

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6617614号
(P6617614)

(45) 発行日 令和1年12月11日(2019.12.11)

(24) 登録日 令和1年11月22日(2019.11.22)

(51) Int. Cl.	F I		
C03C 27/12 (2006.01)	C03C	27/12	R
G01C 3/06 (2006.01)	C03C	27/12	Z
G01C 3/00 (2006.01)	G01C	3/06	110V
B60J 1/00 (2006.01)	G01C	3/00	120
	B60J	1/00	H

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-44855 (P2016-44855)
 (22) 出願日 平成28年3月8日(2016.3.8)
 (65) 公開番号 特開2016-204249 (P2016-204249A)
 (43) 公開日 平成28年12月8日(2016.12.8)
 審査請求日 平成31年1月22日(2019.1.22)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-90584 (P2015-90584)
 (32) 優先日 平成27年4月27日(2015.4.27)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)

(73) 特許権者 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 岸和田 潤
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 審査官 永田 史泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 合わせガラス製造方法、合わせガラス、ステレオカメラの校正方法、および校正システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定方向に凹凸が発生している1枚の板ガラスから、対応する辺の切り出し方向が同一となるように、第1のガラスおよび第2のガラスを切り出す切り出し工程と、

前記凹凸が合致するように前記第1のガラスと前記第2のガラスとを貼り合わせる貼り合わせ工程と、

を含むことを特徴とする合わせガラス製造方法。

【請求項2】

前記切り出し方向は、所定方向と平行または直交する方向であることを特徴とする請求項1に記載の合わせガラス製造方法。

【請求項3】

前記切り出し工程で切り出された前記第1のガラスおよび第2のガラスには、それぞれに貼り合わせるときに使用する位置合わせパターンが印刷され、前記第2のガラスを貼り合わせる貼り合わせ工程において前記第1のガラスと前記第2のガラスの前記位置合わせパターンを合致させて貼り合わせることを特徴とする請求項1に記載の合わせガラス製造方法。

【請求項4】

所定方向に凹凸が発生している1枚の板ガラスから、対応する辺の切り出し方向が同一となるように、第1のガラスおよび第2のガラスを切り出し、前記凹凸が合致するように前記第1のガラスと前記第2のガラスとを貼り合わせたことを特徴とする合わせガラス。

【請求項 5】

所定方向に凹凸が発生している 1 枚の板ガラスから、対応する辺の切り出し方向が同一となるように、第 1 のガラスおよび第 2 のガラスを切り出し、前記凹凸が合致するように前記第 1 のガラスと前記第 2 のガラスとを貼り合わせた合わせガラスを所定位置に設置し、

ステレオカメラにより前記合わせガラスを介して所定のパターンが形成されている校正用チャートを撮影し、当該撮影した画像を用いて所定の校正処理を行う

ことを特徴とするステレオカメラの校正方法。

【請求項 6】

所定方向に凹凸が発生している 1 枚の板ガラスから、対応する辺の切り出し方向が同一となるように、第 1 のガラスおよび第 2 のガラスを切り出し、前記凹凸が合致するように前記第 1 のガラスと前記第 2 のガラスとを貼り合わせた合わせガラスを所定位置に設置したガラス支持部と、

前記合わせガラスを介して撮影するステレオカメラと、

前記ステレオカメラにより前記合わせガラスを介して所定のパターンが形成されている校正用チャートを撮影した画像を用いて所定の校正処理を行う校正装置と、

を有することを特徴とする校正システム。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

20

【0001】

本発明は、合わせガラス製造方法、合わせガラス、ステレオカメラの校正方法、および校正システムに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

近年、車両内部にはヘッドアップディスプレイや車載カメラなど様々な光学機器が搭載されている。これらの光学機器はフロントガラスを介して使用されることが多い。そのためフロントガラス自体に光学部品としての性能が要求されている。フロントガラスの製造工程では形状を設計データに近づけ、かつ光学的な歪を持たないよう製造工程中の温度やタクト管理等を実施していることが知られている。

30

【0003】

例えば、特許文献 1 には、ステレオカメラの光学的な歪と位置的なずれを画像処理によって調整する目的で、ステレオカメラの調整装置が開示されている。また、特許文献 2 には、板ガラスをフロート法で作製する工程で発生する微細な凹凸形状を低減させる目的で、作製工程の詳細な条件が開示されている。また、特許文献 3 には、透視歪みの発生を軽減するため、フロントガラスに発生する歪みの方向を互いに異ならせたフロントガラスおよびその製造方法が記載されている。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

40

しかしながら、従来の作製技術ではフロントガラスに用いられている板ガラスの製造工程で発生している細かいうねり形状が、フロントガラスの表裏にランダムに発生している影響で光学的な歪が発生し、結果としてフロントガラスを介してカメラなどで撮影した画像に細かい歪が発生してしまう問題があった。

【0005】

特許文献 1 は、車両搭載時にステレオカメラの光学的な歪みと位置ずれを測定し、補正することでフロントガラスによって発生している歪の影響も緩和している点では似ている点がある。しかし、測定時のカメラとフロントガラスの位置関係によって発生しているフロントガラス歪を画像処理によって補正しているため、衝撃や振動などによって位置関係が変化してしまうとフロントガラス歪の影響が発生してしまう。

50

【0006】

また、特許文献2は、板ガラスに形成される微細な凹凸形状を小さくすることによって発生する光学歪の影響を低減させている。しかし、板ガラス自体の表面に発生している凹凸を完全には消滅させることはできていないため、この板ガラスを用いてフロントガラスを作製すると表裏には細かい凹凸がランダムに発生してしまい、結果として光学歪が発生してしまう。

【0007】

また、特許文献3に記載の内容では、板ガラス自体に発生している凹凸の影響を十分低減させることはできていないため、これを用いてフロントガラスを作製すると表裏には細かい凹凸がランダムに発生してしまう。結果として光学歪が発生する。

【0008】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、板ガラスの製造工程で発生する細かいうねり形状に起因する光学的な歪の影響を緩和することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、所定方向に凹凸が発生している1枚の板ガラスから、対応する辺の切り出し方向が同一となるように、第1のガラスおよび第2のガラスを切り出す切り出し工程と、前記凹凸が合致するように前記第1のガラスと前記第2のガラスとを貼り合わせる貼り合わせ工程と、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明は、板ガラスの製造工程で発生する細かいうねり形状に起因する光学的な歪の影響を緩和するという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、フロントガラスの領域ごとの断面図である。

【図2】図2は、フロントガラスのアライメント有無ごとの光線入出力状態を示す拡大断面図である。

【図3】図3は、実施の形態のフロントガラス製造例1にかかる製造工程を示すフローチャートである。

【図4】図4は、フロントガラス製造例1, 2における板ガラスの製造工程を示す説明図である。

【図5】図5は、フロントガラス製造例1における板ガラスの切り出し工程を示す説明図である。

【図6】図6は、フロントガラス製造例1, 2における板ガラスのスクリーン印刷を示す説明図である。

【図7】図7は、フロントガラス製造例1, 2における板ガラスの曲げ工程を示す説明図である。

【図8】図8は、フロントガラス製造例1, 2における板ガラスの貼り合わせ工程を示す説明図である。

【図9】図9は、フロントガラス製造例1, 2におけるアライメントマーク例を示す説明図である。

【図10】図10は、フロントガラス製造例2における板ガラスの切り出し工程を示す説明図である。

【図11】図11は、本実施の形態にかかるフロントガラスを使用した車両にステレオカメラを設置した校正システムの構成例を示す説明図である。

【図12】図12は、ステレオカメラの構成例を示すブロック図である。

【図13】図13は、情報処理装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図14】図14は、情報処理装置の機能構成を示すブロック図である。

【図15】図15は、校正用チャート例を示す説明図である。

10

20

30

40

50

【図16】図16は、本実施の形態にかかるキャリブレーション（校正）の手順を示すフローチャートである。

【図17】図17は、ガラスの表面と裏面でうねりの方向を直交させて切断する例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる合わせガラス製造方法、合わせガラス、ステレオカメラの校正方法、および校正システムの一実施の形態を詳細に説明する。

【0013】

（実施の形態）

[フロントガラスの概要]

まず、図1、図2を参照してフロントガラスの概要および後述するアライメント（貼り合わせ調整）前後について説明する。図1は、フロントガラスの領域ごとの断面図である。図2は、フロントガラスのアライメント有無ごとの光線入出力状態を示す拡大断面図である。

【0014】

フロントガラス10は、2枚の板ガラスとその中間に飛散防止用のフィルムを挟んだ三枚構成となっている。2枚の板ガラスはフロート（Float）法という手法によって作製されるが、その際に板ガラスには一方向に細かなピッチで波を打ったかのような形状が形成される。

【0015】

すなわち、上記フロート法は、金属を溶融した上に融解したガラスを薄く浮かべることで板状のガラスを製造する方法である。このため、この板状のガラスの表面は、ガラス材の流れ方向に微細の凹凸（波形）が現れる性質がある。

【0016】

作製された板ガラスは熱をかけられて目的の形状へと変形させられ、フィルムを挟んだ形で貼りつけられる。このような板ガラスの製造工程で作製されたフロントガラスの表裏にはフロート法によって形成された細かな凹凸がランダムに点在している。

【0017】

このように作製されたフロントガラス10の断面について、領域A断面を図1（a）、領域B断面を図1（b）、領域C断面を図1（c）、領域D断面を図1（d）にそれぞれ示している。領域Aおよび領域Bはフロントガラス10の表面と裏面がほぼ平行な状態、領域Cはフロントガラス10の表面と裏面の凹凸それぞれが合致している状態、領域Dはフロントガラス10の表面と裏面の凹凸が不一致である状態について示している。

【0018】

従来のフロントガラス10の構成における領域Dにおける光線の入出力状態を図2（a）に示す。図1（d）の領域D断面に示すように、フロントガラス10の表裏にランダムな凹凸が点在しているとフロントガラス10を通過する光線は表面、裏面で異なる方向に屈折してしまう（入射角 j 出射角 j' ）。その結果として光学的な歪が発生する。フロントガラス10は板ガラス/中間膜/板ガラスの三枚構成であるため、屈折する境界面は4面存在する。

【0019】

しかしながら、図2（b）に示すように、図1の領域C断面の光線入出力状態に示すように、表面と裏面が平行な場合、フロントガラス10と中間膜の屈折率はほぼ同一であるため、板ガラスと中間膜の境界面では屈折がほとんど発生しない。そのため、光学的には一枚のガラスとしてとらえてよく、凹凸形状に対してもフロントガラス10の表面と裏面を考えればよい。

【0020】

フロントガラス10を構成している2枚の板ガラスの表と裏に形成されている微細な凹凸形状を合わせるようにアライメントして貼り合わせる（図2（b）参照）。アライメン

10

20

30

40

50

ト（位置合わせ）されたフロントガラス10は微小な領域では表裏それぞれ同じ傾き（角度）を持つ。そのため、図2（b）に示すように、フロントガラス10を通過する光線の入射光線と出射光線は平行になる（入射角 $i =$ 出射角 i' ）。結果としてフロントガラス10を通してステレオカメラなどで画像を取得した場合でも画像上に細かい歪は発生しないので、板ガラス作製工程で発生する細かいうねり形状の光学的な歪の影響を緩和することができる。

【0021】

そこで、本実施の形態では、フロントガラス作製手法に際して、フロントガラスを構成している2枚の板ガラスの表と裏に形成されている微細な凹凸形状を合わせるようにアライメントして貼り合わせる。そのため、ガラス上を通過する光線の入射光線と出射光線は平行になり、フロントガラスを通してカメラなどで画像を取得した場合でも画像上に細かい歪は発生しない。以下、具体的な製造例などについて図面を用いて詳細に説明する。

10

【0022】

[フロントガラス製造例1]

本実施の形態では、第1のガラス100aと第2のガラス100bとを貼り合わせて合わせガラスとして作製するフロントガラス100の一例について述べる。図3は、実施の形態のフロントガラス製造例1にかかる製造工程を示すフローチャートである。まず、板ガラスの製造を行う（ステップS11）。フロントガラス100に用いられる板ガラスは、前述したように、一般的に広く知られているフロート法によって製造される。このとき、図4に示すように、作製手法の特性として板ガラスには一方向Wに微細な凹凸形状が形成される。なお、本実施の形態では、フロントガラス100を適宜、合せガラス100と記述する。

20

【0023】

次に、上記製造された板ガラスからフロントガラス100の形状に合わせて切断を行う（ステップS12）。板ガラスから表、裏それぞれに使用する第1のガラス100a、第2のガラス100bを切り出すときに微細な凹凸が発生している方向Wに対して第1のガラス100a、第2のガラス100bの上面、下面の方向が平行とする。また、このとき第1のガラス100a、第2のガラス100bとなる表と裏をそれぞれ同直線上に切り出す（図5参照）。このように、切り出し工程では、所定方向に凹凸が発生している1枚の板ガラスから、対応する辺の切り出し方向が同一となるように、第1のガラス100aおよび第2のガラス100bを切り出す。

30

【0024】

このステップS12の切断工程によって、次の貼り合わせ工程でアライメントを行った場合でも第1のガラス100a、第2のガラス100bの上記凹凸がほとんどずれることなく貼り合わせることが可能になる。すなわち、第1のガラス100aの微細な凹凸と第2のガラス100bの微細な凹凸とを位置合わせ調整を行うことで、第1のガラス100a、第2のガラス100bの上記凹凸がほとんどずれることがなくなる。

【0025】

続いて、上記切り出した第1のガラス100a、第2のガラス100bに対して、図6に示すように、黒セラミックをスクリーン印刷する（ステップS13）。黒セラミックはフロントガラス100を自動車のボデーに組み付ける際に用いる接着剤の接着性向上および耐久性向上、また、フロントガラス100の周縁の見栄え向上を目的として一般的に使用される。なお、このスクリーン印刷では、第1のガラス100a、第2のガラス100bの2枚の板ガラスの凹凸を位置合わせするために、図9（a）または図9（b）に示すような、アライメントマークを印刷する。

40

【0026】

アライメントマークのピッチ p は、発生している微細な凹凸形状の周期にもよるが、例えば100mmの周期で発生している凹凸形状であればピッチ p は10mm程度であれば十分である。

【0027】

50

続いて、上記黒セラミックが印刷された第1のガラス100a、第2のガラス100bに対して曲げ工程(図7参照)を行う(ステップS14)。続いて、曲げ工程を行った第1のガラス100a、第2のガラス100bの板ガラスの間に中間膜を配置して貼り合わせ工程(図8参照)を行う(ステップS15)。このように、上記貼り合わせ工程では、上記凹凸が合致するように第1のガラス100aと第2のガラス100bとを貼り合わせる。

【0028】

第1のガラス100a、第2のガラス100b表裏の貼り合わせのときは、図9(a)または図9(b)において上述した黒セラミックのアライメントマークを使用することで発生している微細な凹凸形状の1/10程度の精度で貼り合わせることが可能である。

10

【0029】

以上のような製造工程でフロントガラス100を作製することで、表と裏に形成されている微細な凹凸形状がアライメントされて貼り合わせることができる。

【0030】

[フロントガラス製造例2]

次に、上述したフロントガラス製造例1とは異なるフロントガラス製造例2について説明する。本フロントガラス製造例2は、図で示した工程と基本的に同様であり、ステップS12の切断の工程が異なる。すなわち、図4に示す板ガラスの製造、図6に示すスクリーン印刷、図7に示す曲げ工程、図8に示す貼り合わせ工程、のそれぞれはフロントガラス製造例1と同様であり、図10に示す切断工程が異なる。

20

【0031】

すなわち、切断工程において、微細な凹凸が発生している方向Wに対して第1のガラス100a、第2のガラス100bの上面、下面の方向が直交し、第1のガラス100a、第2のガラス100bとなる表と裏をそれぞれ同直線上に切り出す(図10参照)。

【0032】

したがって、このフロントガラス製造例2によれば、フロントガラス製造例1と同様に、表と裏に形成されている微細な凹凸形状がアライメント(位置合わせ)されて貼り合わせることができる。

【0033】

[キャリブレーション(校正)システム例]

次に、上述した製造方法で作製したフロントガラス100を車載した場合におけるキャリブレーション(校正)システム例について説明する。図11は、本実施の形態にかかるフロントガラス100を使用した車両150にステレオカメラ110を設置した校正システムの構成例を示す説明図である。

30

【0034】

車両150の前面にはフロントガラス100が取り付けられ、車両150にはステレオカメラ110が搭載されている。また、車両150の前方には校正用チャート120が設置されている。校正用チャート120は、ステレオカメラ110の撮影範囲に入るように設置する。また、ステレオカメラ110には、後述する情報処理装置(校正装置)130が接続されている。

40

【0035】

ステレオカメラ110は、図12に示すように、第1カメラ111、第2カメラ112を有する。第1カメラ111および第2カメラ112は、一般に普及しているように、CCD(固体撮像素子)等の光電変換素子を含む光学系を内蔵する。このように構成されたステレオカメラ110は、被写体(本例では校正用チャート120)を撮影することにより、光学的に取り込み画像データとして出力する機能を有する。第1カメラ111と第2カメラ112とは、基線方向と水平方向がそれぞれ異なって設置されている。

【0036】

図13は、情報処理装置130のハードウェア構成例を示すブロック図である。情報処理装置130は、CPU(Central Processing Unit)140、ROM(Read Only M

50

emory) 141、RAM (Random Access Memory) 142、記憶装置143、通信装置144、外部IF145を備える。CPU140、ROM141、RAM142、記憶装置143、通信装置144、外部IF145は、バス146を介して互いに接続されている。

【0037】

CPU140は、ROM141に格納された制御プログラムに従ってRAM142をワーキングメモリとして用い、所定の制御を実行する。記憶装置143は、例えばHDD (Hard Disk Drive) やメモリカード等である。通信装置144は、外部IF145を介して無線方式などにより他の装置と通信する。外部IF145は、無線方式などにより他の装置とデータを送受信するためのインターフェイスである。

10

【0038】

図14は、情報処理装置130の機能構成を示すブロック図である。情報処理装置130は、校正装置を実現するための機能として、第1画像補正部131、第2画像補正部132、補正パラメータ記録部133、視差計算部134、画像処理部135を有する。校正装置としての情報処理装置130の詳細については後述する。

【0039】

第1画像補正部131は、第1カメラ111で撮影した校正用チャート120の画像を取り込み補正パラメータ記録部133に記録されている補正パラメータを用いて画像補正を行う。第2画像補正部132は、第2カメラ112で撮影した校正用チャート120の画像を取り込み補正パラメータ記録部133に記録されている補正パラメータを用いて画像補正を行う。補正パラメータ記録部133は、画像補正処理を行うための補正パラメータを記録する不揮発性メモリであり、例えば上述した記憶装置143を用いる。

20

【0040】

視差計算部134は、第1画像補正部131の補正後の画像および第2画像補正部132の補正後の画像の2枚の画像から視差を、計算し、視差画像136を出力する。すなわち、視差計算部134は、校正用チャート120を2つの被写体撮影画像からの位置ズレを計算する。画像処理部135は、低下したMTF (Modulation Transfer Function) 特性を復元させ、輝度画像137を出力する。

【0041】

以上の構成により、第1カメラ111、第2カメラ112で撮影された画像は、補正パラメータ記録部133に記録されたパラメータに従い、画像補正部131、132でそれぞれ幾何的に補正される。第1画像補正部131および第2画像補正部132によって、擬似的に基線方向と水平方向が一致した2つの第1カメラ111、第2カメラ112で撮影した画像を補正することで、水平方向の視差を計算すればよく、正確な視差画像136を出力することができる。また、画像処理部135によって低下したMTF特性を復元させることで、解像度が向上した輝度画像137を出力することができる。

30

【0042】

なお、情報処理装置130の各機能ブロックの一部または全部を、ソフトウェアにより実現せずに、IC (Integrated Circuit) 等のハードウェアにより実現してもよい。

【0043】

また、情報処理装置130で実行されるプログラムは、ROM141等に予め組み込まれて提供される。また、上記プログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルでCD-ROM、フレキシブルディスク (FD)、CD-R、DVD (Digital Versatile Disk) 等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録して提供してもよい。

40

【0044】

さらに、本実施の形態で実行されるプログラムを、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するように構成してもよい。また、本実施の形態で実行されるプログラムをインターネット等のネットワーク経由で提供または配布するように構成してもよい。

50

【 0 0 4 5 】

本実施の形態で実行されるプログラムは、上述した各部を含むモジュール構成となっている。実際のハードウェアとしてはCPU（プロセッサ）140が上記ROM141からプログラムを読み出して実行することにより上記各部が主記憶装置上にロードされ、各部が主記憶装置上に生成されるようになっている。

【 0 0 4 6 】

また、情報処理装置130のプログラムを、ROM141等に予め組み込んで提供するように構成してもよい。

【 0 0 4 7 】

[キャリブレーション（校正例）]

さて、本実施の形態のフロントガラス100は上述した製造方法により、微細な凹凸による局所的な光学的な歪が発生していない。このため、ステレオカメラ110など光学的な歪がセンシングの精度に影響するようなモジュールに使用することがとても効果的である。

【 0 0 4 8 】

一方でフロントガラス100に対してステレオカメラ110を設置すると、ステレオカメラ110とフロントガラス100の位置関係などの影響でキャリブレーションが崩れてしまう可能性がある。そのため、車両150にステレオカメラ110を設置した際にはキャリブレーションをする必要がある。ここでは、被写体の像の位置をほぼ理想状態の位置に構成することができる例について示す。

【 0 0 4 9 】

図11に示すシステムでは、フロントガラス100の前方には校正用チャート120が設置されており、ステレオカメラ110の撮像面には校正用チャート120に印刷されたパターンが映る。校正用チャート120のパターンは、図15に示すようなチェッカーパターンを用いる。図15の校正用チャート120のパターンを用いてx、y方向に2次元の探索を行うことでステレオカメラ110のx、y方向のキャリブレーションずれを取得することができる。

【 0 0 5 0 】

なお、校正用チャート120は、図15に示しているチェッカーパターンに限らず、円形パターンなどパターンから特徴点が抽出できればよい。格子点ピッチは小さいほど対応点が多くなり、上述したようなフロントガラス100の製造工程でのアライメントずれなどで除去し切れなかった局所的なフロントガラス100の歪も正確に検出することができる。一方、校正用チャート120のパターンは、格子ピッチを小さくすると誤検出する可能性が高くなるため、不規則な細かい模様のパターンを用いることもできる。一方、校正用チャート120のパターンは、前述したような細かいパターンを用いるほど情報量は大きくなるために処理が重くなる点を注意する必要がある。校正用チャート120のパターンはステレオカメラ110の画面全体に映るよう、十分大きなサイズであるほうがよく、画面全体の対応点の情報を用いることで正確なキャリブレーションずれの情報を取得することができる。

【 0 0 5 1 】

次に、上述した図11～図14のキャリブレーション（校正）のシステム構成の動作例について説明する。図16は、本実施の形態にかかるキャリブレーション（校正）の手順を示すフローチャートである。まず、第1カメラ111、第2カメラ112によって車両150の前方に設置した校正用チャート120（図15参照）を撮影する（ステップS21）。続いて、上記撮影した校正用チャート120に対して特徴点などを使用して対応点を探索する。左右の第1カメラ111、第2カメラ112の対応点の縦横2次元方向（x，y）の対応位置差（dx，dy）を求める（ステップS22）。

【 0 0 5 2 】

続いて、撮影した画像の信頼性があるか否かを判断する（ステップS23）。例えば校正用チャート120上のパターンの白輝度を抽出し、画像全域でムラが顕著に発生してい

10

20

30

40

50

ないかを確認する。輝度ムラが校正用チャート120上で発生していると対応点の探索精度に影響が発生する。

【0053】

ステップS23において前述したような結果が出力され、データ信頼性がないと判断された場合には(判断、No)、校正用チャート120の撮影画像による校正等の環境の再調整を行う(ステップS24)。その後、ステップS21に戻り、以降の校正用チャート120の撮影などを再度行う。

【0054】

一方、ステップS23において撮影した画像の信頼性があると判断した場合(判断、Yes)、視差計算部134は、対応位置差 d_y が最小になるように、また d_x は設置距離に対応した視差値になるような補正パラメータを算出する(ステップS25)。続いて、上記求めた補正パラメータを補正パラメータ記録部133に書き込み(ステップS26)、本動作を終了する。

【0055】

以上の手順によって本実施の形態のフロントガラス100を用いてステレオカメラ110をキャリブレーション(校正)することができる。すなわち、前述した製造方法で製造された合わせガラス100でも取りきれない歪みを、校正によりさらに高精度に補正することができる。このように、上述してきた実施の形態によれば、板ガラス製造時において生じる微小な凹凸による歪みの影響が抑制されたフロントガラス100を介し、歪みの少ない画像(および距離情報)を取得することができる。

【0056】

ところで、ステレオカメラ110の精度に対するフロントガラス100の影響は、ガラス材料や全体の形状等に起因する大きな歪と、本実施の形態で記載しているガラス上に形成されている細かいうねり形状に起因する細かい歪とに分類することができる。細かい歪に関しては、本実施の形態で記載しているように2枚のガラスを貼り合わせる際に表と裏に形成されている微細な凹凸形状を合わせるようにアライメント(位置合わせ)して貼り合わせることで細かい歪の発生を抑えることができる。

【0057】

しかし、実際の工程ではタクトやコストを抑えるために上述したような厳格なガラスの貼り合わせを実現できないときがある。その場合は表と裏の細かいうねり形状の方向がずれて貼り合わせられるようにガラスの切り出し方向を変えてもよい。すなわち、ガラスの表面と裏面で前述のうねりの方向を交差させるように貼り合わせることにより、ガラスの表面と裏面の2つの面の歪みの影響を分散させることができる。

【0058】

具体的には、例えば、板ガラス材料表面に生じているうねりを考慮し、ガラスの表面と裏面の切断加工を行い、上述したようにアライメントマーク(図9参照)を利用して貼り合わせを行う。図17は、ガラスの表面と裏面でうねりの方向を直交させて切断する例を示す説明図である。この図17の切断工程では、1枚の板ガラスにおいて、微細な凹凸が発生している方向Wに対して、対応する辺の切り出し方向が非同一(本例では直交)となるように、第1のガラス100aおよび第2のガラス100bを切り出す。

【0059】

すなわち、図17に示すように、1枚の板ガラスから表、裏それぞれに使用する2枚のフロントガラスを切り出すときに微細な凹凸が発生している方向に対して表用の板ガラス(第1のガラス100a)は上面、下面の方向が直交するように切断し、裏用の板ガラス(第2のガラス100b)は上面、下面の方向が平行になるように切り出す。また、微細な凹凸が発生している方向に対して表用の板ガラスを上面、下面の方向が平行になるように切り出し、裏用の板ガラスを上面、下面の方向が直交するように切り出してもいい。

【0060】

次に、上記切断加工した第1のガラス100aおよび第2のガラス100bに対して、前述と同様に、スクリーン印刷(図6参照)、曲げ加工(図7参照)を行い、最後に、上

10

20

30

40

50

記凹凸が交差（本例では直交）するように第1のガラス100aと第2のガラス100bとを貼り合わせる（図8参照）。

【0061】

すなわち、前述したとおり、スクリーン印刷工程で切り出したガラスに対して黒セラミックをスクリーン印刷する。黒セラミックは、ガラスを自動車のボデーに組み付ける際に用いる接着剤の接着性向上および耐久性向上、またガラス周縁の見栄え向上を目的として一般的に使用される。なお、このときに図9に示すようなアライメント用のパターンを印刷する。黒セラミックが印刷された板ガラスに対して曲げ工程を行う。曲げ工程を行った表裏の板ガラスの間に中間膜を配置して貼り合わせ工程に入る。貼り合わせのときは上述した黒セラミックのアライメントパターンを使用することで、表面および裏面でそれぞれ発生している微細な凹凸形状の方向を高精度に直交させることが可能である。

10

【0062】

以上の製造工程でフロントガラス100を作製することで、表と裏に形成されている微細な凹凸形状の方向が直交した状態でアライメントされて貼り合わせることができる。

【0063】

したがって、貼り合わせる2枚のガラスに形成されている細かいうねり形状の方向がずれることでガラスの表面と裏面の2つの面の歪の影響を分散させることができる。

【0064】

次に、図11で説明したと同様に、上記製造した合わせガラス100を介してステレオカメラ110による撮影を実行した際に発生する画像の歪の校正をあわせて行うことにより、上記凹凸を有するガラスを介して撮影を行う際のステレオカメラ110を校正する。

20

【0065】

このように歪の影響を分散させ細かい歪の影響を低減させたフロントガラス（合わせガラス100）を用い、このガラス越しにチャートを撮影して左右カメラの対応点から補正パラメータを算出することで大きな歪の影響を低減すれば、フロントガラス100の影響までも考慮した全体として精度の良いステレオカメラ110を実現できる。

【0066】

なお、チャートを用いた校正方法については、例えば特許第4109077号公報に記載されたような公知の方法が利用できる。また、大きな歪の影響を補正する方法は、チャートを用いる方法に限られない。例えば、特開2015-169583号公報に記載のように事前に測定した結果から算出しても良いし、例えば特開2015-163866号公報に記載のようにシミュレーションソフトを利用して算出しても良い。

30

【0067】

なお、本実施の形態では、フロントガラス100を車両150に搭載した例について説明している。しかし、本実施の形態に限定されることなく、フロントガラス100を用い、ステレオカメラ110、情報処理装置（校正装置）130による校正処理などを行う他の装置などにも適用可能である。

【符号の説明】

【0068】

- 100 フロントガラス（合わせガラス）
- 100a 第1のガラス
- 100b 第2のガラス
- 110 ステレオカメラ
- 111 第1カメラ
- 112 第2カメラ
- 120 校正用チャート
- 130 情報処理装置（校正装置）
- 131 第1画像補正部
- 132 第2画像補正部
- 133 補正パラメータ記録部

40

50

- 1 3 4 視差計算部
- 1 3 5 画像処理部
- 1 3 6 視差画像
- 1 3 7 輝度画像
- 1 4 0 C P U
- 1 4 1 R O M
- 1 4 2 R A M

【先行技術文献】

【特許文献】

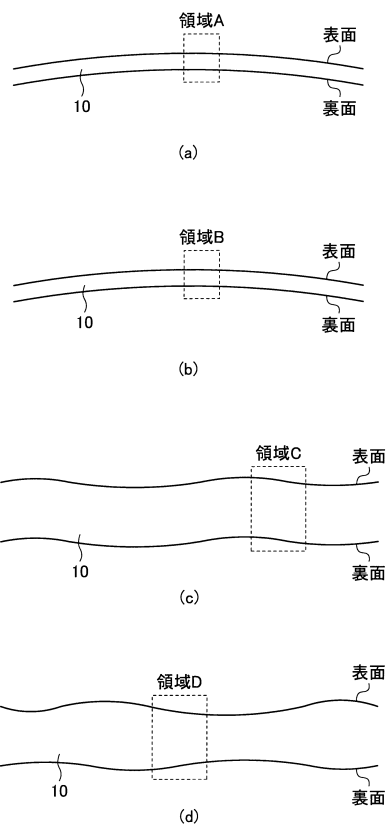
【0069】

【特許文献1】特開2004-132870号公報

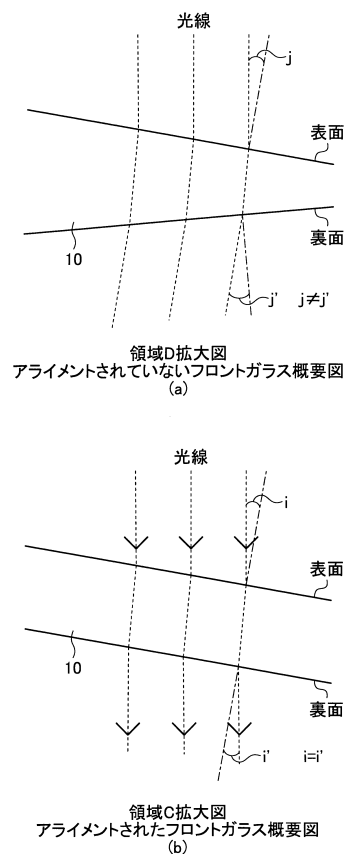
【特許文献2】特開平07-010569号公報

【特許文献3】特開2007-290549号公報

【図1】



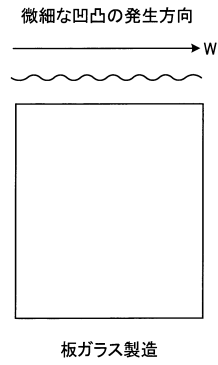
【図2】



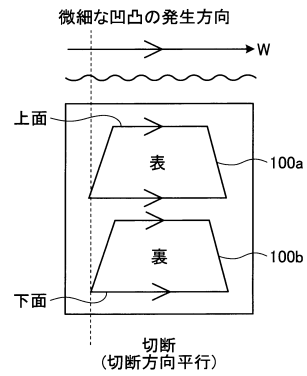
【図3】



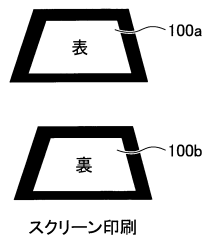
【図4】



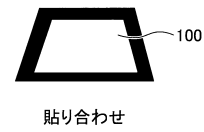
【図5】



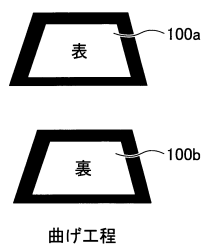
【図6】



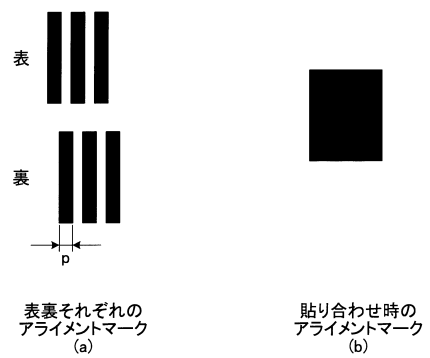
【図8】



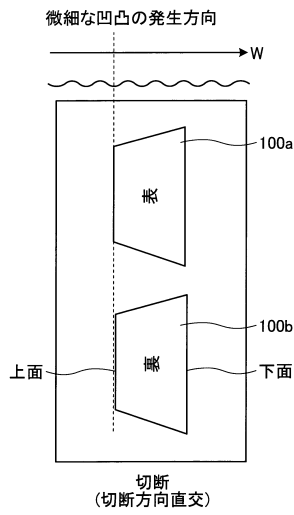
【図7】



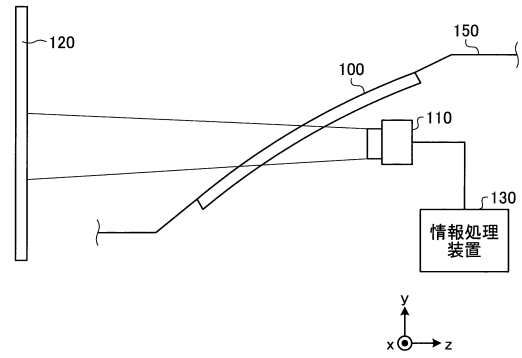
【図9】



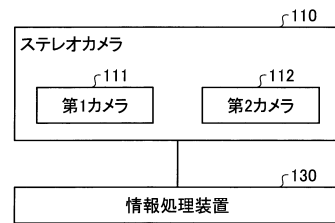
【図10】



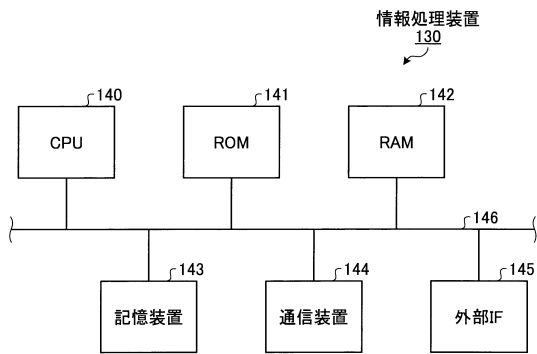
【図11】



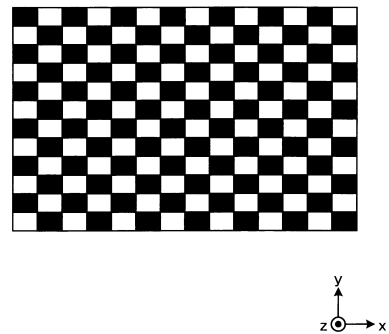
【図12】



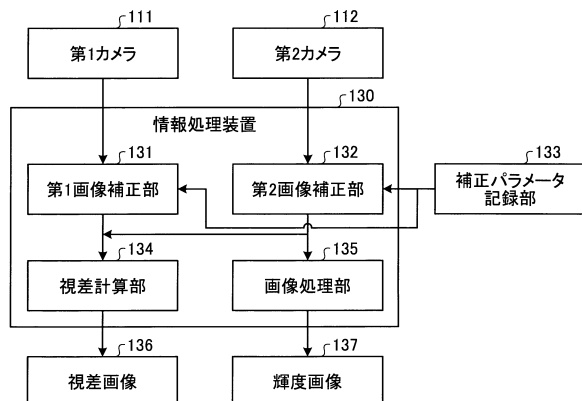
【図13】



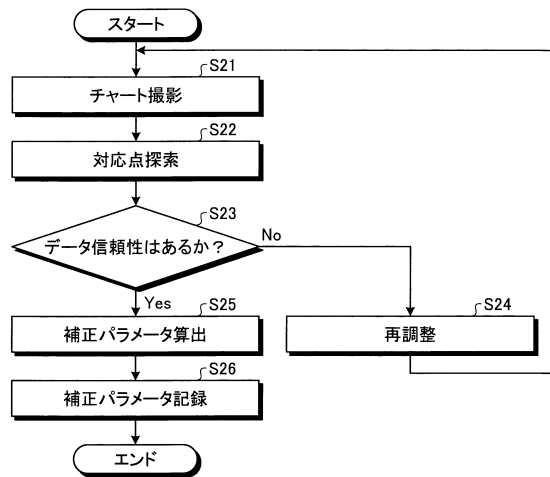
【図15】



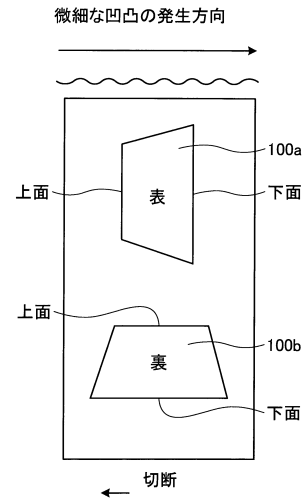
【図14】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許第3700542 (US, A)
特開昭62-128939 (JP, A)
特開2007-290549 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C03C27/12
B32B17/10
B60J1/00-1/20