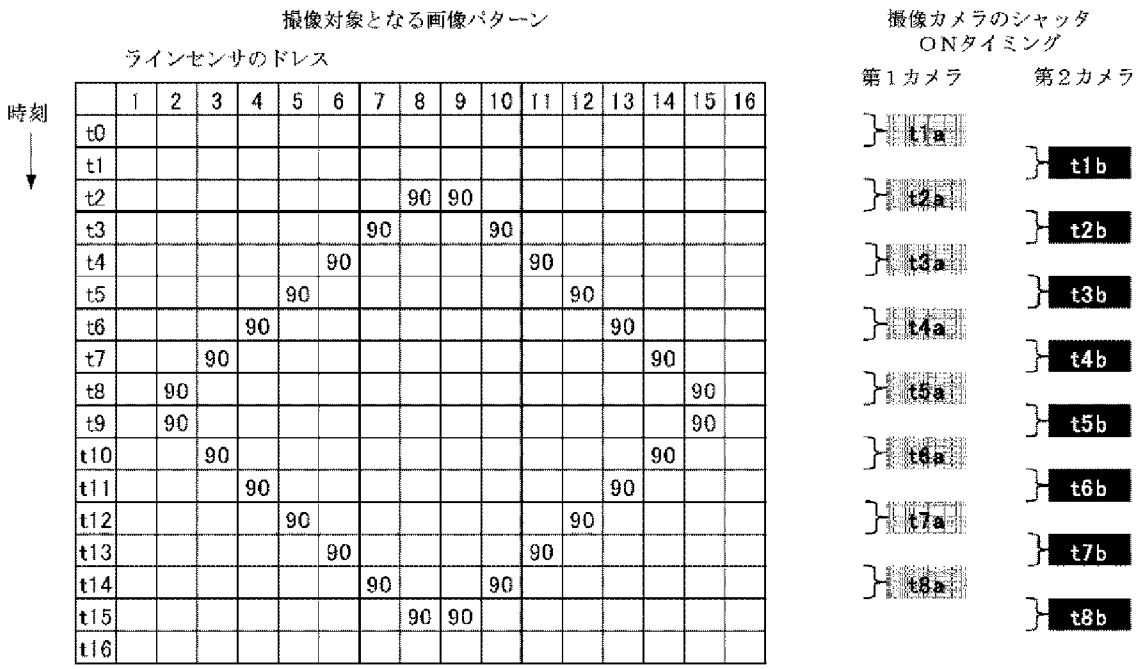
[図3]


START
S1
条件設定
S2
ウエハ設定
S3
撮像開始
S4
画像再構成処理
S5
ウエハ搬出
S6
所定枚数＝処理枚数
No
Yes
END

[図4]

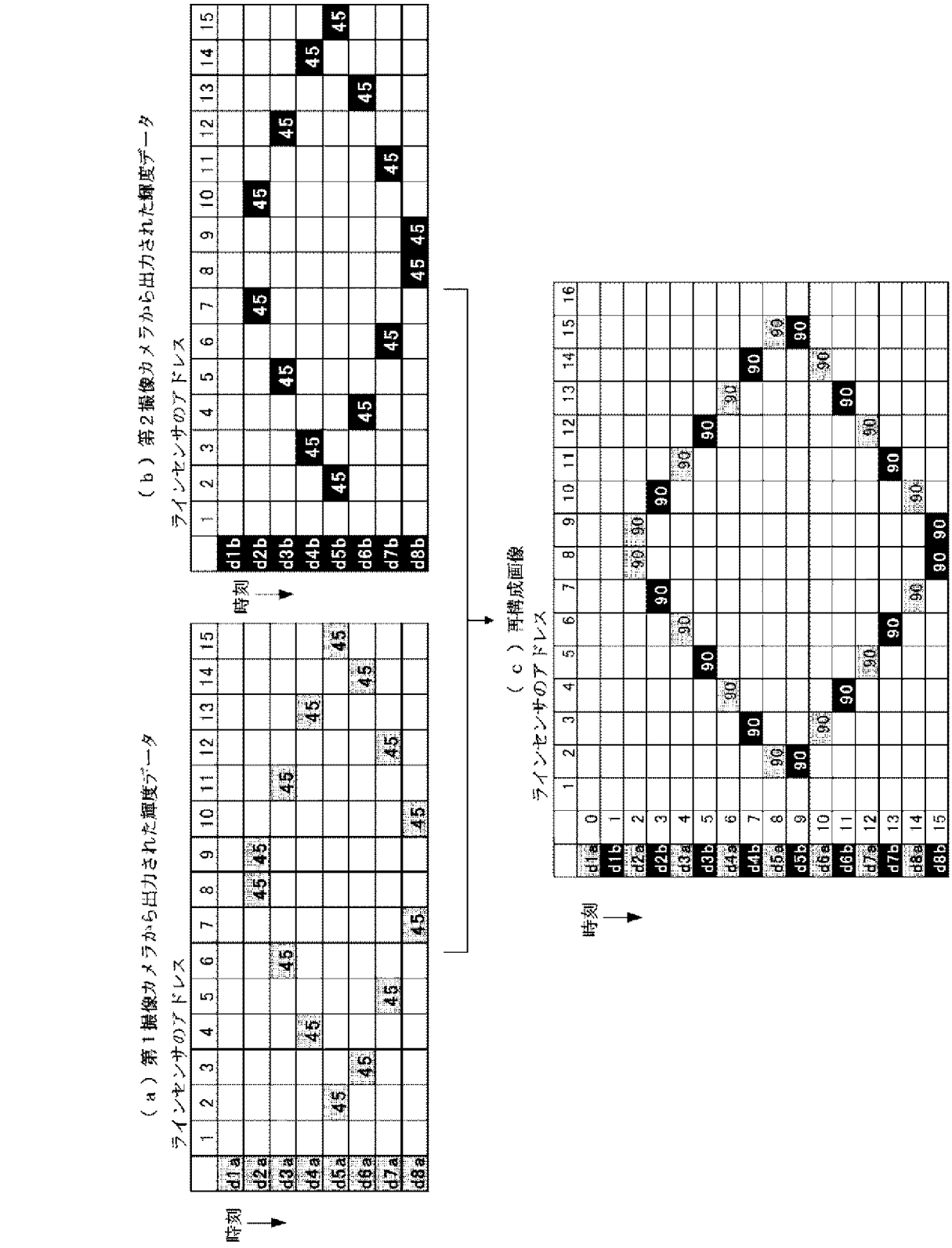

T1
T1
T2
T2
T2
T2
T2
ON
トリガ信号１
OFF
ON
トリガ信号２
OFF
52
51
ON
第１撮像カメラ
OFF
第１撮像カメラ
データ出力
1a
2a
3a
62
61
ON
第２撮像カメラ
OFF
第２撮像カメラ
データ出力
1b
2b
3b
時間(t)

[図5]

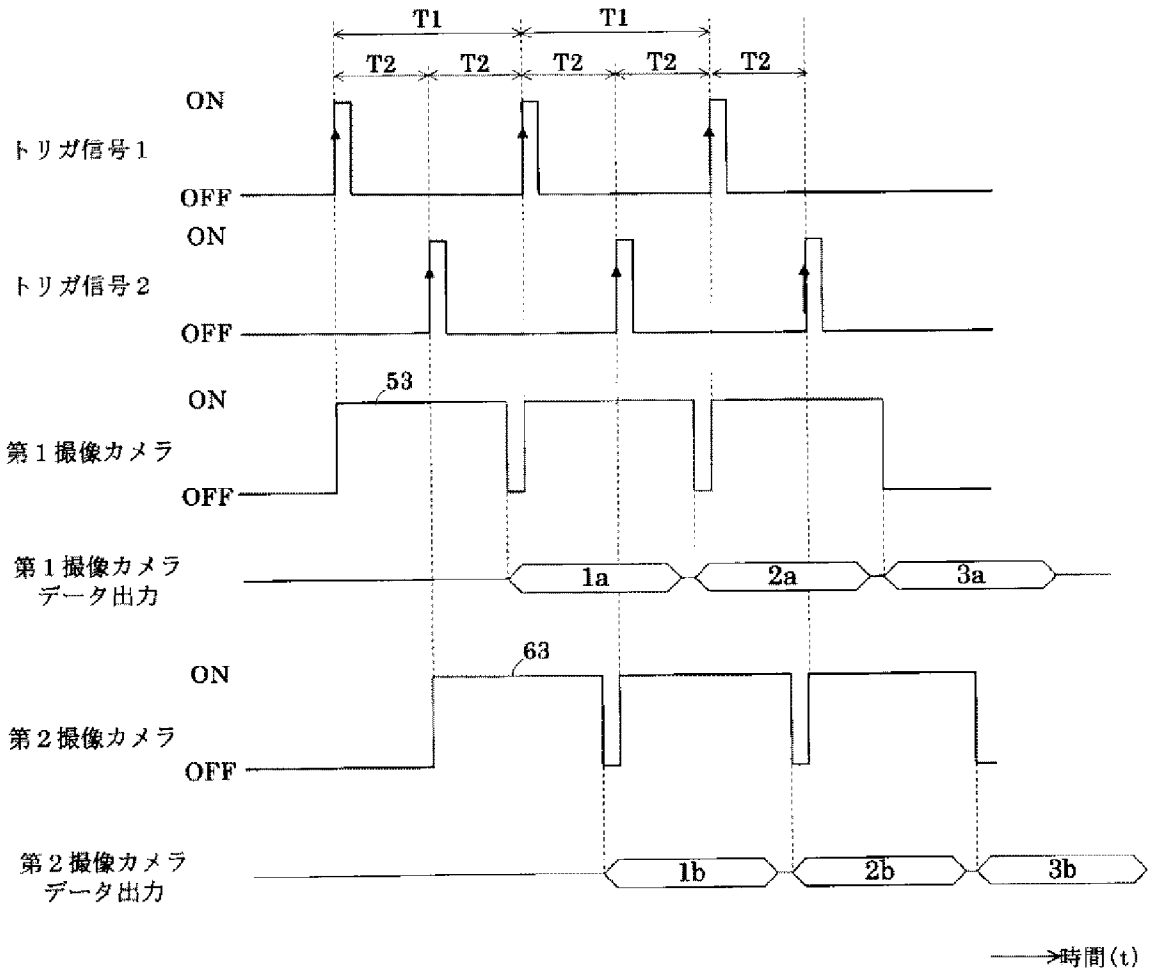


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
t0																
t1																
t2								90	90							
t3							90			90						
t4						90					90					
t5					90							90				
t6				90									90			
t7			90											90		
t8		90													90	
t9		90													90	
t10			90											90		
t11				90									90			
t12					90							90				
t13						90					90					
t14							90			90						
t15								90	90							
t16																

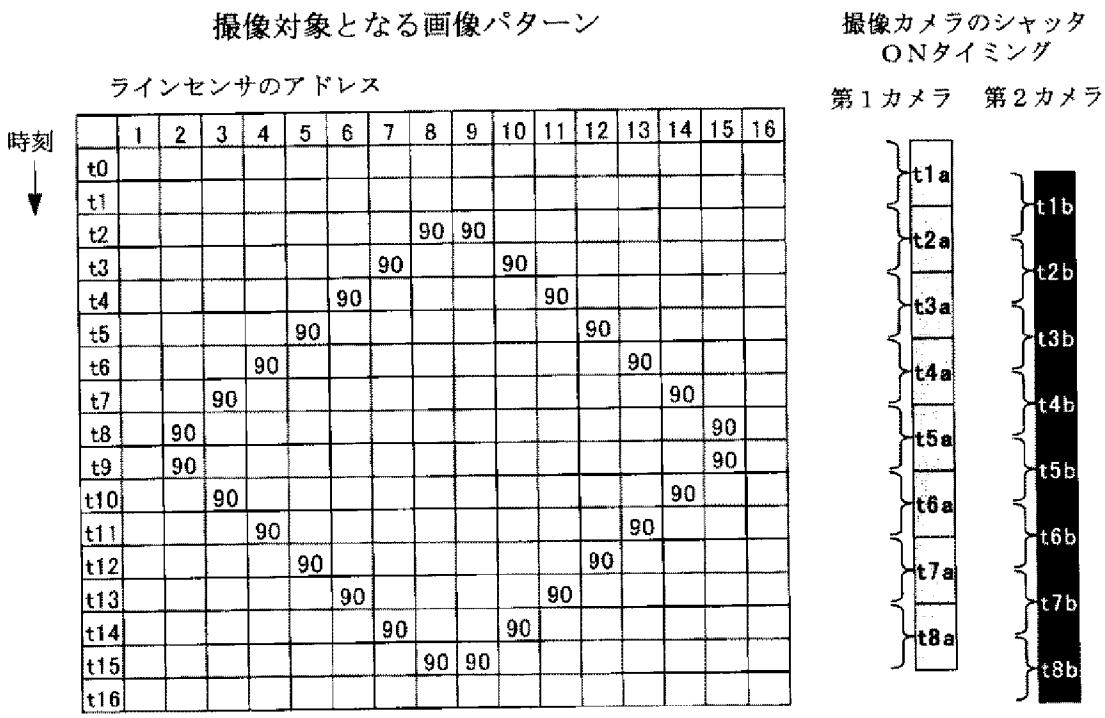
[図6]


（ａ）第１撮像カメラから出力された輝度データ
ラインセンサのアドレス
時刻
（ｂ）第２撮像カメラから出力された輝度データ
ラインセンサのアドレス
時刻
（ｃ）再構成画像
ラインセンサのアドレス
時刻

[図7]

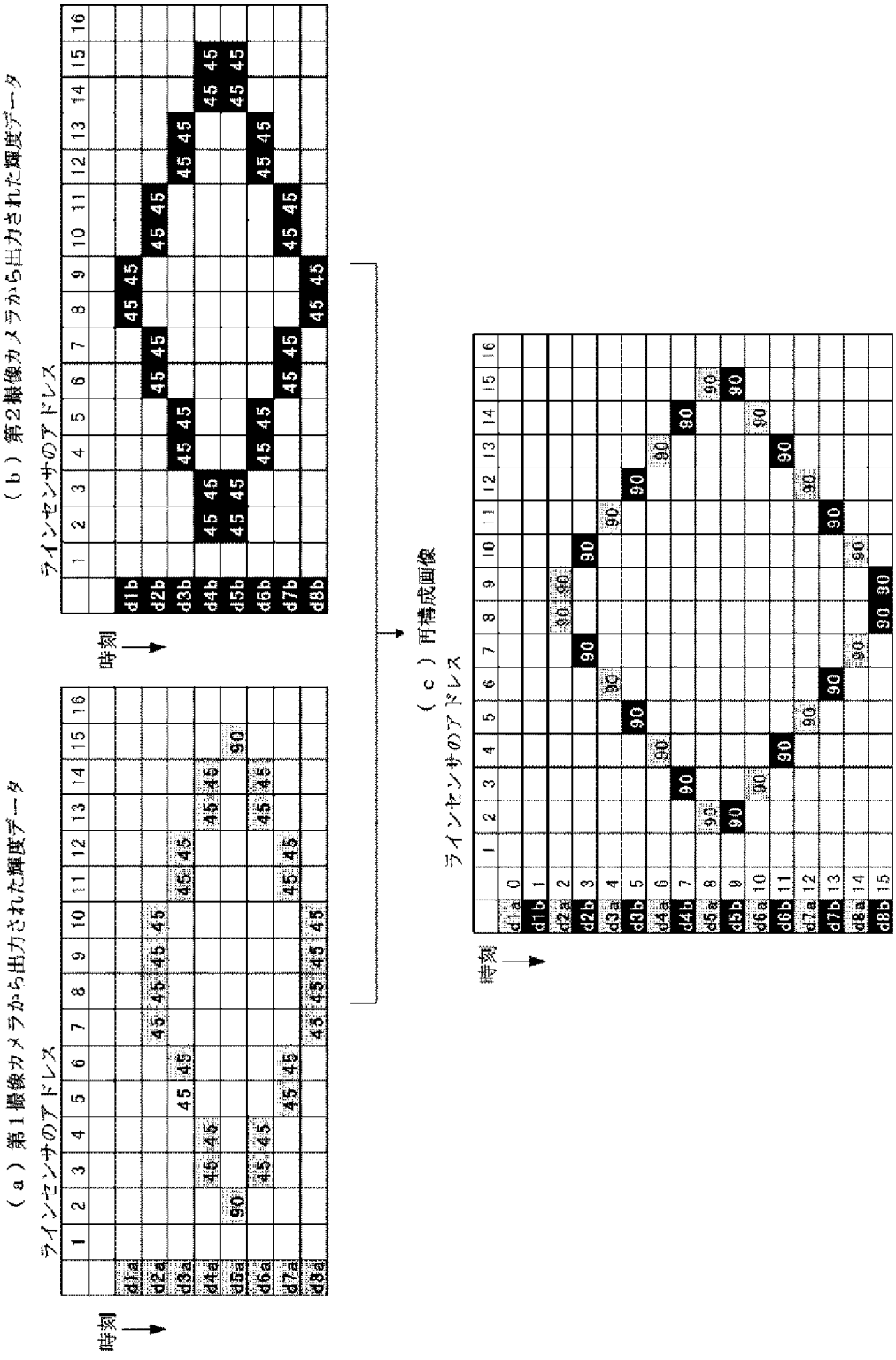

T1
T1
T2
T2
T2
T2
T2
ON
トリガ信号１
OFF
ON
トリガ信号２
OFF
53
ON
第１撮像カメラ
OFF
第１撮像カメラ
データ出力
1a
2a
3a
63
ON
第２撮像カメラ
OFF
第２撮像カメラ
データ出力
1b
2b
3b
時間(t)

[図8]



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
t0																
t1																
t2								90	90							
t3							90			90						
t4						90					90					
t5					90							90				
t6				90									90			
t7			90											90		
t8		90													90	
t9		90													90	
t10			90											90		
t11				90									90			
t12					90							90				
t13						90					90					
t14							90			90						
t15								90	90							
t16																

[図9]


（ａ）第１撮像カメラから出力された輝度データ
ラインセンサのアドレス
時刻
（ｂ）第２撮像カメラから出力された輝度データ
ラインセンサのアドレス
時刻
（ｃ）再構成画像
ラインセンサのアドレス
時刻

[図10]

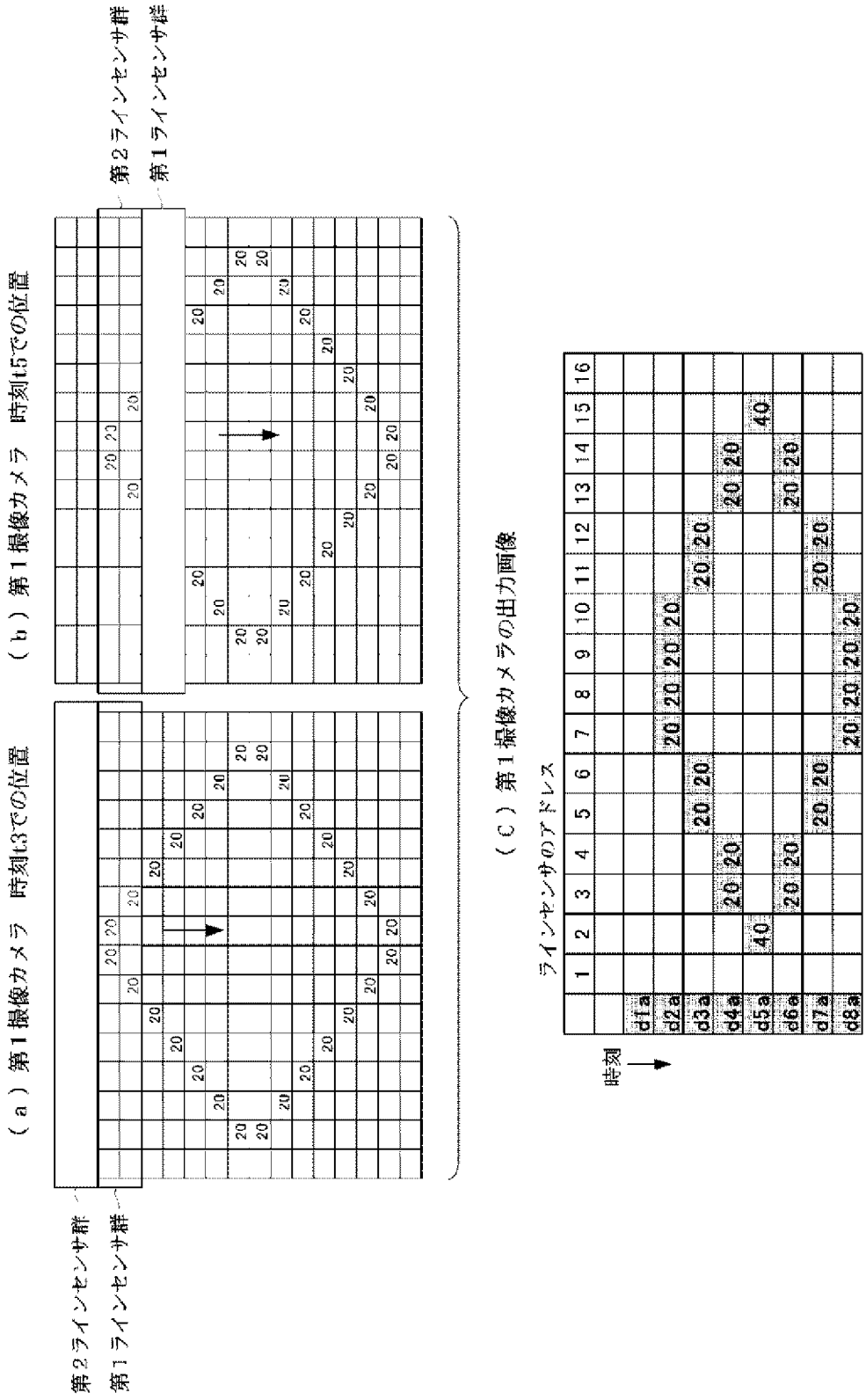
撮像対象となる画像パターン

ラインセンサのアドレス

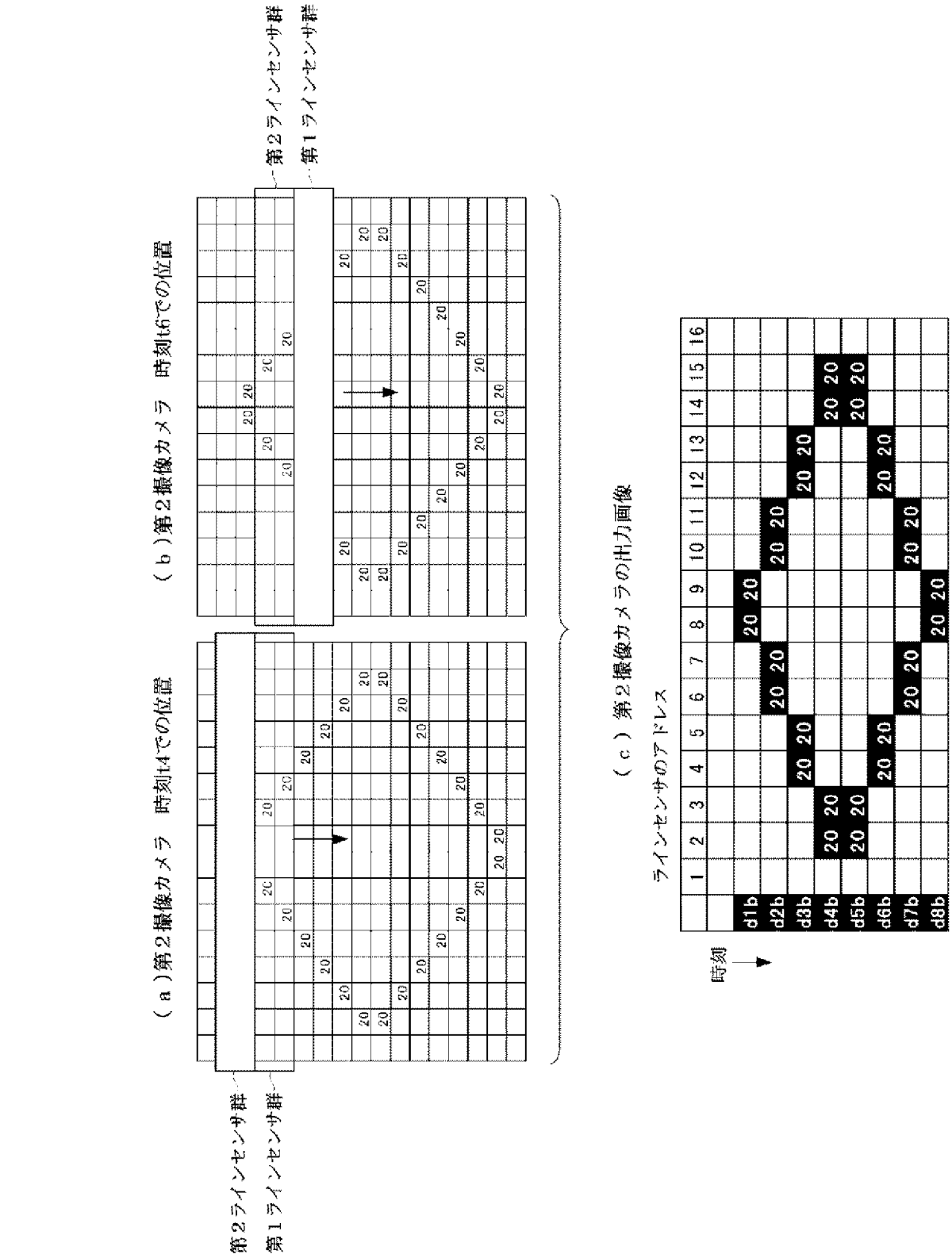
時刻 ↓

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
t0																
t1																
t2								20	20							
t3							20			20						
t4						20					20					
t5					20							20				
t6				20									20			
t7			20											20		
t8		20													20	
t9		20													20	
t10			20											20		
t11				20									20			
t12					20							20				
t13						20					20					
t14							20			20						
t15								20	20							
t16																

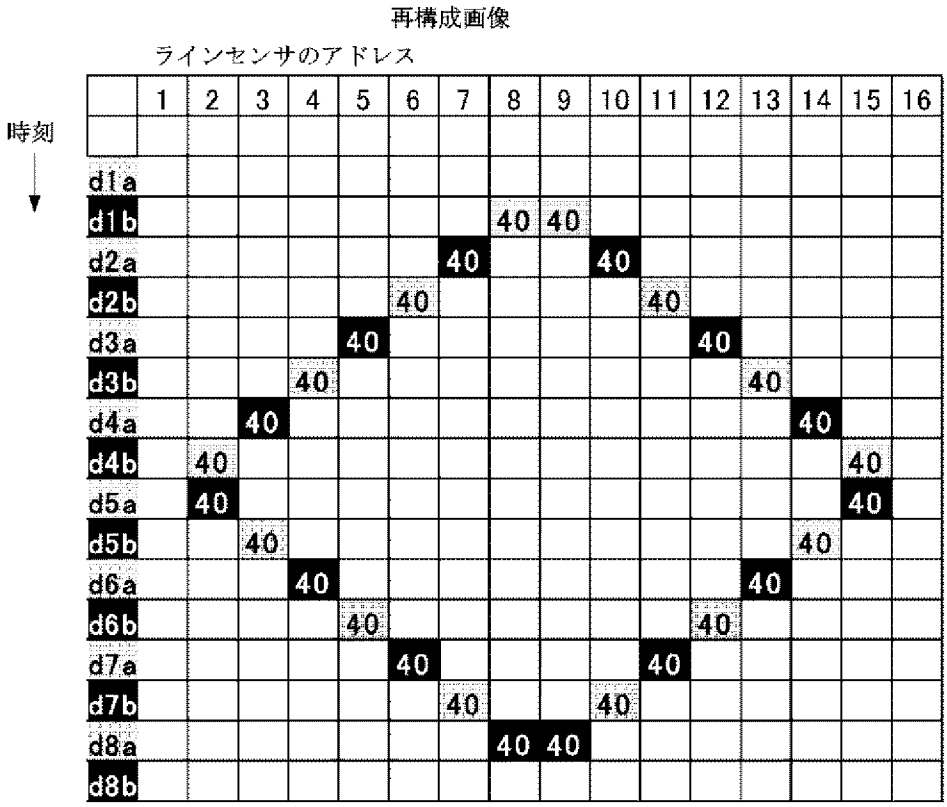
[図11]


（ａ）第１撮像カメラ　時刻t3での位置
（ｂ）第１撮像カメラ　時刻t5での位置
第２ラインセンサ群
第１ラインセンサ群
（ｃ）第１撮像カメラの出力画像
ラインセンサのアドレス
時刻
d1a
d2a
d3a
d4a
d5a
d6a
d7a
d8a

[図12]


（ａ）第２撮像カメラ　時刻t4での位置
（ｂ）第２撮像カメラ　時刻t6での位置
第２ラインセンサ群
第１ラインセンサ群
第２ラインセンサ群
第１ラインセンサ群
（ｃ）第２撮像カメラの出力画像
ラインセンサのアドレス
時刻
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
d1b
d2b
d3b
d4b
d5b
d6b
d7b
d8b

[図13]


再構成画像
ラインセンサのアドレス
時刻
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
d1a
d1b
d2a
d2b
d3a
d3b
d4a
d4b
d5a
d5b
d6a
d6b
d7a
d7b
d8a
d8b
40

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/054103

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04N5/225(2006.01)i, *G01B11/00*(2006.01)i, *G01N21/956*(2006.01)i, *G06T1/00*(2006.01)i, *H04N1/19*(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)
H04N5/225, G01B11/00, G01N21/956, G06T1/00, H04N1/19

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X A	JP 2003-133224 A (Canon Inc.), 09 May 2003 (09.05.2003), claims; paragraphs [0020], [0024], [0034] to [0036] (Family: none)	1,4,5,8,9 2,3,6,7
A	JP 2006-221514 A (Canon Inc.), 24 August 2006 (24.08.2006), paragraphs [0068] to [0072], [0082] & US 2006/0182318 A1 & CN 1831845 A	1-9
A	JP 7-049301 A (Toa Medical Electronics Co., Ltd.), 21 February 1995 (21.02.1995), paragraphs [0008], [0033] to [0047] (Family: none)	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	Date of mailing of the international search report
19 March, 2014 (19.03.14)	01 April, 2014 (01.04.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/054103

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-149701 A (Shonai Create Industrial Co., Ltd.), 04 August 2011 (04.08.2011), paragraphs [0006], [0027] (Family: none)	1-9
A	JP 2009-262161 A (Olympus Corp.), 12 November 2009 (12.11.2009), paragraphs [0021], [0026], [0030], [0031] & CN 101564795 A & TW 200951401 A	1-9
A	JP 2003-008300 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 10 January 2003 (10.01.2003), paragraphs [0042] to [0047] (Family: none)	1-9
A	JP 2013-033419 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 14 February 2013 (14.02.2013), claims & WO 2013/018247 A1	1-9
A	JP 5-260261 A (Ricoh Co., Ltd.), 08 October 1993 (08.10.1993), paragraphs [0019] to [0023], [0025] to [0037] (Family: none)	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０５４１０３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04N5/225(2006.01)i, G01B11/00(2006.01)i, G01N21/956(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, H04N1/19(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04N5/225, G01B11/00, G01N21/956, G06T1/00, H04N1/19

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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
X A	JP 2003-133224 A（キヤノン株式会社）2003.05.09, 【特許請求の範囲】【0020】【0024】【0034】-【0036】他（ファミリーなし）	1,4,5,8,9 2,3,6,7
A	JP 2006-221514 A（キヤノン株式会社）2006.08.24, 【0068】-【0072】【0082】他 & US 2006/0182318 A1 & CN 1831845 A	1-9
A	JP 7-049301 A（東亜医用電子株式会社）1995.02.21, 【0008】【0033】-【0047】他（ファミリーなし）	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	国際調査報告の発送日
１９．０３．２０１４	０１．０４．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｐ　４２３８
吉川　康男
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５８１

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2011-149701 A（株式会社庄内クリエート工業）2011.08.04, 【0006】【0027】他（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2009-262161 A（オリンパス株式会社）2009.11.12, 【0021】【0026】【0030】【0031】他 & CN 101564795 A & TW 200951401 A	1-9
A	JP 2003-008300 A（ヤマハ発動機株式会社）2003.01.10, 【0042】-【0047】他（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2013-033419 A（ヤマハ発動機株式会社）2013.02.14, 【特許請求の範囲】他 & WO 2013/018247 A1	1-9
A	JP 5-260261 A（株式会社リコー）1993.10.08, 【0019】-【0023】【0025】-【0037】他（ファミリーなし）	1-9