



(10) **AT 518713 A2 2017-12-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50441/2017
 (22) Anmeldetag: 24.05.2017
 (43) Veröffentlicht am: 15.12.2017

(51) Int. Cl.: **F21S 8/10** (2006.01)

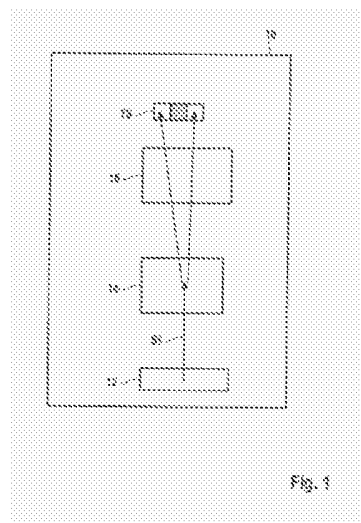
(30) Priorität:
 07.06.2016 DE 102016209946.9 beansprucht.

(71) Patentanmelder:
 Robert Bosch GmbH
 70442 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter:
 Puchberger & Partner Patentanwälte
 1010 Wien (AT)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zum Projizieren eines Lichtmusters**

(57) Die Erfindung schafft eine Vorrichtung (10) und ein Verfahren zum Projizieren eines Lichtmusters (70). Die Vorrichtung (10) ist ausgebildet mit: einer Superkontinuums-Lasereinrichtung (12), mittels welcher ein weißer Laserstrahl (51) erzeugbar ist; einer Selektoreinrichtung (14), mittels welcher der erzeugte weiße Laserstrahl (51) zum Projizieren des Lichtmusters (70) selektiv in eine Anzahl von Raumwinkelbereichen leitbar ist; und einer Streuscheibe (16), welche im Strahlengang des erzeugten Laserstrahls (51) vor oder nach der Selektoreinrichtung (14) angeordnet ist.



Zusammenfassung

Die Erfindung schafft eine Vorrichtung (10) und ein Verfahren Vorrichtung zum Projizieren eines Lichtmusters (70). Die Vorrichtung (10) ist ausgebildet mit: einer Superkontinuums-Lasereinrichtung (12), mittels welcher ein weißer Laserstrahl (51) erzeugbar ist; einer Selektoreinrichtung (14), mittels welcher der erzeugte weiße Laserstrahl (51) zum Projizieren des Lichtmusters (70) selektiv in eine Anzahl von Raumwinkelbereichen leitbar ist; und einer Streuscheibe (16), welche im Strahlengang des erzeugten Laserstrahls (51) vor oder nach der Selektoreinrichtung (14) angeordnet ist.

(Fig. 1)

Beschreibung

Titel

Vorrichtung und Verfahren zum Projizieren eines Lichtmusters

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Projizieren eines Lichtmusters. Die Vorrichtung kann insbesondere als ein adaptiver Scheinwerfer oder als Teil eines adaptiven Scheinwerfers, als ein Rücklicht oder Richtungswechselanzeiger oder als Teil eines Rücklichts oder Richtungswechselanzeigers, insbesondere in einem Fahrzeug, eingesetzt werden.

Stand der Technik

In modernen Scheinwerfersystemen für Fahrzeuge zum Teil adaptive Scheinwerfersysteme eingesetzt, welche es erlauben, eine Leuchtrichtung oder ein Beleuchtungsprofil des Scheinwerfersystems dynamisch an eine Verkehrssituation anzupassen. Beispielsweise wird bei dem sogenannten Kurvenlicht ein Fahrzeugscheinwerfer so gesteuert, dass dessen Lichtkegel einer Kurve folgt, die das Fahrzeug mit dem Scheinwerfer gerade befährt, statt tangential aus der Kurve hinaus zu leuchten.

Scheinwerfersysteme, die in der Lage sind, Lichtmuster zu projizieren, die an das Verkehrsgeschehen anpassbar sind, können beispielsweise so gesteuert werden, dass ein entgegenkommendes Fahrzeug gezielt von dem Lichtkegel des Scheinwerfersystems ausgenommen wird.

In der US 2010/079 836 A1 ist ein Laserscanner zum Projizieren eines Lichtmusters beschrieben.

Superkontinuums-laser (engl. „supercontinuum“) werden vereinzelt im wissenschaftlichen Umfeld eingesetzt und basieren auf der so genannten Superkontinuum-Generation. Unter einer Superkontinuum-Generation (engl. „supercontinuum generation“) versteht man ein Verfahren, in welchem Laserlicht zu Licht mit einer sehr großen spektralen Bandbreite konvertiert wird, wobei die räumliche Kohärenz üblicherweise hoch bleibt. Die spektrale Verbreiterung wird für gewöhnlich dadurch erreicht, dass ein ursprünglicher optischer Puls durch eine stark nichtlineare optische Element geleitet wird. Solche Elemente können beispielsweise optische Fasern mit einer Wellenleitungsstruktur oder photonische Kristallfasern (engl. „photonic crystal fibers“) sein. Der durch die Superkontinuum-Generation erzeugte Laserstrahl wird wegen seines breiten Spektrums und dessen Wirkung auf das menschliche Auge auch als „weißer Laserstrahl“ bezeichnet.

Offenbarung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung offenbart eine Vorrichtung zum Projizieren eines Lichtmusters mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Projizieren eines Lichtmusters mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10.

Demgemäß ist eine Vorrichtung zum Projizieren eines Lichtmusters vorgesehen, mit: einer Superkontinuums-Lasereinrichtung, mittels welcher ein weißer Laserstrahl erzeugbar ist; einer Selektoreinrichtung, mittels welcher der erzeugte weiße Laserstrahl zum Projizieren des Lichtmusters selektiv in eine Anzahl von Raumwinkelbereichen leitbar ist; und einer Streuscheibe, welche im Strahlengang des erzeugten Laserstrahls vor oder nach der Selektoreinrichtung angeordnet ist. Die Streuscheibe dient insbesondere zum Aufweiten des Laserstrahls zur Verbesserung z.B. der Augensicherheit. Die Streuscheibe umfasst insbesondere Glas oder Kunststoff mit einer Struktur zur Aufweitung von kohärenter Laserstrahlung.

Weiterhin wird ein Verfahren zum Projizieren eines Lichtmusters bereitgestellt, mit den Schritten: Steuern einer Superkontinuums-Lasereinrichtung zum Erzeugen eines weißen Laserstrahls; und selektives Leiten des erzeugten weißen Laserstrahls in eine Anzahl von Raumwinkelbereichen zum Projizieren

des Lichtmusters derart, dass im Strahlengang des erzeugten Laserstrahls eine Streuscheibe angeordnet ist.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung stellt einen Laserstrahl mit einem besonders breiten Spektrum, beispielsweise mit Anteilen mit allen, oder mit im wesentlichen allen, Wellenlängen von 400 bis 1700 Nanometern bereit. Licht aus dem sichtbaren Spektrum des Laserstrahls kann für eine Ausleuchtung, beispielsweise einer Straße, verwendet werden. Gleichzeitig können unsichtbare Anteile, z.B. Infrarotlicht-Anteile des projizierten Laserstrahls für eine Beleuchtung und Detektion verwendet werden, beispielsweise für LIDAR-Anwendungen. Für LIDAR-Systeme eignet sich beispielsweise Laserlicht mit einer Wellenlänge im Nah-Infrarotbereich (NIR) von z.B. 1064 Nanometern gut.

Der durch die Superkontinuums-Lasereinrichtung bereitgestellte Laserstrahl weist eine hohe Strahlqualität auf, wodurch sich der optische Strahlengang durch die Vorrichtung hindurch vereinfachen kann. Somit kann die Dimensionierung der Selektoreinrichtung sowie weiterer optischer Komponenten im Strahlengang verringert werden, wodurch die Dimensionierung der Vorrichtung insgesamt vorteilhaft verringert ist.

Weiterhin kann vorteilhaft auf das Bereitstellen bzw. Verwenden eines Phosphor-Konverters verzichtet werden. Phosphor-Konverter konvertieren üblicherweise – mit entsprechenden Verlusten – blaues Laserlicht in eine Mischung aus blauem und gelbem Laserlicht, um insgesamt weißes Laserlicht zu erhalten. Gegenüber Lösungen mit Phosphor-Konvertern kann erfindungsgemäß eine Farbtemperatur des zum Projizieren des Lichtmusters verwendeten Laserstrahls während des Betriebs angepasst werden.

Im Vergleich zu Lösungen, welche Hochleistungs-Laserdioden zum Erzeugen von Laserstrahlen zum Projizieren von Lichtmustern verwenden, weist die erfindungsgemäße Lösung eine längere Lebensdauer auf.

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Selektoreinrichtung als eine Ablenkeinrichtung ausgebildet, welche zum Ablenken des weißen Laserstrahls ausgebildet ist. Die Ablenkeinrichtung kann beispielsweise einen oder mehrere Mikrospiegel aufweisen. Somit ist zum Projizieren des Lichtmusters ein Raumbereich nach Art eines Laserscanners abrasterbar.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist die Selektoreinrichtung als ein Array von selektiv den Laserstrahl weiterleitend oder nicht-weiterleitend schaltbaren Pixeln ausgebildet. Die Vorrichtung ist somit vorteilhaft in so genannten DLP-Projektoren verwendbar, beispielsweise als Beamer, d.h. als Bildprojektor. In diesem Fall kann das zu projizierende Lichtmuster beispielsweise ein Foto, ein Video, eine Präsentationsfolie oder dergleichen sein. Weiterhin kann die Vorrichtung auch vorteilhaft zum Beleuchten von – durch externe Vorrichtungen – erfassten Objekten verwendet werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist das Array ein Array von Mikrooptiken. Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist das Array ein Grating Light Valve (GLV). Grating Light Valves ermöglichen eine hohe Helligkeit des zu projizierenden Lichtmusters und gute Kontrastwerte. Sie bieten eine hohe Auflösung und sind mit verhältnismäßig geringem technischem Aufwand herstellbar.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird der weiße Laserstrahl von der Superkontinuums-Lasereinrichtung zu der Selektoreinrichtung in einer optischen Faser geleitet. Dadurch sind Ort der Lasererzeugung und Ort der Laserselektion (z.B. Ablenkung) voneinander trennbar, was wiederum zusätzliche Designfreiheit sowie bessere Kühlmöglichkeiten ermöglicht.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist im Strahlengang des weißen Laserstrahls eine Filtereinrichtung zum Modifizieren einer Farbtemperatur und/oder zum Modifizieren einer Spektrumszusammensetzung des Laserstrahls angeordnet. Hierdurch ist der Laserstrahl für eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten anpassbar.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist die Vorrichtung als ein portabler oder stationärer Beamer ausgebildet. Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist die Vorrichtung als ein Scheinwerfer ausgebildet, insbesondere als ein Fahrzeugscheinwerfer oder als ein an einem Gebäude installierter Scheinwerfer. Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die Vorrichtung als ein Rücklicht oder als ein Richtungswechselanzeiger ausgebildet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Projizieren eines Lichtmusters gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 2 einen Graphen, welcher eine vorteilhafte optische Transmissionsleistungsverteilung als Funktion eines Abstrahlwinkels darstellt;
- Fig. 3 ein schematisches Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Projizieren eines Lichtmusters gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 4 ein schematisches Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Projizieren eines Lichtmusters gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 5 ein schematisches Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Projizieren eines Lichtmusters gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 6 zeigt ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens zum Projizieren eines Lichtmusters gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

In allen Figuren sind gleiche bzw. funktionsgleiche Elemente und Vorrichtungen - sofern nichts anderes angegeben ist - mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Nummerierung von Verfahrensschritten dient der Übersichtlichkeit und soll insbesondere nicht, sofern nichts anderes angegeben ist, eine bestimmte zeitliche Reihenfolge implizieren. Insbesondere können auch mehrere Verfahrensschritte gleichzeitig durchgeführt werden.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer Vorrichtung 10 zum Projizieren eines Lichtmusters 70 gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Die Vorrichtung 10 umfasst eine Superkontinuums-Lasereinrichtung 12, welche dazu ausgelegt oder eingerichtet ist, einen weißen Laserstrahl 51 mittels Superkontinuum-Generation zu erzeugen, das heißt einen Laserstrahl 51, welcher ein Superkontinuum aufweist.

Mittels einer Selektoreinrichtung 14 der Vorrichtung 10 ist der durch die Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 erzeugte weiße Laserstrahl 51 selektiv zum Projizieren des Lichtmusters 70 in eine Anzahl von Raumwinkelbereichen leitbar. Die Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 kann, beispielsweise basierend auf einer internen Programmierung oder einem extern vorgegebenen Steuersignal, jeweils abhängig von dem Raumwinkelbereich, in welchen der weiße Laserstrahl 51 aktuell durch die Selektoreinrichtung 14 geleitet würde, gesteuert werden, etwa durch eine Steuereinrichtung, den weißen Laserstrahl 51 aktuell zu erzeugen oder nicht zu erzeugen.

Wird der Laserstrahl 51 erzeugt, ist somit in dem entsprechenden Raumwinkelbereich ein weißes Pixel erzeugt oder erzeugbar. Wird kein Laserstrahl 51 erzeugt, ist in dem entsprechenden Raumwinkelbereich somit ein

dunkles oder schwarzes Pixel erzeugt oder erzeugbar. Durch die Verwendung von entsprechenden Farbfiltern kann ein weißes Pixel entsprechend in ein buntes Pixel, beispielsweise ein rotes, grünes oder blaues Pixel umgewandelt werden.

Das projizierte Lichtmuster 70 kann somit als eine Gesamtheit von weißen und schwarzen, gegebenenfalls auch von bunten und schwarzen Pixeln ausgebildet sein und kann so beispielsweise eine Fotografie darstellen oder einen räumlich aufgelösten Lichtkegel eines Scheinwerfers ergeben. Die Vorrichtung 10 kann somit insbesondere als ein Scheinwerfer eines Fahrzeugs ausgebildet sein oder in einem Scheinwerfer eines Fahrzeugs integriert sein und kann dazu dienen, einen adaptiven Lichtkegel des Scheinwerfers bereitzustellen, beispielsweise ein sogenanntes Kurvenlicht. Auch Anwendungen in oder als Rücklichter oder Richtungswechselanzeiger (Blinker) sind vorteilhaft.

Zwischen der Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 und der Selektoreinrichtung 14, oder als Teil der Superkontinuums-Lasereinrichtung 12, kann optional ein Shutter vorgesehen sein, um den durch die Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 erzeugten Laserstrahl 51 zu unterbrechen. Das Erzeugen eines schwarzen Pixels in dem Lichtmuster 70 kann somit auch durch Aktivieren des Shutters zum Unterbrechen des erzeugten Laserstrahls 51 realisiert werden.

Bei der Vorrichtung 10 ist im Strahlengang des erzeugten Laserstrahls 51 nach der Selektoreinrichtung 14 eine Streuscheibe 16 der Vorrichtung 10 angeordnet. Die Streuscheibe 16 ist auch als Diffusor bezeichnbar. Eine Streuscheibe ist ein optisches Bauteil, welches dazu eingesetzt wird, Licht zu streuen, wobei insbesondere die Effekte der diffusen Reflexion unter Brechung von Licht verwendet werden.

Die Streuscheibe 16 kann beispielsweise so ausgebildet sein, wie im Folgenden mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben.

Fig. 2 zeigt eine vorteilhafte Transmissionsleistungskurve 81, d.h. eine Transmissionsleistungsverteilung, welche beispielsweise durch eine Streuscheibe 16 bereitgestellt werden kann, welche durch Ausbilden einer

Polymerstruktur auf einem Glas („Polymer-on-glass“) hergestellt wurde, d.h. welche aus einer auf einem Glas angeordneten Polymerstruktur besteht oder eine auf einem Glas angeordnete Polymerstruktur aufweist. Die Polymerstruktur kann, je nach dem angestrebten Einsatzort, mit einer vordefinierten Rauigkeit ausgebildet sein, um entsprechende Streueigenschaften aufzuweisen. Über die Transmissionsleistungskurve 81 der Streuscheibe kann insbesondere eine Intensität und eine Spot-Größe des aus der Vorrichtung 10 ausgekoppelten kombinierten Laserstrahls 54 eingestellt sein.

Transmissionsleistungskurven 81 mit einem flacheren Maximum werden bevorzugt, da diese eine geringere Energiedichte des Laserstrahls 54 bei einem Abstrahlwinkel 71 von 0° aufweisen.

Die Streuscheibe 16 kann nachfolgend beschriebenen, vorteilhaften Charakteristiken bezüglich ihrer normierten optischen Transmissionsleistung 72 für bestimmte Abstrahlwinkel 71 des abgelenkten Laserstrahls 51 nach Durchqueren der Streuscheibe 16 aufweisen. Unter der normierten optischen Transmission ist eine optische Transmissionsleistung zu verstehen, welche so normiert ist, dass das Maximum der optischen Transmission auf den Wert 1,0 und das Minimum auf den Wert 0,0 gelegt ist.

Bevorzugt weist die Streuscheibe 16 für Abstrahlwinkel 71 des abgelenkten kombinierten Laserstrahls 51 nach Durchqueren der Streuscheibe 16 mit einem Betrag zwischen 0° und einem ersten Abstrahlwinkelbetragswert eine normierte optische Transmissionsleistung von mehr als 0,5 auf, insbesondere von mehr als 0,6, besonders bevorzugt von mehr als 0,7. Der erste Abstrahlwinkelbetragswert ist größer oder gleich fünf Grad, bevorzugt größer oder gleich zehn Grad, insbesondere größer oder gleich fünfzehn Grad.

Weiterhin weist die Streuscheibe 16 vorzugsweise für Abstrahlwinkel 71 des Laserstrahls 51 nach Durchqueren der Streuscheibe 16 mit einem Betrag größer gleich einem zweiten Abstrahlwinkelbetragswert eine normierte optische Transmissionsleistung von weniger als 0,5 auf, insbesondere von weniger als 0,3, besonders bevorzugt von weniger als 0,2.

Der zweite Abstrahlwinkelbetragswert ist gleich dem ersten Abstrahlwinkelbetragswert oder ist, bevorzugt, größer als der erste Abstrahlwinkelbetragswert. Der zweite Abstrahlwinkelbetragswert ist bevorzugt größer oder gleich fünf Grad, besonders bevorzugt größer oder gleich zehn Grad, insbesondere größer oder gleich fünfzehn Grad oder größer oder gleich zwanzig Grad. Der zweite Abstrahlwinkelbetragswert ist außerdem bevorzugt kleiner oder gleich dreißig Grad, besonders bevorzugt kleiner oder gleich fünfundzwanzig Grad, insbesondere kleiner oder gleich zwanzig Grad.

Der erste und/oder der zweite Abstrahlwinkelbetragswert liegen bevorzugt beide zwischen 10° und 20° , insbesondere zwischen 15° und 20° . Alternativ, oder zusätzlich, sind der erste und/oder der zweite Abstrahlwinkelbetragswert voneinander bevorzugt weniger als 10° , insbesondere weniger als 5° voneinander entfernt. Grundsätzlich sind solche Konfigurationen besonders bevorzugt, welche einen besonders steilen Abfall der normierten optischen Transmissionsleistung zur Folge haben.

Besonders bevorzugt ist außerdem eine rotationssymmetrische Verteilung der normierten optischen Transmissionsleistung, d.h. eine Verteilung, welche nur von dem Betrag des Abstrahlwinkels 71, nicht aber von der Orientierung des Abstrahlwinkels 71 um die Normale auf die Streuscheibe 16 herum abhängt. Für andere Anwendungen kann die Streuscheibe 16 auch zum Ausbilden einer rechteckigen, insbesondere quadratischen, Verteilung der optischen Transmission konfiguriert sein.

Die beschriebenen Eigenschaften der Streuscheibe 16 in Bezug auf die normierte optische Transmissionsleistung sind vorteilhaft zum Ausbilden eines vorteilhaften Strahlprofils durch die Streuscheibe 16. Einerseits ist ein besonders enges Abstrahlprofil, das heißt eine um 0° schnell abfallende normierte optische Transmissionsleistung, vorteilhaft, um mit hoher Auflösung das Lichtmuster zu projizieren. Andererseits kann sich bei solchen engen Strahlprofilen eine unerwünscht hohe Lichtintensität, insbesondere bei 0° , ergeben. Die genannten Abstrahleigenschaften der Streuscheibe ermöglichen eine vorteilhafte Balance zwischen diesen beiden sich widerstrebenden Interessen.

Besonders bevorzugt ist eine Streuscheibe 16 mit den Charakteristiken, welche durch die Kurve 81 oder durch eine idealisierte Kurve 85 in Fig. 2 dargestellt werden.

Demnach wird eine Streuscheibe 16 besonders bevorzugt, welche für Abstrahlwinkel 71 des abgelenkten kombinierten Laserstrahls 54 zur Normalen auf die Streuscheibe 16 nach Durchqueren der Streuscheibe 16 aufweist: für Abstrahlwinkel 71 mit einem Betrag zwischen 0° und einem ersten Abstrahlwinkelbetragswert eine normierte optische Transmissionsleistung von mehr als 0,5, insbesondere von mehr als 0,6, besonders bevorzugt von mehr als 0,7; und für Abstrahlwinkel 71 mit einem Betrag größer gleich einem zweiten Abstrahlwinkelbetragswert eine normierte optische Transmissionsleistung von weniger als 0,5, insbesondere von weniger als 0,3, besonders bevorzugt von weniger als 0,2.

Fig. 3 zeigt ein schematisches Blockschaftbild einer Vorrichtung 110 zum Projizieren eines Lichtmusters 70 gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung 110 ist eine Variante der Vorrichtung 10 und unterscheidet sich von dieser darin, dass eine Selektoreinrichtung 114 der Vorrichtung 110 anstelle der Selektoreinrichtung 14 der Vorrichtung 10 vorgesehen ist.

Die Selektoreinrichtung 114 ist speziell als eine Ablenkeinrichtung 114 ausgebildet, welche zum Ablenken des weißen Laserstrahls 51 gemäß einem jeweils aktuellen Ablenzustand der Ablenkeinrichtung 114 eingerichtet ist. Die Ablenkeinrichtung 114 kann beispielsweise als ein aktuierbarer Mikrospiegel oder eine Anzahl von im Strahlengang des Laserstrahls 51 hintereinander angeordneten Mikrospiegeln realisiert sein, wobei der Mikrospiegel oder die Anzahl der Mikrospiegel so aktuierbar sind, beispielsweise durch einen Aktor der Ablenkeinrichtung 114, dass der Laserstrahl 51 zum Abrastern eines vorbestimmten Raumwinkels und/oder einer Auskoppelinrichtung der Vorrichtung 110 abgelenkt wird. Durch die Ablenkeinrichtung 114 kann der Laserstrahl 51 in eine Dimension, bevorzugt in zwei Dimensionen, ablenkbar sein.

Eine optionale Auskoppereinrichtung 118 der Vorrichtung 110 ist dazu eingerichtet oder ausgelegt, das projizierte Lichtmuster 70 aus der Vorrichtung 110 auszukoppeln, beispielsweise, im Fall eines Fahrzeugscheinwerfers, in das Umfeld des Fahrzeugs zu leiten. Die Auskoppereinrichtung 118 kann beispielsweise eine Sekundäroptik umfassen, aus einer Sekundäroptik bestehen, eine Abdeckscheibe aufweisen oder daraus bestehen und dergleichen mehr.

Zwischen der Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 und der Ablenkeinrichtung 114 kann eine optionale Glasfasereinrichtung 120 vorgesehen sein, welche dazu ausgelegt oder eingerichtet ist, den erzeugten Laserstrahl 51 von der Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 ausgehend mittels Glasfasern zu leiten. Dadurch ist der erzeugte Laserstrahl 51 besonders verlustfrei leitbar und es ist eine bauliche und räumliche Trennung zwischen der Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 und der Selektoreinrichtung 114 erzielbar. Diese räumliche Trennung ist insbesondere für Zwecke der Kühlung vorteilhaft und kann eine höhere Designfreiheit ermöglichen.

Die Vorrichtung 110 ist gemäß allen in Bezug auf die Vorrichtung 10 beschriebenen Modifikationen und Weiterbildungen, insbesondere in Hinsicht auf die Streuscheibe 16, anpassbar und umgekehrt.

Fig. 4 zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer Vorrichtung 210 zum Projizieren eines Lichtmusters 70 gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung 210 ist eine Variante der Vorrichtung 10 und unterscheidet sich von dieser darin, dass bei der Vorrichtung 210 die Streuscheibe 16 im Strahlengang des Laserstrahls 51 zwischen der Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 und der Selektoreinrichtung 14 angeordnet ist. Im Übrigen können die einzelnen Elemente der Vorrichtung 210 ebenso ausgebildet sein wie in Bezug auf die Vorrichtungen 10; 110 beschrieben, insbesondere was die Streuscheibe 16 angeht. Die Vorrichtung 210 kann auch eine optionale Auskoppereinrichtung 118 aufweisen, wie in Bezug auf die Vorrichtung 110 im Voranstehenden beschrieben.

Zwischen der Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 und der Streuscheibe 16 kann eine optionale Glasfasereinrichtung 220 vorgesehen sein, welche dazu

ausgelegt oder eingerichtet ist, den erzeugten Laserstrahl 51 von der Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 ausgehend mittels Glasfasern zu leiten. Dadurch ist der erzeugte Laserstrahl 51 besonders verlustfrei leitbar und es ist eine bauliche und räumliche Trennung zwischen der Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 und der Streuscheibe 16 erreichbar. Diese räumliche Trennung ist insbesondere für Zwecke der Kühlung vorteilhaft und kann eine höhere Designfreiheit ermöglichen.

Fig. 5 zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer Vorrichtung 310 zum Projizieren eines Lichtmusters 70 gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung 310 ist eine Variante der Vorrichtung 210 und ist gemäß allen in Bezug auf die Vorrichtung 210 beschriebenen Modifikationen und Weiterbildungen anpassbar und umgekehrt.

Die Vorrichtung 310 unterscheidet sich von der Vorrichtung 210 darin, dass eine Selektoreinrichtung 314 der Vorrichtung 310 statt der Selektoreinrichtung 14 der Vorrichtung 210 vorgesehen ist.

Die Selektoreinrichtung 314 der Vorrichtung 310 ist als ein Array von selektiv den Laserstrahl 51 weiterleitend oder nicht-weiterleitend schaltbaren Pixeln ausgebildet. Die Superkontinuums-Laserquelle 12 und die Streuscheibe 16 sind bei der Vorrichtung 310 vorzugsweise derart ausgebildet und angeordnet, dass der Laserstrahl 51 das Array 314 vollständig beleuchtet.

Dazu kann beispielsweise die Streuscheibe 16 zum Aufweiten des ursprünglich enger erzeugten Laserstrahls 51 vorgesehen sein. Durch das selektive Weiterleiten oder Nicht-Weiterleiten-Schalten der Pixel des Arrays 314 ergibt sich somit im Strahlengang hinter dem Array 314 das zu projizierende Lichtmuster 70. Auch die Vorrichtung 310 kann eine optionale Auskoppereinrichtung 118 aufweisen, durch die das projizierte Lichtmuster 70 aus der Vorrichtung 310 ausgekoppelt wird, um im Umfeld der Vorrichtung 310 weiter projiziert zu werden, wie in Bezug auf die Vorrichtung 110 bereits im Voranstehenden beschrieben.

Das Array 314 kann beispielsweise als ein Array von Mikrooptiken ausgebildet sein, das heißt insbesondere als eine regelmäßige Anordnung, insbesondere

zwei-dimensionale Anordnung, von einzelnen Mikrospiegeln, welche jeweils einzeln in ihrer Stellung veränderbar sind. Für jeden der Mikrospiegel des Arrays 314 gibt es eine jeweilige erste Stellung des jeweiligen Mikrospiegels, welche einem Weiterleiten des Laserstrahls 51 durch den Pixel, welchen der Mikrospiegel bildet, entspricht. Für jeden der Mikrospiegel gibt es weiterhin eine zweite Mikrospiegelstellung, welche einem Nicht-Weiterleiten durch den Pixel, als welcher der Mikrospiegel fungiert, entspricht.

Die Vorrichtung 310 kann beispielsweise einen Lichtfänger und eine Lichtfalle aufweisen, wobei die Mikrospiegel des Arrays 314 jeweils so ausgebildet sind, dass sie in der jeweiligen zweiten Mikrospiegelstellung den auf sie einfallenden Anteil des Laserstrahls 51 jeweils in die Lichtfalle leiten. Die Lichtfalle ist zur möglichst vollständigen Absorption des einfallenden Laserstrahls 51 ausgebildet und ist auch als „beam stop“ bezeichnbar.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Mikrospiegel des Arrays 314 in der jeweiligen ersten Mikrospiegelstellung den jeweils auf sie auftreffenden Anteil des Laserstrahls 41 zum Projizieren des Lichtmusters 70 auf die optionale Auskuppeleinrichtung 118 der Vorrichtung 310 leiten.

Die Gesamtheit der weiterleitend noch nicht-weiterleitend geschalteten Pixel ergibt eine entsprechende Anordnung von weißen und schwarzen Pixeln, welche das zu projizierende Lichtmuster 70 darstellt.

Alternativ zur Ausbildung als Array von Mikrooptiken kann die Selektoreinrichtung 314 der Vorrichtung 310 auch beispielsweise als ein Grating Light Valve ausgebildet sein. Bei einem Grating Light Valve wird jedes Pixel der Selektoreinrichtung 314 durch eine Anzahl von einzeln ansteuerbaren Metallbändern ausgebildet. Das Ansteuern der Metallbänder erfolgt dadurch, dass selektiv einzelne der Metallbänder durch elektrostatische Felder durchgebogen werden und somit die auf das jeweilige Pixel auftreffenden Laserstrahlen unterschiedlich beugen.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass, wenn keines der Metallbänder eines Pixels durchgebogen ist, der auf das Pixel auftreffende Anteil des Laserstrahls 51

zu einer Lichtfalle reflektiert wird, wie voranstehend beschrieben, so dass dieses Pixel ein schwarzes Pixel in dem zu projizierenden Lichtmuster 70 bewirkt. Bei einem Durchbiegen beispielsweise jedes zweiten Metallbands kann vorgesehen sein, dass der auf das Pixel auftreffende Anteil des Laserstrahls 51 derart gebeugt wird, dass sich eine neue Lichtwelle in eine andere Richtung als die Richtung der Lichtfalle ausbreitet, wodurch ein weißes Pixel des zu projizierenden Lichtmusters 70 bereitgestellt wird. Die Lichtwelle kann sich beispielsweise in Richtung der optionalen Auskoppereinrichtung 118 der Vorrichtung 310 ausbreiten.

Fig. 6 zeigt ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens zum Projizieren eines Lichtmusters 70 gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Verfahren gemäß Fig. 6 ist mit allen erfindungsgemäßen Vorrichtungen 10; 110; 210; 310 durchführbar und ist gemäß allen in Bezug auf diese Vorrichtungen beschriebenen Modifikationen und Weiterbildungen anpassbar und umgekehrt.

In einem Schritt S01 wird eine Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 zum Erzeugen eines weißen Laserstrahls 51 gesteuert. In einem Schritt S02 wird der erzeugte weiße Laserstrahl 51 selektiv in einer Anzahl von Raumwinkelbereichen zum Projizieren des Lichtmusters 70 derart geleitet, dass im Strahlengang des erzeugten Laserstrahls 51 eine Streuscheibe 16 angeordnet ist.

Wie im Vorangehenden beschrieben, kann das Steuern S01 der Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 insbesondere ein Steuern zum zeitabhängigen Erzeugen des weißen Laserstrahls 51 umfassen, wobei die Entscheidung, ob der weiße Laserstrahl 51 aktuell erzeugt oder nicht erzeugt werden soll, beispielsweise von einem Zustand einer Selektoreinrichtung 14; 114; 314 abhängig sein kann. Alternativ oder zusätzlich kann das Steuern S01 auch ein Steuern eines Shutters umfassen, durch welchen der durch die Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 zunächst erzeugte Laserstrahl 51 unterbrochen wird. Bei dem Zustand der Selektoreinrichtung 14; 114; 314 kann es sich, wie im Voranstehenden beschrieben, beispielsweise um eine aktuelle Ablenkspiegelstellung eines Mikrospiegels oder mehrerer Mikrospiegel handeln, auf welchen bzw. welche der erzeugte Laserstrahl 51 aktuell treffen würde, wenn

er aktuell erzeugt würde. Das Unterbrechen des Erzeugens des Laserstrahls 51 oder das Unterbrechen des Laserstrahls 51 mittels eines Shutter kann insbesondere dann zum Ausbilden von schwarzen Pixeln durchgeführt werden, wenn die Selektoreinrichtung als Ablenkeinrichtung 114 ausgebildet ist. Ist die Selektoreinrichtung 314 ein Array, wird die Intensität jedes Pixels vorzugsweise über die Modulation der einzelnen Elemente des Arrays bestimmt.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele vorstehend beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise modifizierbar. Insbesondere lässt sich die Erfindung in mannigfaltiger Weise verändern oder modifizieren, ohne vom Kern der Erfindung abzuweichen.

Zwischen der Superkontinuums-Lasereinrichtung 12 und der Selektoreinrichtung 14; 114; 314 kann, vor oder nach der Streuscheibe 16, beispielsweise mindestens ein Filterelement vorgesehen sein, um eine Farbtemperatur bzw. eine Zusammensetzung des Spektrums des erzeugten Laserstrahls 51 zu modifizieren. Bei dem Filterelement kann es sich beispielsweise um einen akusto-optischen Modulator (Englisch: „acousto-optic modulator“, AOM, oder „acousto-optical tunable filter“, AOTF) handeln. Ein solcher acousto-optischer Modulator besteht beispielsweise aus einem optischen anisotropen Kristall aus Tellur-Dioxid, Lithium-Niobat oder Quarz, an welchen ein Piezokristall, der sogenannte „acoustic transducer“ gekoppelt ist.

Durch Anlegen einer Radiofrequenz von zum Beispiel zwischen 150 und 350 MHz an den Piezokristall erzeugt dieser eine Ultraschallwelle, welche sich in dem optischen anisotropen Kristall fortsetzt. Die Ultraschallwelle erzeugt in dem Kristall ein Brechungsindexgitter, so dass der erzeugte Laserstrahl 51 in Abhängigkeit von dem Brechungsindexgitter gebeugt wird. In Abhängigkeit von der Frequenz der Schallwelle ändert sich auch die Wellenlänge des gebeugten Lichts. Auch eine Intensität des gebeugten Laserlichts ist beispielsweise durch die Intensität der Schallwellen regelbar.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10; 110; 210; 310) zum Projizieren eines Lichtmusters (70), mit:
einer Superkontinuums-Lasereinrichtung (12), mittels welcher ein weißer Laserstrahl (51) erzeugbar ist;
einer Selektoreinrichtung (14; 114; 314), mittels welcher der erzeugte weiße Laserstrahl (51) zum Projizieren des Lichtmusters (70) selektiv in eine Anzahl von Raumwinkelbereichen leitbar ist; und
einer Streuscheibe (16), welche im Strahlengang des erzeugten Laserstrahls (51) vor oder nach der Selektoreinrichtung (14; 114; 314) angeordnet ist.
2. Vorrichtung (110) nach Anspruch 1,
wobei die Selektoreinrichtung als eine Ablenkeinrichtung (114) ausgebildet ist, welche zum Ablenken des weißen Laserstrahls (51) ausgebildet ist.
3. Vorrichtung (310) nach Anspruch 1,
wobei die Selektoreinrichtung als ein Array (314) von selektiv den Laserstrahl (51) weiterleitend oder nicht-weiterleitend schaltbaren Pixeln ausgebildet ist.
4. Vorrichtung (310) nach Anspruch 3,
wobei das Array (314) ein Array von Mikrooptiken ist.
5. Vorrichtung (310) nach Anspruch 3,
wobei das Array (314) ein Grating Light Valve ist.
6. Vorrichtung (10; 110) nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
wobei der weiße Laserstrahl (51) von der Superkontinuums-Lasereinrichtung (12) zu der Selektoreinrichtung (14; 114) in einer optischen Faser geleitet wird.

7. Vorrichtung (10; 110; 210; 310) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei im Strahlengang des weißen Laserstrahls (51) eine Filtereinrichtung
zum Modifizieren einer Farbtemperatur und/oder zum Modifizieren einer
Spektrumszusammensetzung des Laserstrahls (51) angeordnet ist.
8. Vorrichtung (10; 110; 210; 310) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
wobei die Vorrichtung als ein Beamer ausgebildet ist.
9. Vorrichtung (10; 110; 210; 310) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
wobei die Vorrichtung als ein Scheinwerfer, als ein Rücklicht oder als ein
Richtungswechselanzeiger ausgebildet ist.
10. Verfahren zum Projizieren eines Lichtmusters (70), mit den Schritten:
Steuern (S01) einer Superkontinuums-Lasereinrichtung (12) zum Erzeugen
eines weißen Laserstrahls (51); und
Selektives Leiten (S02) des erzeugten weißen Laserstrahls (51) in eine
Anzahl von Raumwinkelbereichen zum Projizieren des Lichtmusters (70) derart,
dass im Strahlengang des erzeugten Laserstrahls (51) eine Streuscheibe (16)
angeordnet ist.

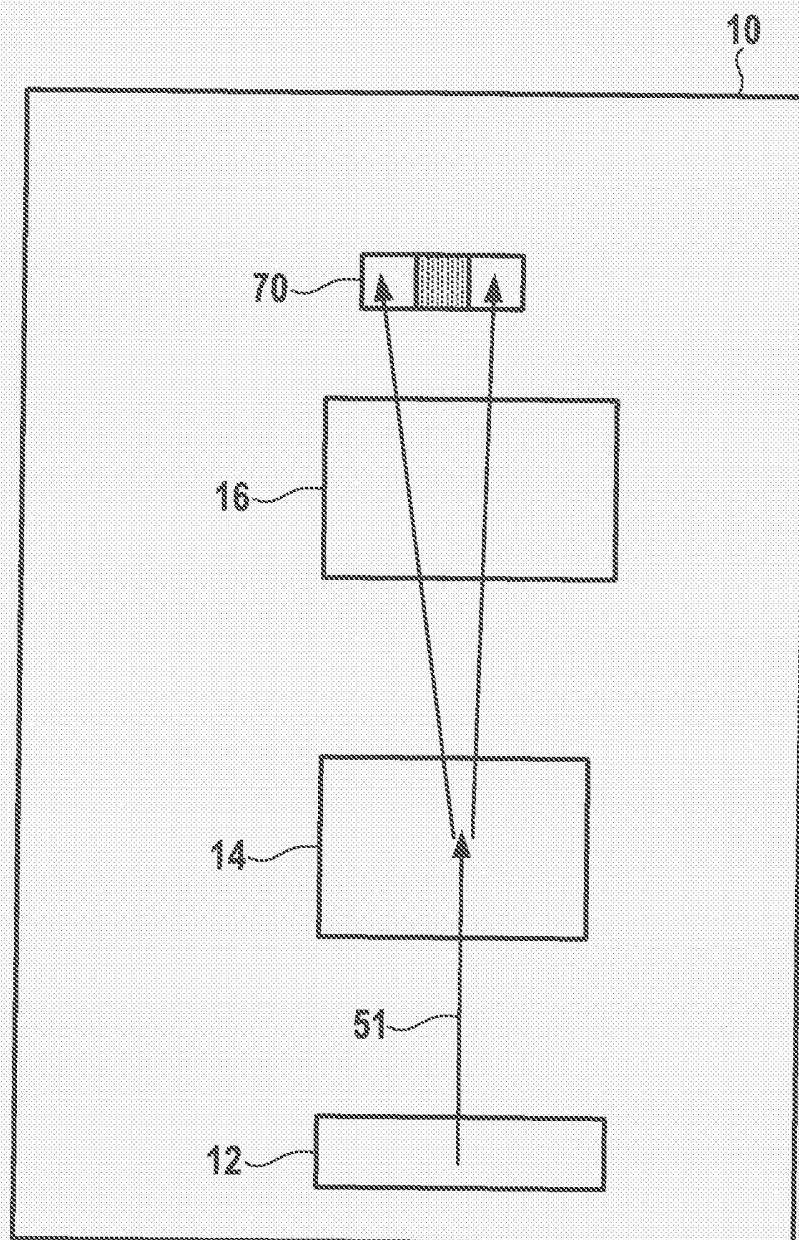


Fig. 1

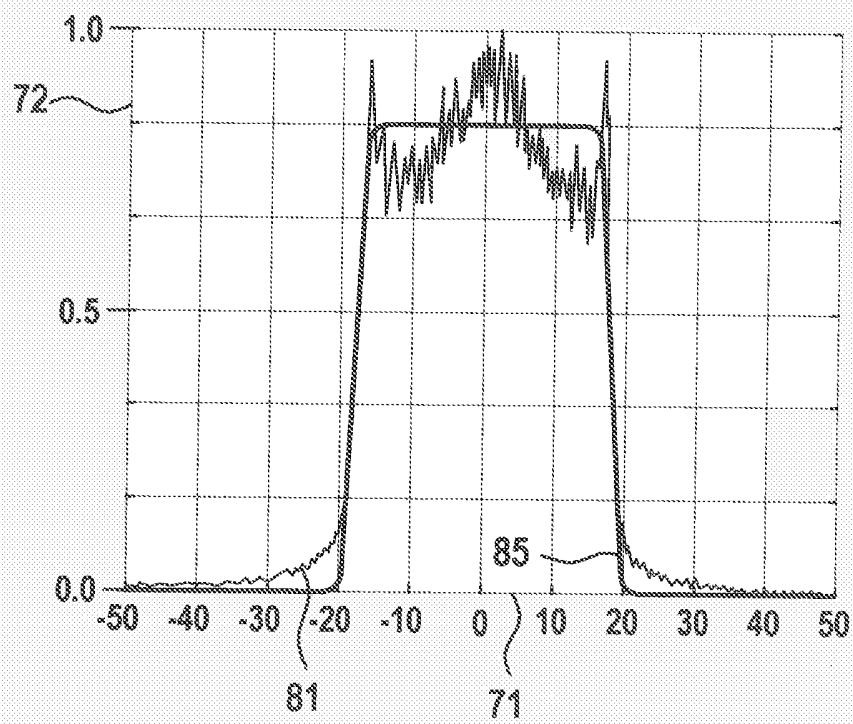


Fig. 2

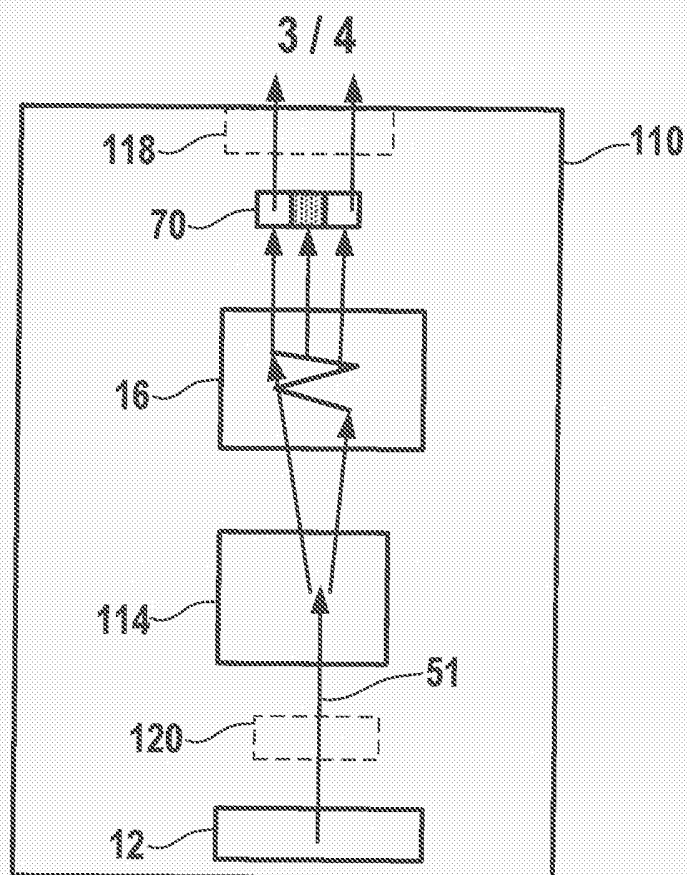


Fig. 3

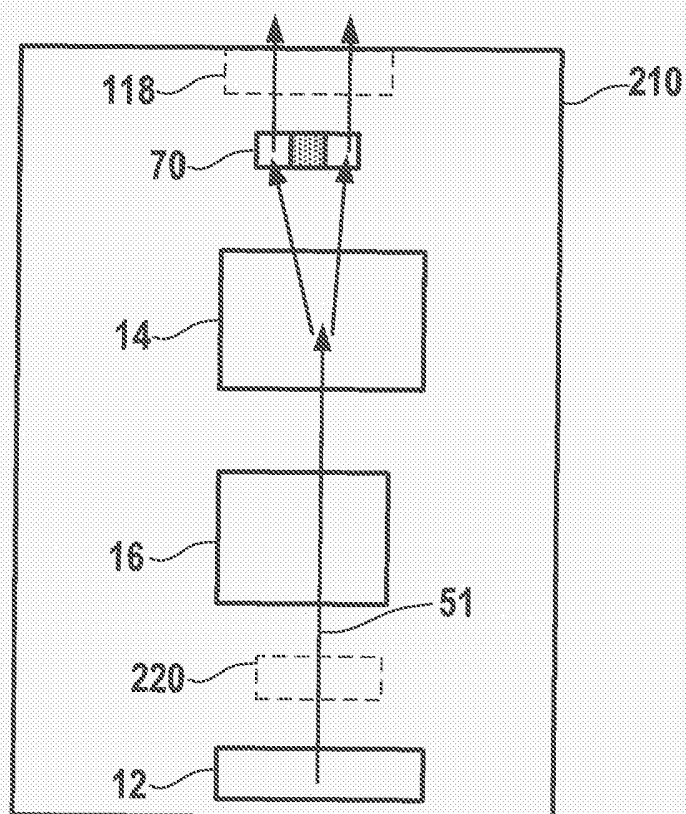


Fig. 4

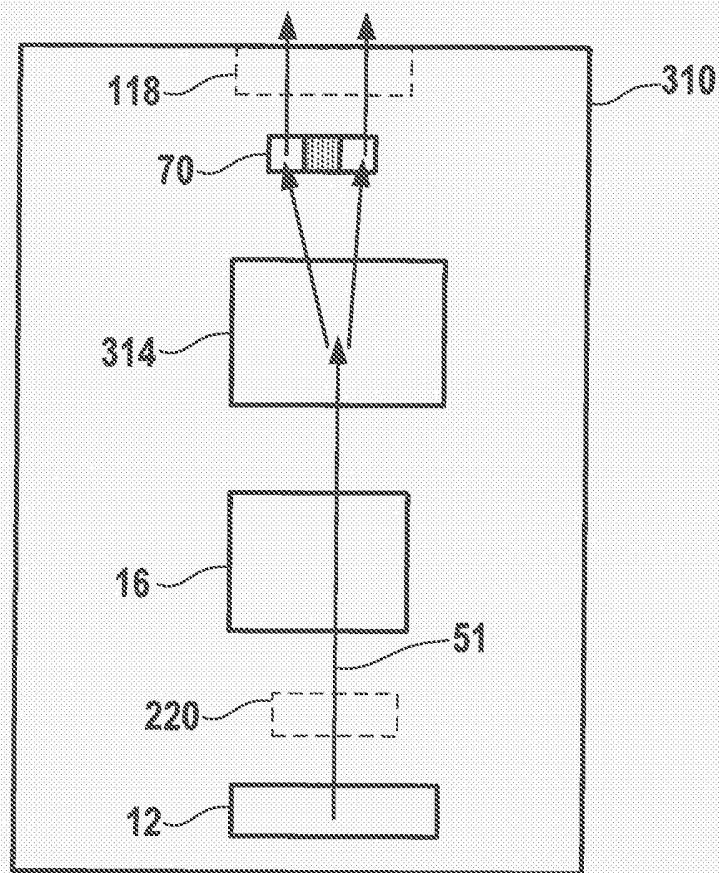


Fig. 5

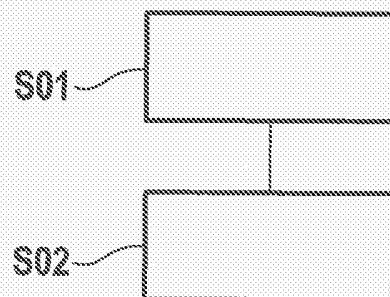


Fig. 6