(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7274480号
(P7274480)

(45)発行日　令和5年5月16日(2023.5.16)

(24)登録日　令和5年5月8日(2023.5.8)

(51)国際特許分類		FI		
G02B 27/01 (2006.01)		G02B	27/01	
B60K 35/00 (2006.01)		B60K	35/00	A
G02B 5/10 (2006.01)		G02B	5/10	C
C03B 23/035 (2006.01)		C03B	23/035	

請求項の数　9　（全34頁）

(21)出願番号　特願2020-529421(P2020-529421)
(86)(22)出願日　平成30年11月30日(2018.11.30)
(65)公表番号　特表2021-504283(P2021-504283A)
(43)公表日　令和3年2月15日(2021.2.15)
(86)国際出願番号　PCT/KR2018/015088
(87)国際公開番号　WO2019/108015
(87)国際公開日　令和1年6月6日(2019.6.6)
審査請求日　令和3年11月30日(2021.11.30)
(31)優先権主張番号　62/592,588
(32)優先日　平成29年11月30日(2017.11.30)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　397068274
コーニング インコーポレイテッド
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １４８
３１ コーニング リヴァーフロント プ
ラザ １
(74)代理人　100073184
弁理士　柳田 征史
(74)代理人　100123652
弁理士　坂野 博行
(74)代理人　100175042
弁理士　高橋 秀明
(72)発明者　チェ，ギュボン
大韓民国 １６６８７ キョンギ－ド ス
ウォン－シ ヨントン－グ テジャン－ロ
８２ボン－ギル ３２

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　曲面ミラーを成形する真空成形装置、システム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）のための曲面ミラーを成形する方法において、

第１の大面積面と、前記第１の大面積面と対向する第２の大面積面と、前記第１の大面積面及び前記第２の大面積面を接続する小面積面とを含むミラープリフォームを提供するステップであって、前記ミラープリフォームは、中心部分と前記中心部分を包囲する周縁部分とを有する、ステップと、

前記第２の大面積面に面する凹面を有する型上、且つ、前記小面積面の少なくとも一部を包囲するように前記ミラープリフォームがその中に配置される空間を画定する、ハウジング内に、前記ミラープリフォームを配置するステップであって、前記型は、前記周縁部分の下の前記凹面の周縁部に沿って溝型真空ラインを含む、ステップと、

前記凹面に前記ミラープリフォームを沿わせるために前記溝型真空ラインを介して前記空間に真空圧を提供するステップと

を含むことを特徴とする方法。

【請求項２】

前記ハウジング内に前記ミラープリフォームを配置するステップは、最初に前記型上に前記ミラープリフォームを配置し、且つその後、前記型の上に且つ前記ミラープリフォームの周囲に前記ハウジングを位置決めするステップを含むことを特徴とする、請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記小面積面は、第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面と、第１の横方向側面及び第２の横方向側面とを含み、
前記ハウジングは、前記ミラープリフォームの前記第１の長手方向側面及び前記第２の長手方向側面と密に沿う第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面を含み、且つ前記ミラープリフォームの前記第１の横方向側面及び前記第２の横方向側面と密に沿う第１の横方向側面及び第２の横方向側面も含むことを特徴とする、請求項１又は２に記載の方法。
【請求項４】
前記溝型真空ラインは、前記ミラープリフォームの中心部分に接触しないことを特徴とする、請求項１～３のいずれか一項に記載の方法。
【請求項５】
前記凹面は、非球面であることを特徴とする、請求項１～４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項６】
ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）の曲面ミラーを成形する成形装置において、
ミラープリフォームを湾曲形状に造形するための凹面を含む型と、
前記凹面の周縁部に配置された溝型真空ラインであって、前記凹面と前記ミラープリフォームとの間の領域空間に真空圧を供給するように構成されている溝型真空ラインと、
造形中、前記ミラープリフォームを包囲するように前記型の上に配置されるハウジングであって、前記ミラープリフォームが前記型上に配置されると、前記凹面から少なくとも前記ミラープリフォームの高さまで延在する実質的に垂直な面を含み、前記垂直面は、前記空間の周縁部を包囲する、ハウジングと
を含み、前記ハウジングは、前記溝型真空ラインの少なくとも一部に沿って前記凹面と前記ハウジングの底部との間に間隙があるように、前記型の少なくとも１つの側部において前記溝型真空ラインの上に張り出すことを特徴とする成形装置。
【請求項７】
前記間隙は、前記ミラープリフォームの厚さより小さいことを特徴とする、請求項６に記載の成形装置。
【請求項８】
前記ハウジングの長手方向壁は、第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面と前記凹面との間並びに第１の横方向側面及び第２の横方向側面と前記凹面との間の空間の一部における真空の漏れを防止することを特徴とする、請求項６又は７に記載の成形装置。
【請求項９】
前記型の前記凹面は、前記型の長手方向に延びる、第１の曲率に対する第１の曲率半径と、前記型の横方向に延びる、第２の曲率に対する第２の曲率半径とを含み、前記第２の曲率半径は、前記第１の曲率半径より大きいことを特徴とする、請求項６～８のいずれか一項に記載の成形装置。
【発明の詳細な説明】
【関連出願の相互参照】
【０００１】
本出願は、米国特許法第１１９条の下で、２０１７年１１月３０日に出願された米国仮特許出願第６２／５９２，５８８号の優先権の利益を主張し、この出願の内容は、依拠され、且つその全体が参照により本明細書に援用される。
【技術分野】
【０００２】
本開示は、曲面ミラーを成形する真空成形装置、システム及び方法に関する。
【背景技術】
【０００３】
ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）システムは、ユーザが自らの主要な視界から視線をそらすことなく情報を見ることができるように、透明面上に視覚的情報を投影する。ＨＵＤシステムは、通常、ミラーを使用して画像を反射し、透明面上に投影する。ＨＵＤシ

ステムに対する１つの応用は、自動車、飛行機、船
舶及び他の車両等の交通機関にある。例えば、車両の操縦者又は運転者が前方の視線を維持しながら、且つ表示画面に向かって下を見るか又は目をそらす必要なしに、車両の運転に関する情報を見ることができるように車両においてＨＵＤシステムを使用することができる。したがって、ＨＵＤシステムは、車両操縦者が安全な運転の視点から目をそらす必要性を最小限にすることにより、安全性を向上させると考えられる。

【０００４】

しかしながら、ＨＵＤシステムは、投影画像において光学品質が不十分となることが多く、それにより投影画像に望ましくない審美的品質がもたらされる可能性がある。不十分な光学品質により、ＨＵＤシステムの安全性がさらに低下する可能性があり、それは、ぼやけた又は不明瞭な投影画像により、ユーザが投影情報を読むか又は理解することがより困難になる可能性があり、その結果、ユーザによる情報の処理時間が長くなり、その情報に基づくユーザの反応時間が遅れ、ユーザの注意散漫が増大するためである。光学品質の低下は、ＨＵＤシステムで使用される最適状態に及ばないミラーからもたらされる可能性があり、そうしたミラーは、多くの場合、ミラーの不適切な造形又はミラープリフォームの湾曲中にミラー内に導入される欠陥からもたらされる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

したがって、改善された光学品質を有するＨＵＤシステム、特にＨＵＤシステムのための改善されたミラー並びにこうしたミラーを成形する改善されたシステム、装置方法が依然として必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本開示のいくつかの実施形態では、ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）のための曲面ミラーを成形する方法が提供される。本方法は、第１の大面積面と、第１の大面積面と対向する第２の大面積面と、第１の大面積面及び第２の大面積面を接続する小面積面とを含むミラープリフォームを提供するステップであって、ミラープリフォームは、中心部分と中心部分を包囲する周縁部分とを有する、ステップを含む。本方法は、第２の大面積面に面する凹面を有する型上に且つ小面積面の少なくとも一部を包囲するハウジング内にミラープリフォームを配置するステップであって、空間は、凹面と第２の大面積面との間に画定され、空間の外周部は、ハウジングによって境界が定められ、型は、周縁部分の下の凹面の周縁部に沿って溝型真空ラインを含む、ステップも含む。本方法は、凹面にミラープリフォームを沿わせるために溝型真空ラインを介して空間に真空圧を提供するステップをさらに含む。ミラープリフォームの中心部分は、ＨＵＤのユーザによって見られる画像を反射するように構成された曲面ミラーの有効領域を含むことができる。湾曲面に沿わせる前にミラープリフォームが２次元状態にあるとき、小面積面とハウジングとの間で測定される距離ａは、０ｍｍより大きく且つ２ｍｍより小さいことができる。さらに、ミラープリフォームは、湾曲面に沿わされると、溝型真空ラインの外側に、少なくとも約０．５ｍｍであり、且つ３ｍｍ以下であり得る距離ｃだけ延在する。

【０００７】

本開示のさらなる実施形態では、ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）の曲面ミラーを成形する成形装置が提供される。本装置は、ミラープリフォームを非球面ミラーに造形するために非球面形状を有する湾曲面を含む下型と、湾曲面の周縁部分に配置された溝型真空ラインとを含む。溝型真空ラインは、湾曲面とミラープリフォームとの間の領域空間に真空圧を供給するように構成されている。本装置は、造形中、ミラープリフォームを包囲するように型の上に配置されるハウジングをさらに含み、ハウジングは、ミラープリフォームが下型上に配置されると、湾曲面から少なくともミラープリフォームの高さまで延在する実質的に垂直な面を含み、垂直面は、空間の周縁部を包囲する。ハウジングは、下型上に配置されると、ミラープリフォームを包囲し、且つ溝型真空ラインを包囲するような

サイズであり、溝型真空ラインは、ミラープリフォームの周縁部分の下方に配置される。
【０００８】
本開示のさらなる実施形態では、ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）システムのための３次元ミラーを成形する方法であって、第１の大面積面と、第１の大面積面と対向する第２の大面積面と、第１の大面積面及び第２の大面積面を接続する小面積面とを有するミラープリフォームを提供するステップを含む方法が提供される。小面積面は、互いに対向する第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面と、長手方向側面を接続する第１の横方向側面及び第２の横方向側面とを含む。本方法は、凹面を有する型上にミラープリフォームを、第２の大面積面が凹面に面するように配置するステップであって、型は、型の周縁部に沿って湾曲面に形成された１つ又は複数の開口部を有する、ステップと、型上にハウジングを、ハウジングの実質的に垂直な壁がミラープリフォームの小面積面を包囲するように配置するステップであって、ハウジングは、開口部の少なくとも一部に沿って湾曲面とハウジングの底部との間に間隙があるように、型の少なくとも１つの側部において開口部の上に張り出す、ステップとを含む。本方法は、凹面にミラープリフォームを沿わせるように開口部に真空を供給するステップをさらに含む。
【０００９】
本開示のいくつかのさらなる実施形態では、ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）の曲面ミラーを成形する成形装置が提供される。本成形装置は、ミラープリフォームを湾曲形状に造形するための凹面を含む型と、湾曲面の周縁部に配置された溝型真空ラインであって、湾曲面とミラープリフォームとの間の領域空間に真空圧を供給するように構成されている溝形真空ラインと、造形中、ミラープリフォームを包囲するように型の上に配置されるハウジングであって、ミラープリフォームが下型上に配置されると、湾曲面から少なくともミラープリフォームの高さまで延在する実質的に垂直な面を含み、垂直面は、空間の周縁部を包囲する、ハウジングとを含む。ハウジングは、開口部の少なくとも一部に沿って湾曲面とハウジングの底部との間に間隙があるように、型の少なくとも１つの側部において溝型真空ラインの上に張り出す。
【００１０】
請求項に係る主題のさらなる特徴及び利点は、続く詳細な説明に示されており、一部にはその説明から当業者に容易に明らかとなるか、又は続く詳細な説明、特許請求の範囲とともに添付図面を含む、本明細書に記載するような請求項に係る主題を実施することにより理解されるであろう。
【００１１】
上述した概要及び以下の詳細な説明の両方は、本開示の実施形態を提示し、請求項に係る主題の性質及び特徴を理解するための概要又は枠組を提供するように意図されていることが理解されるべきである。添付の図面は、本開示のさらなる理解を提供するように意図されており、本明細書に組み込まれ且つその一部を構成する。図面は、さまざまな実施形態を例示し、本記載と併せて、請求項に係る主題の原理及び動作を説明する役割を果たす。
【００１２】
例示の目的で、現在好ましい図面に示す形態があるが、本明細書で開示及び考察される実施形態は、図示する厳密な構成及び手段に限定されないことが理解される。
【図面の簡単な説明】
【００１３】
【図１】本開示のいくつかの実施形態による、車両におけるＨＵＤシステムの図である。
【図２】いくつかの実施形態による、図１のＨＵＤシステムを使用しているときの自動車運転者の視点の図である。
【図３】本開示のいくつかの実施形態によるいくつかのＨＵＤシステムで使用されるコンバイナの写真である。
【図４】いくつかの実施形態による、図３に示すものと同様のコンバイナとともにＨＵＤシステムを使用しているときの自動車運転者の視点の図である。
【図５】いくつかの実施形態による、２Ｄミラープリフォームと、２Ｄミラープリフォー

ムから成形された結果として得られる非球面ミラーとの平面図である。
【図６】曲げ型上の２Ｄミラープリフォームの等角図である。
【図７】線Ａ－Ａの視点からの図６の部分断面図である。
【図８】線Ｂ－Ｂの視点からの図６の部分断面図である。
【図９】３Ｄ成形ステップを受ける前の２Ｄプリフォームに対応する２Ｄ基準面及び成形ステップを受けた後の３Ｄミラーの概略図である。
【図１０】いくつかの実施形態によるＨＵＤシステムのための非球面ミラーの等角概略図である。
【図１１】成形型上の２Ｄミラープリフォームの等角図であり、プリフォームの縁部と型との間の間隙を示す。
【図１２】成形中の成形型とプリフォームの縁部との間の間隙の断面概略図である。
【図１３Ａ】いくつかの実施形態による、溝型真空孔を備えた真空型の等角図である。
【図１３Ｂ】いくつかの実施形態による、溝型真空孔を備えた真空型の平面図である。
【図１４Ａ】図１３Ａ及び図１３Ｂの真空型の詳細な上面図である。
【図１４Ｂ】図１３Ａ及び図１３Ｂの真空型の詳細な底面図である。
【図１５Ａ】いくつかの実施形態によるハウジングアセンブリの等角図である。
【図１５Ｂ】いくつかの実施形態によるハウジングアセンブリの等角図である。
【図１６Ａ】いくつかの実施形態による、成形型上の図１５Ｂの矩形ミラープリフォームの長辺縁部の断面図である。
【図１６Ｂ】いくつかの実施形態による、成形型上の図１５Ｂの矩形ミラープリフォームの短辺縁部の断面図である。
【図１７Ａ】いくつかの実施形態による、成形型に沿わせる前の成形型上のミラープリフォームの縁部の断面図を示す。
【図１７Ｂ】いくつかの実施形態による、成形型に沿わせた後の成形型上のミラープリフォームの縁部の断面図を示す。
【図１８Ａ】従来の技法によって成形された上部ミラー及び結果としてもたらされるエッジ歪みを含む曲面ミラー例の写真である。
【図１８Ｂ】本開示の実施形態によって成形され、且つ改善されたエッジ光学的特性を有する下部ミラーを含む曲面ミラー例の写真である。
【図１９Ａ】本開示の別の実施形態による成形されたミラー基板、成形型及びハウジングの等角部分断面図である。
【図１９Ｂ】線Ｃ－Ｃによって示す視点からの図１９Ａの部分断面の側面図である。
【図２０】図１９Ａ及び図１９Ｂのミラープリフォーム、ハウジング及び型の平面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
以下の説明では、図面に示すいくつかの図を通して、同様の参照番号は、同様の又は対応する部分を示す。別段の定めがない限り、「上」、「底」、「外向き」、「内向き」等の用語は、便宜上の語であり、限定的な用語として解釈されるべきではないことも理解される。さらに、ある群が要素及びその組合せの群の少なくとも１つを含むものとして記載されている場合には常に、その群は、個々に又は互いに組み合わせてのいずれかで、任意の数の記載されているそれらの要素を含むか、本質的にそれらの要素からなるか、又はそれらの要素からなり得ることが理解される。
【００１５】
同様に、ある群が要素又は要素の組合せの群の少なくとも１つのからなるものと記載されている場合には常に、その群は、個々に又は互いに組み合わせてのいずれかで、任意の数の記載されているそれらの要素からなり得ることが理解される。別段の定めがない限り、値の範囲が記載される場合、それは、その範囲の上限及び下限を含む。本明細書で用いる、不定冠詞「１つの（ａ）」及び「１つの（ａｎ）」並びに対応する定冠詞「その」は、別段の定めがない限り、「少なくとも１つ」又は「１つ又は複数」を意味する。

【００１６】
本開示の以下の説明は、それを実現する教示及びその最良の現在既知の実施形態として提供する。当業者であれば、本開示の有益な結果を依然として得ながら、本明細書に記載する実施形態に対する多くの変更形態がなされ得ることを理解するであろう。本開示の所望の利益のいくつかは、他の特徴を利用することなく、本開示の特徴のいくつかを選択することによって得ることができることも明らかになるであろう。したがって、当業者であれば、本開示の多くの変更形態及び適合形態が可能であり、特定の状況では望ましい可能性さえもあり、本開示の一部であることを認識するであろう。したがって、以下の説明は、本開示の原理を限定するのではなく、例示するものとして提供されるものである。
【００１７】
当業者であれば、本開示の趣旨及び範囲から逸脱することなく、本明細書に記載する例示的な実施形態に対する多くの変更形態が可能であることを理解するであろう。したがって、本記載は、与えられる例に限定されるように意図されておらず、且つそのように解釈されるべきではないが、添付の特許請求の範囲及びその均等物によって提供される保護の全範囲が与えられるべきである。さらに、本開示の特徴のいくつかを、他の特徴の対応する使用なしで使用することができる。したがって、例示的な又は実例となる実施形態の以下の説明は、本開示の原理を限定するのではなく、例示する目的で提供され、本開示の原理に対する変更形態及びそれらの置換形態を含むことができる。
【００１８】
ＨＵＤシステムは、ユーザの安全性及び便宜の改善のために多様なタイプの情報を提供するために使用することができる。例えば、交通機関では、車両計器又はナビゲーション等、車両の運転に関連する情報を運転者の正面の領域に投影することができる。これは、車両速度、燃料残量、空調設定、エンターテイメント設定、ターンバイターンナビゲーションインジケータ、推定到着時間及び速度、交通渋滞又は危険な状態に関する警報に関するリアルタイム情報を含むことができる。情報は、テキスト、記号、絵、映像、アニメーション及び１つ又は複数の色として提示することができる。これらは、単に例であり、本開示の実施形態は、これらの例に限定されるように意図されていない。
【００１９】
本開示のいくつかの実施形態では、ＨＵＤシステムは、画像生成装置と、画像生成装置からの画像を、ユーザに容易に可視である領域に仕向けるか又は投影する１つ又は複数の光学部品とを含むことができる。画像生成装置としては、陰極線管（ＣＲＴ）ディスプレイ、発光ダイオード（ＬＥＤ）ディスプレイ、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）アセンブリ、レーザ投影システム又は当業者に既知である他のタイプのディスプレイを挙げることができる。ＨＵＤシステムは、これらのディスプレイによって作成された画像を生成するコンピュータ又はプロセッサも含むことができる。光学部品は、例えば、レンズ、ビームスプリッタ、ミラー及びコンバイナの何らかの組合せを含むことができる。ＨＵＤシステムの部品の組合せは、コリメート光を生成するように構成することができ、コリメート光は、ユーザの視野内にあるコンバイナ上に投影することができ、それにより、ユーザは、投影画像と通常の視野とを同時に見ることができる。例えば、車両応用では、コンバイナは、フロントガラス若しくは車両に組み込まれる別個の部品又は運転者若しくは同乗者がコンバイナの透明面上で投影画像を見ることができる場所において車両に取り付けることができる携帯型部品であり得る。ミラーは、湾曲基板上に反射コーティングを含むことができる。湾曲基板は、球面、非球面、フレネル形状及び／又は回折性であり得る。１つの好ましい実施形態では、ミラーは、凹状の非球面上に反射面又はコーティングを有する。
【００２０】
図１は、本開示のいくつかの実施形態によるＨＵＤシステム１００の一例を示す。ＨＵＤシステム１００は、自動車で示されているが、実施形態は、さまざまな車両又は非車両応用で使用することができる。運転者Ｄは、車両Ｖのハンドル W上に手を置いているように示されている。ＨＵＤシステム１００は、車両Ｖのダッシュボード１１０内に組み込まれており、プログラマブルグラフィカルユニット（ＰＧＵ）１０２を含み、ＰＧＵ１０２

は、ＰＧＵ１０２からの信号に基づいて画像を作成するように構成された画像源１０３に接続されている。ＰＧＵ１０２は、非一時的なコンピュータ可読記憶媒体に動作可能に接続されたプロセッサを含むことができ、非一時的なコンピュータ可読記憶媒体は、実行されると、ＨＵＤシステム１００によって表示すべき画像を画像源１０３によって生成するためのデータを生成及び／又は供給する命令を含む。その画像は、平面ミラー１０４によって曲面ミラー１０６に向かって反射される。曲面ミラー１０６から、その画像は、フロントガラス１０８に向かって且つフロントガラス１０８の投影領域１１２上に投影される。ＨＵＤシステム１００は、投影領域１１２が、車両Ｖを運転している間、運転者Ｄの通常の視線の範囲内にあるように構成することができる。例えば、投影領域１１２は、投影画像が運転者の視点から見えるように道路上に重ね合わされるように位置決めすることができる。このシナリオの一例を図２の図に示す。

【００２１】

投影領域１１２は、図１及び図２ではフロントガラス１０８に位置しているが、図３及び図４は、投影領域２１２の場所のためにコンバイナ２０８が使用される代替実施形態を示す。コンバイナ２０８は、車両のダッシュボード２１０に組み込むことができるか、又はダッシュボード２１０の頂部に位置決めされる携帯型の若しくは別個の部品であり得る。

【００２２】

当業者であれば、ＨＵＤシステムにおける部品の基本構成を理解すると思われるため、本開示の実施形態は、ＨＵＤシステムの光学部品の１つ又は複数の特定の構成に限定されない。本開示は、主に、ＨＵＤシステムで使用される曲面ミラー並びにこうしたミラーを成形するシステム及び方法に関する。特に、実施形態は、２次元（２Ｄ）ミラープリフォームからこうした３次元（３Ｄ）ミラーを成形するシステム及び方法に関する。図５は、本明細書において考察するシステム及び方法を使用して３Ｄミラー３０２を成形するために使用することができる２Ｄミラープリフォーム３００の一例を示す。

【００２３】

３Ｄミラーを成形するために好都合に使用されるさまざまなシステム及び方法がある。しかしながら、本開示の著者らは、ＨＵＤシステムで使用される曲面ミラーを成形する設計及び方法に改善が必要であると理解した。画像が曲面ミラーによって反射される際の画質の劣化を防止するために、ミラーは、高水準の形状精度及び表面粗さを有するべきである。例えば、５０μｍ未満の形状精度及び３ｎｍ未満の表面粗さ（Ｒａ）が望ましい。ＨＵＤシステムのためのミラーで発生する特定のタイプの光学歪みは、エッジ歪みと称され、これは、ミラーの縁部又はその近くで反射する光の光学歪みである。既存のＨＵＤシステムでは、ミラーの製造又は造形中、ミラーに光学的に衝撃を与える不具合が導入される可能性がある。これらの不具合としては、ミラーの製造時に機器又は加熱によって引き起こされる不均一な表面又は圧痕等のアーチファクト又はミラーの曲率、特にミラーの縁部又はその近くの曲率における不具合を挙げることができる。

【００２４】

３Ｄ形状のミラー又はミラー基板を成形する最も一般的な方法は、２つのカテゴリ、すなわちプレス法及び真空成形法に分けることができる。しかしながら、プレス法及び真空成形法の両方に不都合がある可能性がある。プレス法では、ガラス基板等の基板を物理的な力によってプレスするために上型及び下型が使用される。例えば、２Ｄガラスプリフォームが２つの型間に配置された状態で上型を下型に押し込むことができ、型の一方又は両方の上の表面の形状に従ってガラスプリフォームが成形される。その結果、成形されたガラス基板の凹面及び凸面の両方に型の圧痕が残る可能性があり、それは、その後、研磨する必要がある。さらに、上型及び下型の輪郭のずれにより、上型及び下型の輪郭を正確に一致させることが困難であり、したがって成形されたガラス基板に対する正確な形状を達成することが困難である可能性がある。例えば、非球面ミラー輪郭に対する仕様は、±２５μｍ未満であり得るが、機械加工後の型の輪郭のずれは、通常、３０～５０μｍである。

【００２５】

真空成形法では、単一型（例えば、下型）が使用される可能性があり、そこでは、型の

表面に真空孔が形成される。例えば、図６に示すように、型３１０の成形面３１２上又はその上方に平坦（２Ｄ）ガラスシート又は２Ｄプリフォーム３００が配置され、プリフォーム３００は、複数のガイドピン３１３によって型３１０に位置合わせされる。型の湾曲（３Ｄ）面にミラープリフォームを沿わせるために、成形面３１２全体にわたって分散されている複数の真空孔３１４を介して真空圧が供給される。成形面３１２は、３Ｄミラーの所望の形状に造形される。図７は、線Ａ－Ａによって示す視点からの図を示し、図８は、線Ｂ－Ｂの視点からの図を示す。しかしながら、成形されたガラス基板の表面上における真空孔マークの形成を回避することは困難である。これらの真空孔マーク又は製造アーチファクトは、基板又は完成したミラーの光学性能を損なう可能性があり、それは、特に真空孔３１４が成形面３１２全体にわたって分散されており、したがって完成したミラーの有効領域にアーチファクトが存在するためである。また、型３１０の多くの真空孔３１４にわたって一定の真空圧を得ることは困難であり、それにより成形面３１２にわたって圧力差が生じ、したがって完成した３Ｄミラーが所望の形状から逸脱する可能性がある。さらに、典型的な真空成形法は、プレス法と比較して高い成形温度が必要である可能性がある。成形温度が高いことは、表面品質に影響を与え、窪み、ピット及び圧痕等の欠陥を形成する可能性がある。真空成形は、真空成形により３Ｄ形状に成形する前に所望のサイズに予め切断される基板であるミラープリフォームにおいて又は真空成形によって３Ｄ形状に成形された後に所望のサイズに切断される過大ガラスシートにおいて実施することができる。プリフォームベースの真空成形及び過大ガラスベースの真空成形の両方にいくらかの利点及び欠点がある。

【００２６】

過大ガラスベースの成形には、例えば、縁部切断による優れた縁部品質及びより低い成形温度による優れた表面粗さを達成するという利点がある。しかしながら、過大ガラスベースの成形では、成形後にガラスを切断する追加のステップが必要であり、成形後の刈込みガラス又は無駄なガラスのためにガラス利用率が低く、切断後に縁部研磨及び／又は面取りが必要であり、最終的に完成した製品は、プリフォームベースの成形で成形されたものと同じサイズであり得るが、より大型の機器が必要である。

【００２７】

他方では、プリフォームベースの真空成形では、真空成形後にミラー基板を切断する必要がなく、無駄なガラス又はカレットガラスの生成が低減する。さらに、プリフォームベースの成形は、より単純なプロセスであり、より費用効果が高い可能性がある。しかしながら、プリフォームベースの真空成形法では、ガラスプリフォームの１つ又は複数の縁部における真空漏れにより、少なくとも一部にはプリフォームと型との間の真空漏れにより、ガラスシートの表面全体にわたって比較的均一な真空圧を加えることが困難であるか又は不可能であった。例えば、成形されたガラスが単一の曲率半径を有するべきである場合、プリフォームの短辺縁部は、成形が完了するまで型表面との接触を維持する可能性があるが、真空は、プリフォームの長辺縁部に沿って漏れる。より複雑な曲率又は非球面型表面（及び非球面成形基板）の場合、４つの角部等、ガラスシートの別個の箇所のみが成形を通して型表面と接触する可能性があり、その結果、ガラス基板のすべての縁部に沿って真空漏れがもたらされる。また、非球面ミラーを成形するために、ミラー又はミラー基板の角部が欠けるか又は破損する可能性があり、これは、ミラー基板の角部のみが型と接触し、外力（例えば、真空圧、型押圧力）が加えられ、したがって基板の４つの角部に圧力が集中する場合に発生する。成形面が非球面ではなく単一の曲率半径を有する場合等、場合により、プリフォームの短辺縁部は、成形が完了するまで成形面とより適切に接触したままである可能性があるが、プリフォームの長辺縁部に沿って真空漏れが発生する可能性がある。これらの間隙又は真空圧の漏れにより、ミラー又はプリフォームの表面全体に比較的均一な真空圧を提供することが困難又は不可能になる。したがって、型表面上にガラスをより完全に沿わせるために、且つ欠けを低減させるように角部の近くの応力を低減させるためにより高い成形温度（基板のより低い粘度）が使用される。しかしながら、上述したように、温度が高いことにより、ガラス基板の表面劣化及び光学性能の低下が引き起

こされる。より高い温度であっても、ミラーのエッジ歪みが発生する。

【００２８】

本開示の背景にいる研究者らは、真空ベースの成形法を使用して成形されたミラーを改善するシステム、装置及び方法を発見した。いくつかの好ましい実施形態では、これらの技法は、プリフォームベースの成形法に対して特に適している可能性がある。しかしながら、いくつかの実施形態は、プリフォームベースの成形法を使用して作製されるミラー、概して真空ベースの方法にさえも限定されない。本開示の実施形態によって対処する問題のいくつかは、成形されたミラーの有効領域に残るエッジ歪み及び製造アーチファクトの問題である。上述したように、真空成形法を使用する場合、均一な真空及びミラー基板を型に均一に沿わせることを達成することが困難である可能性がある。基板の縁部又はその近くでミラー基板を所望の形状に合致させることは、特に困難である可能性があり、それによりエッジ歪みが引き起こされ、縁部の近くでミラーによって反射される画像の品質が劣化する。さらに、より十分な合致を達成する典型的な戦略（例えば、成形中のより強力な真空圧及びより高い温度）により、完成品に望ましくないアーチファクト及び不具合がもたらされる。したがって、本開示の実施形態は、縁部及び有効領域における等、改善された光学性能を有するミラー及び／又はミラー基板を提供し、且つそうしたミラーを成形する成形装置及び方法を含む。

【００２９】

ＨＵＤシステムにおけるミラーは、一般に、非球面反射面を有し、それは、ミラー基板の非球面の表面に形成される反射コーティングを含むことができる。上述したように且つ図９に示すように、２Ｄミラープリフォーム４２０から３Ｄミラー４００を成形することができる。矩形プリフォームとして、ミラープリフォーム４２０は、長辺縁部４０２及び短辺縁部４０４を有する。３Ｄミラーを成形する際、長辺縁部４０２及び短辺縁部４０４は、成形型に沿うように曲がる。結果として得られる３Ｄミラーの所望の形状によって決まるような成形型の形状に基づき、対向する短辺縁部４０４間の直線距離が低減し、短辺縁部間の低減の大きさが長辺縁部間の低減の大きさと異なる可能性がある。非球面又は非球面形状の面は、複数の曲率半径を有する。例えば図９及び図１０に示すような四辺ミラーの場合、非球面は、４つの縁部の各々に沿って異なる曲率半径を有する。したがって、図１０に示すように、ミラー４００は、第１の縁部に沿った曲率半径Ｒａと、第２の縁部に沿った曲率半径Ｒｂと、第３の縁部に沿った曲率半径Ｒｃと、第４の縁部に沿った曲率半径Ｒｄとを有する非球面形状である反射面４０８を有する。面４０８は、非球面形状であるため、Ｒａ≠Ｒｂ≠Ｒｃ≠Ｒｄである。さらに、Ｒｂ及びＲｄは、Ｒａ及びＲｃより小さい可能性がある。短辺縁部と比較して長辺縁部の曲率が異なるため、長辺縁部の曲率半径Ｒｂ、Ｒｄの方が小さく、短辺縁部の曲率半径Ｒａ、Ｒｃの方が大きいことに起因して、成形による短辺縁部４０４間の距離の変化は、対向する長辺縁部４０２間の距離のいかなる低減よりも大きい可能性がある。これにより、下記のように、短辺縁部に沿った真空圧の漏れを防止することの方がより困難となる可能性がある。図１０は、ミラー４００の４つの角部を接続する２次元平面４０６に対して量ｊ～ｎを変化させることにより、湾曲面４０８上の異なる点がどのように変位したかも示す。いくつかの実施形態では、ｊ≠ｋ≠ｌ≠ｍである。１つの例では、変位ｊ～ｎは、以下：ｊ＝７．７３、ｋ＝６．３２、ｌ＝６．５２、ｍ＝１．３１及びｎ＝１．３１に等しいことができ、ここで、変位は、単位なしの相対的な大きさで与えられているが、変位ａ～ｅの単位は、ミラーのサイズ及び用途に応じてミリメートルであり得る。２次元平面４０６は、２Ｄプリフォームの対向する長辺縁部間の短軸４０８と、２Ｄプリフォームの対向する短辺縁部間の長軸４１０とを含む。

【００３０】

図１１に示すように、２Ｄミラープリフォーム４２０が成形型４３０上に配置されるとき、プリフォーム４２０を成形面４３２に沿わせる前にミラープリフォーム４２０の角部のみが成形型４３０と接触することができる。したがって、ミラープリフォーム４２０と成形面４３２との間に間隙が残る。特に、ミラープリフォーム４２０の短辺縁部４２２と

の間に間隙４３４が残り、ミラープリフォーム４２０の長辺縁部４２４との間に間隙４３６が残る。プリフォーム４２０を成形面４３２に沿わせるステップ中、間隙４３４及び４３６が開放したままである程度まで、成形面４３２における真空孔からの真空吸引の幾分かが損なわれる。これにより、ミラープリフォーム４２０を成形面４３２に沿わせることが最適状態に及ばず、したがって３Ｄミラーの所望の形状に達成しない可能性がある。

【００３１】

図１２は、図１１の２Ｄミラープリフォーム４２０を成形型４３０に沿わせるステップ中又はそのステップ後の３Ｄミラー４２０’の縁部の断面図を示す。１つ又は複数の内部真空孔４３８の近くで、成形面４３２と３Ｄミラー４２０’の内側部分との間は、十分な合致があり得るが、３Ｄミラー４２０’の縁部の近くに間隙４３４’が残る可能性がある。図１０に示すように、曲がりの形状及び他の成形要因に起因する間隙４３４’の結果として真空吸引が損なわれる可能性があるため、真空孔４３９が縁部の近くに位置する場合でも、間隙４３４’が残る可能性がある。その結果、縁部の近くで３Ｄミラー４２０’の所望の曲率が達成されない。真空成形によって成形される３Ｄミラーの形状にわたって正確な制御を維持しながら、他の望ましくない製造によって引き起こされる欠陥を防止するという点での上述した課題により、本開示の研究者らは、３Ｄミラーの改善を達成することができるシステム、装置及び方法を開発した。特に、これらのシステム、装置及び方法により、完成したミラーの有効領域における真空孔圧痕等の製造欠陥をもたらすことなく、２Ｄプリフォームの真空成形を使用して３Ｄミラーの縁部又はその近くにおける吸引及び成形の改善が可能になる。

【００３２】

図１３Ａ及び図１３Ｂは、本開示のいくつかの実施形態による改善された成形型４５０を示す。型４５０は、成形面４５２の外周部に沿って形成された溝型真空ライン４５４を備えた凹状成形面４５２を含む。溝型真空ラインをよりよく理解するために、図１４Ａ及び図１４Ｂは、図１３Ａ及び図１３ＢにおいてＤによって囲まれる型４５０の１つの角部のそれぞれ詳細な上面図及び底面図を示す。溝型真空ライン４５４は、成形（上）面４５２の周縁部全体に沿って機械加工される。いくつかの実施形態では、真空孔４５５、４５６は、図１４Ｂに示すように、型４５０の裏側に穴あけされる。しかしながら、これらの孔４５５、４５６は、成形面４５２まで型を貫通せず、代わりに成形面４５２内に機械加工される溝型真空ライン４５４と合流した後に成形面４５２の下で終端する。溝型真空ライン４５４は、成形面４５２の外周部のみにあり、成形されたミラーの有効領域と接触することになる成形面４５２の領域にはないため、完成したミラーの有効領域内に導入される真空孔に基づく製造アーチファクトはない。

【００３３】

いくつかの実施形態では、図１５Ａに示すように、２Ｄプリフォームを３Ｄ成形面に沿わせるステップ中、ハウジング５００を使用することができる。ハウジング５００は、真空型に沿わせるステップ中、ミラープリフォームの１つ又は複数の縁部又はその近くに位置決めされるように構成された側壁又は封止面を備えたリングのような形状を形成する。図１５Ａにおいて、型５００は、短辺壁５０２及び長辺壁５０４を含み、それらは、組み合わせてリングのような形状を形成し、中央にプリフォームを収容するようなサイズ及び形状である空間がある。

【００３４】

図１５Ｂに、成形型５３０上に位置決めされたハウジング５００を示す。ハウジング５００は、型５３０の成形面の外周部を包囲し、ミラープリフォーム５２０が成形のために配置される空間を画定する。ハウジング５００は、対向する短辺壁５０２、５０３と、対向する長辺壁５０４、５０５とを含む。ハウジング５００は、溝型真空ライン５３４があるミラープリフォーム５２０の縁部における真空漏れを最小限にするように作用する。ハウジング５００は、必ずしも真空性能を向上させるためにミラープリフォーム５２０に接する必要はない。実際には、いくつかの実施形態では、ハウジング５００とプリフォーム５２０との間に物理的な接触がないことが有利である可能性があり、そのため、プリフォ

ーム５２０は、完成品に悪影響を与える可能性があるハウジング５００からの摩擦力なしに移動することができる。ハウジング５００の内壁間の隙間は、いくつかの実施形態では、例えば０．５mm以下であり得る。しかしながら、この隙間は、ガラス系プリフォーム５２０及びハウジング５００の熱膨張係数に基づいて調整することができる。

【００３５】

図１６Ａ及び図１６Ｂは、図１５Ｂのプリフォーム５２０、型５２０及びハウジング５００のそれぞれ長辺縁部及び短辺縁部の断面図を示す。具体的には、図１６Ａは、図１５Ｂにおいて線Ｃ－Ｃによって示す視点からの断面図を示し、図１６Ｂは、図１５Ｂにおいて線Ｄ－Ｄによって示す視点からの断面図を示す。図１６Ａにおける長辺縁部の場合、成形中の（矢印によって示す）沈下の方向は、実質的に垂直であり、そのため、長辺縁部は、実質的にハウジング５００の壁５０５から離れる方向に移動しない。したがって、成形面５５２における真空孔５３４が露出するか又は真空圧を損なう危険性が低い。

【００３６】

他方では、短辺縁部の（図１６Ｂにおいて矢印によって示す）沈下の方向は、垂直成分及び水平成分を有する可能性がある。水平移動又は収縮により、短辺縁部がハウジング５３０の壁５０３から引き離され、短辺縁部の近くの真空圧が低下する恐れがある。距離ｘ’は、プリフォーム５２０の短辺縁部における壁５０３と真空孔５３４との間の距離である。距離ｘ’は、成形中、真空圧が縁部の近くで維持されるように真空孔５３４がプリフォーム５２０によって覆いをとられないことを確実にするために十分に大きくなければならない。

【００３７】

図１７Ａは、成形前のプリフォーム５２０と成形後の成形形状５２０’とを示す。型５３０と、ハウジング５００と、溝型真空ライン５３４の場所とは、成形形状５２０’が溝型真空ライン５３４に距離ｃだけオーバーラップするように設計されるべきである。距離ｃは、いくつかの好ましい実施形態では、少なくとも０．５mmであるか、又は０mmより大きいが、３．０mmより小さいか、又は０．５mm～３mmであり得る。特に、図１７Ｂに示すように、型５３０と、ハウジング５００と、溝型真空ライン５３４の場所とは、ハウジング５００の壁とプリフォーム５２０の縁部との間の距離ａと、２Ｄプリフォーム５２０の縁部と成形形状５２０’の縁部との間の距離ｂとがあるように設計することができる。距離ｂは、成形によるガラス縁間の「収縮」の結果であり、例えばガラス組成及び成形条件によって決まる。したがって、図１６Ｂの距離ｘ’は、ａ、ｂ及びｃの合計、すなわちｘ’＝ａ＋ｂ＋ｃによって表すことができる。

【００３８】

図１８Ａ及び図１８Ｂは、２つのミラー例の写真である。図１８Ａでは、ミラーは、従来の真空成形技法に従って成形されており、顕著なエッジ歪みがもたらされた。対照的に、図１８Ｂのミラーは、上述したシステム及び方法に従って成形され、エッジ歪みの顕著な改善を示した。

【００３９】

いくつかのさらなる実施形態では、ハウジングの位置に対して溝型真空ラインの場所及び形状を変更することができる。上述したように、真空孔は、完成品に製造アーチファクト又は欠陥をもたらす可能性がある。一般に、真空孔は、ガラスに対して垂直方向に型表面上で機械加工される。したがって、成形後にガラスの表面に孔マークが生成される。上述した実施形態は、完成したミラーの有効領域に対応する成形面の領域に真空孔が形成されないために改善である。しかしながら、本開示のいくつかの実施形態により、溝型真空ラインを使用する場合でも望ましくないアーチファクトの変化をさらに低減させることができる。図１９Ａ及び図１９Ｂは、１つのこうした実施形態を示す。

【００４０】

図１９Ａは、図１５Ｂに示すものと同様の成形品６２０’、ハウジング６００及び型６３０の部分断面図を示す。しかしながら、型６３０は、短辺縁部に沿って、上述した実施形態と同様の場所に溝型真空ライン６３４を有するが、型６３０の長辺縁部に沿った溝型真

空ライン６３５は、ハウジング６００の内壁に対してずれている。特に、図１９Ｂに示すように、プリフォーム６２０の長辺縁に沿ったハウジング６００の内壁は、溝型真空ライン６３５上に張り出し、この長辺縁に沿ったハウジング６００の内壁の底部は、成形面６５２に触れていない。したがって、真空がかけられると、空気流又は吸引は、ハウジング６００の張り出している壁の下に、その後、長辺縁部に沿って溝型真空ライン６３５を通して下方に向けられる。ハウジング６００の内壁の底部と成形面６５２との間の間隙の高さは、成形面６５２にプリフォームを沿わせるときに吸引が損なわれないようにプリフォームの厚さより小さい。このハウジング構造を通して、ガラスに対して作用する真空流の方向は、垂直方向から平行方向（すなわちガラスの表面又は成形面に対して平行）に変化する。したがって、ガラス面上の真空孔マークを気にすることなく湾曲面を成形することができる。

【００４１】

好ましい実施形態では、図１９Ａ及び図１９Ｂに示すハウジング６００の張り出している内壁は、型６３０の長辺に使用されるが、短辺に使用されない。これは、上述したように、プリフォームが、沿わせるステップ中にハウジングから離れるように移動する可能性が高いためである。したがって、張出しハウジングが短辺縁部に使用される場合、成形形状の短辺縁部とハウジングとの間に間隙が開くことになるため、沿わせるステップ中に吸引が損なわれる可能性がある。したがって、図２０の平面図では、型６０２における溝型真空ライン６３４は、ハウジング６０８から離間されているように見えるが、ハウジング６０８が真空ラインに張り出すため、長辺縁部に沿って真空ラインが見えない。真空ライン６３４は、例えば、ハウジングから１～２ｍｍ又は０．５ｍｍ～３ｍｍであり得る。それにも関わらず、完成品においてライン６３４によって形成されるいかなる真空アーチファクトも、ミラーの有効領域に衝撃を与える可能性が低い。

【００４２】

本開示の実施形態によれば、必要な形状精度及び良好な表面品質を達成し、過大ガラス成形法の追加の廃物及び費用なしに過大ガラス成形と同じか又はそれより良好な性能で真空成形を実施することができる。成形品質に関して、本開示の実施形態による２Ｄプリフォームを使用する場合、有効ガラス領域に対応する成形面の領域に真空孔がないことにより、有効ガラス領域における真空孔圧痕なしに、真空成形を通して必要な成形品質を確保することができる。さらに、２Ｄプリフォームを使用しても、過大ガラス真空成形と同様のエッジ品質を得ることができる。これらの利点は、機器及び型のサイズを不必要に増大させること又は廃物を発生させ、新たな欠陥をもたらす可能性がある、成形後に基板を切断すること等、過大ベースの成形において直面する問題なしに可能である。

【００４３】

反射面は、スパッタリング、蒸着（例えば、ＣＶＤ、ＰＶＤ）、めっき又は当業者に既知である反射面をコーティング又は供給する他の方法を介して成形品上に形成することができる。反射面は、例えば、１種又は複数の金属、金属／セラミック酸化物、金属／セラミック合金を含むことができる。反射コーティングは、アルミニウム又は銀を含むことができる。反射面は、基板を湾曲又は非球面形状に成形した後に３Ｄ成形された基板上に形成される。しかしながら、実施形態は、この順序に限定されず、反射面を有する２Ｄプリフォームから３Ｄミラーを成形することができることが企図される。

【００４４】

ガラス系基板は、３．０ｍｍ以下、約０．５ｍｍ～約３．０ｍｍ、約０．５ｍｍ～約１．０ｍｍ又は約１．０ｍｍ～約３．０ｍｍの厚さを有する。

【００４５】

ＨＵＤシステムにおけるミラーのための好適なガラス基板は、非強化ガラスシートであり得るか、又は強化ガラスシートでもあり得る。ガラスシート（強化であっても非強化であっても）としては、ソーダ石灰ガラス、アルミノケイ酸塩、アルミノホウケイ酸塩又はアルカリアルミノケイ酸塩ガラスを挙げることができる。任意選択的に、ガラスシートは、熱的に強化され得る。非強化ガラスシートとしてソーダ石灰ガラスが使用される実施形

態では、従来の装飾材料及び方法（例えば、ガラスフリットエナメル及びスクリーン印刷）を使用することができる。

【００４６】

好適なガラス基板は、イオン交換プロセスによって化学的に強化することができる。このプロセスでは、典型的には、所定の期間にわたって溶融塩浴内にガラスシートを浸漬することにより、ガラスシートの表面又はその近くのイオンが塩浴からのより大きい金属イオンと交換される。１つの実施形態では、溶融塩浴の温度は、約４３０℃であり、所定の期間は、約８時間である。ガラス内により大きいイオンを組み込むことにより、表面近くの領域に圧縮応力を引き起こすことによってシートが強化される。圧縮応力を平衡させるために、ガラスの中心領域内に対応する引張応力が誘導される。

【００４７】

ガラス基板を成形するために好適である例示的なイオン交換可能ガラスは、ソーダ石灰ガラス、アルカリアルミノケイ酸塩ガラス又はアルカリアルミノホウケイ酸塩ガラスであるが、他のガラス組成が企図される。本明細書で用いる「イオン交換可能」は、ガラスが、ガラスの表面又はその近くに位置する陽イオンを、よりサイズが大きいか又は小さいかのいずれかである同じ原子価の陽イオンと交換できることを意味する。１つの例示的なガラス組成は、SiO_2、B_2O_3及びNa_2Oを含み、ここで、（$SiO_2+B_2O_3$）≧６６モル％及びNa_2O≧９モル％である。一実施形態では、ガラスシートは、６重量％の酸化アルミニウムを含む。さらなる実施形態では、ガラスシートは、１種又は複数のアルカリ土類酸化物を含み、アルカリ土類酸化物の含有量は、少なくとも５重量％である。好適なガラス組成物は、いくつかの実施形態では、K_2O、ＭｇＯ及びＣａＯの少なくとも１つをさらに含む。特定の実施形態では、ガラスは、６１～７５モル％のSiO_2、７～１５モル％のAl_2O_3、０～１２モル％のB_2O_3、９～２１モル％のNa_2O、０～４モル％のK_2O、０～７モル％のＭｇＯ及び０～３モル％のＣａＯを含むことができる。

【００４８】

ガラス基板を成形するために好適なさらに例示的なガラス組成物は、６０～７０モル％のSiO_2、６～１４モル％のAl_2O_3、０～１５モル％のB_2O_3、０～１５モル％のLi_2O、０～２０モル％のNa_2O、０～１０モル％のK_2O、０～８モル％のＭｇＯ、０～１０モル％のＣａＯ、０～５モル％のZrO_2、０～１モル％のSnO_2、０～１モル％のCeO_2、５０ｐｐｍ未満のAs_2O_3及び５０ｐｐｍ未満のSb_2O_3を含み、ここで、１２モル％≦（$Li_2O+Na_2O+K_2O$）≦２０モル％及び０モル％≦（ＭｇＯ＋ＣａＯ）≦１０モル％である。

【００４９】

さらなる例示的なガラス組成物は、６３．５～６６．５モル％のSiO_2、８～１２モル％のAl_2O_3、０～３モル％のB_2O_3、０～５モル％のLi_2O、８～１８モル％のNa_2O、０～５モル％のK_2O、１～７モル％のＭｇＯ、０～２．５モル％のＣａＯ、０～３モル％のZrO_2、０．０５～０．２５モル％のSnO_2、０．０５～０．５モル％のCeO_2、５０ｐｐｍ未満のAs_2O_3及び５０ｐｐｍ未満のSb_2O_3を含み、ここで、１４モル％≦（$Li_2O+Na_2O+K_2O$）≦１８モル％及び２モル％≦（ＭｇＯ＋ＣａＯ）≦７モル％である。

【００５０】

特定の実施形態では、アルカリアルミノケイ酸塩ガラスは、アルミナと、少なくとも１種のアルカリ金属と、いくつかの実施形態では５０モル％を超えるSiO_2、他の実施形態では少なくとも５８モル％のSiO_2、さらに他の実施形態では、少なくとも６０モル％のSiO_2とを含み、ここで、比は、

【００５１】

【数１】

$$\frac{Al_2O_3+B_2O_3}{\sum 改質剤}>1,$$

【００５２】
であり、この比において、成分は、モル％で表されており、改質剤は、アルカリ金属酸化物である。このガラスは、特定の実施形態では、５８～７２モル％のSiO_2、９～１７モル％のAl_2O_3、２～１２モル％のB_2O_3、８～１６モル％のNa_2O及び０～４モル％のK_2Oを含むか、本質的にそれらからなるか、又はそれらからなり、比は、
【００５３】
【数２】

$$\frac{Al_2O_3 + B_2O_3}{\sum \text{改質剤}} > 1.$$

【００５４】
である。
【００５５】
別の実施形態では、アルカリアルミノケイ酸塩ガラスは、６１～７５モル％のSiO_2、７～１５モル％のAl_2O_3、０～１２モル％のB_2O_3、９～２１モル％のNa_2O、０～４モル％のK_2O、０～７モル％のＭｇＯ及び０～３モル％のＣａＯを含むか、本質的にそれらからなるか、又はそれらからなる。
【００５６】
さらに別の実施形態では、アルカリアルミノケイ酸塩ガラス基板は、６０～７０モル％のSiO_2、６～１４モル％のAl_2O_3、０～１５モル％のB_2O_3、０～１５モル％のLi_2O、０～２０モル％のNa_2O、０～１０モル％のK_2O、０～８モル％のＭｇＯ、０～１０モル％のＣａＯ、０～５モル％のZrO_2、０～１モル％のSnO_2、０～１モル％のCeO_2、５０ｐｐｍ未満のAs_2O_3及び５０ｐｐｍ未満のSb_2O_3を含むか、本質的にそれらからなるか、又はそれらからなり、ここで、１２モル％≦$Li_2O+Na_2O+K_2O$≦２０モル％及び０モル％≦ＭｇＯ＋ＣａＯ≦１０モル％である。
【００５７】
さらに別の実施形態では、アルカリアルミノケイ酸塩ガラスは、６４～６８モル％のSiO_2、１２～１６モル％のNa_2O、８～１２モル％のAl_2O_3、０～３モル％のB_2O_3、２～５モル％のK_2O、４～６モル％のＭｇＯ及び０～５モル％のＣａＯを含むか、本質的にそれらからなるか、又はそれらからなり、ここで、６６モル％≦$SiO_2+B_2O_3$＋ＣａＯ≦６９モル％、$Na_2O+K_2O+B_2O_3$＋ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ＞１０モル％、５モル％≦ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ≦８モル％、（$Na_2O+B_2O_3$）－Al_2O_3≦２モル％、２モル％≦$Na_2O-Al_2O_3$≦６モル％及び４モル％≦（Na_2O+K_2O）－Al_2O_3≦１０モル％である。
【００５８】
化学強化ガラス及び非化学強化ガラスは、いくつかの実施形態では、Na_2SO_4、ＮａＣｌ、ＮａＦ、ＮａＢｒ、K_2SO_4、ＫＣｌ、ＫＦ、ＫＢｒ及びSnO_2を含む群から選択される０～２モル％の少なくとも１種の清澄剤とバッチ処理することができる。
【００５９】
１つの例示的な実施形態では、化学強化ガラスにおけるナトリウムイオンは、溶融浴からのカリウムイオンと置き換えることができるが、ルビジウム又はセシウム等、より大きい原子半径を有する他のアルカリ金属イオンが、ガラスにおけるより小さいアルカリ金属イオンに取って代わることができる。特定の実施形態によれば、ガラス中のより小さいアルカリ金属イオンは、Ag^+イオンと置き換えることができる。同様に、イオン交換プロセスにおいて、限定されないが、硫酸塩、ハロゲン化物等の他のアルカリ金属塩を使用することができる。
【００６０】
ガラス網目構造が緩和し得る温度未満の温度でより小さいイオンをより大きいイオンと交換することにより、ガラスの表面にわたり、応力プロファイルをもたらすイオンの分布

が生じる。入ってくるイオンの体積の方が大きいことにより、ガラスの表面に圧縮応力（ＣＳ）、ガラスの中央に張力（中央応力、すなわちＣＴ）が生じる。この圧縮応力は、以下の関係式：

【００６１】

【数３】

$$CS = CT\left(\frac{t-2DOL}{DOL}\right)$$

【００６２】

により中央張力に関連付けられ、式中、ｔは、ガラスシートの全厚さであり、ＤＯＬは、層深さとも称される交換深さである。

【００６３】

さまざまな実施形態によれば、イオン交換ガラスを含むガラス基板は、低重量、高耐衝撃性及び改善された音響減衰を含む多くの所望の特性を有することができる。一実施形態では、化学強化ガラスシートは、少なくとも３００ＭＰａ、例えば少なくとも４００、４５０、５００、５５０、６００、６５０、７００、７５０又は８００ＭＰａの表面圧縮応力、少なくとも約２０μｍ（例えば、少なくとも約２０、２５、３０、３５、４０、４５又は５０μｍ）の層深さ及び／又は４０ＭＰａを超える（例えば、４０、４５又は５０ＭＰａを超える）が、１００ＭＰａ未満（例えば、１００、９５、９０、８５、８０、７５、７０、６５、６０又は５５ＭＰａ未満）の中央張力を有することができる。

【００６４】

化学強化ガラスシートの弾性率は、約６０ＧＰａ～８５ＧＰａ（例えば、６０、６５、７０、７５、８０又は８５ＧＰａ）の範囲であり得る。ポリマー中間層とともにガラス系積層体で使用される場合、ガラスシート及びポリマー中間層の弾性率は、結果として得られるガラス積層構造体の機械的特性（例えば、たわみ及び強度）と音響性能（例えば、透過損失）との両方に影響を与える可能性がある。

【００６５】

好適なガラス基板は、熱強化プロセス又はアニーリングプロセスによって熱的に強化することができる。熱的に強化されたガラスシートの厚さは、約２ｍｍ未満又は約１ｍｍ未満であり得る。

【００６６】

例示的なガラスシート成形法には、それぞれダウンドロー法の例である溶融延伸及びスロット延伸プロセス並びにフロートプロセスが含まれる。これらの方法を使用して、強化ガラスシート及び非強化ガラスシートの両方を成形することができる。溶融延伸プロセスは、溶融ガラス原材料を受け入れる流路を有する延伸タンクを使用する。流路は、流路の両側に流路の長さに沿って上部が開いている堰を有する。流路が溶融材料で充満すると、溶融ガラスが堰から溢れ出る。重力により、この溶融ガラスは、延伸タンクの外面を流れ落ちる。これらの外面は、下方に且つ内向きに延在し、その結果、延伸タンクの下方の縁部において一緒になる。２つの流動ガラス表面は、この端縁において一緒になって融合し、単一の流動シートを形成する。溶融延伸方法は、流路を流れる２つのガラスフィルムが互いに融合するため、結果として得られるガラスシートのいずれの外面も装置のいずれの部品とも接触しないという利点を提供する。したがって、溶融延伸ガラスシートの表面特性は、こうした接触によって影響を受けない。

【００６７】

スロット延伸法は、溶融延伸法と異なる。ここでは、溶融原料ガラスが延伸タンクに提供される。延伸タンクの底部がノズルを備えた開放スロットを有し、ノズルは、スロットの長さを伸長する。溶融ガラスは、スロット／ノズルを通して流れ、連続シートとして下向きに且つアニーリング領域内に延伸される。スロット延伸プロセスは、２つのシートが互いに融合されるのではなく、単一シートのみがスロットを通して延伸されるため、溶融

延伸プロセスより薄いシートを提供することができる。

【００６８】

ダウンドロープロセスは、比較的無垢な表面を有する均一な厚さのガラスシートを製造する。ガラス表面の強度は、表面傷の量及び大きさによって制御されるため、接触が最小であった無垢表面は、より高い初期強度を有する。この高強度ガラスが化学的に強化されると、結果として得られる強度は、ラップ仕上げ及び研磨された表面の強度より高い可能性がある。ダウンドローガラスは、約２ｍｍ未満の厚さまで延伸することができる。さらに、ダウンドローガラスは、コストがかかる研削及び研磨を行わずにその最終用途において使用され得る非常に平坦な平滑面を有する。

【００６９】

フロートガラス法では、平滑面及び均一な厚さを特徴とし得るガラスシートは、溶融金属、典型的には錫の床上に溶融ガラスを浮遊させることによって作製される。例示的なプロセスでは、溶融錫床の表面上に供給される溶融ガラスが浮遊リボンを形成する。ガラスリボンが錫槽に沿って流れる際、中実ガラスシートを錫からローラ上に持ち上げることができるまで温度を徐々に低下させる。槽から離れると、ガラスシートをさらに冷却してアニールし、内部応力を低下させる。

【００７０】

いくつかの実施形態では、本明細書で考察した実施形態の例示的なガラス基板は、ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）システムを有する車両（自動車、飛行機等）に採用することができる。いくつかの実施形態により溶融成形されたガラスの透明度は、フロートプロセスによって成形されたガラスより優れている可能性があり、それにより、より良い運転体験が与えられるとともに安全性が改善され、それは、情報がより容易に読むことができ且つ注意散漫を低減させ得るためである。非限定的なＨＵＤシステムは、プロジェクタユニット、コンバイナ及びビデオ生成コンピュータを含むことができる。例示的なＨＵＤにおけるこの投影ユニットは、限定されないが、焦点にディスプレイがある凸レンズ又は凹面鏡を有する光コリメータ（例えば、光導波路、走査型レーザ、ＬＥＤ、ＣＲＴ、ビデオ撮像等）であり得る。この投影ユニットは、所望の画像を生成するために採用することができる。いくつかの実施形態において、ＨＵＤシステムは、投影ユニットからの投影画像を向け直して、視野又は投影画像を変化又は変更するためのコンバイナ又はビームスプリッタも含むことができる。いくつかのコンバイナは、そこに投影された単色光を反射しながら、他の波長の光を透過させる特別なコーティングを含むことができる。さらなる実施形態では、コンバイナは、投影ユニットからの画像の焦点を再び合わせるために湾曲している場合もある。任意の例示的なＨＵＤシステムは、投影ユニットと、適用可能な車両システムとの間のインタフェースを提供する処理システムも含むことができ、そこからデータを受信、操作、監視及び／又は表示することができる。いくつかの処理システムは、投影ユニットにより表示される像及び記号を生成するためにも使用することができる。

【００７１】

こうしたＨＵＤシステムを使用して、ＨＵＤシステムからの画像をガラス系ミラー基板の内側に面する表面上に投影することにより、情報（例えば、数字、画像、方向、言葉又はその他）の表示を作成することができる。その後、ミラーは、運転者の視野に入るように画像を向け直すことができる。

【００７２】

したがって、いくつかの実施形態による例示的なガラス基板は、ミラーのための薄い無垢な表面を提供することができる。いくつかの実施形態では、溶融延伸されたＧｏｒｉｌｌａ　Ｇｌａｓｓをガラス基板として使用することができる。こうしたガラスは、フロートプロセスによって製造された従来のガラス（例えば、ソーダ石灰ガラス）に特有のいかなるフロート線も含まない。

【００７３】

本開示の実施形態によるＨＵＤは、本明細書に記載した例示的なガラス基板を利用して、自動車、航空機、合成視野システム及び／又はマスクディスプレイ（例えば、ゴーグル

、マスク、ヘルメット等のヘッドマウントディスプレイ）において採用することができる。こうしたＨＵＤシステムは、ガラス積層構造体を通して運転者の正面に重大な情報（速度、燃料、温度、方向指示、ナビゲーション、警告メッセージ等）を投影することができる。

【００７４】

いくつかの実施形態によれば、本明細書に記載したＨＵＤシステムは、曲率半径、屈折率及び入射角に対する公称ＨＵＤシステムパラメータ（例えば、曲率半径R_c＝８３０１ｍｍ、供給源までの距離R_i＝１０００ｍｍ、屈折率ｎ＝１．５２及び入射角θ＝６２．０８°）を使用することができる。

【００７５】

本開示の態様１は、ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）のための曲面ミラーを成形する方法であって、第１の大面積面と、第１の大面積面と対向する第２の大面積面と、第１の大面積面及び第２の大面積面を接続する小面積面とを含むミラープリフォームを提供するステップであって、ミラープリフォームは、中心部分と中心部分を包囲する周縁部分とを有する、ステップと、第２の大面積面に面する凹面を有する型上に且つ小面積面の少なくとも一部を包囲するハウジング内にミラープリフォームを配置するステップであって、空間は、凹面と第２の大面積面との間に画定され、空間の外周部は、ハウジングによって境界が定められ、型は、周縁部分の下の凹面の周縁部に沿って溝型真空ラインを含む、ステップと、凹面にミラープリフォームを沿わせるために溝型真空ラインを介して空間に真空圧を提供するステップとを含む方法に関する。

【００７６】

本開示の態様２は、ハウジング内にミラープリフォームを配置するステップが、最初に型上にミラープリフォームを配置し、且つその後、型の上に且つミラープリフォームの周囲にハウジングを位置決めするステップを含む、態様１の方法に関する。

【００７７】

本開示の態様３は、小面積面が、第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面と、第１の横方向側面及び第２の横方向側面とを含み、ハウジングが、ミラープリフォームの第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面と密に沿う第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面を含み、且つミラープリフォームの第１の横方向側面及び第２の横方向側面と密に沿う第１の横方向側面及び第２の横方向側面も含む、態様１又は態様２の方法に関する。

【００７８】

本開示の態様４は、ミラープリフォームの中心部分が、ＨＵＤのユーザによって見られる画像を反射するように構成された曲面ミラーの有効領域を含む、態様１～３のいずれかの方法に関する。

【００７９】

本開示の態様５は、ミラープリフォームの中心部分が反射面を含む、態様１～４のいずれかの方法に関する。

【００８０】

本開示の態様６は、凹面が非球面である、態様１～５のいずれかの方法に関する。

【００８１】

本開示の態様７は、凹面に沿わせる前にミラープリフォームが２次元状態にあるとき、小面積面とハウジングとの間で測定される距離ａが０ｍｍより大きく且つ２ｍｍより小さい、態様１～６のいずれかの方法に関する。

【００８２】

本開示の態様８は、小面積面の正面が、沿わせる前の第１の位置から、沿わせた後の第２の位置まで、ハウジングから離れる方向に移動し、正面が、第１の位置から第２の位置まで距離ｂだけ移動する、態様１～７のいずれかの方法に関する。

【００８３】

本開示の態様９は、ミラープリフォームが、凹面に沿わされると、溝型真空ラインの外側に、少なくとも約０．５ｍｍである距離ｃだけ延在する、態様１～８のいずれかの方法

に関する。
【００８４】
本開示の態様１０は、ミラープリフォームが、凹面に沿わされると、溝型真空ラインの外側に、３ｍｍ以下である距離ｃだけ延在する、態様１～９のいずれかの方法に関する。
【００８５】
本開示の態様２２は、溝型真空ラインが、ハウジングから距離ｘにあり、ここで、ｘ＝ａ＋ｂ＋ｃである、態様９又は態様１０の方法に関する。
【００８６】
本開示の態様１２は、溝型真空ラインの幅が１．０ｍｍ以下である、態様１～１１のいずれかの方法に関する。
【００８７】
本開示の態様１３は、溝型真空ラインの幅が０．３ｍｍ以上である、態様１～１２のいずれかの方法に関する。
【００８８】
本開示の態様１４は、溝型真空ラインの深さが、凹面における型の厚さの半分以下である、態様１～１３のいずれかの方法に関する。
【００８９】
本開示の態様１５は、曲面ミラーの有効領域にいかなる真空吸引アーチファクトも残すことなく曲面ミラーを成形するステップをさらに含む、態様１～１４のいずれかの方法に関する。
【００９０】
本開示の態様１６は、ミラープリフォームを沿わせた後、第１の大面積面に反射面を提供するステップをさらに含む、態様１～１５のいずれかの方法に関する。
【００９１】
本開示の態様１７は、曲面ミラーであって、態様１～１６のいずれかの方法に従って成形される曲面ミラーに関する。
【００９２】
本開示の態様１８は、ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）の曲面ミラーを成形する成形装置であって、ミラープリフォームを非球面ミラーに造形するために非球面形状を有する湾曲面を含む下型と、湾曲面の周縁部分に配置された溝型真空ラインであって、湾曲面とミラープリフォームとの間の領域空間に真空圧を供給するように構成されている溝型真空ラインと、造形中、ミラープリフォームを包囲するように型の上に配置されるハウジングであって、ミラープリフォームが下型上に配置されると、湾曲面から少なくともミラープリフォームの高さまで延在する実質的に垂直な面を含み、垂直面は、空間の周縁部を包囲する、ハウジングとを含み、ハウジングは、下型上に配置されると、ミラープリフォームを包囲し、且つ溝型真空ラインを包囲するようなサイズであり、溝型真空ラインは、ミラープリフォームの周縁部分の下方に配置される、成形装置に関する。
【００９３】
本開示の態様１９は、溝型真空ラインに真空を供給するように構成された圧力調節システムをさらに含む、態様１８の成形装置に関する。
【００９４】
本開示の態様２０は、ミラープリフォームが湾曲面に沿うように造形されると、実質的に垂直な面から溝型真空ラインまでの距離が、実質的に垂直な面からミラープリフォームまでの距離より大きい、態様１８又は態様１９の成形装置に関する。
【００９５】
本開示の態様２１は、ミラープリフォームが、湾曲面に沿わされると、溝型真空ラインの外側に、少なくとも約０．５ｍｍの距離ｃだけ延在する、態様１８～２０のいずれかの成形装置に関する。
【００９６】
本開示の態様２２は、ミラープリフォームが、湾曲面に沿わされると、溝型真空ライン

の外側に、３ｍｍ以下の距離ｃだけ延在する、態様１８～２１のいずれかの成形装置に関する。

【００９７】

本開示の態様２３は、ミラープリフォームの縁部とハウジングとの間の距離ａが２ｍｍ以下である、態様１８～２２のいずれかの成形装置に関する。

【００９８】

本開示の態様２４は、ミラープリフォームの縁部とハウジングとの間の距離ａが０ｍｍより大きく且つ２ｍｍより小さい、態様１８～２３のいずれかの成形装置に関する。

【００９９】

本開示の態様２５は、溝型真空ラインの幅が約０．３ｍｍ～１．０ｍｍである、態様１８～２４のいずれかの成形装置に関する。

【０１００】

本開示の態様２６は、溝型ラインの深さが、下型の厚さの半分未満である、態様１８～２５のいずれかの成形装置に関する。

【０１０１】

本開示の態様２７は、ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）システムのための３次元ミラーを成形する方法であって、第１の大面積面と、第１の大面積面と対向する第２の大面積面と、第１の大面積面及び第２の大面積面を接続する小面積面とを有するミラープリフォームであって、小面積面は、互いに対向する第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面と、長手方向側面を接続する第１の横方向側面及び第２の横方向側面とを含む、ミラープリフォームを提供するステップと、凹面を有する型上にミラープリフォームを、第２の大面積面が凹面に面するように配置するステップであって、型は、型の周縁部に沿って凹面に形成された１つ又は複数の開口部を有する、ステップと、型上にハウジングを、ハウジングの実質的に垂直な壁がミラープリフォームの小面積面を包囲するように配置するステップであって、ハウジングは、開口部の少なくとも一部に沿って凹面とハウジングの底部との間に間隙があるように、型の少なくとも１つの側部において開口部の上に張り出す、ステップと、凹面にミラープリフォームを沿わせるように開口部に真空を供給するステップとを含む方法に関する。

【０１０２】

本開示の態様２８は、間隙がミラープリフォームの厚さより小さい、態様２７の方法に関する。

【０１０３】

本開示の態様２９は、ハウジングの長手方向壁が、第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面と凹面との間並びに第１の横方向側面及び第２の横方向側面と凹面との間の空間の一部における真空の漏れを防止する、態様２７又は態様２８の方法に関する。

【０１０４】

本開示の態様３０は、型の凹面が、型の長手方向に延びる、第１の曲率に対する第１の曲率半径と、型の横方向に延びる、第２の曲率に対する第２の曲率半径とを含み、第２の曲率半径が第１の曲率半径より大きい、態様２７～２９のいずれかの方法に関する。

【０１０５】

本開示の態様３１は、凹面が、沿わせるステップ中、ミラープリフォームの第１の長手方向側面と第２の長手方向側面との間の距離がミラープリフォームの第１の横方向側面と第２の横方向側面との間の距離より小さく低減するような形状である、態様２７～３０のいずれかの方法に関する。

【０１０６】

本開示の態様３２は、ハウジングの横方向壁が、第１の横方向側面と凹面との間及び第２の横方向側面と凹面との間の間隙の一部における真空の漏れを防止する、態様２７～３１のいずれかの方法に関する。

【０１０７】

本開示の態様３３は、ハウジングと小面積面との間の隙間が約０．５ｍｍ未満である、

態様２７～３２のいずれかの方法に関する。
【０１０８】
本開示の態様３４は、第１の横方向側面及び第２の横方向側面の少なくとも一方の湾曲形状が単一の曲率半径を含む、態様２７～３３のいずれかの方法に関する。
【０１０９】
本開示の態様３５は、第１の横方向側面及び第２の横方向側面の少なくとも一方の湾曲形状がスプライン曲線を含む、態様２７～３４のいずれかの方法に関する。
【０１１０】
本開示の態様３６は、３次元ミラーが、ＨＵＤシステムのための３次元ミラーが、凹状の形状である第１の大面積面と、第１の大面積面に対向する第２の大面積面と、第１の大面積面及び第２の大面積面を接続する小面積面とを有するように第２の大面積面を沿わせた後に切断されず、小面積面がガラスプリフォームの小面積面に対応する、態様２７～３５のいずれかの方法に関する。
【０１１１】
本開示の態様３７は、第１の大面積面の少なくとも一部が反射面である、態様２７～３６のいずれかの方法に関する。
【０１１２】
本開示の態様３８は、反射面が、第１の大面積面上に配置された金属層を含む、態様３７の方法に関する。
【０１１３】
本開示の態様３９は、金属層がアルミニウムを含む、態様３８の方法に関する。
【０１１４】
本開示の態様４０は、型の凹面に第２の大面積面を沿わせるステップが、ミラープリフォームのガラス転移温度未満の温度で実施される、態様２７～３９のいずれかの方法に関する。
【０１１５】
本開示の態様４１は、温度がミラープリフォームのガラス転移温度より約５℃～３０℃低い、態様４０の方法に関する。
【０１１６】
本開示の態様４２は、温度がミラープリフォームのガラス転移温度より約１０℃～２０℃低い、態様４１の方法に関する。
【０１１７】
本開示の態様４３は、凹面に第２の大面積面を沿わせるステップ後、第１の大面積面上に反射面を形成するステップをさらに含む、態様２７～４２のいずれかの方法に関する。
【０１１８】
本開示の態様４４は、ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）の曲面ミラーを成形する成形装置であって、ミラープリフォームを湾曲形状に造形するための凹面を含む型と、凹面の周縁部に配置された溝型真空ラインであって、凹面とミラープリフォームとの間の領域空間に真空圧を供給するように構成されている溝形真空ラインと、造形中、ミラープリフォームを包囲するように型の上に配置されるハウジングであって、ミラープリフォームが型上に配置されると、凹面から少なくともミラープリフォームの高さまで延在する実質的に垂直な面を含み、垂直面は、空間の周縁部を包囲する、ハウジングとを含み、ハウジングは、開口部の少なくとも一部に沿って凹面とハウジングの底部との間に間隙があるように、型の少なくとも１つの側部において溝型真空ラインの上に張り出す、成形装置に関する。
【０１１９】
本開示の態様４５は、間隙が、ミラープリフォームの厚さより小さいことを特徴とする、態様４４の成形装置に関する。
【０１２０】
本開示の態様４６は、ハウジングの長手方向壁が、第１の長手方向側面及び第２の長手

方向側面と凹面との間並びに第１の横方向側面及び第２の横方向側面と凹面との間の空間の一部における真空の漏れを防止する、態様４４又は態様４５の成形装置に関する。

【０１２１】

本開示の態様４７は、型の凹面が、型の長手方向に延びる、第１の曲率に対する第１の曲率半径と、型の横方向に延びる、第２の曲率に対する第２の曲率半径とを含み、第２の曲率半径が第１の曲率半径より大きい、態様４４～４６のいずれかの成形装置に関する。

【０１２２】

本開示の態様４８は、ハウジングと小面積面との間の隙間が約０．５ｍｍ未満である、態様４４～４７のいずれかの成形装置に関する。

【０１２３】

本記載は、多くの詳細を含み得るが、これらは、それらの範囲の限定として解釈されるべきではなく、むしろ特定の実施形態に特異的であり得る特徴の説明として解釈されるべきである。別個の実施形態に関連してここまで記載したいくつかの特徴は、単一の実施形態における組合せにおいても実施することができる。逆に、単一の実施形態に関連して記載したさまざまな特徴は、複数の実施形態において別個に又は任意の好適な部分的組合せにおいても実施することができる。さらに、特徴は、いくつかの組合せにおいて作用するものとして上述している場合があり、そのようなものとして最初に特許請求することも可能であるが、場合により、特許請求される組合せからの１つ又は複数の特徴をこの組合せから削除することができ、特許請求される組合せは、部分的組合せ又は部分的組合せの変形形態に向けることができる。

【０１２４】

同様に、動作は、図面又は図において特定の順序で示すが、これは、望ましい結果を達成するために、こうした動作が、示されている特定の順序若しくは連続した順序で実施されること又は図示するすべての動作を実施すべきであることを必要とするものとして理解されるべきではない。いくつかの状況において、マルチタスク処理及び並列処理が有利であり得る。

【０１２５】

本明細書において、「約」１つの特定の値から且つ／又は「約」別の特定の値までとして範囲を表現することができる。こうした範囲が表現される場合、例は、１つの特定の値から且つ／又は他の特定の値までを含む。同様に、値が先行詞「約」の使用により近似値として表現されている場合、特定の値は、別の態様を形成することが理解されるであろう。範囲の各々の端点は、他方の端点と関連して及び他方の端点とは無関係の両方で重要であることもさらに理解されるであろう。

【０１２６】

本明細書における記載は、特定の方法で機能するように「構成」又は「適合」されている本開示の構成要素を指すことに留意されたい。この点で、こうした構成要素は、特定の特性を具体化するように又は特定の様式で機能するように「構成」又は「適合」されており、ここで、こうした記載は、意図する使用の記載とは対照的に構造的な記載である。より具体的には、本明細書における構成要素が「構成」又は「適合」されている様式に対する言及は、その構成要素の既存の物理的状態を示し、それ自体、その構成要素の構造的特徴の明確な記載として解釈されるべきである。

【０１２７】

図に例示するさまざまな構成及び実施形態によって示すように、ヘッドアップディスプレイのためのさまざまなガラス系構造体について説明した。

【０１２８】

本開示の好ましい実施形態について説明したが、説明した実施形態は、単なる例示であり、本発明の範囲は、本明細書を熟読することにより当業者に当然のように想到される均等物、多くの変形形態及び変更形態の全範囲が与えられる場合、添付の特許請求の範囲によってのみ定義されるべきであることが理解されるべきである。

【０１２９】

以下、本発明の好ましい実施形態を項分け記載する。

【０１３０】

実施形態１

ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）のための曲面ミラーを成形する方法において、

第１の大面積面と、前記第１の大面積面と対向する第２の大面積面と、前記第１の大面積面及び前記第２の大面積面を接続する小面積面とを含むミラープリフォームを提供するステップであって、前記ミラープリフォームは、中心部分と前記中心部分を包囲する周縁部分とを有する、ステップと、

前記第２の大面積面に面する凹面を有する型上に且つ前記小面積面の少なくとも一部を包囲するハウジング内に前記ミラープリフォームを配置するステップであって、空間は、前記凹面と前記第２の大面積面との間に画定され、前記空間の外周部は、前記ハウジングによって境界が定められ、前記型は、前記周縁部分の下の前記凹面の周縁部に沿って溝型真空ラインを含む、ステップと、

前記凹面に前記ミラープリフォームを沿わせるために前記溝型真空ラインを介して前記空間に真空圧を提供するステップと

を含むことを特徴とする方法。

【０１３１】

実施形態２

前記ハウジング内に前記ミラープリフォームを配置するステップは、最初に前記型上に前記ミラープリフォームを配置し、且つその後、前記型の上に且つ前記ミラープリフォームの周囲に前記ハウジングを位置決めするステップを含むことを特徴とする、実施形態１に記載の方法。

【０１３２】

実施形態３

前記小面積面は、第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面と、第１の横方向側面及び第２の横方向側面とを含み、

前記ハウジングは、前記ミラープリフォームの前記第１の長手方向側面及び前記第２の長手方向側面と密に沿う第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面を含み、且つ前記ミラープリフォームの前記第１の横方向側面及び前記第２の横方向側面と密に沿う第１の横方向側面及び第２の横方向側面も含むことを特徴とする、実施形態１又は２に記載の方法。

【０１３３】

実施形態４

前記ミラープリフォームの前記中心部分は、前記ＨＵＤのユーザによって見られる画像を反射するように構成された前記曲面ミラーの有効領域を含むことを特徴とする、実施形態１～３のいずれか一項に記載の方法。

【０１３４】

実施形態５

前記ミラープリフォームの前記中心部分は、反射面を含むことを特徴とする、実施形態１～４のいずれか一項に記載の方法。

【０１３５】

実施形態６

前記凹面は、非球面であることを特徴とする、実施形態１～５のいずれか一項に記載の方法。

【０１３６】

実施形態７

前記凹面に沿わせる前に前記ミラープリフォームが２次元状態にあるとき、前記小面積面と前記ハウジングとの間で測定される距離ａは、０ｍｍより大きく且つ２ｍｍより小さいことを特徴とする、実施形態１～６のいずれか一項に記載の方法。

【０１３７】

実施形態８

前記小面積面の正面は、沿わせる前の第１の位置から、沿わせた後の第２の位置まで、前記ハウジングから離れる方向に移動し、前記正面は、前記第１の位置から前記第２の位置まで距離ｂだけ移動することを特徴とする、実施形態１～７のいずれか一項に記載の方法。

【０１３８】

実施形態９

前記ミラープリフォームは、前記凹面に沿わされると、前記溝型真空ラインの外側に、少なくとも約０．５ｍｍである距離ｃだけ延在することを特徴とする、実施形態１～８のいずれか一項に記載の方法。

【０１３９】

実施形態１０

前記ミラープリフォームは、前記凹面に沿わされると、前記溝型真空ラインの外側に、３ｍｍ以下である距離ｃだけ延在することを特徴とする、実施形態１～９のいずれか一項に記載の方法。

【０１４０】

実施形態１１

前記溝型真空ラインは、前記ハウジングから距離ｘにあり、ここで、ｘ＝ａ＋ｂ＋ｃであることを特徴とする、実施形態９又は１０に記載の方法。

【０１４１】

実施形態１２

前記溝型真空ラインの幅は、１．０ｍｍ以下であることを特徴とする、実施形態１～１１のいずれか一項に記載の方法。

【０１４２】

実施形態１３

前記溝型真空ラインの幅は、０．３ｍｍ以上であることを特徴とする、実施形態１～１２のいずれか一項に記載の方法。

【０１４３】

実施形態１４

前記溝型真空ラインの深さは、前記凹面における前記型の厚さの半分以下であることを特徴とする、実施形態１～１３のいずれか一項に記載の方法。

【０１４４】

実施形態１５

前記曲面ミラーの前記有効領域にいかなる真空吸引アーチファクトも残すことなく前記曲面ミラーを成形するステップをさらに含むことを特徴とする、実施形態１～１４のいずれか一項に記載の方法。

【０１４５】

実施形態１６

前記ミラープリフォームを沿わせた後、前記第１の大面積面に反射面を提供するステップをさらに含むことを特徴とする、実施形態１～１５のいずれか一項に記載の方法。

【０１４６】

実施形態１７

曲面ミラーにおいて、実施形態１～１６のいずれか一項に記載の方法に従って成形されることを特徴とする曲面ミラー。

【０１４７】

実施形態１８

ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）の曲面ミラーを成形する成形装置において、

ミラープリフォームを非球面ミラーに造形するために非球面形状を有する湾曲面を含む下型と、

前記湾曲面の周縁部分に配置された溝型真空ラインであって、前記湾曲面と前記ミラープリフォームとの間の領域空間に真空圧を供給するように構成されている溝型真空ライン

と、
造形中、前記ミラープリフォームを包囲するように前記型の上に配置されるハウジングであって、前記ミラープリフォームが前記下型上に配置されると、前記湾曲面から少なくとも前記ミラープリフォームの高さまで延在する実質的に垂直な面を含み、前記垂直面は、前記空間の周縁部を包囲する、ハウジングと
を含み、前記ハウジングは、前記下型上に配置されると、前記ミラープリフォームを包囲し、且つ前記溝型真空ラインを包囲するようなサイズであり、前記溝型真空ラインは、前記ミラープリフォームの周縁部分の下方に配置されることを特徴とする成形装置。
【０１４８】
実施形態１９
前記溝型真空ラインに真空を供給するように構成された圧力調節システムをさらに含むことを特徴とする、実施形態１８に記載の成形装置。
【０１４９】
実施形態２０
前記ミラープリフォームが前記湾曲面に沿うように造形されると、前記実質的に垂直な面から前記溝型真空ラインまでの距離は、前記実質的に垂直な面から前記ミラープリフォームまでの距離より大きいことを特徴とする、実施形態１８又は１９に記載の成形装置。
【０１５０】
実施形態２１
前記ミラープリフォームは、前記湾曲面に沿わされると、前記溝型真空ラインの外側に、少なくとも約０．５ｍｍの距離ｃだけ延在することを特徴とする、実施形態１８～２０のいずれか一項に記載の成形装置。
【０１５１】
実施形態２２
前記ミラープリフォームは、前記湾曲面に沿わされると、前記溝型真空ラインの外側に、３ｍｍ以下の距離ｃだけ延在することを特徴とする、実施形態１８～２１のいずれか一項に記載の成形装置。
【０１５２】
実施形態２３
前記ミラープリフォームの縁部と前記ハウジングとの間の距離ａは、２ｍｍ以下であることを特徴とする、実施形態１８～２２のいずれか一項に記載の成形装置。
【０１５３】
実施形態２４
前記ミラープリフォームの縁部と前記ハウジングとの間の距離ａは、０ｍｍより大きく且つ２ｍｍより小さいことを特徴とする、実施形態１８～２３のいずれか一項に記載の成形装置。
【０１５４】
実施形態２５
前記溝型真空ラインの幅は、約０．３ｍｍ～１．０ｍｍであることを特徴とする、実施形態１８～２４のいずれか一項に記載の成形装置。
【０１５５】
実施形態２６
前記溝型ラインの深さは、前記下型の厚さの半分未満であることを特徴とする、実施形態１８～２５のいずれか一項に記載の成形装置。
【０１５６】
実施形態２７
ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）システムのための３次元ミラーを成形する方法において、
第１の大面積面と、前記第１の大面積面と対向する第２の大面積面と、前記第１の大面積面及び前記第２の大面積面を接続する小面積面とを有するミラープリフォームであって

、前記小面積面は、互いに対向する第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面と、前記長手方向側面を接続する第１の横方向側面及び第２の横方向側面とを含む、ミラープリフォームを提供するステップと、
凹面を有する型上に前記ミラープリフォームを、前記第２の大面積面が前記凹面に面するように配置するステップであって、前記型は、前記型の周縁部に沿って前記凹面に形成された１つ又は複数の開口部を有する、ステップと、
前記型上にハウジングを、ハウジングの実質的に垂直な壁が前記ミラープリフォームの前記小面積面を包囲するように配置するステップであって、前記ハウジングは、前記開口部の少なくとも一部に沿って前記凹面と前記ハウジングの底部との間に間隙があるように、前記型の少なくとも１つの側部において前記開口部の上に張り出す、ステップと、
前記凹面に前記ミラープリフォームを沿わせるように前記開口部に真空を供給するステップと
を含むことを特徴とする方法。
【０１５７】
実施形態２８
前記間隙は、前記ミラープリフォームの厚さより小さいことを特徴とする、実施形態２７に記載の方法。
【０１５８】
実施形態２９
前記ハウジングの長手方向壁は、前記第１の長手方向側面及び前記第２の長手方向側面と前記凹面との間並びに前記第１の横方向側面及び前記第２の横方向側面と前記凹面との間の空間の一部における前記真空の漏れを防止することを特徴とする、実施形態２７又は２８に記載の方法。
【０１５９】
実施形態３０
前記型の前記凹面は、前記型の長手方向に延びる、第１の曲率に対する第１の曲率半径と、前記型の横方向に延びる、第２の曲率に対する第２の曲率半径とを含み、前記第２の曲率半径は、前記第１の曲率半径より大きいことを特徴とする、実施形態２７～２９のいずれか一項に記載の方法。
【０１６０】
実施形態３１
前記凹面は、沿わせるステップ中、前記ミラープリフォームの前記第１の長手方向側面と前記第２の長手方向側面との間の距離が前記ミラープリフォームの前記第１の横方向側面と前記第２の横方向側面との間の距離より小さく低減するような形状であることを特徴とする、実施形態２７～３０のいずれか一項に記載の方法。
【０１６１】
実施形態３２
前記ハウジングの横方向壁は、前記第１の横方向側面と前記凹面との間及び前記第２の横方向側面と前記凹面との間の前記間隙の一部における前記真空の漏れを防止することを特徴とする、実施形態２７～３１のいずれか一項に記載の方法。
【０１６２】
実施形態３３
前記ハウジングと前記小面積面との間の隙間は、約０．５ｍｍ未満であることを特徴とする、実施形態２７～３２のいずれか一項に記載の方法。
【０１６３】
実施形態３４
前記第１の横方向側面及び前記第２の横方向側面の少なくとも一方の前記湾曲形状は、単一の曲率半径を含むことを特徴とする、実施形態２７～３３のいずれか一項に記載の方法。
【０１６４】

実施形態３５
前記第１の横方向側面及び前記第２の横方向側面の少なくとも一方の前記湾曲形状は、スプライン曲線を含むことを特徴とする、実施形態２７～３４のいずれか一項に記載の方法。
【０１６５】
実施形態３６
前記３次元ミラーは、前記ＨＵＤシステムのための前記３次元ミラーが、凹状の形状である第１の大面積面と、前記第１の大面積面に対向する第２の大面積面と、前記第１の大面積面及び前記第２の大面積面を接続する小面積面とを有するように前記第２の大面積面を沿わせた後に切断されず、前記小面積面は、前記ガラスプリフォームの前記小面積面に対応することを特徴とする、実施形態２７～３５のいずれか一項に記載の方法。
【０１６６】
実施形態３７
前記第１の大面積面の少なくとも一部は、反射面であることを特徴とする、実施形態２７～３６のいずれか一項に記載の方法。
【０１６７】
実施形態３８
前記反射面は、前記第１の大面積面上に配置された金属層を含むことを特徴とする、実施形態３７に記載の方法。
【０１６８】
実施形態３９
前記金属層は、アルミニウムを含むことを特徴とする、実施形態３８に記載の方法。
【０１６９】
実施形態４０
前記型の前記凹面に前記第２の大面積面を沿わせる前記ステップは、前記ミラープリフォームのガラス転移温度未満の温度で実施されることを特徴とする、実施形態２７～３９のいずれか一項に記載の方法。
【０１７０】
実施形態４１
前記温度は、前記ミラープリフォームの前記ガラス転移温度より約５℃～３０℃低いことを特徴とする、実施形態４０に記載の方法。
【０１７１】
実施形態４２
前記温度は、前記ミラープリフォームの前記ガラス転移温度より約１０℃～２０℃低いことを特徴とする、実施形態４１に記載の方法。
【０１７２】
実施形態４３
前記凹面に前記第２の大面積面を沿わせる前記ステップ後、前記第１の大面積面上に反射面を形成するステップをさらに含むことを特徴とする、実施形態２７～４２のいずれか一項に記載の方法。
【０１７３】
実施形態４４
ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）の曲面ミラーを成形する成形装置において、
ミラープリフォームを湾曲形状に造形するための凹面を含む型と、
前記凹面の周縁部に配置された溝型真空ラインであって、前記凹面と前記ミラープリフォームとの間の領域空間に真空圧を供給するように構成されている溝形真空ラインと、
造形中、前記ミラープリフォームを包囲するように前記型の上に配置されるハウジングであって、前記ミラープリフォームが前記型上に配置されると、前記凹面から少なくとも前記ミラープリフォームの高さまで延在する実質的に垂直な面を含み、前記垂直面は、前記空間の周縁部を包囲する、ハウジングと

を含み、前記ハウジングは、開口部の少なくとも一部に沿って前記凹面と前記ハウジングの底部との間に間隙があるように、前記型の少なくとも１つの側部において前記溝型真空ラインの上に張り出すことを特徴とする成形装置。

【０１７４】

実施形態４５

前記間隙は、前記ミラープリフォームの厚さより小さいことを特徴とする、実施形態４４に記載の成形装置。

【０１７５】

実施形態４６

前記ハウジングの長手方向壁は、第１の長手方向側面及び第２の長手方向側面と前記凹面との間並びに第１の横方向側面及び第２の横方向側面と前記凹面との間の空間の一部における真空の漏れを防止することを特徴とする、実施形態４４又は４５に記載の成形装置。

【０１７６】

実施形態４７

前記型の前記凹面は、前記型の長手方向に延びる、第１の曲率に対する第１の曲率半径と、前記型の横方向に延びる、第２の曲率に対する第２の曲率半径とを含み、前記第２の曲率半径は、前記第１の曲率半径より大きいことを特徴とする、実施形態４４～４６のいずれか一項に記載の成形装置。

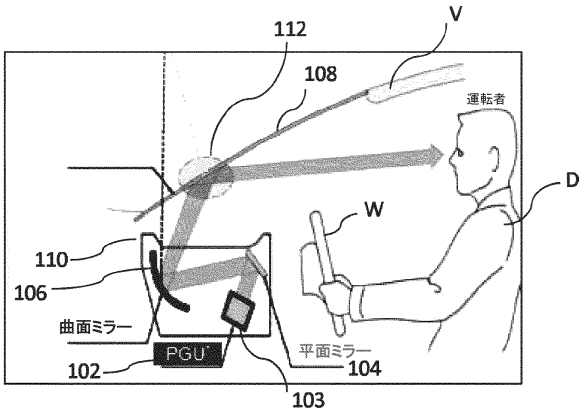
【０１７７】

実施形態４８

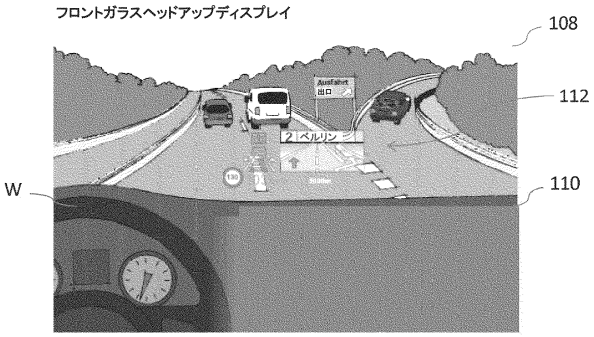
前記ハウジングと小面積面との間の隙間は、約０．５ｍｍ未満であることを特徴とする、実施形態４４～４７のいずれか一項に記載の成形装置。

【図面】

【図１】

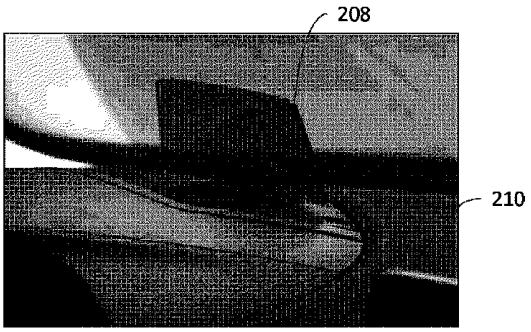


【図２】

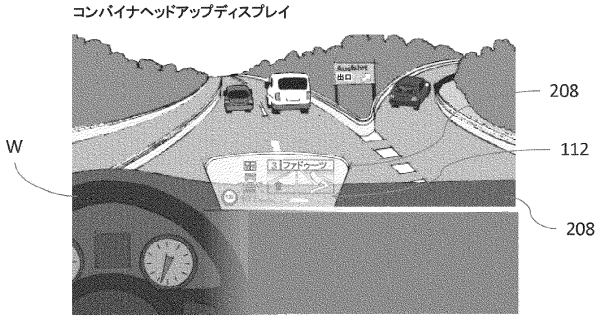


【図３】

[Fig. 3]

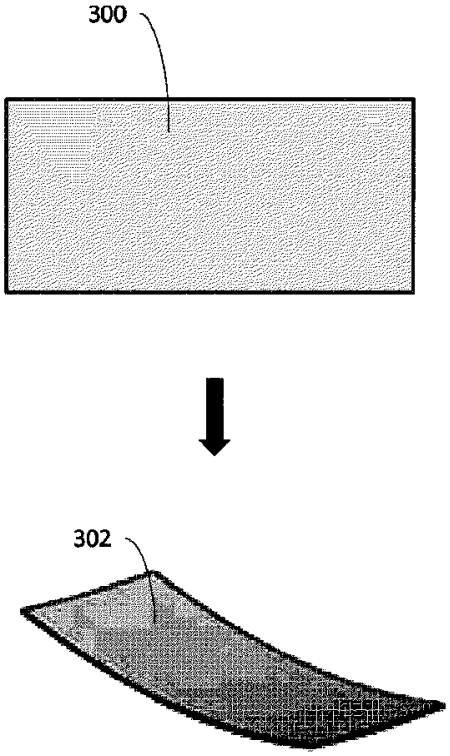


【図４】



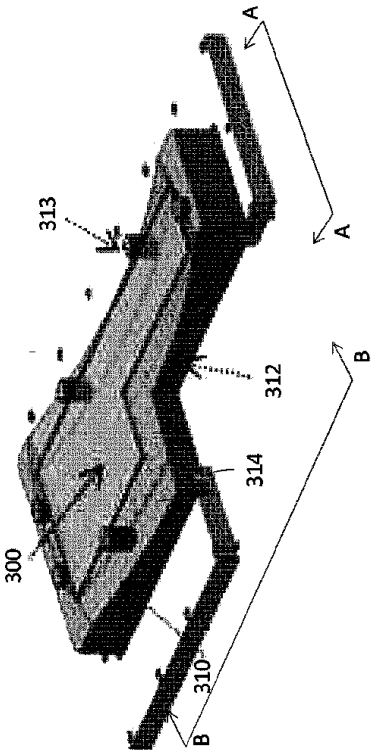
【図５】

[Fig. 5]



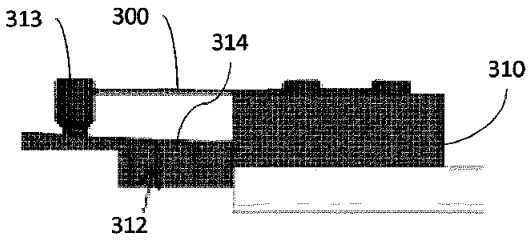
【図６】

[Fig. 6]



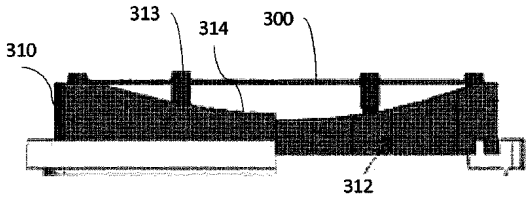
【図７】

[Fig. 7]

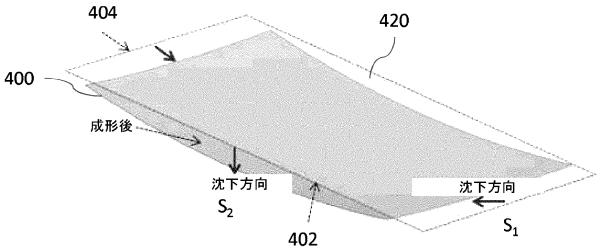


【図８】

[Fig. 8]

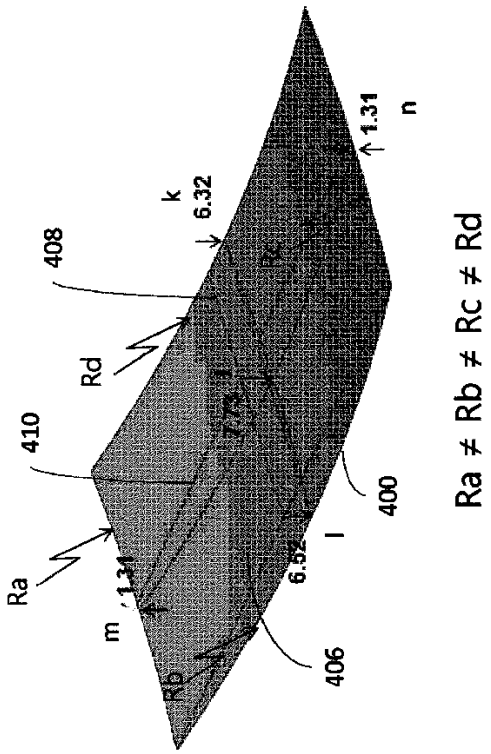


【図９】

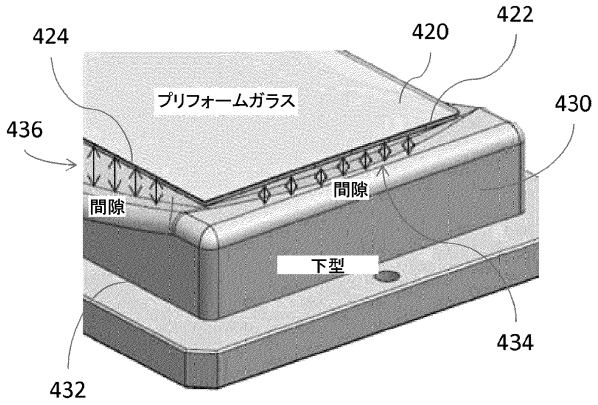


【図１０】

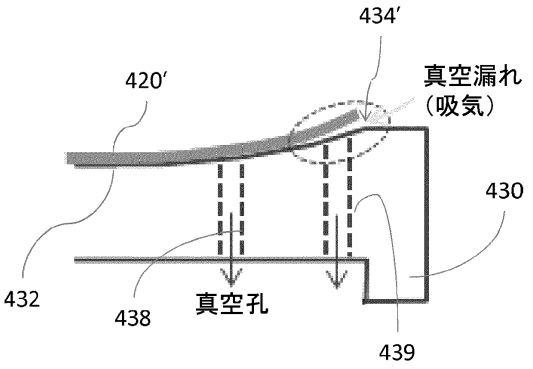
[Fig. 10]



【図１１】

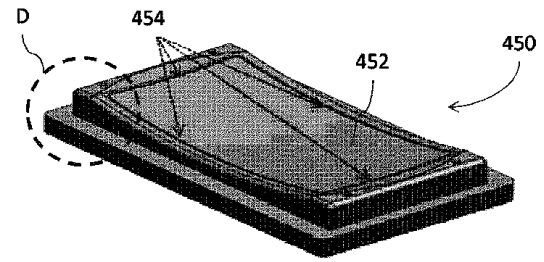


【図１２】



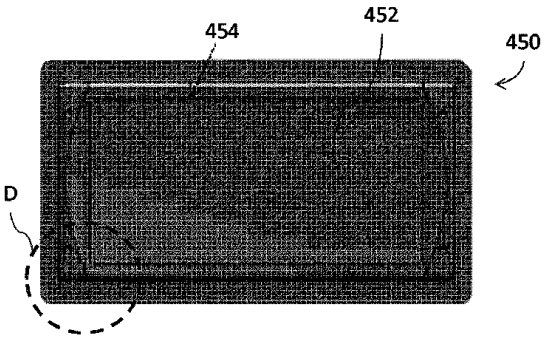
【図１３ａ】

[Fig. 13a]

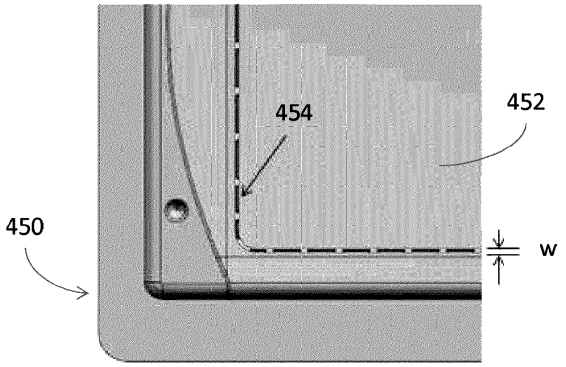


【図１３ｂ】

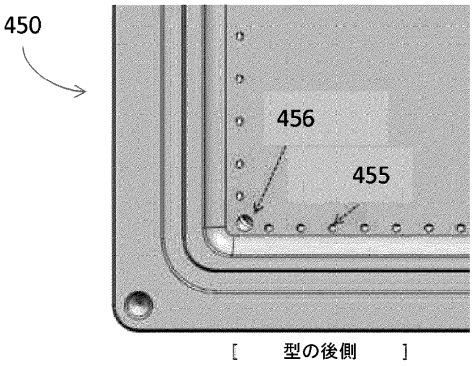
[Fig. 13b]



【図１４Ａ】

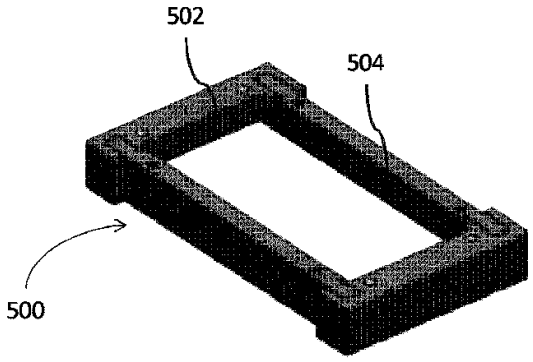


【図１４Ｂ】



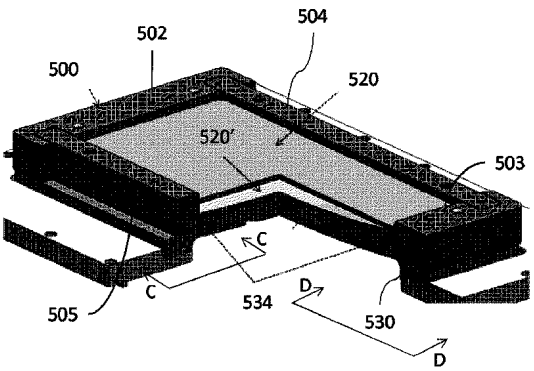
【図１５ａ】

[Fig. 15a]



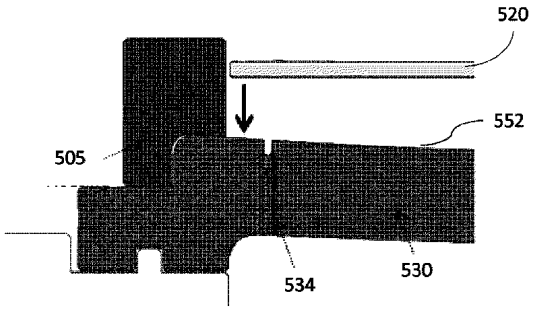
【図１５ｂ】

[Fig. 15b]

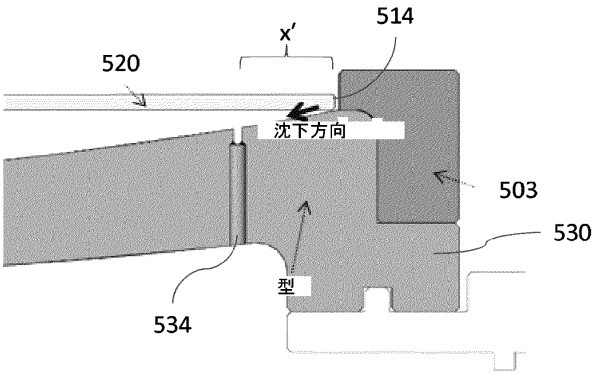


【図１６Ａ】

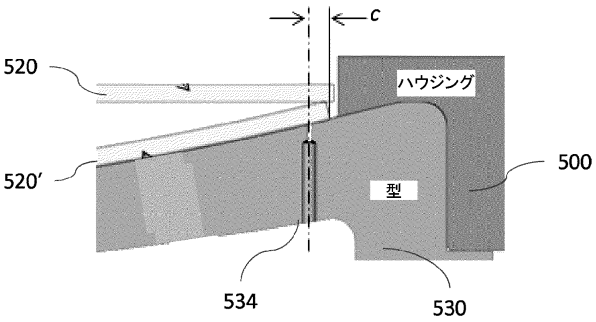
[Fig. 16a]



【図１６Ｂ】

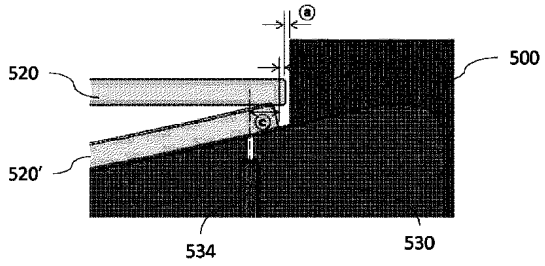


【図１７Ａ】

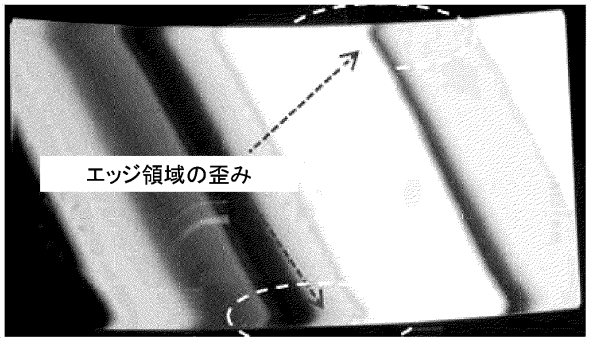


【図１７Ｂ】

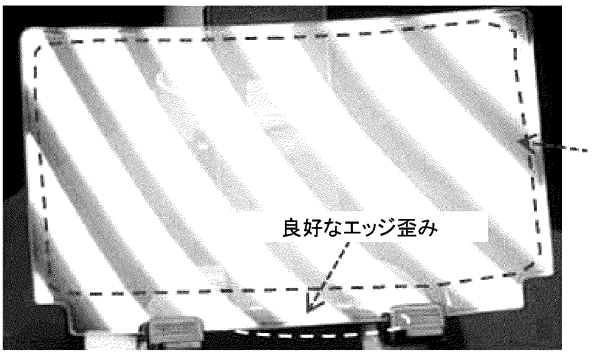
[Fig. 17b]



【図１８Ａ】

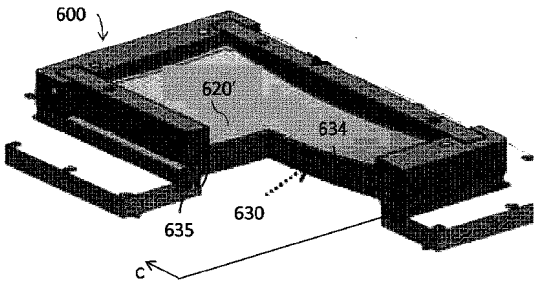


【図１８Ｂ】

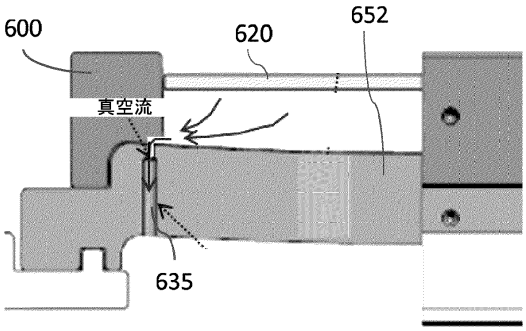


【図１９Ａ】

[Fig. 19a]

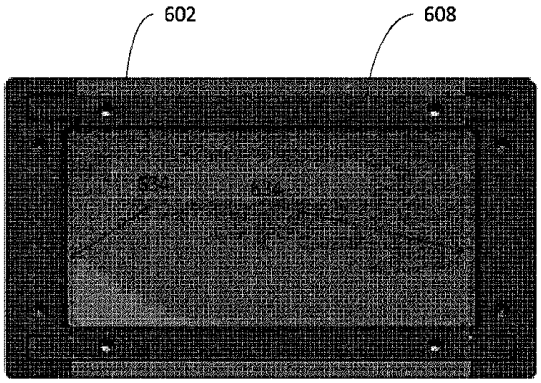


【図１９Ｂ】



【図２０】

[Fig. 20]



フロントページの続き

(72)発明者　ホン，ソンファ
大韓民国　３１４５４　チュンチョンナムード　アサンーシ　タンジョンーミョン　タンジョンーロ　２１２
(72)発明者　チ，ホンクン
大韓民国　３１４５４　チュンチョンナムード　アサンーシ　タンジョンーミョン　タンジョンーロ　２１２
(72)発明者　キム，ジョンファ
大韓民国　３１１５６　チュンチョンナムード　チョナンーシ　ソブクーグ　ブルダン　２３ーロ　１０
(72)発明者　イ，インス
大韓民国　３１０９７　チュンチョンナムード　チョナンーシ　ソブクーグ　ハンドゥル　３ーロ　３５ー２３

審査官　山本　吾一

(56)参考文献　国際公開第２０１６／２０８９６７（WO，Ａ１）
韓国公開特許第１０－２０１４－０１１１４０３（ＫＲ，Ａ）
特開２０１６－０３７４４６（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２１８６３０（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１３／００８１４２８（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０３Ｂ　２３／００
Ｂ６０Ｋ　３５／００
Ｇ０２Ｂ　５／００
Ｂ２９Ｃ