



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 116 638.1**

(22) Anmeldetag: **28.06.2021**

(43) Offenlegungstag: **29.12.2022**

(51) Int Cl.: **B23K 26/02 (2014.01)**

B23K 26/03 (2006.01)

B23K 26/36 (2014.01)

B23K 26/035 (2014.01)

F21S 41/255 (2018.01)

(71) Anmelder:
Datronik Laser & Automation Solutions GmbH & Co. KG, 49479 Ibbenbüren, DE; HELLA GmbH & Co. KGaA, 59557 Lippstadt, DE

(74) Vertreter:
Walther Bayer Faber Patentanwälte PartGmbH, 34130 Kassel, DE

(72) Erfinder:
Fischer, Bernd, 33184 Altenbeken, DE; Tälkers, Ludger, 49835 Wietmarschen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	43 20 341	A1
DE	10 2017 107 935	A1
DE	10 2017 121 454	A1
US	2020 / 0 003 389	A1
EP	2 142 338	B1

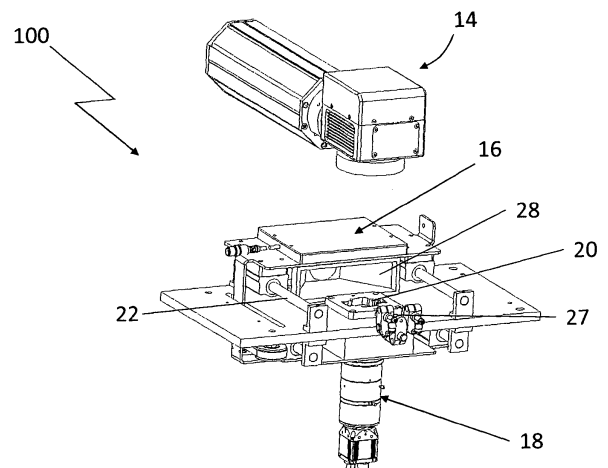
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Bearbeitung eines optischen Bauteils für eine Beleuchtungseinrichtung eines Fahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung eines optischen Bauteils (1) für eine Beleuchtungseinrichtung eines Fahrzeugs und eine Bearbeitungsvorrichtung (100) hierzu, wobei das optische Bauteil eine Lichtdurchtrittsoberfläche (10) aufweist, auf der wenigstens bereichsweise eine lichtundurchlässige Beschichtung (11) aufgebracht ist, wobei die lichtundurchlässige Beschichtung (11) mittels eines Laserabtragens bereichsweise von der Lichtdurchtrittsoberfläche (10) abgetragen wird, sodass wenigstens ein Lichtdurchtrittsfenster (12) gebildet wird, wobei das Verfahren wenigstens die folgenden Schritte aufweist:

- Bereitstellen des optischen Bauteils (1) mit wenigstens zwei Bauteilkennfeldern (13),
- Bereitstellen einer Lichtquelle (16) und Durchleuchten wenigstens eines Teilbereiches (15) der Bauteilkennfelder (13) mittels der Lichtquelle (16),
- Erfassen einer Referenzposition (17) im Teilbereich (15) der Bauteilkennfelder (13), indem mittels eines Detektors (18) das Licht (19), das von der Lichtquelle (16) erzeugt und durch den Teilbereich (15) der Bauteilkennfelder (13) hindurchtritt, aufgenommen wird,
- Berechnen der Position der Lichtdurchtrittsfenster (12) auf der Lichtdurchtrittsoberfläche (10) relativ zu den Referenzpositionen (17) und
- Abtrag der lichtundurchlässigen Beschichtung (11) mittels einer Laserstrahlquelle (14) zur Bildung der Lichtdurchtrittsfenster (12).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung eines optischen Bauteils für eine Beleuchtungseinrichtung eines Fahrzeugs, wobei das optische Bauteil eine Lichtdurchtrittsfläche aufweist, auf der wenigstens bereichsweise eine lichtundurchlässige Beschichtung aufgebracht ist, wobei die lichtundurchlässige Beschichtung mittels eines Laserabtrages bereichsweise von der Lichtdurchtrittsfläche abgetragen wird, sodass wenigstens ein Lichtdurchtrittsfenster gebildet wird.

STAND DER TECHNIK

[0002] Optische Bauteile finden in Beleuchtungseinrichtungen von Fahrzeugen Anwendung, beispielsweise sind Ganzglaskörper bekannt, die in Anordnung vor Halbleiterleuchtmitteln eine Kollimationsoptik bilden, sodass das Lichtbild der Halbleiterleuchtmittel auf dem Vorfeld des Fahrzeugs abgebildet werden kann. Um eine Hell-Dunkel-Grenze für das Abblendlicht zu erzeugen, muss im Strahlengang zwischen dem Leuchtmittel und dem Vorfeld des Fahrzeugs eine Blende eingebracht werden, sodass die Blendkante der Blende als Hell-Dunkel-Grenze im Vorfeld des Fahrzeugs abgebildet werden kann.

[0003] Da moderne Scheinwerfer Lichtmodule aufweisen, die auf kleinstem Bauraum eingesetzt werden müssen, wirken sich Toleranzabweichungen, beispielsweise der Lichtkante zur Bildung der Hell-Dunkel-Grenze relativ zur Lichtquelle sehr viel deutlicher auf die Lichtverteilung vor dem Fahrzeug aus, sodass die Toleranzanforderungen mit baulich kleiner werdenden Lichtmodulen stetig ansteigen. Somit ist es auch eine Herausforderung, eine Kollimationsoptik als optisches Bauteil so auszuführen, dass das Licht der Lichtquellen, welches in das optische Bauteil eingestrahlt wird, mit den erforderlichen Toleranzen auf das Vorfeld des Fahrzeugs abgebildet werden kann. Dabei spielt die Hell-Dunkel-Grenze eine besondere Rolle, da eine Anordnung der Kollimationsoptik und der zugehörigen Blendkante bei falschen Toleranzen unter anderem zu einem Blenden des Gegenverkehrs führen kann. Neuere Bauformen nutzen lichtundurchlässige Beschichtungen auf einer lichtaktiven Oberfläche des optischen Bauteils, die mit Laserstrahlung bereichsweise so abgetragen wird, dass die erforderliche Blendkante in der Beschichtung erzeugt wird.

[0004] Aus der DE 10 2018 107 213 ist beschrieben, dass eine Justageblende als Zusatzelement in den Strahlengang eingebracht wird, wobei die Justageblende Blendkanten aufweist, die so einjustiert werden, dass diese mit wenigstens einer Längskante der Lichtquellen und insbesondere der lichtabstrahlenden Fläche zusammenfällt. Dabei muss jedoch als

zusätzliches Bauteil die Justageblende bereitgestellt und entsprechend justiert werden, was zu zusätzlichen Kosten aufgrund des erhöhten Justageaufwands führt.

[0005] Grundsätzlich ist es bekannt, in das Vorfeld abzubildende Projektionen auf optische Bauteile abzubilden, wie beispielsweise beschrieben in der WO 2020/064086 A1. Darüber hinaus ist bekannt, Verfahren zur Bearbeitung von optischen Bauteilen auszuführen, bei dem Laserstrahlung dazu verwendet wird, Oberflächenbeschichtungen partiell abzutragen. So können Blendenstrukturen auf der Oberfläche des optischen Bauteils erzeugt werden, die beispielsweise auf das Vorfeld vor dem Fahrzeug abgebildet werden können. Beispielsweise offenbart die EP 2 259 893 B1 ein Verfahren zur Laserbearbeitung eines Substrates, wobei das Substrat auch ein optisches Bauteil für die Beleuchtungseinrichtung eines Fahrzeugs sein kann.

[0006] Die DE 10 2010 031 192 A1 beschreibt die Bereitstellung eines Lichtmoduls für die Beleuchtungseinrichtung eines Fahrzeugs aufweisend ein optisches Bauteil, wobei das optische Bauteil eine Lichtdurchtrittsfläche aufweist, auf der wenigstens bereichsweise eine lichtundurchlässige Beschichtung aufgebracht ist, wobei die lichtundurchlässige Beschichtung mittels eines Laserabtrages partiell von der Lichtdurchtrittsfläche abgetragen wird, sodass Lichtdurchtrittsfenster in Form von Durchgangsschlitzen gebildet werden.

[0007] Von besonderer Bedeutung ist dabei die Position und Lage der Lichtdurchtrittsfenster, die unmittelbar auf das Vorfeld des Fahrzeugs abgebildet werden. Kleinste Abweichungen der Position und Lage der Lichtdurchtrittsfenster führen bereits zu erheblichen Toleranzen im Vorfeld des Fahrzeugs sodass es grundsätzlich problematisch ist, eine hochgenaue Lage der Lichtdurchtrittsfenster insbesondere durch Laserablation zu erzeugen. Die Laserablation selbst kann sehr genau durchgeführt werden, jedoch fehlt es grundsätzlich an einer Referenzierung, die relativ zu den lichtaktiven Bereichen des optischen Bauteils und relativ zur Lage der Leuchtmittel, die im späteren Einsatz das optische Bauteil durchleuchten, Bezug nimmt.

[0008] Optische Bauteile der hier interessierenden Art werden unter anderem als Ganzglaskörper hergestellt, wobei es nicht unüblich ist, den aus Glas bestehenden Presskörper über Außenkanten an eine Vorrichtung zur Anlage zu bringen, um schließlich die Lichtdurchtrittsfenster durch Laserablation herzustellen. Nachteilhafterweise weisen aufgrund von Schwindungsprozessen bei der Erhaltung der Glaskörper insbesondere die Außenbereiche größere Toleranzen auf, sodass Lichtdurchtrittsfenster, die in der lichtundurchlässigen Beschichtung auf

einer Oberfläche des Bauteils zumindest in der Mitte des optischen Bauteils durch Laserabtrag erzeugt werden, zu den optisch aktiven Bereichen des optischen Bauteils nicht hinreichend genau positioniert sind, wenn die Außenbereiche, beispielsweise die Seitenkanten des optischen Bauteils, zur Referenzierung genutzt werden.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0009] Aufgabe der Erfindung ist die Verbesserung eines Verfahrens zur Bearbeitung eines optischen Bauteils für eine Beleuchtungseinrichtung eines Fahrzeugs, wobei die Verbesserung insbesondere in einer geringeren Toleranz der Abweichungen von der Lage und der Position der Lichtdurchtrittsfenster relativ zu den optisch aktiven Oberflächen des optischen Bauteils liegt.

[0010] Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ausgehend von einer Bearbeitungsvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 9 mit den jeweils kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Vorteilhaftige Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0011] Die Erfindung schlägt in Bezug auf das Verfahren wenigstens die folgenden Schritte vor: Bereitstellen des optischen Bauteils mit wenigstens zwei Bauteilkennfeldern, Bereitstellen einer Lichtquelle und Durchleuchten wenigstens eines Teilbereiches der Bauteilkennfelder mittels der Lichtquelle, Erfassen einer Referenzposition im Teilbereich der Bauteilkennfelder, indem mittels eines Detektors das Licht, das von der Lichtquelle erzeugt und durch den Teilbereich der Bauteilkennfelder hindurchtritt, aufgenommen wird, Berechnen der Position der Lichtdurchtrittsfenster auf der Lichtdurchtrittsfläche relativ zu den Referenzpositionen und Abtrag der lichtundurchlässigen Beschichtung mittels einer Laserstrahlquelle zur Bildung der Lichtdurchtrittsfenster.

[0012] Kerngedanke der Erfindung ist die Referenzierung der Lage und Position der Lichtdurchtrittsfenster anhand der Bauteilkennfelder, die typischerweise in einem optischen Bauteil, insbesondere aus einem Ganzglaskörper vorhanden sind. Erfahrungen haben gezeigt, dass die Bauteilkennfelder in ihrer Position relativ zu den optisch aktiven Bereichen des optischen Bauteils deutlich geringere Toleranzabweichungen aufweisen, als beispielsweise Außenflächen des optischen Bauteils.

[0013] Daraus resultiert der Erfindungsgedanke, die Bauteilkennfelder, die üblicherweise Zahlen und Buchstaben zur Kennung des optischen Bauteils und zur Rückverfolgung von Herstelldatum und Charge ermöglichen, dafür zu nutzen, die Position

und Lage der Lichtdurchtrittsfenster relativ zum gesamten optischen Bauteil zu referenzieren. Die Bauteilkennfelder liegen zumeist nicht randseitig an den optischen Bauteilen, sondern befinden sich nahe an den optisch aktiven Bereichen, beispielsweise, wenn das optische Bauteil eine Kollimationsoptik bildet und optisch aktive Bereiche in Form von Plan-Konvexlinsen, von Kalotten und sonstigen gekrümmten Oberflächen aufweist. Messungen haben gezeigt, dass die Bauteilkennfelder zu den optisch aktiven Bereichen des optischen Bauteils sehr hohe Maßgenauigkeiten aufweisen, die bis zu fünfmal genauer sind als Randbereiche des optischen Bauteils, die zur Referenzierung genutzt werden könnten.

[0014] Das Verfahren weist insbesondere den weiteren Schritt auf, bei dem die lichtundurchlässige Beschichtung vor dem Durchleuchten des Teilbereiches der Bauteilkennfelder mit der Lichtquelle mittels der Laserstrahlquelle im Teilbereich der Bauteilkennfelder abgetragen wird. Dabei ist es auch denkbar, dass die ursprünglich aufgebrachte lichtundurchlässige Beschichtung bereits initial nicht in den Bereichen der beiden Bauteilkennfelder aufgetragen wurde, jedoch wird bevorzugt das optische Bauteil mit der Lichtdurchtrittsfläche bereitgestellt, die im Wesentlichen vollständig mit der lichtundurchlässigen Beschichtung versehen ist. Insofern ist der weitere vorgelagerte Verfahrensschritt notwendig, die lichtundurchlässige Beschichtung zumindest in den Teilbereichen der Bauteilkennfelder zu entfernen, die mit dem nächsten Verfahrensschritt der Lichtquelle durchleuchtet werden sollen, sodass der Detektor in Verbindung mit einer nachgelagerten Steuereinrichtung aus jedem der beiden Bauteilkennfelder eine Referenzposition ermitteln kann.

[0015] Das optische Bauteil kann auch nur ein Bauteilkennfeld aufweisen, wobei erst mit zwei Bauteilkennfeldern die Lage und die Position des optischen Bauteils, also beispielsweise einer Kollimationsoptik aus einem Glaskörper, vollständig bestimmt werden kann. Jedoch ist es im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, auch mehr als zwei Bauteilkennfelder für die Referenzierung der Lichtdurchtrittsfenster zu nutzen.

[0016] Selbstverständlich kann die Laserstrahlquelle zum Abtrag der lichtundurchlässigen Beschichtung für die Herstellung der Lichtdurchtrittsfenster ebenso genutzt werden wie zur Freimachung der Teilbereiche der Bauteilkennfelder, um mit der Lichtquelle die Bauteilkennfelder zu beleuchten und um mit dem Detektor die Referenzpositionen aus den Teilbereichen der Bauteilkennfelder zu erfassen.

[0017] Gemäß einem weiteren vorteilhaften Aspekt zur Ausführung des Verfahrens weist das Bauteilkennfeld wenigstens eine horizontale Kante und

eine dazu senkrecht stehende vertikale Kante auf, und die horizontale Kante und die vertikale Kante werden vom Detektor erkannt, indem an den Kanten das Licht der Lichtquelle im Strahlengang beeinflusst wird. Die Erkennung der Kanten durch den Detektor erfolgt dabei sehr genau, sodass der Detektor die Lage der beiden Bauteilkennfelder über die beiden erzeugten Referenzpositionen exakt erfassen kann. Dabei wird der Vorteil genutzt, dass die Referenzpositionen aus dem Schnittpunkt der horizontalen Kante und der vertikalen Kante aus jedem der Teilbereiche der Bauteilkennfelder bestimmt wird.

[0018] Zur Ausführung des Verfahrens kommt insbesondere eine Bearbeitungsvorrichtung zum Einsatz, die eine Bauteilaufnahme aufweist. Gemäß einem noch weiteren vorteilhaften Aspekt des Verfahrens wird dabei das optische Bauteil zur Ausführung wenigstens eines Teils der Verfahrensschritte in der Bauteilaufnahme aufgenommen und zwischen den einzelnen Verfahrensschritten in der Bauteilaufnahme belassen. Somit wird sichergestellt, dass sich keine Lageveränderung des optischen Bauteils ergibt, insbesondere nicht zwischen dem Schritt des Erfassens der Referenzpositionen und dem Schritt des Herstellens des Lichtdurchtrittsfensters.

[0019] Daraus ergibt sich insbesondere das weitere Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens, dass das Erfassen der Referenzposition im Teilbereich der Bauteilkennfelder mittels des Detektors und das Abtragen der lichtundurchlässigen Beschichtung mittels einer Laserstrahlquelle zur Bildung der Lichtdurchtrittsfenster in unveränderter Anordnung des optischen Bauteils in der Bauteilaufnahme ausgeführt wird. Dadurch kann die hohe Lagegenauigkeit der erzeugten Lichtdurchtrittsfenster relativ zu den Bauteilkennfeldern sichergestellt werden.

[0020] Zur Steuerung des Verfahrens wird insbesondere eine Steuereinrichtung genutzt, wobei die Steuereinrichtung die Lage und die Position der zu erzeugenden Lichtdurchtrittsfenster auf Grundlage der ermittelten Referenzpositionen berechnet, sodass die Steuereinrichtung die Laserstrahlquelle zum Abtrag der Beschichtung und zur Bildung der Lichtdurchtrittsfenster basierend auf der berechneten Lage und/oder Position steuert. Die Steuerung der Laserstrahlquelle bezieht sich dabei auf die Steuerung des auf die Lichtdurchtrittsoberfläche auftreffenden Laserstrahls, sodass die Lichtdurchtrittsfenster erzeugt werden können, wobei bevorzugt der Laserstrahl relativ zum ruhenden optischen Bauteil mittels eines Scanners bewegt wird, wobei es auch denkbar ist, dass das optische Bauteil auf einem X-Y-Tisch verfahren wird, was mit der Steuerung der Laserstrahlquelle mittels der Steuereinrichtung ebenfalls umfasst ist.

[0021] Mit weiterem Vorteil wird eine Bearbeitungsvorrichtung zur Ausführung des Verfahrens bereitgestellt, wobei das Bearbeitungssystem eine Bewegungseinheit aufweist, mit der die Lichtquelle für die Beleuchtung des optischen Bauteils in eine Position über dem optischen Bauteil gefahren und nach der Durchleuchtung wieder zurückgeführt wird. Alternativ zur Bewegung der Lichtquelle mit der Bewegungseinheit ist es denkbar, dass beispielsweise auch die Laserstrahlquelle in Verbindung mit einer Lichtquelle derart ausgeführt ist, dass mit dem Detektor die Referenzposition aus den Bauteilkennfeldern ermittelt werden kann. Das Bereitstellen der Lichtquelle muss dabei folglich nicht mit einer Bewegungseinheit erfolgen, und die Lichtquelle kann auch außerhalb des Strahlenganges zwischen der Laserstrahlquelle und dem optischen Bauteil dauerhaft platziert sein und für die Ausführung des Verfahrensschrittes des Beleuchtens der Bauteilkennfelder mittels der Lichtquelle eingeschaltet werden.

[0022] Die Steuereinrichtung dient insbesondere zur Steuerung der gesamten Bearbeitungsvorrichtung, insbesondere auch zum Ein- und Ausschalten der Laserstrahlquelle, zum Ein- und Ausschalten des Detektors und/oder zum Ein- und Ausschalten der Lichtquelle zum jeweils passenden Zeitpunkt, mithin also zur Ausführung des Verfahrens. Die Steuereinrichtung ist dabei vorzugsweise Teil der Bearbeitungsvorrichtung.

[0023] Die Erfindung richtet sich weiterhin auf eine Bearbeitungsvorrichtung zur Ausführung des Verfahrens gemäß vorstehender Darstellung, wobei die Bauteilaufnahme zur Aufnahme des optischen Bauteils in räumlicher Anordnung zwischen der Laserstrahlquelle und dem Detektor angeordnet ist. Weiterhin weist die Bearbeitungsvorrichtung die Bewegungseinheit zur Bewegung der Lichtquelle auf, sodass mittels der Bewegungseinheit die Lichtquelle für die Beleuchtung des optischen Bauteils in eine Position zwischen dem optischen Bauteil und der Laserstrahlquelle bewegt wird.

[0024] Die Erfindung richtet sich ferner auf das optische Bauteil, insbesondere in Form einer Kollimationsoptik aus einem Ganzglaskörper, aufweisend eine Lichtdurchtrittsoberfläche mit einer überwiegend auf der Lichtdurchtrittsoberfläche aufgetragenen lichtundurchlässigen Beschichtung, wobei das optische Bauteil wenigstens zwei Bauteilkennfelder aufweist, die beabstandet zueinander am optischen Bauteil ausgebildet sind, und wobei die lichtundurchlässige Beschichtung wenigstens ein oder mehrere Lichtdurchtrittsfenster aufweist, die an der Position der Bauteilkennfelder ausgerichtet ist bzw. sind.

Figurenliste

[0025] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht des optischen Bauteils,

Fig. 2 eine Ansicht des optischen Bauteils beim Abtragen der lichtundurchlässigen Beschichtung in den Teilbereichen der Bauteilkennfelder mittels der Laserstrahlquelle,

Fig. 3 die hintere Ansicht des optischen Bauteils mit den Teilbereichen, in denen die lichtundurchlässige Beschichtung abgetragen ist, wobei die Teilbereiche sich mit den Bauteilkennfeldern teilweise überdecken,

Fig. 4 eine Ansicht des optischen Bauteils, das in den Teilbereichen mit der Lichtquelle durchleuchtet wird, wobei das durch die Teilbereiche hindurchtretende Licht vom Detektor erfasst wird,

Fig. 5 eine Detailansicht der Teilbereiche mit Ausschnitten von zwei Bauteilkennfeldern,

Fig. 6 eine rückseitige Ansicht des optischen Bauteils mit Referenzpositionen und mit auf die Referenzpositionen bezogenen hergestellten Lichtdurchtrittsfenstern,

Fig. 7 eine Ansicht der Bearbeitungsvorrichtung zur Ausführung des Verfahrens und

Fig. 8 ein Diagramm des Verfahrensablaufes gemäß der Erfindung.

[0026] **Fig. 1** zeigt in einer perspektivischen Ansicht ein optisches Bauteil 1, das als Kollimationsoptik für drei beabstandet zueinander angeordnete Halbleiterleuchtmittel ausgebildet ist. Das optische Bauteil 1 weist eine rückseitige Lichtdurchtrittsoberfläche 10 auf, und auf der Vorderseite befinden sich Kollimationslinsen 23, die nebeneinander gleich beabstandet ausgebildet sind. Das optische Bauteil 1 ist insbesondere als ein Ganzglaskörper ausgebildet, und wird in einem Pressverfahren hergestellt.

[0027] Auf der rückseitigen Lichtdurchtrittsoberfläche 10 ist eine lichtundurchlässige Beschichtung 11 aufgebracht, die in der Bildebene nach unten begrenzt ist durch eine angedeutete Berandung 24. Die Berandung 24 hat für den Gebrauch des optischen Bauteils 1 keine weitere Lichtfunktion, jedoch ist es von Vorteil, die untere Hälfte der Lichtdurchtrittsoberfläche 10 unbeschichtet zu belassen, wodurch beispielsweise Streueffekte beim Betrieb des optischen Bauteils 1 minimiert werden.

[0028] In Übereinstimmung mit den Kollimationslinsen 23 weist die lichtundurchlässige Beschichtung 11 auf der rückseitigen Lichtdurchtrittsoberfläche 10 Lichtdurchtrittsfenster 12 auf, durch die die Halbleiterleuchtmittel in den Glaskörper des optischen Bauteils 1 einstrahlen können. Die Lage und Position der Lichtdurchtrittsfenster 12 hat dabei eine unmittelbare Auswirkung auf das erzeugbare Lichtbild im Vorfeld des Fahrzeugs, sodass die Ausrichtung der Lichtdurchtrittsfenster 12 insbesondere in Bezug auf die Ausgestaltung der Kollimationslinsen 23 hohen Toleranzanforderungen genügen muss.

[0029] Zur Erzeugung der Lichtdurchtrittsfenster 12 wird die lichtundurchlässige Beschichtung 11 mit einem Laserabtragverfahren in den Bereichen abgetragen, in denen die Lichtdurchtrittsfenster 12 erzeugt werden sollen. Ein solches Verfahren wird auch als Laserablation oder Ablationsverfahren bezeichnet. Folglich muss die Steuerung des Laserstrahls zur Erzeugung des Abtrags der Beschichtung 11 an einem Referenzsystem ausgerichtet werden, das möglichst genau toleriert ist zu den Ausbildungen der Kollimationslinsen 23.

[0030] Das optische Bauteil 1 weist Bauteilkennfelder 13 auf, die sich seitlich von dem in einer Reihe ausgebildeten Kollimationslinsen 23 befinden. Die Bauteilkennfelder 13 beinhalten Angaben zur Kennung des Bauteils 1 sowie Angaben zur Produktion, mitunter also Zahlen und Buchstabenkombinationen, wobei die Bauteilkennfelder 13 als topografische Ausgestaltung in dem Körper des optischen Bauteils 1 eingebracht sein können. Dadurch weisen die Bauteilkennfelder 13 eine hohe Lage- und Positionsgenauigkeit zu den Kollimationslinsen 23 auf, sodass die Erfindung diese sehr hohe Lagegenauigkeit der Bauteilkennfelder 13 relativ zu den Kollimationslinsen 23 zunutze macht.

[0031] Anhand der weiteren **Fig. 2** bis **Fig. 6** werden die Verfahrensschritte beschrieben, mit welchen das erfindungsgemäße Verfahren zur Erzeugung der Lichtdurchtrittsfenster 12 ausgeführt wird.

Fig. 2 zeigt das optische Bauteil 1 in einer Seitenansicht, wobei mit einer Laserstrahlquelle 14 in Teilbereichen der Bauteilkennfelder 13 die lichtundurchlässige Beschichtung 11 abgetragen wird.

Fig. 3 zeigt die Teilbereiche 15, in denen die Beschichtung 11 abgetragen wurde, und es ist erkennbar, dass die Bauteilkennfelder 13 des optischen Bauteils 1 sich teilweise überdecken mit den Teilbereichen 15, sodass Licht durch das optische Bauteil 1 im Bereich der Bauteilkennfelder 13 hindurchgestrahlt werden kann.

Fig. 4 zeigt den weiteren Verfahrensschritt, bei dem mit einer Lichtquelle 16 Licht durch die Teilbereiche 15 und damit auch durch die Bauteil-

kennfelder 13 des optischen Bauteils 1 gestrahlt wird. Das durch die Teilbereiche 15 hindurchtretende Licht 19 kann von einem Detektor 18 erfasst werden, wobei sich die Lichtquelle 16 zur Aussendung des Lichtes 19 auf der Seite des optischen Bauteils 1 befindet, die durch die Lichtdurchtrittsoberfläche 10 gebildet ist, und auf der Seite der Kollimationslinsen 23 befindet sich der Detektor 18. Insofern ist das optische Bauteil 1 in dem Bereich zwischen der Lichtquelle 16 und dem Detektor 18 angeordnet.

Fig. 5 zeigt die Teilbereiche 15 mit den sich überlappenden Bereichen der Bauteilkennfelder 13, wobei das Bauteilkennfeld 13 eine horizontale Kante H und eine dazu senkrecht stehende vertikale Kante V aufweist, wobei die horizontale Kante H und die vertikale Kante V vom Detektor 18 erkannt werden, wenn die Lichtquelle 16 das Licht 19 durch die Teilbereich 15 hindurchstrahlt, wie in **Fig. 4** beschrieben. Mit dem Schnittpunkt der horizontalen Kante H und der vertikalen Kante V können Referenzpositionen 17 definiert werden, wobei die so bestimmten Referenzpositionen 17 eine hohe Lagegenauigkeit aufweisen zu den Kollimationslinsen 23 des optischen Bauteils 1.

[0032] **Fig. 6** stellt nochmal die vordere Ansicht des optischen Bauteils 1 dar, und es sind die Teilbereiche 15 angedeutet, die sich teilweise überdecken mit den Bauteilkennfeldern 13, umfassend die horizontale Kante H und die vertikale Kante V. Mit den Schnittpunkten zwischen den Kanten H und V kann für jedes Bauteilkennfeld 13 eine Referenzposition 17 definiert werden, wodurch eine horizontale Referenzlinie 25 durch das optische Bauteil 1 durchgelegt werden kann. Ferner können für die Definition der Positionen der Lichtdurchtrittsfenster 12 vertikale Referenzlinien 26 definiert werden, insbesondere mit einer gleich beabstandeten Aufteilung zwischen den Bauteilkennfeldern 13 und den beispielhaft gezeigten Kollimationslinsen 23. Insofern können basierend auf den Referenzpositionen 17 die genauen Positionen der Lichtdurchtrittsfenster 12 definiert werden, die entsprechend mit geringen Toleranzen zu den Kollimationslinsen 23 mittels des Laserantrags hergestellt werden können.

[0033] In **Fig. 7** ist zur Ausführung des Verfahrens eine Bearbeitungsvorrichtung 100 gezeigt, und eine Bauteilaufnahme 20 dient zur Aufnahme des nicht gezeigten optischen Bauteils 1. Oberseitig in der Bildebene befindet sich die Laserstrahlquelle 14, und auf der unteren Seite befindet sich der Detektor 18, beispielsweise ausgebildet als Kamerasystem mit einer angeschlossenen Bildverarbeitung.

[0034] Wird das Ablationsverfahren durch Betrieb der Laserstrahlquelle 14 mittels der Steuereinrichtung 21 ausgeführt, so kann mit einer Prozessluftvor-

richtung 27 und einer Absaugvorrichtung 28 ein Cross-Jet über dem optischen Bauteil 1 erzeugt werden.

[0035] Weiterhin ist die Lichtquelle 16 gezeigt, die mittels einer Bewegungseinheit 22 in den Bereich zwischen dem optischen Bauteil, insofern also zwischen der Bauteilaufnahme 20 und der Laserstrahlquelle 14 bewegt werden kann, insbesondere mittels der Steuereinrichtung 21.

[0036] **Fig. 8** zeigt das Verfahren mit dem einzelnen Verfahrensschritten in einer einfachen Diagrammansicht. Der erste Verfahrensschritt betrifft das Bereitstellen 110 des optischen Bauteils 1, und der sich anschließende Verfahrensschritt betrifft das Bereitstellen 120 der Lichtquelle 16 und das Durchleuchten des wenigstens einen Teilbereiches 15 des Bauteilkennfeldes 13 mittels der Lichtquelle 16. Im nächsten Verfahrensschritt erfolgt das Erfassen 130 einer Referenzposition 17 im Teilbereich 15 der Bauteilkennfelder 13 mittels eines Detektors 18. Anschließend erfolgt das Berechnen 140 der Positionen der Lichtdurchtrittsfenster 12 auf der Lichtdurchtrittsoberfläche 10 relativ zu den Referenzpositionen 17, wobei der Verfahrensschritt des Berechnens 140 ausgeführt wird mittels einer Steuereinrichtung 21.

[0037] Schließlich erfolgt das Abtragen 150 der lichtdurchlässigen Beschichtung 11 mittels der Laserstrahlquelle 14, sodass schließlich das optische Bauteil 1 mit den Lichtdurchtrittsfenstern 12 bereitgestellt wird.

[0038] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf das vorstehend angegebene bevorzugte Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht. Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung oder den Zeichnungen hervorgehenden Merkmale und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiven Einzelheiten, räumliche Anordnungen und Verfahrensschritte, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

1	optisches Bauteil
10	Lichtdurchtrittsoberfläche
11	lichtundurchlässige Beschichtung
12	Lichtdurchtrittsfenster
13	Bauteilkennfelder
14	Laserstrahlquelle
15	Teilbereich
16	Lichtquelle

17	Referenzposition
18	Detektor
19	Licht
20	Bauteilaufnahme
21	Steuereinrichtung
22	Bewegungseinheit
23	Kollimationslinsen
24	Berandung
25	Horizontale Referenzlinie
26	Vertikale Referenzlinie
27	Prozessluftvorrichtung
28	Absaugvorrichtung
100	Bearbeitungsvorrichtung
110	Bereitstellen
120	Bereitstellen
140	Berechnen
150	Abtragen

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102018107213 [0004]
- WO 2020064086 A1 [0005]
- EP 2259893 B1 [0005]
- DE 102010031192 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung eines optischen Bauteils (1) für eine Beleuchtungseinrichtung eines Fahrzeugs, wobei das optische Bauteil eine Lichtdurchtrittsoberfläche (10) aufweist, auf der wenigstens bereichsweise eine lichtundurchlässige Beschichtung (11) aufgebracht ist, wobei die lichtundurchlässige Beschichtung (11) mittels eines Laserabtragens bereichsweise von der Lichtdurchtrittsoberfläche (10) abgetragen wird, sodass wenigstens ein Lichtdurchtrittsfenster (12) gebildet wird, wobei das Verfahren wenigstens die folgenden Schritte aufweist:

- Bereitstellen (110) des optischen Bauteils (1) mit wenigstens zwei Bauteilkennfeldern (13),
- Bereitstellen (120) einer Lichtquelle (16) und Durchleuchten wenigstens eines Teilbereiches (15) der Bauteilkennfelder (13) mittels der Lichtquelle (16),
- Erfassen (130) einer Referenzposition (17) im Teilbereich (15) der Bauteilkennfelder (13), indem mittels eines Detektors (18) das Licht (19), das von der Lichtquelle (16) erzeugt und durch den Teilbereich (15) der Bauteilkennfelder (13) hindurchtritt, aufgenommen wird,
- Berechnen (140) der Position der Lichtdurchtrittsfenster (12) auf der Lichtdurchtrittsoberfläche (10) relativ zu den Referenzpositionen (17) und
- Abtrag (150) der lichtundurchlässigen Beschichtung (11) mittels einer Laserstrahlquelle (14) zur Bildung der Lichtdurchtrittsfenster (12).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die lichtundurchlässige Beschichtung (11) vor dem Durchleuchten des Teilbereiches (15) der Bauteilkennfelder (13) mit der Lichtquelle (16) mittels der Laserstrahlquelle (14) im Teilbereich (15) der Bauteilkennfelder (13) abgetragen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bauteilkennfeld (13) wenigstens eine horizontale Kante (H) und eine dazu senkrecht stehende vertikale Kante (V) aufweist, wobei die horizontale Kante (H) und die vertikale Kante (V) von dem Detektor (18) erkannt werden, indem an den Kanten (H, V) das Licht (19) der Lichtquelle (16) im Strahlengang beeinflusst wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Referenzposition (17) aus dem Schnittpunkt der horizontalen Kante (H) und der vertikalen Kante (V) bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das optische Bauteil (1) zur Ausführung wenigstens eines Teils der Verfahrensschritte in einer Bauteil-

aufnahme (20) aufgenommen und zwischen den Verfahrensschritten in dieser belassen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erfassen der Referenzposition (17) im Teilbereich (15) der Bauteilkennfelder (13) mittels des Detektors (18) und das Abtragen der lichtundurchlässigen Beschichtung (11) mittels einer Laserstrahlquelle (14) zur Bildung der Lichtdurchtrittsfenster (12) in unveränderter Anordnung des optischen Bauteils (1) in der Bauteilaufnahme (20) ausgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren mittels einer Steuereinrichtung (21) gesteuert wird, und wobei mittels der Steuereinrichtung (21) die Lage und/oder Position der zu erzeugenden Lichtdurchtrittsfenster (12) auf der Grundlage der ermittelten Referenzpositionen (17) berechnet wird, und dass die Steuereinrichtung (21) die Laserstrahlquelle (14) zum Abtrag der Beschichtung (11) und zur Bildung der Lichtdurchtrittsfenster (12) basierend auf der berechneten Lage und/oder Position steuert.

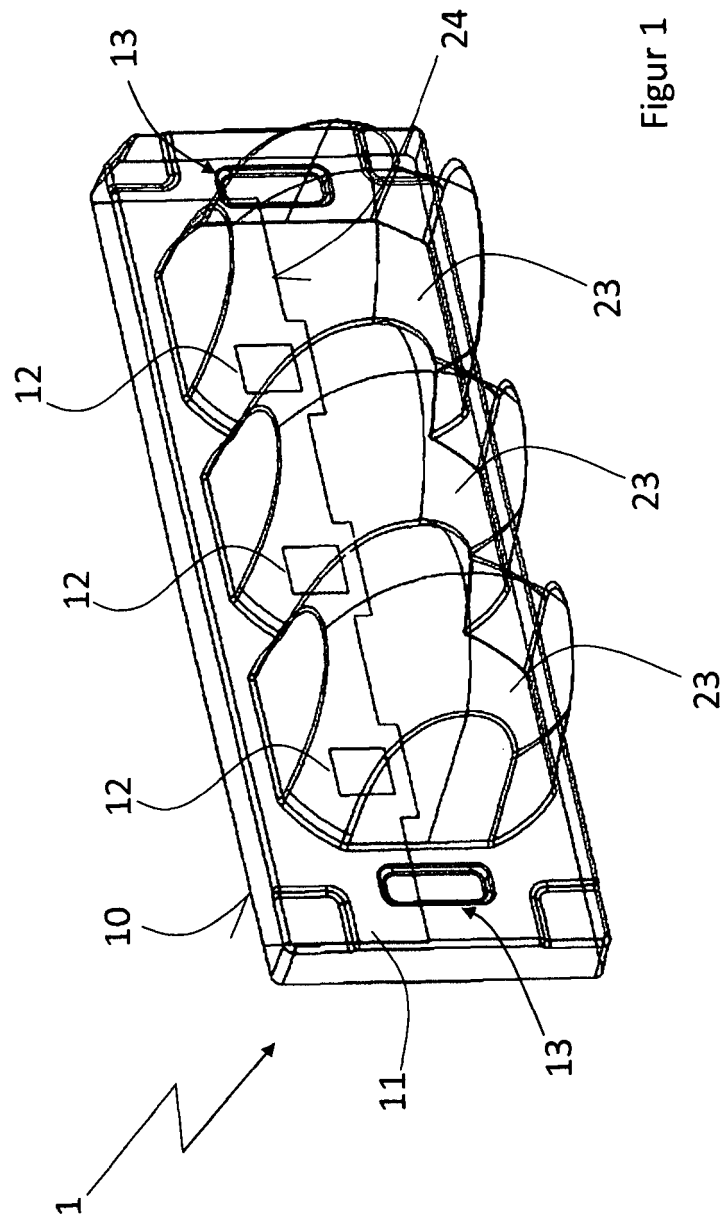
8. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Bearbeitungsvorrichtung (100) zur Ausführung des Verfahrens bereitgestellt wird, wobei das Bearbeitungssystem (100) eine Bewegungseinheit (22) aufweist, mit dem die Lichtquelle (16) für die Beleuchtung des optischen Bauteils (1) in eine Position über dem optischen Bauteil (1) gefahren und wieder zurückgeführt wird.

9. Bearbeitungsvorrichtung (100) zur Ausführung des Verfahrens nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bauteilaufnahme (20) zur Aufnahme des optischen Bauteils (1) in räumlicher Anordnung zwischen der Laserstrahlquelle (14) und dem Detektor (18) angeordnet ist.

10. Bearbeitungsvorrichtung (100) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegungseinheit (22) dazu eingerichtet ist, die Lichtquelle (16) für die Beleuchtung des optischen Bauteils (1) in eine Position zwischen dem optischen Bauteil (1) und der Laserstrahlquelle (14) zu bewegen.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Figur 1

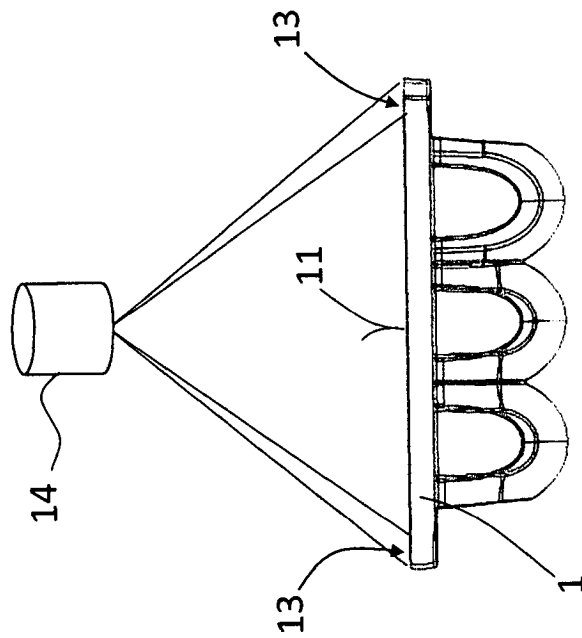


Figure 2

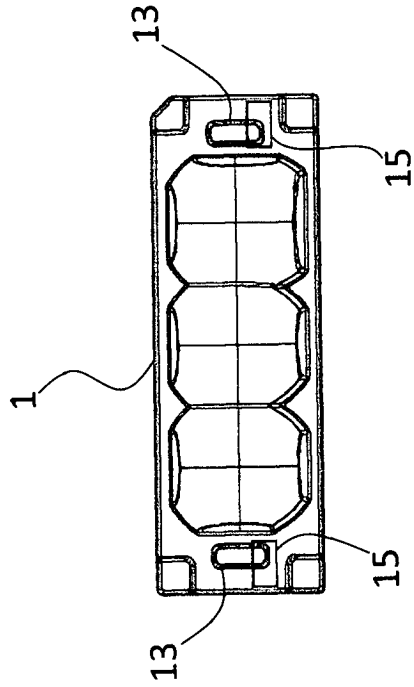


Figure 3

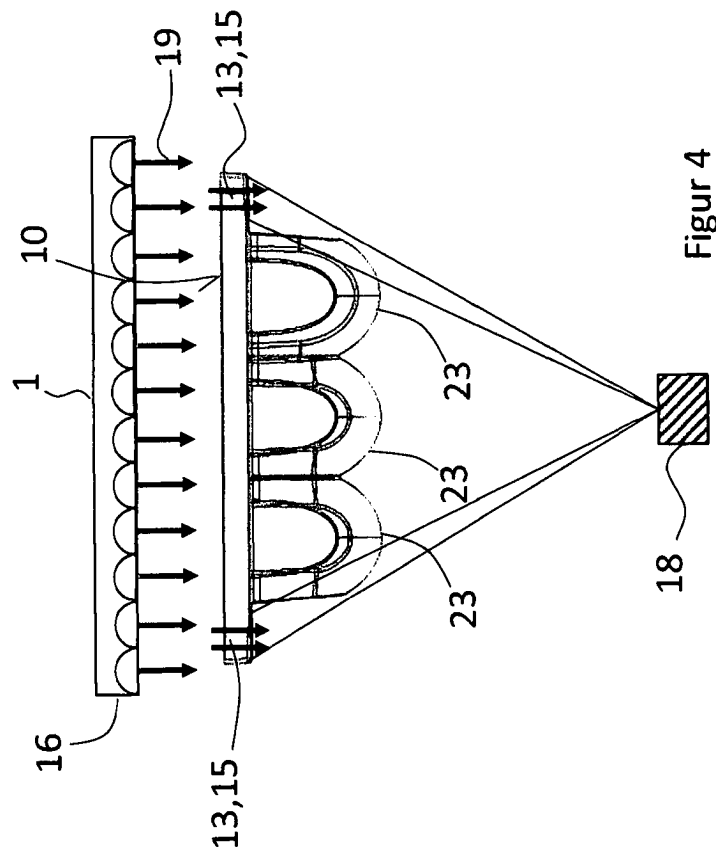


Figure 4

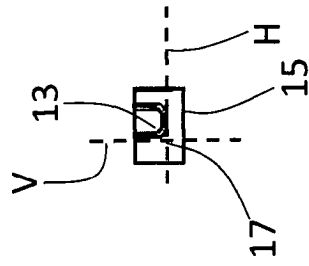
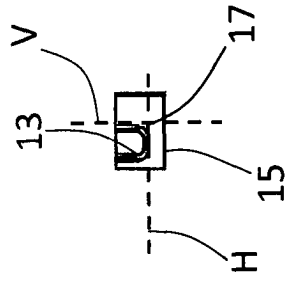


Figure 5



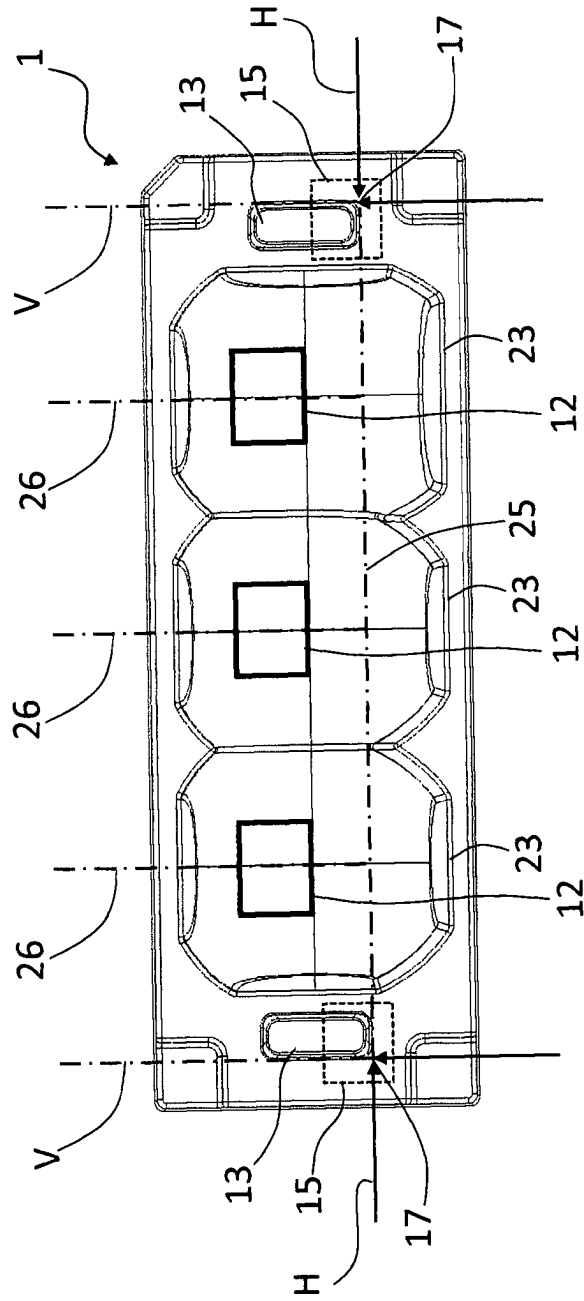
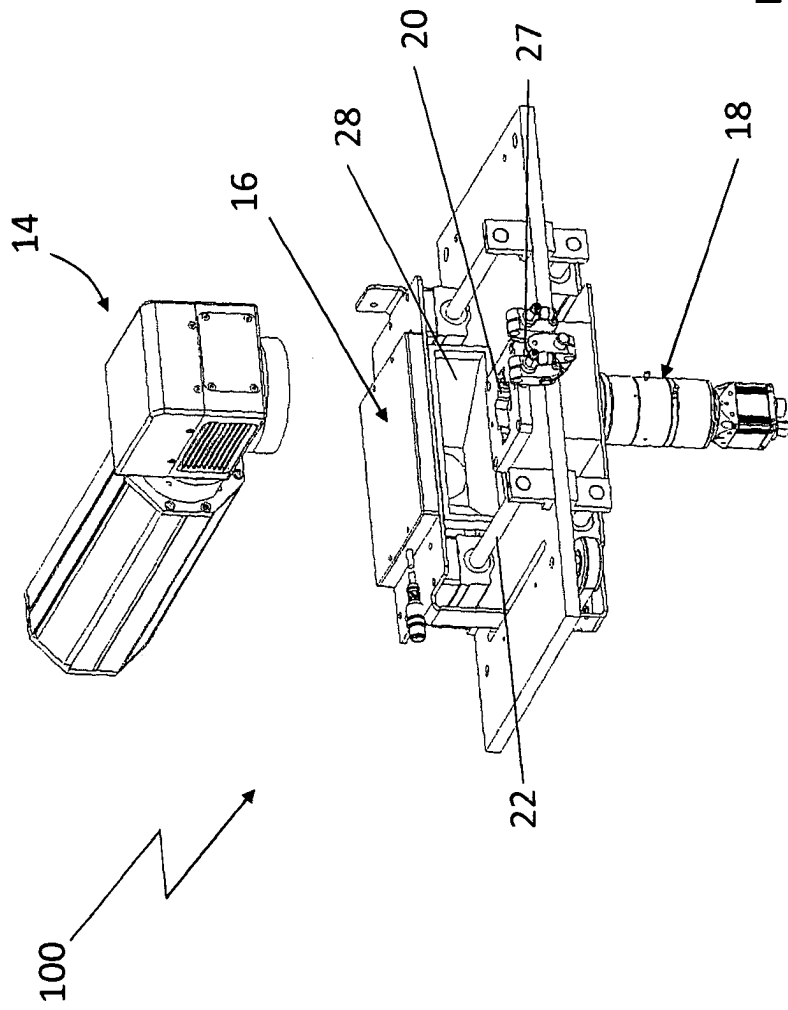
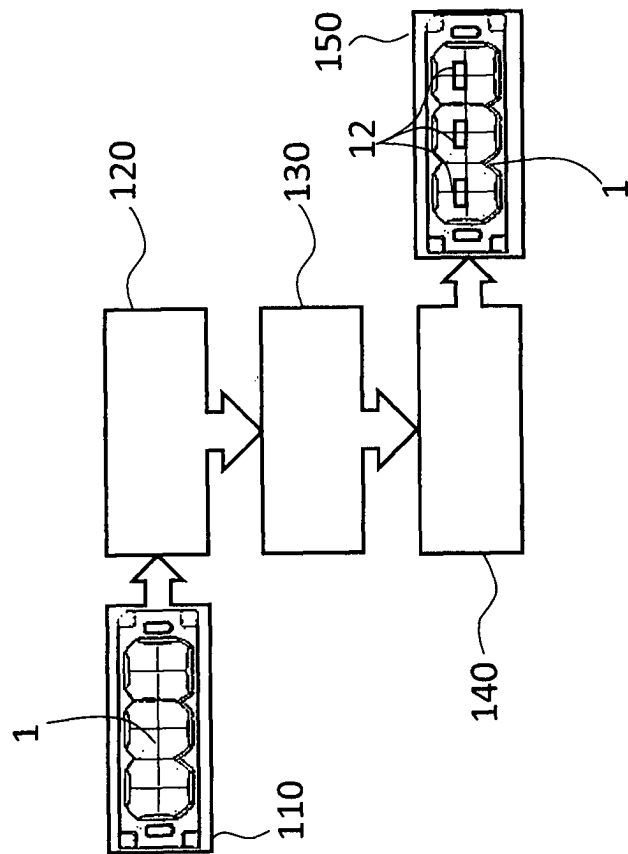


Figure 6



Figur 7



Figur 8