

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-9800

(P2018-9800A)

(43) 公開日 平成30年1月18日(2018.1.18)

(51) Int.Cl.  
G 0 1 N 21/892 (2006.01)F I  
G O 1 N 21/892テーマコード(参考)  
2 G O 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-136786 (P2016-136786)  
(22) 出願日 平成28年7月11日(2016.7.11)(71) 出願人 000002093  
住友化学株式会社  
東京都中央区新川二丁目27番1号  
(74) 代理人 100088155  
弁理士 長谷川 芳樹  
(74) 代理人 100128381  
弁理士 清水 義憲  
(74) 代理人 100124062  
弁理士 三上 敬史  
(74) 代理人 100170818  
弁理士 小松 秀輝  
(72) 発明者 岡本 英樹  
愛媛県新居浜市大江町1番1号 住友化学  
株式会社内

最終頁に続く

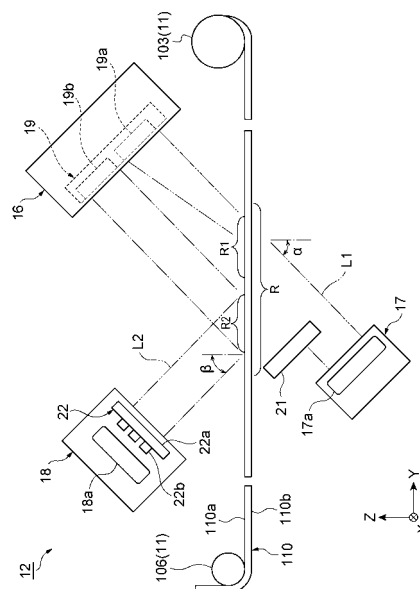
(54) 【発明の名称】 欠陥検査用撮像装置、欠陥検査システム、フィルム製造装置、欠陥検査用撮像方法、欠陥検査方法、及び、フィルム製造方法

## (57) 【要約】

【課題】異なる態様の欠陥を検出する能力を向上可能な欠陥検査用撮像装置を提供する。

【解決手段】欠陥検査用撮像装置12は、偏光フィルム110の主面110a側に配置された透過光用光源17と、偏光フィルム110の主面110b側に配置された反射光用光源18と、主面110b側に配置されて二次元状の撮像領域Rを撮像するエリアセンサ16と、偏光フィルム110を搬送方向Yへ搬送させる搬送手段11と、を備える。エリアセンサ16は、透過光受光領域19aと、反射光受光領域19bとを有する。透過光用光源17は、偏光フィルム110を透過した透過光L1が透過光受光領域19aに入射するように配置される。反射光用光源18は、偏光フィルム110において反射した反射光L2が反射光受光領域19bに入射するように配置される。

【選択図】図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

フィルムの欠陥検査のための撮像装置であって、  
前記フィルムの第 1 の主面側に配置され、前記フィルムに向けて第 1 の光を出射する第 1 の光出射手段と、  
前記フィルムの第 2 の主面側に配置され、前記フィルムに向けて第 2 の光を出射する第 2 の光出射手段と、  
前記第 2 の主面側に配置され、前記フィルム上に設定された二次元状の撮像領域を撮像する撮像手段と、  
前記第 1 の光出射手段、前記第 2 の光出射手段及び前記撮像手段に対して前記フィルムを搬送方向へ相対的に搬送させる搬送手段と、を備え、  
前記撮像手段は、第 1 の受光領域と、第 2 の受光領域とを有し、  
前記第 1 の光出射手段は、前記フィルムを透過した前記第 1 の光が前記第 1 の受光領域に入射するように配置され、  
前記第 2 の光出射手段は、前記フィルムにおいて反射した前記第 2 の光が前記第 2 の受光領域に入射するように配置され、  
前記第 1 の受光領域及び前記第 2 の受光領域の少なくとも一方は、他方と重複しない部分を含む、欠陥検査用撮像装置。

10

**【請求項 2】**

前記第 1 の光は、第 1 の波長帯域を有し、  
前記第 2 の光は、第 2 の波長帯域を有し、  
前記第 1 の波長帯域は、前記第 2 の波長帯域と重複する帯域を含む、  
請求項 1 に記載の欠陥検査用撮像装置。

20

**【請求項 3】**

前記第 1 の光及び前記第 2 の光は、白色光である、請求項 1 又は 2 に記載の欠陥検査用撮像装置。

**【請求項 4】**

前記第 2 の受光領域は、前記第 1 の受光領域とは別の領域に設定されている、請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の欠陥検査用撮像装置。

**【請求項 5】**

前記撮像領域は、前記搬送方向に分割された第 1 の撮像領域部及び第 2 の撮像領域部を含み、

30

前記第 1 の光出射手段は、前記フィルムの第 1 の撮像領域部に対して前記第 1 の光を出射するように配置され、

前記第 2 の光出射手段は、前記フィルムの第 2 の撮像領域部に対して前記第 2 の光を出射するように配置される、請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の欠陥検査用撮像装置。

**【請求項 6】**

請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の欠陥検査用撮像装置と、  
前記欠陥検査用撮像装置によって得られた画像に基づいて、前記フィルムに存在する欠陥を検出する検出部と、を備える、欠陥検査システム。

40

**【請求項 7】**

請求項 6 に記載の欠陥検査システムを備える、フィルム製造装置。

**【請求項 8】**

フィルムの欠陥検査のための撮像を行う撮像方法であって、  
第 1 の受光領域と第 2 の受光領域とを有する撮像手段に対して前記フィルムを相対的に搬送させる工程と、

前記フィルムに対し前記撮像手段と反対側に配置されると共に、前記フィルムを透過した第 1 の光が前記第 1 の受光領域に入射するように配置された第 1 の光出射手段によって、前記フィルムに向けて前記第 1 の光を出射する工程と、

前記フィルムに対し前記撮像手段と同じ側に配置されると共に、前記フィルムにおいて

50

反射した第 2 の光が前記第 2 の受光領域に入射するように配置された第 2 の光出射手段によって、前記フィルムに向けて前記第 2 の光を出射する工程と、

前記撮像手段によって、前記フィルム上に設定された二次元状の撮像領域を撮像する工程と、を有し、

前記第 1 の受光領域及び前記第 2 の受光領域の少なくとも一方は、他方と重複しない部分を含む、欠陥検査用撮像方法。

【請求項 9】

前記第 1 の光は、第 1 の波長帯域を有し、

前記第 2 の光は、第 2 の波長帯域を有し、

前記第 1 の波長帯域は、前記第 2 の波長帯域と重複する帯域を含む、

請求項 8 に記載の欠陥検査用撮像方法。

10

【請求項 10】

前記第 1 の光及び前記第 2 の光は、白色光である、請求項 8 又は 9 に記載の欠陥検査用撮像方法。

【請求項 11】

前記第 2 の受光領域は、前記第 1 の受光領域とは別の領域に設定されている、請求項 8 ~ 10 の何れか一項に記載の欠陥検査用撮像方法。

【請求項 12】

前記撮像領域は、前記フィルムの搬送方向に分割された第 1 の撮像領域部及び第 2 の撮像領域部を含み、

20

前記第 1 の光を出射する工程では、前記フィルムの第 1 の撮像領域部に対して前記第 1 の光を出射し、

前記第 2 の光を出射する工程では、前記フィルムの第 2 の撮像領域部に対して前記第 2 の光を出射する、請求項 8 ~ 11 の何れか一項に記載の欠陥検査用撮像方法。

【請求項 13】

請求項 8 ~ 12 の何れか一項に記載の欠陥検査用撮像方法と、

前記欠陥検査用撮像方法によって撮像された画像に基づいて、前記フィルムに存在する欠陥を検出する工程と、を含む、欠陥検査方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の欠陥検査方法を含む、フィルム製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フィルムの欠陥を検出するための欠陥検査用撮像装置、欠陥検査システム、フィルム製造装置、欠陥検査用撮像方法、欠陥検査方法、及び、フィルム製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

偏光フィルム及び位相差フィルム等の光学フィルム、電池のセパレータに用いられるフィルム等の欠陥を検出する欠陥検査システムが知られている。この種の欠陥検査システムは、搬送手段によってフィルムを搬送し、光出射手段によってフィルムの撮像領域に光を出射し、撮像手段によってフィルムの撮像領域を撮像し、撮像した画像に基づいて欠陥検査を行う。この種の欠陥検査システムによる欠陥検査方法は、透過法と反射法とに大別される。特許文献 1 には板状透明体からなる被検査物の検査方法が記載されている。この検査方法では、被検査物を透過した透過光成分と被検査物で反射した反射光成分とが重なった光を光検出器によって検出する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

50

【特許文献１】特開２０１４－２４０８３２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

フィルムの欠陥には、互いに異なる複数の態様がある。例えば、フィルムの欠陥には、フィルム貼合工程での異物の混入や付着による黒異物、粘着剤塗布工程での異物の混入や付着による輝点、フィルム搬送時の付着異物に起因する傷転写による変形、貼合工程での噛み込みによる気泡などがある。当該技術分野においては、これら異なる態様の欠陥を検出する能力の向上が望まれている。

【０００５】

そこで、本発明は、異なる態様の欠陥を検出する能力を向上可能な欠陥検査用撮像装置、欠陥検査システム、フィルム製造装置、欠陥検査用撮像方法、欠陥検査方法、及び、フィルム製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明の一形態に係る欠陥検査用撮像装置は、フィルムの欠陥検査のための撮像装置であって、フィルムの第１の主面側に配置され、フィルムに向けて第１の光を出射する第１の光出射手段と、フィルムの第２の主面側に配置され、フィルムに向けて第２の光を出射する第２の光出射手段と、第２の主面側に配置され、フィルム上に設定された二次元状の撮像領域を撮像する撮像手段と、第１の光出射手段、第２の光出射手段及び撮像手段に対してフィルムを搬送方向へ相対的に搬送させる搬送手段と、を備え、撮像手段は、第１の受光領域と、第２の受光領域とを有し、第１の光出射手段は、フィルムを透過した第１の光が第１の受光領域に入射するように配置され、第２の光出射手段は、フィルムにおいて反射した第２の光が第２の受光領域に入射するように配置され、第１の受光領域及び第２の受光領域の少なくとも一方は、他方と重複しない部分を含む。

【０００７】

この欠陥検査用撮像装置では、フィルムを透過した第１の光が撮像手段の第１の受光領域に入射するように第１の光出射手段が配置される。また、フィルムで反射した第２の光が撮像手段の第２の受光領域に入射するように第２の光出射手段が配置される。そうすると、撮像手段によれば、第１の光に基づく部分及び第２の光に基づく部分を含む第１の画像、第１の光に基づく部分、第２の光に基づく部分、及び第１及び第２の光に基づく部分を含む第２の画像、第１の光に基づく部分、及び第１及び第２の光に基づく部分を含む第３の画像、第２の光に基づく部分、及び第１及び第２の光に基づく部分を含む第４の画像、のいずれかを得ることができる。これら第１～第４の画像によれば、互いに異なる撮像条件に基づいて得られた複数の測定値（検出信号）を、単体又は組み合わせて欠陥の検出に利用できる。欠陥検査用撮像装置は、欠陥の検出に利用できる値のバリエーションが多くなるので、取得可能な欠陥に関する情報量を増大させることができる。従って、異なる態様の欠陥を検出する能力を向上させることができる。

【０００８】

第１の光は、第１の波長帯域を有し、第２の光は、第２の波長帯域を有し、第１の波長帯域は、第２の波長帯域と重複する帯域を含んでもよい。この構成によれば、第１の光に基づいて得られる像と、第２の光に基づいて得られる像と、の撮像条件を揃えることができるので、両方の像を関連付けた欠陥の検出を精度良く行うことができる。

【０００９】

第１の光及び第２の光は、白色光であってもよい。この構成によれば、撮像手段に入射される光量が増加する。従って、欠陥を検出するための検出信号の強度が高くなるので、欠陥を検出しやすい。

【００１０】

第２の受光領域は、第１の受光領域とは別の領域に設定されていてもよい。この構成によれば、第１の受光領域において受光した光に基づく像と、第２の受光領域において受光

10

20

30

40

50

した光に基づく像と、を得ることができる。

【 0 0 1 1 】

撮像領域は、搬送方向に分割された第 1 の撮像領域部及び第 2 の撮像領域部を含み、第 1 の光出射手段は、フィルムの第 1 の撮像領域部に対して第 1 の光を出射するように配置され、第 2 の光出射手段は、フィルムの第 2 の撮像領域部に対して第 2 の光を出射するように配置されてもよい。この構成によれば、搬送されるフィルムに存在する欠陥が、第 1 の撮像領域部及び第 2 の撮像領域部の両方を必ず通過することになる。従って、異なる態様の欠陥を検出する能力をさらに向上させることができる。また、この構成によれば、第 1 の光と第 2 の光とがそれぞれの光出射手段から出射されて撮像装置に入射するまでの間に、第 1 の光と第 2 の光とが互いに干渉し難くなる。従って、異なる態様の欠陥を検出する能力をより向上させることができる。

10

【 0 0 1 2 】

本発明の別の形態に係る欠陥検査システムは、上記の欠陥検査用撮像装置と、欠陥検査用撮像装置によって得られた画像に基づいて、フィルムに存在する欠陥を検出する検出部と、を備える。この欠陥検査システムによれば、上記の欠陥検査用撮像装置を備えているので異なる態様の欠陥を検出する能力を高めることができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の別の形態に係るフィルム製造装置は、上記の欠陥検査システムを備える。このフィルム製造装置によれば、上記の欠陥検査システムを備えているので異なる態様の欠陥を検出する能力を高めることができる。

20

【 0 0 1 4 】

本発明の別の形態に係る欠陥検査用撮像方法は、フィルムの欠陥検査のための撮像を行う撮像方法であって、第 1 の受光領域と第 2 の受光領域とを有する撮像手段に対してフィルムを相対的に搬送させる工程と、フィルムに対し撮像手段と反対側に配置されると共に、フィルムを透過した第 1 の光が第 1 の受光領域に入射するように配置された第 1 の光出射手段によって、フィルムに向けて第 1 の光を出射する工程と、フィルムに対し撮像手段と同じ側に配置されると共に、フィルムにおいて反射した第 2 の光が第 2 の受光領域に入射するように配置された第 2 の光出射手段によって、フィルムに向けて第 2 の光を出射する工程と、撮像手段によって、フィルム上に設定された二次元状の撮像領域を撮像する工程と、を有し、第 1 の受光領域及び第 2 の受光領域の少なくとも一方は、他方と重複しない部分を含む。この欠陥検査用撮像方法では、撮像手段による撮像工程において、第 1 の光に基づく部分及び第 2 の光に基づく部分を含む第 1 の画像、第 1 の光に基づく部分、第 2 の光に基づく部分、及び第 1 及び第 2 の光に基づく部分を含む第 2 の画像、第 1 の光に基づく部分、及び第 1 及び第 2 の光に基づく部分を含む第 3 の画像、第 2 の光に基づく部分、及び第 1 及び第 2 の光に基づく部分を含む第 4 の画像、のいずれかを得ることができる。これら第 1 ～第 4 の画像よれば、互いに異なる撮像条件に基づいて得られた複数の値を、単体又は組み合わせて欠陥の検出に利用できる。従って、欠陥検査用撮像方法は、欠陥の検出に利用できる値のバリエーションを増大させることが可能になり、取得可能な欠陥に関する情報量を増大させることができる。従って、異なる態様の欠陥を検出する能力を向上させることができる。

30

40

【 0 0 1 5 】

第 1 の光は、第 1 の波長帯域を有し、第 2 の光は、第 2 の波長帯域を有し、第 1 の波長帯域は、第 2 の波長帯域と重複する帯域を含んでもよい。この構成によれば、第 1 の光に基づいて得られる像と、第 2 の光に基づいて得られる像と、の撮像条件を揃えることができるので、両方の像を関連付けた欠陥の検出を精度良く行うことができる。

【 0 0 1 6 】

第 1 の光及び第 2 の光は、白色光であってもよい。この構成によれば、撮像手段に入射される光量が増加する。従って、露出時間を短くすることが可能になるので、フィルムの搬送速度の増加に対応することができる。

【 0 0 1 7 】

50

第２の受光領域は、第１の受光領域とは別の領域に設定されていてもよい。この構成によれば、第１の受光領域において受光した光に基づく像と、第２の受光領域において受光した光に基づく像と、を得ることができる。

【００１８】

本発明の別の形態に係る欠陥検査方法では、撮像領域は、フィルムの搬送方向に分割された第１の撮像領域部及び第２の撮像領域部を含み、第１の光を出射する工程では、フィルムの第１の撮像領域部に対して第１の光を出射し、第２の光を出射する工程では、フィルムの第２の撮像領域部に対して第２の光を出射する。この方法によれば、搬送されるフィルムに存在する欠陥が、第１の撮像領域部及び第２の撮像領域部の両方を必ず通過することになる。従って、異なる態様の欠陥を検出する能力をさらに向上させることができる。また、この方法によれば、第１の光と第２の光とがそれぞれの光出射手段から出射されて撮像装置に入射するまでの間に、第１の光と第２の光とが互いに干渉し難くなる。従って、異なる態様の欠陥を検出する能力をより向上させることができる。

【００１９】

本発明の別の形態に係るフィルム製造方法は、上記の欠陥検査用撮像方法と、欠陥検査用撮像方法によって撮像された画像に基づいて、フィルムに存在する欠陥を検出する工程と、を含む。この製造方法によれば、異なる態様の欠陥を検出する能力を高めることができる。

【００２０】

本発明の別の形態に係るフィルム製造方法は、上記の欠陥検査方法を含む。このフィルム製造方法によれば、上記の欠陥検査方法を備えているので異なる態様の欠陥を検出する能力を高めることができる。

【発明の効果】

【００２１】

本発明によれば、フィルムの欠陥検査において、異なる態様の欠陥を検出する能力を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】図１は、本発明の一形態に係る欠陥検査装置が適用される偏光フィルムの製造システムを示す図である。

【図２】図２は、本発明の一形態に係る欠陥検査用撮像装置を備える欠陥検査装置を示す図である。

【図３】図３は、本発明の一形態に係る欠陥検査用撮像装置を示す図である。

【図４】図４は、撮像領域を示す図である。

【図５】図５の（ａ）部は、欠陥検査用撮像装置によって得られる画像の一例であり、図５の（ｂ）～（ｅ）部は、透過光及び反射光を説明するための図である。

【図６】図６の（ａ）部、（ｂ）部及び（ｃ）部は、透過光と反射光との波長帯域を示す図である。

【図７】図７は、画像処理の工程を説明するための図である。

【図８】図８は、別の画像処理の工程を説明するための図である。

【図９】図９は、欠陥検出手法を説明するための図である。

【図１０】図１０は、別の欠陥検出手法を説明するための図である。

【図１１】図１１は、偏光フィルムの断面において欠陥の位置を示す図である。

【図１２】図１２の（ａ）部は第１の受光領域と第２の受光領域との構成を示す図であり、図１２の（ｂ）部は欠陥と透過欠陥信号及び反射欠陥信号との関係を示す図である。

【図１３】図１３の（ａ）部は第１の受光領域と第２の受光領域との別の構成を示す図であり、図１３の（ｂ）部は欠陥と透過欠陥信号及び合成欠陥信号との関係を示す図である。

【図１４】図１４の（ａ）部は第１の受光領域と第２の受光領域とのさらに別の構成を例示する図であり、図１４の（ｂ）部は第１の受光領域と第２の受光領域とのさらに別の構成

10

20

30

40

50

成を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、添付図面を参照しながら本発明を実施するための形態を詳細に説明する。図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0024】

本発明の実施形態に係るフィルムの製造装置及び製造方法は、偏光特性を有する偏光フィルム（光学フィルム）、及び、偏光特性を有さない位相差フィルム（光学フィルム）や電池用セパレータフィルム等を製造する。図1に、偏光特性を有する偏光フィルムの製造装置及び製造方法の一例を示すが、偏光特性を有さない位相差フィルムや電池用セパレータフィルム等の製造装置及び製造方法の説明は省略する。

10

【0025】

図1に示されるようにフィルム製造装置100は、2組の欠陥検査システム10と、貼合ローラ104、105と、搬送ローラ106と、を備える。フィルム製造装置100は、まず、偏光子の主面両側に保護フィルムを貼り合わせて、偏光フィルム本体部（光学フィルム本体部）111を製造する。製造された偏光フィルム本体部111は、欠陥検査システム10によって欠陥の有無が検査される。次に、フィルム製造装置100は、セパレートフィルム（離型フィルム）が粘着材に貼り合わされたセパレートフィルム付き粘着材112を原反ロール101から取り出す。そして、貼合ローラ104によってセパレートフィルム付き粘着材112を偏光フィルム本体部111の一方の主面側に貼り合わせる。次に、フィルム製造装置100は、保護フィルム113を原反ロール102から取り出す。そして、貼合ローラ105によって保護フィルム113を偏光フィルム本体部111の他方の主面側に貼り合わせる。以上の工程により、偏光フィルム110が製造される。そして、フィルム製造装置100は、偏光フィルム110を搬送ローラ106によって搬送する。偏光フィルム110は、欠陥検査システム10によって欠陥の有無が検査される。検査後の偏光フィルム110は、原反ロール103によって巻き取られる。

20

【0026】

偏光フィルム本体部111における偏光子の材料には、PVA（Polyvinyl Alcohol）等が挙げられる。偏光フィルム本体部111における保護フィルムの材料としては、TAC（Triacetylcellulose）等が挙げられる。また、セパレートフィルム付き粘着材112におけるセパレートフィルム及び保護フィルム113の材料としては、PET（Polyethylene Terephthalate）等が挙げられる。セパレートフィルムを剥がすことにより、偏光フィルム110が、粘着材によって液晶パネルや他の光学フィルム等に貼り合わされる。

30

【0027】

以下、本発明の実施形態に係る欠陥検査システム10について詳細に説明する。欠陥検査システム10の構成は同一である。従って、偏光フィルム110の欠陥検査を行う欠陥検査システム10について説明し、偏光フィルム本体部111の欠陥検査を行う欠陥検査システム10については説明を省略する。

【0028】

本発明の一形態に係る欠陥検査システム及び欠陥検査方法は、上記した偏光特性を有する偏光フィルム110の欠陥検査を行う欠陥検査システム10及び欠陥検査方法である。欠陥検査とは、偏光フィルム110の製造工程や搬送工程の際に発生し得る欠陥を検出する処理の他、後述する欠陥マップを作成する処理を含んでもよい。この欠陥には、例えば、貼り合せの際に生じる気泡の噛み込み、貼り合せの際に生じる異物の混入及び付着、搬送中に生じる付着異物による傷転写、糊付着時に生じる輝点の混入及び付着などがある。図2に示されるように、欠陥検査システム10は、欠陥検査用撮像装置12と、画像解析装置（検出部）13と、マーキング装置14と、を備える。図2及び図3には、XYZ直交座標が示される。X方向は偏光フィルム110の幅方向を示し、Y方向は偏光フィルム110の搬送方向を示す。Z方向は、X方向及びY方向のそれぞれに直交する方向を示す

40

50

。

## 【 0 0 2 9 】

欠陥検査用撮像装置 1 2 は、欠陥検査に用いられる画像を得て、画像を画像解析装置 1 3 に出力する。欠陥検査用撮像装置 1 2 は、いわゆる光学系システムであり、偏光フィルム 1 1 0 に含まれ得る欠陥を認知する機能を有する。欠陥検査用撮像装置 1 2 は、偏光フィルム 1 1 0 に対して設定される撮像領域 R を撮像する。欠陥検査用撮像装置 1 2 の詳細は後述する。

## 【 0 0 3 0 】

画像解析装置 1 3 は、いわゆる処理系システムである。画像解析装置 1 3 は、二次元画像を利用した画像処理が実行できる装置であれば、特に限定されるものではない。例えば、画像解析装置 1 3 として、画像処理用ソフトウェアがインストールされたパーソナルコンピュータ、画像処理回路が記述された F P G A を備える画像処理ボード、画像処理プログラムを実行可能なマイクロプロセッサを備えるカメラなどが挙げられる。画像解析装置 1 3 は、偏光フィルム 1 1 0 における欠陥の検出処理を行う。換言すると、画像解析装置 1 3 は、偏光フィルム 1 1 0 における欠陥の有無及び種類の判断を行う。この処理には、欠陥検査用撮像装置 1 2 から出力された画像が用いられる。また、画像解析装置 1 3 は、検出処理の結果を利用して欠陥位置情報を生成する。欠陥位置情報とは、偏光フィルム 1 1 0 の座標系における欠陥の位置をいう。具体的には、画像解析装置 1 3 は、画像座標系における欠陥の位置を偏光フィルム 1 1 0 の座標系に変換することにより、欠陥位置情報を生成する。画像解析装置 1 3 における変換処理には、画像座標系における欠陥位置と、偏光フィルム 1 1 0 が搬送される距離とが利用される。画像解析装置 1 3 は、当該欠陥位置情報を利用して偏光フィルム 1 1 0 の全領域に対応する画像を合成することにより欠陥マップを作成する。

## 【 0 0 3 1 】

マーキング装置 1 4 は、いわゆる制御系システムであり、欠陥マップを利用して、偏光フィルム 1 1 0 上に目印 M を付す。マーキング装置 1 4 は、例えば、偏光フィルム 1 1 0 の幅方向 X に沿って延在するアームと、ペンなどを有するマーカヘッドとを有する。マーカヘッドがアーム上を幅方向 X に移動することにより、偏光フィルム 1 1 0 上の任意の位置に目印 M が付される。

## 【 0 0 3 2 】

次に、欠陥検査用撮像装置 1 2 について詳細に説明する。欠陥検査用撮像装置 1 2 は、搬送手段 1 1 と、複数のエリアセンサ 1 6 (撮像手段) と、透過光用光源 1 7 (第 1 の光出射手段) と、反射光用光源 1 8 (第 2 の光出射手段) と、を備える。

## 【 0 0 3 3 】

搬送手段 1 1 は、偏光フィルム 1 1 0 を複数のエリアセンサ 1 6 と、透過光用光源 1 7 と、反射光用光源 1 8 と、に対して搬送方向 Y に相対的に搬送させる。搬送手段 1 1 は、一例として、搬送ローラ 1 0 6 と、原反ロール 1 0 3 とにより構成される。

## 【 0 0 3 4 】

図 3 に示されるように、エリアセンサ 1 6 は、偏光フィルム 1 1 0 の一方の主面 1 1 0 a (第 2 の主面) 側において、幅方向 X に互いに離間して配置される。エリアセンサ 1 6 のそれぞれは、二次元状の撮像領域 R を有する。撮像領域 R は、幅方向 X において隣接する撮像領域 R の一部と重複する (図 4 参照)。エリアセンサ 1 6 は、撮像素子 1 9 を有する。撮像素子 1 9 は、透過光受光領域 1 9 a (第 1 の受光領域) と、反射光受光領域 1 9 b (第 2 の受光領域) と、を有する。エリアセンサ 1 6 の撮像領域 R は二次元状であるので、ラインセンサと比べると搬送方向 Y における視野が広い。そうすると、この視野内における偏光フィルム 1 1 0 に透過光 L 1 と反射光 L 2 とが照射されたような画像を得ることができる。要するに、エリアセンサ 1 6 によれば複数の光源から出射された照明光を 1 個のセンサで観察できる。

## 【 0 0 3 5 】

ここで、撮像領域 R は、偏光フィルム 1 1 0 に設定される領域であるが、偏光フィルム



110の特定の位置に設定されるものではない。また、図4に示されるように、撮像領域Rは、透過光画像を取得するための透過領域R1（第1の撮像領域部）と、反射光画像を取得するための反射領域R2（第2の撮像領域部）と、を含む。透過領域R1と反射領域R2とは、搬送方向Yに沿って撮像領域Rを分割するように設定される。具体的には、搬送方向Yにおいて上流側に反射領域R2が設定され、下流側に透過領域R1が設定される。この反射領域R2は、透過領域R1とは重複しないように設定している。

#### 【0036】

図3に示されるように透過領域R1は、撮像領域Rにおいて透過光用光源17から出射された光が透過する部分である。透過光用光源17から出射された光を、単に「透過光L1」と呼ぶ。この「透過光L1」は、透過光用光源17から出射されてエリアセンサ16に入射するまでの光を意味する。従って、「透過光L1」は、偏光フィルム110を透過する前の光と、偏光フィルム110を透過した後の光と、の両方を含むものとする。反射領域R2は、撮像領域Rにおいて反射光用光源18から出射された光が反射される部分である。反射光用光源18から出射された光を、単に「反射光L2」と呼ぶ。この「反射光L2」は、反射光用光源18から出射されてエリアセンサ16に入射するまでの光を意味する。従って、「反射光L2」は、偏光フィルム110で反射する前の光と、偏光フィルム110で反射された後の光と、の両方を含むものとする。

#### 【0037】

透過光用光源17は、透過光像を得るための透過光L1を偏光フィルム110に対して出射する。透過光用光源17は、偏光フィルム110の組成及び性質に影響を与えない光を発する光源部17aを含む。光源部17aには、例えば、蛍光灯（特に高周波蛍光灯）、メタルハライドランプ、ハロゲン伝送ライト、発光ダイオード（LED）などが挙げられる。

#### 【0038】

透過光用光源17は、偏光フィルム110の他方の主面110b（第1の主面）側に配置される。すなわち、透過光用光源17は、偏光フィルム110に対しエリアセンサ16と反対側に配置される。透過光用光源17は、主面110bから所定距離だけ離間して配置される。透過光用光源17は、偏光フィルム110への透過光L1の入射角度が所定の角度になるように配置される。この入射角度は、一例として30度以上60度以下である。このように、偏光フィルム110への透過光L1の入射角度が90度でない場合には、入射角度が0度である場合と比べると、偏光フィルム110内における透過光L1の光路長が長くなる。そうすると、透過光L1が欠陥を通過する際に拡散しやすくなる。従って、拡散透過光により検出される欠陥の検出能力が向上する。透過光L1は、二次元状の広がりを持つ光である。幅方向Xにおける透過光L1の長さは、偏光フィルム110の幅よりも大きい。なお、透過光L1の幅方向は、偏光フィルム110の幅方向Xに厳密に一致する必要はなく、搬送方向Yに対して傾いていてもよい。

#### 【0039】

透過光用光源17と偏光フィルム110との間には、拡散透過画像を得るための遮光板21が配置してもよい。遮光板21は、透過光用光源17と偏光フィルム110との間において、透過光L1の一部を遮るように配置される。遮光板21は、エリアセンサ16からみて、搬送方向Yにおける透過領域R1の半分が隠れるように配置される（ナイフエッジ）。なお、遮光板21は、偏光フィルタであって、偏光フィルム110とクロスニコル状態を形成するように配置されてもよい。

#### 【0040】

ここで、遮光板21を搬送方向Yにおける透過領域R1の半分が隠れるように配置した際の透過光L1に基づく透過光像について説明する。図5の(a)部に示されるように、エリアセンサ16で得られた画像50は、明暗部51を含む。明暗部51は、明部51aと暗部51bとを含む。明部51aには、正透過光像53aが現れることがある。暗部51bには、透過散乱光像53bが現れることがある。正透過光像53aは、透過光用光源17から出射され、偏光フィルム110を透過した後に、エリアセンサ16に垂直に入射

した光に基づく像である（図５の（ｂ）部参照）。透過散乱光像５３ｂは、透過光用光源１７から出射され、偏光フィルム１１０を透過するときに散乱され、その後、エリアセンサ１６に入射した光に基づく像である（図５の（ｃ）部参照）。

#### 【００４１】

図３に示されるように、反射光用光源１８は、偏光フィルム１１０に対して反射光像を得るための反射光Ｌ２を出射する。反射光用光源１８は、偏光フィルム１１０の一方の主面１１０ａ（第２の主面）側に配置される。すなわち、反射光用光源１８は、偏光フィルム１１０に対しエリアセンサ１６と同じ側に配置される。反射光用光源１８は、一方の主面１１０ａから所定距離だけ離間して配置される。透過光用光源１７は、偏光フィルム１１０への反射光の入射角度が所定の角度になるように配置される。この入射角度は、一例として３０度以上６０度以下である。なお、入射角度は、透過光Ｌ１の入射角度と同じ値であってもよい。透過光用光源１７は、幅方向Ｘに延在する反射光Ｌ２を出射する。

10

#### 【００４２】

反射光用光源１８は、明暗パターンを生じさせる反射光Ｌ２を出射する。反射光用光源１８は、光源部１８ａとスリット部２２とを有する。光源部１８ａには、偏光フィルム１１０の組成及び性質に影響を与えない光を発する光源が利用される。光源には、例えば、蛍光灯（特に高周波蛍光灯）、メタルハライドランプ、ハロゲン伝送ライト、発光ダイオード（ＬＥＤ）などが挙げられる。スリット部２２は、透光性を有する樹脂基板２２ａと、遮光性を有する帯状の遮光部２２ｂとを有する。遮光部２２ｂは、幅方向Ｘに延在する帯状の部材である。樹脂基板２２ａ上には、遮光部２２ｂの延在方向と直交する方向に複数の遮光部２２ｂが互いに離間するように設けられる。遮光部２２ｂの幅と、遮光部２２ｂ同士の間隔とは、略同等である。一例として、これらの幅は、０．１ｍｍ以上３ｍｍ以下である。

20

#### 【００４３】

光源部１８ａから出射された光は、スリット部２２に入射する。スリット部２２では、遮光部２２ｂにおいて光が遮断され、遮光部２２ｂの間から光が透過する。従って、反射光用光源１８から出射された反射光Ｌ２は、幅方向Ｘに延びる明部５２ａと暗部５２ｂとが交互に形成された縞状の明暗パターンを有する。この反射光Ｌ２は、明部５２ａと暗部５２ｂとの境界が反射領域Ｒ２において少なくとも１カ所以上形成される。

30

#### 【００４４】

なお、反射光用光源１８は、偏光フィルム１１０の一方の主面に光を出射できれば、特に構成に限定はされない。すなわち、反射光用光源１８は、単一光源でも良いし、幅方向Ｘに延在する複数の線状光源を有してもよい。線状光源は、延在方向と直交する方向に互いに離間して配置される。

#### 【００４５】

ここで、反射光Ｌ２に基づく反射光像について説明する。図５の（ａ）部に示されるように、エリアセンサ１６で得られた画像５０は、明暗部５２を含む。明暗部５２は、複数の明暗パターンを有する縞状の画像である。明暗部５２は、明部５２ａと暗部５２ｂとを含む。明部５２ａに現れる正反射光像５４ａは、反射光用光源１８から出射され、偏光フィルム１１０で反射した後に、エリアセンサ１６に垂直に入射した光に基づく像である（図５の（ｄ）部参照）。暗部５２ｂに現れる反射散乱光像５４ｂは、反射光用光源１８から出射され、偏光フィルム１１０で反射するときに散乱され、その後、エリアセンサ１６に入射した光に基づく像である（図５の（ｅ）部参照）。この反射散乱光とは、入射角度とは異なる出射角度を有する方向に進行する光をいう。

40

#### 【００４６】

ところで、偏光フィルム１１０は、搬送中に僅かにゆがむことがある。偏光フィルム１１０がゆがむと、反射光Ｌ２の入射角度が変化する。そうすると、エリアセンサ１６に対する反射光Ｌ２の入射位置が変わってしまう。ここで欠陥検査用撮像装置１２は、エリアセンサ１６を備えているので、搬送方向Ｙに沿って広がる視野が確保される。従って、

50

搬送中の偏光フィルム 110 にゆがみが生じた場合であっても、常に、明部 52a と暗部 52b との境界を視野に含めることができる。さらに、反射光用光源 18 は、明暗部 52 を有するいわゆるパターン照明である。この照明によれば、反射光像内において搬送方向 Y に沿って複数の明部 52a と暗部 52b とが繰り返し現れる。そうすると、搬送中の偏光フィルム 110 にゆがみが生じて、エリアセンサ 16 に対する反射光 L2 の入射位置が変わった場合であっても、いくつかの明暗部 52 を常に視野内に含めることができる。

【0047】

ところで、透過光 L1 は、いわゆる白色光であり、互いに異なる波長を有する光が合波されたものである。同様に、反射光 L2 も、いわゆる白色光であり、互いに異なる波長を有する光が合波されたものである。白色光である透過光 L1 と反射光 L2 の波長帯域は、互いに重複する波長帯域を有していれば、完全に一致していなくてもよい。透過光 L1 の波長帯域と反射光 L2 の波長帯域との関係は、例えば図 6 の (a) 部のように、互いの一部が重複していてもよいし、図 6 の (b) 部に示されるように透過光 L1 の波長帯域に反射光 L2 の波長帯域が包含されていてもよく、さらに、図 6 の (c) 部に示されるように反射光 L2 の波長帯域に透過光 L1 の波長帯域が包含されていてもよい。

【0048】

このように、透過光 L1 及び反射光 L2 が白色光で有る場合には、エリアセンサ 16 に入射される光量が増加する。従って、光量が増加していることから、信号強度が高くなるので、欠陥を検出しやすい。また、露出時間を短くすることが可能になるので、偏光フィルム 110 の搬送速度の増加に対応することができる。また、白色光であり、互いに重複する波長帯域を有する透過光 L1 と反射光 L2 とによれば、透過光 L1 に基づいて得られる透過光像と反射光 L2 に基づいて得られる反射光像との撮像条件を揃えることができる。従って、透過光像から得られる情報と反射光像から得られる情報とを関連付けた欠陥の検出が可能になる。

【0049】

次に、本発明の実施形態に係る欠陥検査方法及び欠陥検査用撮像方法について説明する。欠陥検査方法及び欠陥検査用撮像方法は、複数のエリアセンサ 16、透過光用光源 17 及び反射光用光源 18 を配置する第 1 の工程と、偏光フィルム 110 を搬送させる第 2 の工程と、透過光 L1 を出射する第 3 の工程と、反射光 L2 を出射する第 4 の工程と、偏光フィルム 110 を撮像する第 5 の工程と、欠陥を検出する第 6 の工程と、目印 M を施す第 7 の工程と、を有する。偏光フィルム 110 を搬送する工程が連続的に実施される期間において、透過光 L1 を出射する工程及び反射光 L2 を出射する工程が連続的に実施される。そして、予め設定されたタイミングに基づいて偏光フィルム 110 を撮像する工程が実施される。偏光フィルム 110 を撮像する工程が実施されるごとに、欠陥を検出する工程と目印 M を施す工程とが実施される。

【0050】

まず、搬送手段 11 は、搬送方向 Y に沿って偏光フィルム 110 を移送する。この工程は、偏光フィルム 110 の製造中において、連続的に実施される。搬送中の偏光フィルム 110 に対して、透過光用光源 17 から透過光 L1 を出射する。また、搬送中の偏光フィルム 110 に対して、反射光用光源 18 から反射光 L2 を出射する。

【0051】

欠陥検査用撮像装置 12 は、搬送中における偏光フィルム 110 の撮像領域 R を撮像する。そして、欠陥検査用撮像装置 12 は、撮像により得られた二次元画像を画像解析装置 13 に送信する。エリアセンサ 16 は、所定の時間間隔ごとに撮像領域 R を撮像する。この時間間隔は、エリアセンサ 16 が撮像した二次元画像の搬送方向 Y の長さが、エリアセンサ 16 が二次元画像を取り込んでから次の二次元画像を取り込むまでの区間に偏光フィルム 110 が搬送される搬送距離の少なくとも 2 倍以上になる時間である。すなわち、撮像の時間間隔は、偏光フィルム 110 の同一領域を 2 回以上撮像可能な時間間隔であり、ある欠陥が透過光による撮像領域と反射光による撮像領域を最低 1 回以上通過した状態を撮像することができる。この時間間隔によれば、二次元画像の搬送方向 Y の長さを、画像

取込区間における搬送距離よりも大きくし、偏光フィルム 110 の同一部分の撮像数を増加させることにより、高精度に欠陥を検査できる。

【0052】

画像解析装置 13 は、二次元画像に対して欠陥の検出処理を実施する。欠陥の処理は、透過画像に適用される処理と、反射画像に適用される処理とがある。

【0053】

まず、図 7 の (a) 部 ~ (e) 部を参照しつつ、透過画像に適用される処理について説明する。この処理は、ライン合成と呼ばれる処理と、ライン合成処理により得られた画像から欠陥を検出する処理とを含む。

【0054】

エリアセンサ 16 は所定のフレームレートで撮像領域 R の撮像を行う。その結果、図 7 の (a) 部に示されるような画像群 (画像 G1, G2, G3, G4) が得られる。図 7 の (a) 部における画像 G1 の撮像タイミングは時刻  $t_1$  ( $t$ ) であり、画像 G2 の撮像タイミングは時刻  $t_2$  ( $t + t$ ) であり、画像 G3 の撮像タイミングは時刻  $t_3$  ( $t + 2 \times t$ ) であり、画像 G4 の撮像タイミングは時刻  $t_4$  ( $t + 3 \times t$ ) である。それぞれの画像 G1, G2, G3, G4 には、線状の欠陥 D が含まれる。偏光フィルム 110 が搬送方向 Y に移動するので、欠陥 D も搬送方向 Y に移動するように見えている。また、この例では、透過散乱光は生じていないものとして考える。従って、暗部 51b には、欠陥 D は現れていない。

【0055】

それぞれの画像 G1, G2, G3, G4 を搬送方向 Y に沿って 4 個のラインに分割する (図 7 の (b) 部参照)。次に、画像群 G における同じ位置に対応するライン (例えば、ライン G1a, G2a, G3a, G4a 参照) を選択する。この選択は、単位時間ごとに同じ行のラインを抜き出すものともいえる。そして、選択したライン G1a, G2a, G3a, G4a を搬送方向 Y に沿って繋ぎ合わせる (図 7 の (c) 部参照)。合成画像 G5 は、1 番目のラインを撮像するラインセンサが撮像した画像と同等の画像であり、合成画像 G6 は、2 番目のラインを撮像するラインセンサが撮像した画像と同等の画像である。同様に、合成画像 G7 は、3 番目のラインを撮像するラインセンサが撮像した画像と同等の画像であり、合成画像 G8 は、4 番目のラインを撮像するラインセンサが撮像した画像と同等の画像である。このように、エリアセンサ 16 が撮像した時系列における複数の画像から同じ位置のラインを選択してそれらを結合する処理をライン合成処理と呼ぶ。このライン合成処理は、空間的な積算処理であるとも言える。

【0056】

次に、図 7 の (d) 部に示されるように、画像解析装置 13 は、合成画像に対して欠陥 D を強調する処理を行う。この処理により、処理画像 G5A, G6A, G7A, G8A を得る。この処理には、垂直微分フィルタ法や、二値化法などが利用される。例えば、二値化法には、ラプラシアンヒストグラム法を用いて固定した閾値が利用される。

【0057】

次に、図 7 の (e) 部に示されるように、画像解析装置 13 は、欠陥 D が強調された画像をさらに重ね合わせる。処理画像 G5A, G6A, G7A, G8A に含まれた偏光フィルム 110 の撮像範囲は、搬送方向 Y において一部が重複しつつも互いに異なる。画像解析装置 13 は、重複した部分を利用して処理画像 G5A, G6A, G7A, G8A を積算処理し、1 枚の合成画像 G9 を生成する。この積算処理は、時間的な積算処理であるともいえる。また、この処理によれば、明視野から暗視野に至る様々な光学条件で撮像された画像が積算される。従って、異物の検出能力がさらに高まる。さらに、上述した処理は、複数台のラインセンサを使用した場合の処理と同等の結果であるともいえる。

【0058】

次に、合成画像 G9 を利用して欠陥 D を検出する処理を行う。この処理には、特徴量に基づく検出法が用いられる。画像解析装置 13 は、欠陥 D の態様と、その欠陥 D が画像として捉えられたときの特徴とを関連付けたデータを有する。このデータは教師データとも

10

20

30

40

50

呼ばれる。画像解析装置 13 は、まず、合成画像 G9 の特徴量を算出する。続いて、画像解析装置 13 は、算出された特徴量と教師データとを比較することにより、もっとも関連性が高い教師データを選択する。そして、画像解析装置 13 は、合成画像に含まれた欠陥 D が選択された教師データに関連付けられた態様の欠陥であると判断する。

#### 【0059】

特徴量には、画像全体から取得可能な種々の値がある。例えば、種々の値には、輝度合計値、輝度平均、輝度中央値、輝度分散、輝度勾配方向、輝度勾配強度がある。また、特徴量として、画像における欠陥から取得可能な種々の値も利用し得る。この欠陥から取得可能な値には、欠陥面積、欠陥周囲長さ、欠陥円形度、欠陥フェレ径、欠陥縦横比などがある。

10

#### 【0060】

なお、教師データは、予め記録されたデータに対して新たに取得されたデータを適用することを必要に応じて実施してもよい。このデータ更新によれば、特徴量と欠陥態様との関連度が高まる。また、特徴量と欠陥態様との関連は、ニューラルネットワークや機械学習などの手法を用いて得ることが可能である。

#### 【0061】

以上の処理により、透過画像から欠陥が検出される。なお、上述した処理は、反射画像に適用されてもよい。

#### 【0062】

次に、図 8 の (a) 部 ~ (d) 部を参照しつつ、反射画像に適用される処理について説明する。

20

#### 【0063】

エリアセンサ 16 は所定のフレームレートで撮像領域 R の反射画像を得る。その結果、図 8 の (a) 部に示されるような反射画像群が得られる。それぞれの画像には、欠陥 D1 が含まれる。反射画像 G11 の撮像タイミングは時刻  $t_1$  ( $t$ ) であり、反射画像 G12 の撮像タイミングは時刻  $t_2$  ( $t + \Delta t$ ) であり、反射画像 G13 の撮像タイミングは時刻  $t_3$  ( $t + 2 \times \Delta t$ ) である。これらの反射画像 G11, G12, G13 に対して、欠陥 D1 を強調する処理を行う。この処理により、処理画像 G11A, G12A, G13A が得られる (図 8 の (b) 部参照)。この処理には、垂直微分フィルタ法や、二値化法などが利用される。

30

#### 【0064】

次に、処理画像 G11A, G12A, G13A に対して欠陥 D1 を検出する処理を行う。この欠陥 D1 を検出する処理は、欠陥 D1 の態様に対応した複数のアルゴリズムを含む。例えば、欠陥 D1 の一例である打痕の検出に対応するアルゴリズムを説明する。図 9 は、図 8 の (b) 部における処理画像 G12A の領域 S を拡大して示す図である。処理画像 G12A において搬送方向 Y に沿った輝度分布を取得する。例えば、ライン A1 上には打痕 D1a が存在しない。このライン A1 における輝度分布は、グラフ T1 に示される。グラフ T1 は、明部 52a に対応する部分 T1a と、暗部 52b に対応する部分 T1b と、を有する。一方、ライン A2 上には打痕 D1a が存在する。打痕 D1a が存在する領域では、輝度分布が乱れることがある。ライン A2 における輝度分布は、グラフ T2 に示される。グラフ T2 を参照すると、暗部 52b に対応する部分 T2b において、ピーク P が存在する。このピーク P は打痕 D1a の存在を示すものとして考えられる。そして、ピーク P の値が閾値以上である場合に、画像解析装置 13 は打痕 D1a が存在すると判断する。

40

#### 【0065】

別の例として、欠陥 D1 の一例である凹みの検出に対応するアルゴリズムを説明する。図 10 に示されるように偏光フィルム 110 の主面 110a は理想的には平面である。従って、平面である領域における明部 52a と暗部 52b との境界線 52c は直線状である。なお、境界線 52c は、明部 52a のエッジ又は暗部 52b のエッジであるともいえる。一方、偏光フィルム 110 の主面 110a に凹み D1b が存在する場合、この凹み D1b を含む領域に投影された境界線 52d はゆがむ。この境界線 52d のゆがみを検出する

50

ことにより、凹み D 1 b を検出することが可能になる。例えば、処理画像 G 1 1 A , G 1 2 A , G 1 3 A において境界線 5 2 d の形状に対応するエッジプロファイルを検出する。そして、エッジプロファイルにおいて、閾値以上のピークが存在する場合には、凹みが存在するとして判断する。なお、この処理には、エッジプロファイルから歪曲度を算出し、閾値と比較する手法を用いてもよい。

【 0 0 6 6 】

次に、図 8 の ( c ) 部に示されるように、それぞれの処理画像 G 1 1 A , G 1 2 A , G 1 3 A から欠陥 D 1 が検出されたライン画像 G 1 1 a , G 1 2 a , G 1 3 a を抜き出す。次に、図 8 の ( d ) 部に示されるように、抜き出したライン画像 G 1 1 a , G 1 2 a , G 1 3 a を重ね合わせるにより、合成画像 G 1 4 を得る。この合成画像 G 1 4 では、凹み D 1 b が搬送方向 Y に沿って延びるように示される。そして、経時的に得られた複数の画像において、欠陥が検出された画像の数が多いほど、搬送方向 Y に沿う長さが長くなる。従って、欠陥の検出率が高まる。

10

【 0 0 6 7 】

以上の処理により、反射画像から欠陥が検出される。なお、上述した処理は、透過画像に適用されてもよい。

【 0 0 6 8 】

なお、欠陥の検出処理に用いられるアルゴリズムは、上述したアルゴリズムに限定されず、検出対象である欠陥の態様に応じたアルゴリズムを適用してよい。複数のアルゴリズムを適用することにより、検出可能な欠陥の態様数を増やせる。従って、欠陥の検出能力

20

【 0 0 6 9 】

次に、画像解析装置 1 3 は、検出された欠陥に関するデータを利用して欠陥検査情報を作成する。欠陥検査情報は、欠陥の種類と、欠陥の位置に関する情報を含む。また、欠陥検査情報は、1 個のロットに対する欠陥の有無を示す情報などを含んでもよい。欠陥検査情報の一例には、偏光フィルム 1 1 0 の全領域の欠陥マップが挙げられる。

【 0 0 7 0 】

次に、マーキング装置 1 4 は、欠陥検査情報を利用して、偏光フィルム 1 1 0 に欠陥の存在を示す目印 M を付す。この目印 M は、目視やその他の手段によって確認可能である。この欠陥位置を示す目印 M は、例えば、偏光フィルム 1 1 0 を所定サイズの枚葉品に裁断した後に、枚葉品を正常品と欠陥品とに分別する処理に利用される。

30

【 0 0 7 1 】

以下、本実施形態に係る欠陥検査用撮像装置 1 2、欠陥検査システム 1 0、フィルム製造装置 1 0 0、欠陥検査用撮像方法、欠陥検査方法及びフィルム製造方法の作用効果について説明する。

【 0 0 7 2 】

この欠陥検査用撮像装置 1 では、偏光フィルム 1 1 0 を透過した透過光 L 1 がエリアセンサ 1 6 の透過光受光領域 1 9 a に入射するように透過光用光源 1 7 が配置される。また、偏光フィルム 1 1 0 で反射した反射光 L 2 がエリアセンサ 1 6 の反射光受光領域 1 9 b に入射するように反射光用光源 1 8 が配置される。そうすると、エリアセンサ 1 6 によれば、透過光 L 1 に基づく部分である透過光像、及び、反射光 L 2 に基づく部分である反射光像を含む画像が得られる。この画像によれば、透過光像から得られる情報と反射光像から得られる情報とを利用して欠陥の検出に利用できる。従って、欠陥検査用撮像装置 1 は、欠陥の検出に利用できる測定値のバリエーションが多くなるので、取得可能な欠陥に関する情報量を増大させることができる。従って、異なる態様の欠陥を検出する能力を向上させることができる。

40

【 0 0 7 3 】

透過光 L 1 に基づく画像は、さらに、正透過光に基づく画像と、透過散乱光に基づく画像とを含む。正透過光及び透過散乱光に基づく画像によれば、付着異物による傷の転写といった偏光フィルム 1 1 0 の変形、及び、偏光フィルム 1 1 0 に混入又は付着した異物な

50

どを好適に検出できる。また、反射光 L 2 に基づく画像は、さらに、正反射光に基づく画像と、反射散乱光に基づく画像とを含む。正反射光及び反射散乱光に基づく画像によれば、付着異物による傷の転写といった偏光フィルム 110 の変形、偏光フィルム 110 に混入又は付着した異物、及び貼り合せ時に生じ得る噛み込みによる気泡などを好適に検出できる。

#### 【0074】

本実施形態に係る欠陥検査用撮像装置 12 によれば、1 個のエリアセンサ 16 が透過光像と反射光像とを含む画像を得る。従って、透過光像を得るためのエリアセンサと反射光像を得るためのエリアセンサとをそれぞれ準備する必要がない。従って、欠陥検査用撮像装置 12 の構成を簡易にすることができる。また、欠陥検査用撮像装置 12 を構成する装置の数の増加が抑制されるので、フィルム製造装置 100 における欠陥検査用撮像装置 12 の配置の自由度を高めることができる。

10

#### 【0075】

なお、上述した実施形態は本発明に係る欠陥検査用撮像装置の一例を示すものである。本発明に係る欠陥検査用撮像装置は、実施形態に係る欠陥検査用撮像装置に限られるものではなく、各請求項に記載した要旨を変更しない範囲で、実施形態に係る欠陥検査用撮像装置を変形し、又は他のものに適用したものであってもよい。

#### 【0076】

例えば、上記実施形態では、透過光像、又は、反射光像のいずれか一方を用いて欠陥を検出する例を説明した。例えば、欠陥の検出においては、透過光像及び反射光像の両方を利用してよい。換言すると、透過光像から得られる欠陥信号と反射光像から得られる欠陥信号との関係に基づいて欠陥を検出してよい。このような欠陥信号の関係を利用することにより、欠陥の有無の判別に加えて、欠陥の位置や種別といった情報を得ることができる。

20

#### 【0077】

具体的には、図 11 に示されるように、偏光フィルム 110 が欠陥の種別として上気泡 201、下気泡 202 及び異物 203 を含む場合を想定する。また、上気泡 201 及び下気泡 202 の位置として、偏光フィルム 110 の厚み方向における位置を想定する。上気泡 201 とは、偏光フィルム本体部 111 の一方の側に配置されたセパレートフィルム付き粘着材 112 と偏光フィルム本体部 111 との間、或いは、セパレートフィルム付き粘着材 112 に含まれた気泡である。下気泡 202 とは、偏光フィルム本体部 111 の他方の側に配置された保護フィルム 113 と偏光フィルム本体部 111 との間、或いは、保護フィルム 113 に含まれた気泡である。なお、「上気泡」及び「下気泡」は、説明の便宜上用いるものであり、上記の態様に限定されることはない。また、異物 203 の位置は、図 11 に示された位置に限定されることはなく、セパレートフィルム付き粘着材 112 及び保護フィルム 113 に含まれていてもよいし、偏光フィルム本体部 111 とセパレートフィルム付き粘着材 112 及び保護フィルム 113 との間であってもよい。

30

#### 【0078】

図 12 の (a) 部は、透過光受光領域 19a と反射光受光領域 19b との関係を示し、図 12 の (b) 部は、欠陥と欠陥信号との関係を示す。欠陥信号としては、例えば、輝度が挙げられる。グラフ P12a は、欠陥が上気泡 201 であるときの透過光像から得られる欠陥信号（以下「透過欠陥信号」とも言う）と反射光像から得られる欠陥信号（以下「反射欠陥信号」とも言う）との関係を示す。グラフ P12b は、欠陥が下気泡 202 であるときの透過欠陥信号と反射欠陥信号との関係を示す。グラフ P12c は、欠陥が異物 203 であるときの透過欠陥信号と反射欠陥信号との関係を示す。

40

#### 【0079】

グラフ P12a、P12b、P12c を参照すると、欠陥の種類や位置に対応して、透過欠陥信号と反射欠陥信号との関係が異なっていることがわかる。具体的には、透過欠陥信号が負であり、且つ、反射欠陥信号が正である場合には、欠陥は、気泡であると判別できる。さらに、透過欠陥信号の絶対値と反射欠陥信号の絶対値とを比較したとき、透過欠

50

陥信号の絶対値よりも反射欠陥信号の絶対値が大きい場合には、欠陥は、上気泡 201 であると判別できる。一方、透過欠陥信号の絶対値と反射欠陥信号の絶対値とが同等である場合には、欠陥は、下気泡 202 であると判別できる。さらに、透過欠陥信号が負であり、且つ反射欠陥信号も負である場合には、欠陥は異物であると判別できる。なお、欠陥が異物であるとき、透過欠陥信号の絶対値は、反射欠陥信号の絶対値よりも大きい。

#### 【0080】

従って、透過欠陥信号と反射欠陥信号との関係を利用することにより、欠陥の位置や種別といった情報を得ることができる。なお、このような判別処理は、画像解析装置 13 によって行われる。従って、画像解析装置 13 は、透過光像から透過欠陥信号を得る工程を実施する手段と、透過欠陥信号の特徴を示す第 1 の情報を得る工程を実施する手段と、反射光像から反射欠陥信号を得る工程を実施する手段と、反射欠陥信号の特徴を示す第 2 の情報を得る工程を実施する手段と、第 1 の情報と第 2 の情報とを利用して欠陥に関する情報を得る工程を実施する手段と、を有する。透過欠陥信号の特徴を示す第 1 の情報とは、透過欠陥信号のピーク値、当該ピーク値の絶対値、及び、ピーク値の正負の符号に関する情報である。反射欠陥信号の特徴を示す第 2 の情報とは、反射欠陥信号のピーク値、当該ピーク値の絶対値、及び、ピーク値の正負の符号に関する情報である。欠陥に関する情報とは、欠陥の種類を示す情報及び欠陥の位置を示す情報である。

#### 【0081】

また、上記実施形態では、透過光受光領域 19a と反射光受光領域 19b とが互いに重複しない構成（図 12 の（a）部参照）を例に説明した。例えば、図 13 の（a）部に示されるように、透過光受光領域 19a と反射光受光領域 19b とはそれぞれの一部が互いに重複していてもよい。この場合には、領域 N1 から透過光像が得られ、領域 N2 から反射光像が得られると共に領域 N3 から透過光と反射光とに基づく合成光像とを得られる。なお、撮像領域 R における透過領域 R1 と反射領域 R2 とは互いに重複していてもよい。また、透過光用光源 17 と反射光用光源 18 の照射幅や照射位置の設定によっては、撮像領域 R における透過領域 R1 と反射領域 R2 とは互いに重複していなくてもよい。そして、これらの透過光像、反射光像及び合成光像から、透過欠陥信号、反射欠陥信号及び合成欠陥信号をそれぞれ得ることができる。従って、欠陥の検出においては、3 個の欠陥信号から 2 個又は 3 個を組み合わせた処理により、欠陥に関する情報をより多く得ることが可能になる。例えば、透過欠陥信号と反射欠陥信号とを利用して、欠陥の種別とその位置を判別することができる。また、透過欠陥信号と合成欠陥信号とを利用した判別や、反射欠陥信号と合成欠陥信号とを利用した判別を行うこともできる。

#### 【0082】

図 13 の（b）部は、欠陥と欠陥信号との関係を示す。図 13 の（b）部における欠陥信号は、透過欠陥信号及び合成欠陥信号である。図 13 の（b）部に示されるように、透過欠陥信号が負であり、且つ、合成欠陥信号が正である場合には、欠陥は、気泡であると判別できる。さらに、透過欠陥信号の絶対値と合成欠陥信号の絶対値とを比較したとき、透過欠陥信号の絶対値よりも合成欠陥信号の絶対値が大きい場合には、欠陥は、上気泡 201 であると判別できる。一方、透過欠陥信号の絶対値と合成欠陥信号の絶対値とが同等である場合には、欠陥は、下気泡 202 であると判別できる。さらに、透過欠陥信号が負であり、且つ合成欠陥信号も負である場合には、欠陥は異物であると判別できる。なお、欠陥が異物であるとき、透過欠陥信号の絶対値は、合成欠陥信号の絶対値よりも小さい。

#### 【0083】

図 13 の（c）部は、欠陥と欠陥信号との関係を示す。図 13 の（c）部における欠陥信号は、反射欠陥信号及び合成欠陥信号である。図 13 の（c）部に示されるように、反射欠陥信号が正であり、且つ、合成欠陥信号が正である場合には、欠陥は、気泡であると判別できる。さらに、反射欠陥信号の絶対値と合成欠陥信号の絶対値とが同等であり、且つ、比較的大きい場合には、欠陥は上気泡 201 であると判別できる。一方、反射欠陥信号の絶対値と合成欠陥信号の絶対値とが同等であり、且つ、比較的小さい場合には、欠陥は下気泡 202 であると判別できる。なお、上気泡 201 に基づく反射欠陥信号の絶対値



は、下気泡 202 に基づく反射欠陥信号の絶対値よりも大きい。さらに、反射欠陥信号が負であり、且つ、反射欠陥信号も負である場合には、欠陥は異物であると判別できる。なお、欠陥が異物であるとき、反射欠陥信号の絶対値は、合成欠陥信号の絶対値よりも小さい。

#### 【0084】

従って、図 13 の (a) 部に示された透過光受光領域 19a と反射光受光領域 19b とを有する装置によれば、透過欠陥信号、反射欠陥信号及び合成欠陥信号が得られ、これらを組み合わせた評価を行うことにより欠陥に関する情報の量を増加させることができる。これにより、欠陥の種別の判別、欠陥の位置の判別が可能となり、ひいてはそれらの判別の確からしさを向上させることもできる。

#### 【0085】

また、透過光受光領域 19a と反射光受光領域 19b との関係は、さらに別の関係とすることもできる。例えば、図 14 の (a) 部に示されるように、透過光受光領域 19a に反射光受光領域 19b が完全に含まれていてもよい。この場合には、透過欠陥信号と合成欠陥信号とが得られ、これらを組み合わせた欠陥の検査を行うことができる (図 13 の (b) 部参照)。さらに、図 14 の (c) 部に示されるように、反射光受光領域 19b に透過光受光領域 19a が完全に含まれていてもよい。この場合には、反射欠陥信号と合成欠陥信号とが得られ、これらを組み合わせた欠陥の検査を行うことができる (図 13 の (c) 部参照)。

#### 【0086】

要するに、透過光用光源 17 及び反射光用光源 18 は、上記構成に限定されることはない。透過光用光源 17 及び反射光用光源 18 は、偏光フィルム 110 上において互いに照射する領域の一部を重複させても良いし、一方の光源により照射される領域が他方の領域に含まれていても良い。そのような構成とすることにより、透過光、反射光のみの欠陥情報以外に透過光と反射光の両方の寄与を受けた欠陥情報をさらに得ることができ、検出可能な欠陥の態様を増やすことができる。例えば、検査対象が偏光フィルムのような積層フィルムの場合、透過光 L1 と反射光 L2 との組み合わせることにより、検出可能な欠陥の態様が増えるだけでなく、欠陥が存在する層についても識別することができる。例えば、透過光 L1 と反射光 L2 で同じ欠陥を検出する場合、反射光 L2 を照射する側の層に欠陥が存在すること示しており、透過光 L1 で検出するものの、反射光 L2 では検出されない欠陥の場合は、反射光 L2 を照射する側とは反対側 (透過光 L1 の照射側) に欠陥が存在することを示している。

#### 【0087】

透過光及び反射光は白色光でなくてもよい。例えば、透過光が第 1 の波長帯域を有する光であり、反射光が、第 2 の波長帯域を有する光であってもよい。この場合、第 1 の波長帯域が、第 2 の波長帯域と重複する帯域を含んでいてもよい。第 1 及び第 2 の波長帯域が重複するとは、図 6 の (a) 部 ~ (c) 部で示したような重複形態を含む。互いに重複する波長帯域を有する透過光と反射光とによれば、透過光に基づいて得られる透過光像と反射光に基づいて得られる反射光像との撮像条件を揃えることができる。従って、透過光像から得られる情報と反射光像から得られる情報とを関連付けた欠陥の検出が可能になる。なお、透過光及び反射光が白色光である場合、透過光は第 1 の波長帯域の光を含み、反射光は、第 2 の波長帯域の光を含む。

#### 【符号の説明】

#### 【0088】

10 ... 欠陥検査システム、11 ... 搬送手段、12 ... 欠陥検査用撮像装置、13 ... 画像解析装置、14 ... マーキング装置、16 ... エリアセンサ、17 ... 透過光用光源、18 ... 反射光用光源、19 ... 撮像素子、21 ... 遮光板、51 ... 明暗部、51a ... 明部、51b ... 暗部、52 ... 明暗部、52a ... 明部、52b ... 暗部、100 ... フィルム製造装置、101, 102, 103 ... 原反ロール、104, 105 ... 貼合ローラ、106 ... 搬送ローラ、110 ... 偏光フィルム、110a ... 一方の主面、110b ... 他方の主面、D1 ... 欠陥、D1a ... 打

10

20

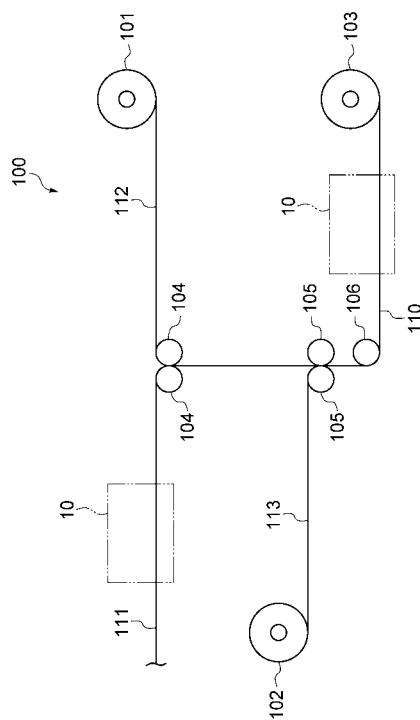
30

40

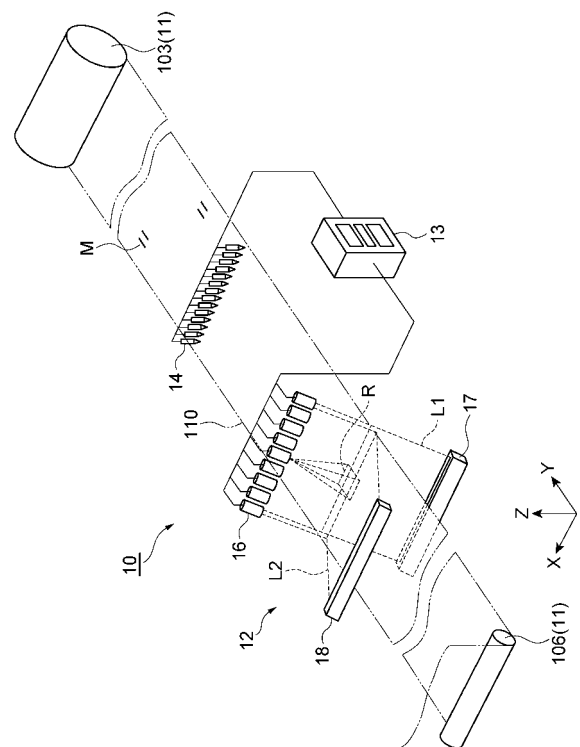
50

痕、D 1 b ...凹み、L 1 ...透過光、L 2 ...反射光、M ...目印、R ...撮像領域、R 1 ...透過領域、R 2 ...反射領域、Y ...搬送方向。

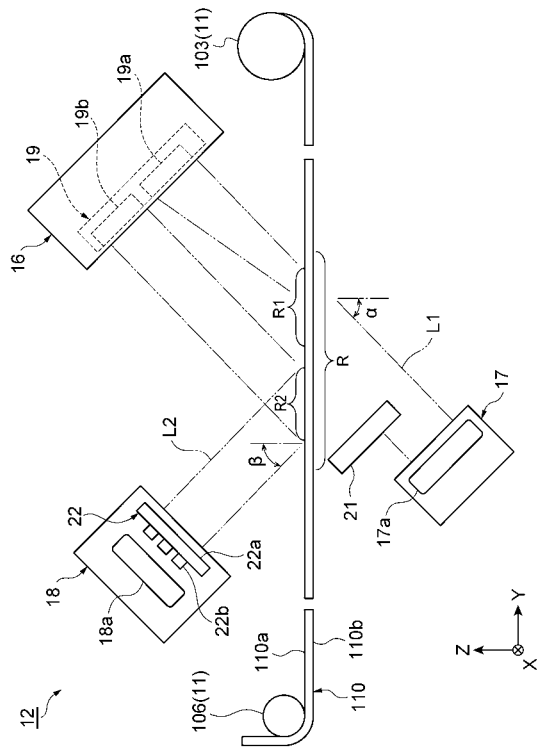
【 図 1 】



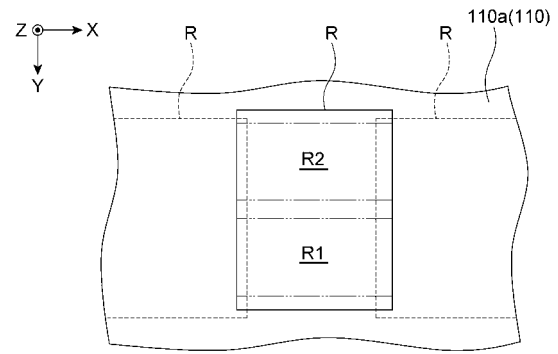
【 図 2 】



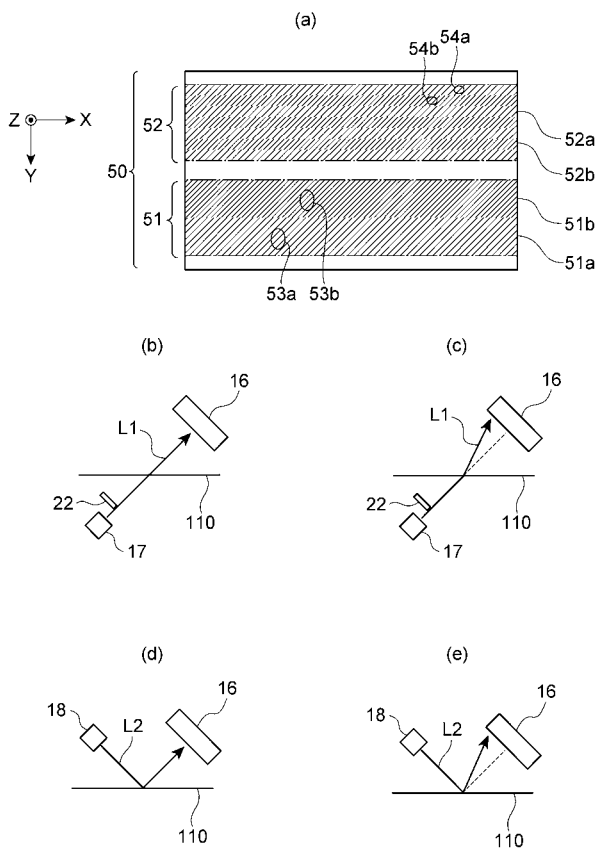
【図 3】



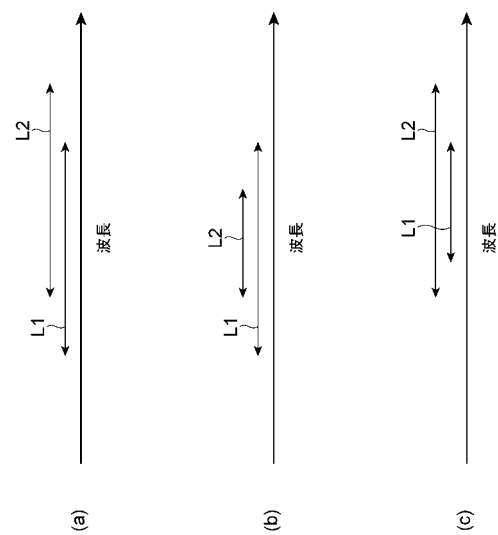
【図 4】



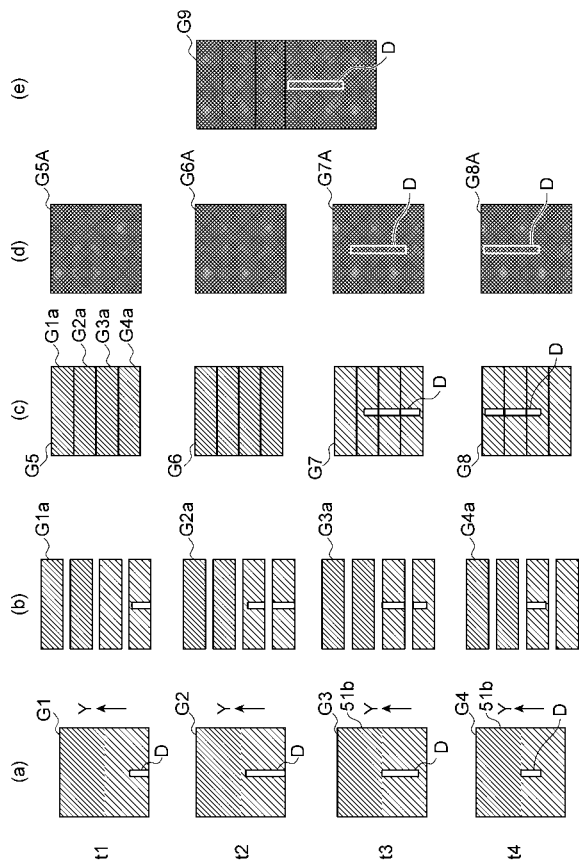
【図 5】



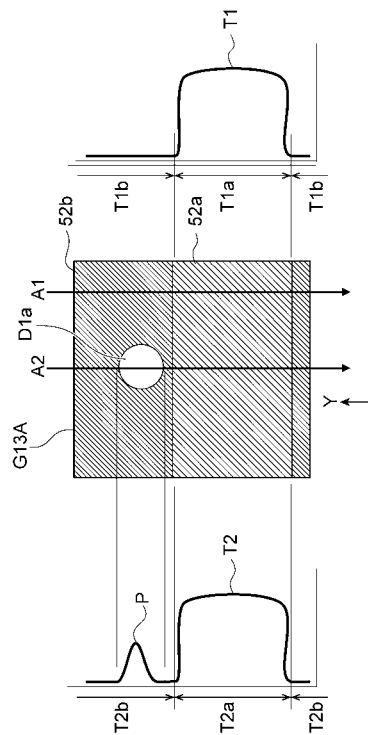
【図 6】



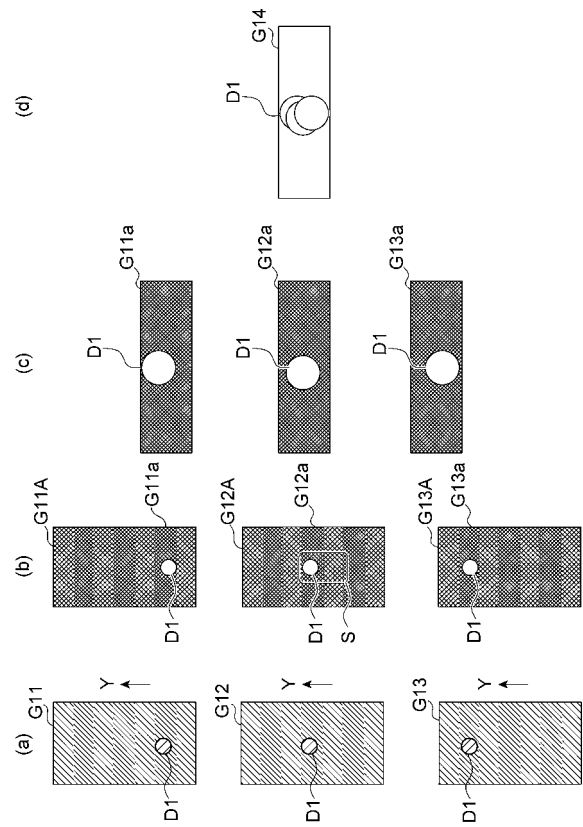
【 図 7 】



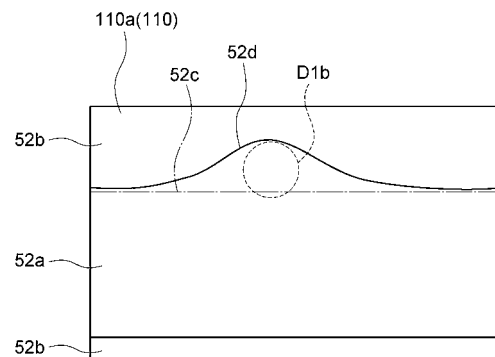
【 図 9 】



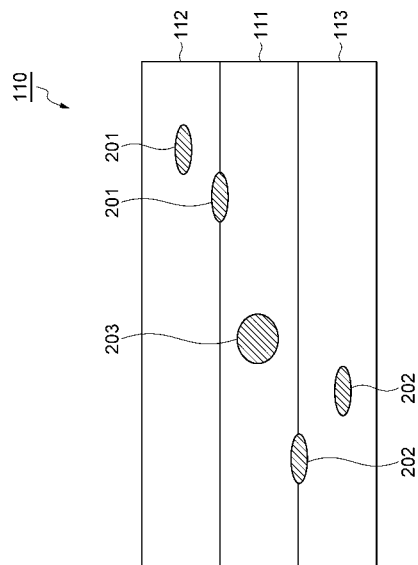
【 図 8 】



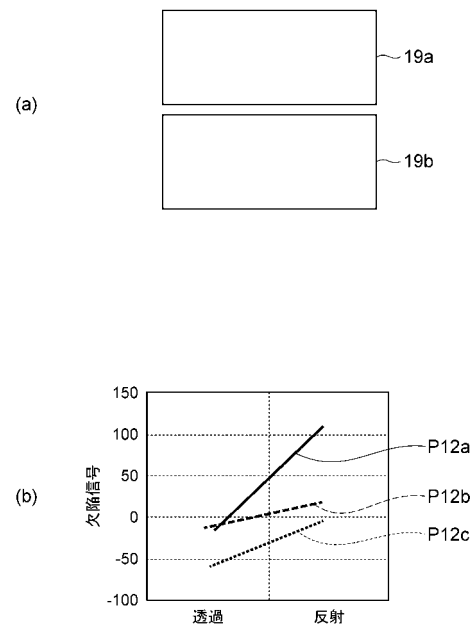
【 図 10 】



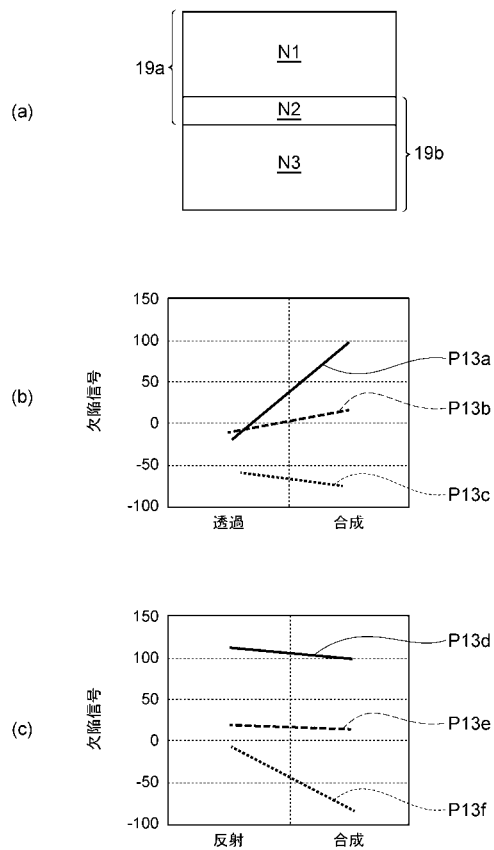
【図 1 1】



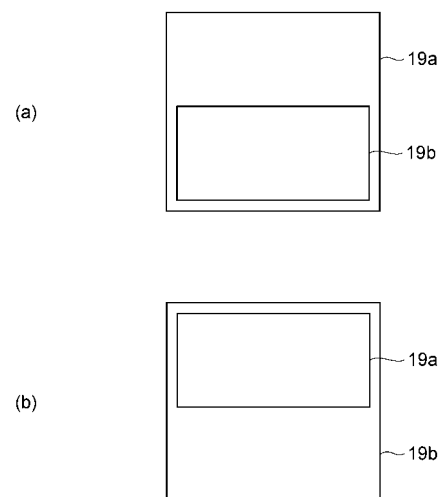
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 尾崎 麻耶

愛媛県新居浜市惣開町 5 番 1 号 住友化学株式会社内

F ターム(参考) 2G051 AA41 AB02 AB06 BA04 CA03 CA04 CB01 CB02 DA06